

Document No.: FEC/ARU42/SP-G/0001

Document Title:รายการประกอบแบบ



โครงการจ้างออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
นำเสนอโดย



บริษัท ฟิวเจอร์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด

- ☐ No Exception Noted
☐ Exception Noted
☐ Return for Correction

Date.../.../...Signed.....

As to general design controlling dimensions. This review does not relieve the Contractor of any part of his obligation to meet all the requirement of the Contract Document or of the responsibility for the requirements of the Contract Document or of the responsibility for his designs and drawings

Total Pages (Including Cover Sheet)

B	15 July 2024	FINAL SUBMISSION	KP	CP	AS	
REV	DATE	DESCRIPTION	MADE	CHECKED	APPR'D	AUTH'D

สารบัญ

- ข้อกำหนดทั่วไป
- งานสถาปัตยกรรม
- งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน
- งานโครงสร้าง
- งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
- งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- งานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง

ข้อกำหนดทั่วไป

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ข้อกำหนดทั่วไป	
1. วัตถุประสงค์	1/29
2. ขอบเขตของงาน	1/29
2.1 สถานที่ตั้งของการก่อสร้าง	1/29
2.2 งานที่จะต้องทำ	1/29
3. การดำเนินงานโดยทั่วไป	2/29
3.1 อำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบ	2/29
3.2 แบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบ	3/29
3.3 ลำดับการดำเนินงาน	4/29
3.4 การเตรียมอุปกรณ์, วัสดุก่อสร้างและแรงงาน	6/29
3.5 ข้อกำหนดของผู้รับจ้างในการก่อสร้าง	7/29
3.6 การส่งมอบงานและระยะเวลาการประกันซ่อมแซม	7/29
3.7 แผนการทำงาน	8/29
3.8 วิธีการทำงาน	9/29
3.9 สถาบันตรวจสอบ	9/29
เงื่อนไขประกอบสัญญา	
1. สถานที่ก่อสร้าง	10/29
2. เงื่อนไขในแบบแปลนรายการก่อสร้าง	10/29
3. ระเบียบข้อปฏิบัติและสิทธิต่างๆ	13/29
4. เงื่อนไขในหน้าที่และความรับผิดชอบการดำเนินงาน	18/29

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 1/29

ข้อกำหนดทั่วไป
โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ในการปฏิบัติงานการก่อสร้างหากข้อความของข้อกำหนดทั่วไปขัดแย้งกับสัญญาหลักให้ถือปฏิบัติตามสัญญาการก่อสร้างหลักเป็นสำคัญและผู้เสนอราคาต้องรับผิดชอบในการถอดแบบคำนวณราคากลางเองจะนำราคากลางที่ได้รับไป มาปฏิเสธความรับผิดชอบหรือเรียกร้องงานเพิ่มภายหลังไม่ได้

1. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์หลักของการก่อสร้างเพื่อให้ได้ผลงานการก่อสร้างที่มีมาตรฐาน มีคุณภาพดีมีสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้ทันทีเป็นอย่างดีเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ มีความมั่นคงถาวร มีฝีมือการทำงานที่ประณีตละเอียดถูกต้องตามหลักวิชาการช่างที่ดีทุกประการและมีความถูกต้องตามมาตรฐานและบทบัญญัติแห่งกฎหมายที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

2. ขอบเขตของงาน

2.1 สถานที่ตั้งของการก่อสร้าง

ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ตำบลประตูชัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยผู้เสนอราคาเตรียมพื้นที่สำหรับก่อสร้างอาคารใหม่และจะต้องทำการก่อสร้างงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานโยธา งานระบบไฟฟ้า-สื่อสารและระบบปรับอากาศ งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย และงานโครงสร้างสำหรับงานระบบ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องของออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

2.2 งานที่จะต้องทำ

1. ผู้รับผู้เสนอราคาจะต้องจัดหาวัสดุก่อสร้าง แรงงาน ตลอดจนอุปกรณ์ เครื่องจักรกลที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานโยธา งานระบบไฟฟ้า-สื่อสาร และระบบปรับอากาศ งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย และงานโครงสร้างสำหรับงานระบบ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในอาคารตามแบบและรายการประกอบแบบเพื่อให้ได้ผลงานที่ดีในทุกๆ กรณี หากพบว่าแรงงานและอุปกรณ์ก่อสร้างที่ผู้เสนอราคาจัดหามาไม่เหมาะสมกับสภาพงานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสิทธิจะสั่งเปลี่ยนแปลงแก้ไข เพื่อให้การดำเนินงานได้ผลตามความมุ่งหมายของสัญญา และแบบก่อสร้างงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานโยธา งานระบบไฟฟ้า-สื่อสารและระบบปรับอากาศ งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย และงานโครงสร้างสำหรับงานระบบ ที่จะก่อสร้างประกอบด้วยงานก่อสร้างงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานโยธา งานระบบไฟฟ้า-สื่อสารและระบบปรับอากาศ งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย และงานโครงสร้างสำหรับงานระบบ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 2/29

3. การดำเนินงานโดยทั่วไป

3.1 อำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบ

3.1.1 ผู้ควบคุมงาน มีหน้าที่ควบคุมและตรวจงาน ทำการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทำงานของผู้เสนอราคา

1) ผู้ควบคุมงานมีอำนาจออกคำสั่ง คำแนะนำ หรืออนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร โดยถือว่าเป็นข้อผูกมัดผู้เสนอราคา เหมือนคำสั่งสถาปนิก/วิศวกรเอง

2) ผู้ควบคุมงานไม่มีอำนาจที่จะยกเว้นความรับผิดชอบใดๆ ของผู้เสนอราคาตามสัญญาและไม่มีอำนาจเกี่ยวกับการเพิ่มราคาค่าก่อสร้างหรือทำงานเปลี่ยนรูปไป

3) การที่ผู้ควบคุมงานไม่คัดค้านการทำงานใดๆ ที่ผู้เสนอราคากระทำไปโดยพลการ ไม่อาจลบล้างอำนาจของผู้ว่าจ้าง หรือสถาปนิก/วิศวกร ที่จะไม่เห็นชอบกับงานหรือสิ่งของนั้นๆ

3.1.2 สถาปนิก/วิศวกร กรรมการตรวจการรับพัสดุ หรือผู้ใดที่ได้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้าง

1) สถาปนิก/วิศวกร กรรมการตรวจการรับพัสดุ หรือผู้ใดที่ได้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้าง มีอำนาจที่จะออกคำสั่งเพิ่มเติมได้อีก ในระหว่างงานกำลังดำเนินอยู่ในเมื่อสถาปนิก/วิศวกรเห็นสมควร เช่น วิธีการใช้วัสดุที่ถูกต้อง หรือการดำเนินการส่วนใดควรจะทำก่อนหรือหลัง เพื่อมิให้เกิดความเสียหายกับงานส่วนอื่นๆ (ทั้งนี้ ไม่หมายถึงการทำให้ราคาเพิ่มขึ้นหรือต่ำลง) ในขณะที่ก่อสร้างหรือภายหลังได้ ผู้เสนอราคาจะต้องทำตามและยอมรับคำสั่งนั้นๆ ในขณะก่อสร้าง

2) สถาปนิก/วิศวกร กรรมการตรวจการรับพัสดุ หรือผู้ใดที่ได้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้าง มีอำนาจที่จะสั่งเป็นลายลักษณ์อักษรให้หรือถอนวัสดุสิ่งของใดๆ ที่ตามที่เห็นว่าไม่เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบรูป และสัญญาออกจากบริเวณงานเปลี่ยนวัสดุสิ่งของที่ถูกต้องมาแทน หรือถอนงานใดๆ ที่ฝีมือการทำงานหรือวัสดุสิ่งของที่ใช้ไม่เป็นไปตามตามรายการแบบรูปและสัญญาแล้วให้สร้างใหม่ ในกรณีที่ผู้เสนอราคาไม่ปฏิบัติตามคำสั่งดังกล่าว ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะว่าจ้างผู้อื่นมาปฏิบัติตามคำสั่งนั้นตามคำแนะนำของสถาปนิก/วิศวกร กรรมการตรวจการจ้าง หรือผู้ใดที่ได้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้าง โดยผู้เสนอราคาต้องเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมดและยอมให้ผู้ว่าจ้างหักเงินที่จะจ่ายให้กับผู้เสนอราคามาชดเชยการนี้

3) สถาปนิก/วิศวกร กรรมการตรวจการรับพัสดุ หรือผู้ใดที่ได้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้าง มีสิทธิจะเข้าไปในบริเวณงาน หน่วยงาน/โรงงาน และทุกๆ แห่งที่มีการเตรียมงาน หรือแหล่งผลิตเก็บรักษาวัสดุสิ่งของที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง ผู้เสนอราคามีหน้าที่คอยให้ความสะดวกในการนำเข้าไปในสถานที่ต่างๆ เหล่านั้น

4) สถาปนิก/วิศวกร กรรมการตรวจการรับพัสดุ หรือผู้ใดที่ได้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้าง มีอำนาจในการเปลี่ยนแปลงแบบรูป และรายละเอียดประกอบแบบ ตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างเพื่อที่จะให้อาคารมั่นคงแข็งแรง หรือทำให้ประโยชน์ในการใช้สอยดีขึ้น โดยไม่ทำให้ราคาก่อสร้างเพิ่มขึ้นหรือลดลงและผู้เสนอราคาจะต้องปฏิบัติตาม

3.1.3 ผู้เสนอราคา

1) หากผู้เสนอราคาไม่เข้าใจในแบบหรือรายการก่อสร้าง หรือจะเป็นวัสดุที่ใช้ หรือวิธีการทำก็ตาม ผู้เสนอราคาจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงาน และสถาปนิก/วิศวกร จะเป็นผู้ชี้แจงข้อสงสัยนั้นๆ เป็นลายลักษณ์อักษร หรือให้รายละเอียดเป็นแบบเพิ่มเติม ห้ามมิให้ผู้เสนอราคาตัดสินใจทำอย่างใดอย่างหนึ่งเอง ผลเสียที่เกิดขึ้นผู้เสนอราคาจะต้องรับผิดชอบทั้งหมด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 3/29

2) ผู้เสนอราคาจะต้องรับผิดชอบในการจัดวางผังการก่อสร้างให้ถูกต้องตามแบบรูปตลอดจนการแก้ไขที่ต้งระดับ ขนาด และแนวต่างๆของงาน จัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ และแรงงานให้เพียงพอ หากมีการวางผังผิดพลาดจะต้องแก้ไขใหม่ให้เป็นที่เรียบร้อย ผู้เสนอราคาจะต้องบำรุงรักษาหลักฐานแนวหมุดต่างๆที่ใช้ในการวางผังให้คงสภาพเรียบร้อยอยู่เสมอ

3) ให้ถือว่าผู้เสนอราคาเป็นผู้มีความชำนาญการก่อสร้างและมีฝีมือดี โดยสถาปนิก/วิศวกรของผู้เสนอราคาเอง คอยควบคุมอยู่อย่างใกล้ชิด ฉะนั้น ความผิดพลาดต่างๆที่สถาปนิก/วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานตรวจพบอาจจะช้าหรือเร็วก็ตาม มิได้หมายความว่าสถาปนิก/วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานบกพร่องในหน้าที่ และหากมีการผิดพลาดเกิดขึ้นเนื่องจากกรณีใดๆ ก็ตาม เวลาที่ต้องเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ผู้เสนอราคาจะนำมาเป็นข้ออ้างให้ร่วมรับผิดชอบไม่ได้เป็นอันขาด

4) ผู้เสนอราคาจะต้องรับผิดชอบในการจัดส่งตัวอย่างเพื่ออนุมัติและสั่งซื้อในเวลาอันเหมาะสม

5) ผู้เสนอราคาจะเก็บรักษาวัสดุ เครื่องมืออย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ในกรณีที่การเก็บบกพร่อง สถาปนิก/วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานจะแนะนำให้ผู้เสนอราคาปฏิบัติ จัดหา หรือระงับรักษาให้ดีขึ้น เป็นหน้าที่ของผู้เสนอราคาจะต้องปฏิบัติตาม

6) ในงานบางส่วนที่จำเป็นจะต้องทำ จัดทำเป็นตัวอย่างในหน่วยงานเพื่อแสดงถึงคุณภาพและมีฝีมือเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน ผู้เสนอราคาจะต้องเก็บรักษาตัวอย่างที่ได้รับอนุมัติและดำเนินการตามนั้น

7) ผู้เสนอราคาจะต้องระวังไม่ให้เกิดขึ้นโดยเด็ดขาดในเรื่องก่อความรำคาญ หรือเดือดร้อนต่อทรัพย์สิน หรือบุคคลในบริเวณ หรือนอกบริเวณก่อสร้าง

8) ในระหว่างการทำงานตามสัญญา เมื่อใดก็ตามที่สถาปนิก/วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานเห็นว่า จะต้องเร่งงาน ผู้เสนอราคาจะต้องปฏิบัติตามคำสั่งและคำแนะนำของสถาปนิก/วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานที่จะให้หยุดงานในที่แห่งหนึ่ง แล้วย้ายคนงานไปยังอีกที่แห่งหนึ่งเพื่อความเหมาะสม ผู้เสนอราคาจะต้องปฏิบัติตามที่สถาปนิก/วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานสั่งการ

9) เพื่อให้การดำเนินงานก่อสร้างบรรลุเป้าหมายโดยเรียบร้อยและปลอดภัย ผู้เสนอราคาจะต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้าง และคำสั่งของผู้ควบคุมงาน โดยไม่มีเงื่อนไขหรือข้อเรียกร้องอื่นใด

3.2 แบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบ

การก่อสร้างจะต้องทำตามแบบรูป และรายการประกอบแบบก่อสร้างซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเอกสารการขึ้นสัญญาโดยเคร่งครัด ข้อความใดที่ปรากฏในรายการประกอบแบบแต่ไม่มีแสดงในแบบหรือมีแสดงในแบบแต่ไม่ปรากฏในรายการประกอบแบบ ให้ถือเสมือนว่าข้อความนั้นมีปรากฏอยู่ในรายการก่อสร้างและในแบบแล้วในกรณีที่มีการขัดแย้งกันระหว่างแบบกับรายการก่อสร้าง จะต้องให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ เป็นผู้วินิจฉัยและตัดสินโดยยุติที่สิ่งที่ดีกว่าเสมอไป และหากข้อความของข้อกำหนดในเล่มนี้ขัดแย้งกับสัญญาหลักให้ถือปฏิบัติตามสัญญาหลักเป็นสำคัญ และสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ จะสงวนสิทธิ์ที่จะเพิ่ม ลด หรือเปลี่ยนแปลง วัสดุก่อสร้างในระหว่างการก่อสร้างได้ โดยแสดงราคา และระยะเวลาการทำงานจริงเป็นลายลักษณ์อักษรเท่านั้น และให้ถือว่างานเพิ่มลดหรือเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของสัญญานี้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 4/29

3.3 ลำดับการดำเนินงาน

3.3.1 สำนักงานชั่วคราว, โรงเก็บวัสดุก่อสร้างและบ้านพักคนงานผู้เสนอราคา จะต้องจัดสร้างโรงเก็บวัสดุก่อสร้างให้สะอาดและเรียบร้อย ซึ่งจะต้องให้มีคุณภาพดีอยู่เสมอตามหลักวิชาช่างที่ดีหากผู้เสนอราคาต้องการสร้างที่พักให้แก่คนงานก่อสร้าง จะต้องได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อนทั้งนี้จะต้องรักษาความสะอาดเรียบร้อยตลอดจนระบบสุขาภิบาลและระบบอื่นๆ โดยเคร่งครัด ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างหมวดนี้ตลอดจนค่าใช้จ่ายทุกอย่างผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบและจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย หรือสถานการณ์อื่นใดอันอาจจะเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

3.3.2 ผู้เสนอราคาต้องเตรียมพื้นที่ก่อสร้างโดยการรื้อถอนอาคารเดิมออกตามความจำเป็น ก่อนเริ่มทำงาน ต้องขออนุญาตต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อนทุกครั้งไป อุปกรณ์ต่างๆ ที่รื้อถอนออกมา หากนำไปใช้ใหม่ได้ต้องนำไปเก็บไว้ ณ สถานที่ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา กำหนด

3.3.3 ผู้เสนอราคาต้องมีบุคลากรประจำที่สนามอย่างน้อย นอกเหนือจากคนงานก่อสร้าง คือ

- วิศวกรโครงการ ประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี
- วิศวกรงานระบบ (ไฟฟ้าหรือเครื่องกล) ประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี
- ช่างเขียนแบบเพื่อเตรียมแบบก่อสร้างทุกประเภทและรวบรวมแบบ ประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี

3.3.4 ผู้เสนอราคา ต้องวางแผนงานการก่อสร้างอย่างละเอียดโดยเริ่มตั้งแต่การทำ WBS (Work Break down Structure), การทำ Activities list และกำหนด duration, skill and unskilled labor, ทำ Resource leveling จากข้อมูลที่เตรียม ให้ใช้ CPM เป็นการวางแผนทั้งระบบ โดยมี Activities แต่ละอย่างมีระยะเวลาไม่เกิน 14 วันทำการ โดยกำหนดวันหยุดทุกอย่างลงด้วย จากข้อมูลที่เตรียมให้นำไปวางแผนอย่างละเอียด โดยใช้โปรแกรม Microsoft Project, หรือโปรแกรม Primavera หรือโปรแกรมอื่นที่ใช้ในการวางแผนงานก่อสร้างโดยเฉพาะ ในการวางแผน, ติดตาม, และควบคุมการทำงานทั้งระบบ โดยให้มีการปรับปรุงทุกๆ 1 เดือน และส่งพร้อมรายงานประจำเดือน โดยรายงานในส่วนของกรวางแผน จะต้องประกอบด้วยรายการอย่างต่ำดังต่อไปนี้คือ

- Site Layout
- Work Break down Structure
- CPM Network diagram
- Master Schedule
- Procurement Schedule
- Human Resource Schedule
- Machine Schedule
- Shop Drawing Schedule
- S-Curve
- Monthly Schedule
- Weekly Schedule
- ถ้ามีการล่าช้าให้เสนอวิธีเร่งรัดให้ทันตามแผนงาน และเสนอวิธีทำงานให้มีประสิทธิภาพมาด้วย
- ค่า FF และ TF ของ CPM ถือว่าเป็นของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเท่านั้น ซึ่งคณะกรรมการ

ตรวจรับพัสดุสงวนสิทธิ์ในการนำไปทำงานเพิ่มได้โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 5/29

3.3.5 ผู้เสนอราคา ต้องเสนอแผนงานอื่นๆ อีก เช่น แผนงานหลัก (Master Schedule) แผนงานเรื่อง แรงงานงานเครื่องจักร, แผนงานกำลังคน, แผนงานส่งวัสดุเข้าหน้างาน แผนงานการเสนอ Shop Drawing และ Construction Drawing เป็นต้น เพื่อให้การก่อสร้างถูกต้องตามกฎหมาย ผู้เสนอราคาต้องส่งรายชื่อวิศวกร และสถาปนิก ที่ควบคุมงานดังกล่าวตามกฎหมายควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม โดยยื่นใบควบคุมงาน และใบอนุญาตวิชาชีพควบคุม ส่งให้ คณะกรรมการตรวจสอบพัสดุก่อนเริ่มทำงาน เพื่อใช้เป็นใบรับรองการควบคุมงานตามกฎหมาย

3.3.6 การขออนุมัติวัสดุก่อสร้าง ผู้เสนอราคาจะต้องทำการทดสอบวัสดุอุปกรณ์ทุกอย่างที่ระบุให้ทดสอบ ตามแบบรายการก่อสร้างตลอดจนค่าใช้จ่ายในการทดสอบทุกอย่าง โดยการทดสอบวัสดุอุปกรณ์จะต้องทำโดยสถาบันที่ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และจะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุด้วย

3.3.7 คณะกรรมการตรวจรับพัสดุสงวนสิทธิ์ในการสั่งหยุดงาน ในกรณีที่ผู้เสนอราคาไม่ทำงานดำเนิน ตามแบบและรายการประกอบแบบทั้งนี้ผู้รับเหมาก่อสร้างจะไม่สามารถอุทธรณ์ร้องขอเวลาและค่าเสียหายใดๆ

3.3.8 การจัดทำรายงาน

1) รายงานประจำวัน

ผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำรายงานประจำวันตามแบบฟอร์มเอกสาร ซึ่งได้รับการอนุมัติจาก คณะกรรมการตรวจการจ้าง รายงานประจำวันนี้จะต้องประกอบด้วย ดังนี้

- จำนวนพนักงาน คนงานทุกประเภทของผู้เสนอราคาในหน่วยงานก่อสร้าง
- วัสดุที่มีอยู่ในบริเวณก่อสร้าง วัสดุที่ส่งเข้ามาและวัสดุที่ได้ใช้ไป
- อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ที่อยู่ในบริเวณก่อสร้าง
- ความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง
- อุปสรรคและความล่าช้าของงานก่อสร้าง
- คำสั่งของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุและการเปลี่ยนแปลงในงานก่อสร้างที่คณะกรรมการ

ตรวจรับพัสดุสั่งให้ทำ

- แบบก่อสร้างและแบบแก้ไขที่ได้รับจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ
- เหตุการณ์พิเศษต่างๆ รวมทั้งการเกิดอุบัติเหตุขึ้นในบริเวณก่อสร้างและผู้มาเยี่ยมหน่วยงาน

ก่อสร้าง

2) รายงานประจำเดือน

ผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำ และส่งรายงานประจำเดือนให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ 4 ชุด ภายใน 7 วันแรกของเดือนถัดไปตามแบบฟอร์มของเอกสารซึ่งได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสรุปจากรายงานประจำวัน ความก้าวหน้าของงานในช่วงเดือนที่ผ่านมา และเปรียบเทียบความก้าวหน้าของงาน กับแผนงานก่อสร้างทั้งหมด รวมทั้งรูปถ่ายแสดงความก้าวหน้าของงานในแต่ละเดือนอย่างน้อย 6 รูป

3.3.9 การประชุมในระหว่างการก่อสร้างอาคาร

1) ผู้เสนอราคา ต้องเข้าร่วมประชุมที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจัดให้มีขึ้นเป็นประจำในระหว่างการก่อสร้าง และผู้เสนอราคาต้องให้ผู้จัดการงานก่อสร้าง / วิศวกร หรือผู้รับผิดชอบในงานก่อสร้างของตนเข้าร่วมประชุม ด้วย การประชุมดังกล่าวให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเป็นประธานในที่ประชุม และผู้เสนอราคาต้องผูกพันตนกับ ข้อตกลงที่มีขึ้นในระหว่างการประชุมนั้นตามที่บันทึกการประชุม ซึ่งจะเสนอให้ผู้เสนอการารับรองในการประชุมครั้งต่อไป

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 6/29

2) ในกรณีทั่วไปให้ถือว่า จะต้องมีการประชุมในระหว่างการก่อสร้างอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเรียกประชุมนอกจากนี้ตามสถานการณ์ และความจำเป็นได้

3) ผู้เสนอราคาอาจขอให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุแก้ไขบันทึกการประชุมที่กล่าวข้างต้นได้ และให้มีการบันทึกข้อโต้แย้งดังกล่าวไว้ในบันทึกการประชุมครั้งถัดไป

4) ผู้เสนอราคามีหน้าที่จัดให้มีสถานที่ห้องประชุม และสิ่งอำนวยความสะดวกในการประชุม ดังกล่าวตลอดระยะเวลาก่อสร้างอาคาร

3.3.10 ผู้เสนอราคา จะต้องทำแผนการดำเนินการก่อสร้างรวม และแนบย่อยเพื่อให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจสอบ หากมีการปรับปรุงแผนการดำเนินงานใหม่ผู้เสนอราคาจะต้องให้ความร่วมมือในการปรับแผนการก่อสร้างใหม่ด้วย

3.3.11 ผู้เสนอราคาต้องทำ As Built Drawing ให้กับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ เมื่อเสร็จงานในแต่ละงานนั้นๆ และผู้เสนอราคาจะต้องทำ Shop Drawing ส่งมอบต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุทุกครั้งที่แบบก่อสร้างไม่ระบุวิธีการผู้เสนอราคาจะไม่ทำงานที่ไม่มีแบบหรือแบบระบุรายละเอียดไม่เพียงพอ

3.3.12 มติที่ประชุมของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในการพิจารณาเรื่องต่างๆ ถือว่าสิ้นสุด

3.3.13 ถ้าผู้เสนอราคาสงสัยในรายละเอียด หรือข้อกำหนดของสัญญาหรือถ้าปรากฏว่าแบบหรือรายการก่อสร้างของสัญญานี้คลาดเคลื่อนหรือขัดแย้งกันผู้เสนอราคา จะต้องสอบถามคณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อน โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะเสนอวินิจฉัยการก่อสร้างให้เจ้าของโครงการตัดสินใจและสิ่งใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้างแต่จำเป็นต้องทำเพื่อให้ได้ผลงานที่ถูกต้องบริบูรณ์และวิธีปฏิบัติการช่างที่ดีคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะต้องแจ้งให้ผู้เสนอราคาทำการนั้นๆ โดยผู้เสนอราคาไม่เรียกร้องค่าจ้างและค่าวัสดุก่อสร้างเพิ่มเติมแต่อย่างใด

3.3.14 ถ้าคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ประสงค์จะเปลี่ยนแปลงเพิ่ม หรือ ลด จากแบบตามสัญญาก่อสร้าง คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ จะต้องจ่ายค่าจ้างเพิ่มหรือลดลงกับเวลา เพิ่ม หรือ ลด การทำงานแล้วแต่กรณี ตามที่จะตกลงกันเป็นลายลักษณ์อักษรในขณะนั้นและให้ถือว่าการตกลงดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งแห่งสัญญา

3.3.15 เมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เสนอราคาจะต้องขนย้ายวัสดุก่อสร้าง เครื่องมือและเครื่องใช้ และอุปกรณ์ก่อสร้างของผู้เสนอราคา และทำความสะอาดเก็บกวาดกลบเกลี่ยพื้นที่ที่ทำการก่อสร้าง และรื้อถอนอาคารชั่วคราวออกจากบริเวณงานให้เสร็จเรียบร้อยภายใน 15 วัน นับแต่วันที่ผู้จ้างให้รับมอบงานแล้ว

3.3.16 ผู้เสนอราคา ต้องทำการประกันความเสียหายทุกประเภท (Contractor's all Risks) ที่เกี่ยวข้องกับ การก่อสร้าง

3.4 การเตรียมอุปกรณ์, วัสดุก่อสร้างและแรงงาน

3.4.1 ผู้เสนอราคา จะต้องจัดหาอุปกรณ์ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ที่ที่ใช้ในการทำงานเป็นไปตามแบบ และรายการประกอบแบบที่จะใช้ในงานนี้ นอกจากวัสดุอุปกรณ์ที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะจัดหาให้ตามที่ระบุไว้ในสัญญา ซึ่งวัสดุที่จัดหาให้นี้จะนำไปบริเวณที่ก่อสร้างไม่ได้นอกจากจะมีการอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

3.4.2 วัสดุก่อสร้างและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการก่อสร้างจะต้องมีคุณสมบัติดีและใหม่ซึ่งจะต้องได้รับอนุมัติให้ใช้ในการก่อสร้างจึงจะนำไปใช้ในการก่อสร้างได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 7/29

3.4.3 ผู้เสนอราคาต้องจัดให้มีอุปกรณ์สำนักงานที่จำเป็น เช่น เครื่องถ่ายเอกสารขนาดไม่น้อยกว่า A3, โทรศัพท์, โทรสาร, อินเทอร์เน็ต, เครื่องปริ้นเตอร์ขนาด A3 พร้อมทั้งจะใช้งานประจำสำนักงานสนามตลอดเวลา

3.5 ข้อกำหนดของผู้เสนอราคาในการก่อสร้าง

งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานโยธา งานระบบไฟฟ้า-สื่อสารและระบบปรับอากาศ งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย และงานโครงสร้างสำหรับงานระบบ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานซึ่งต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

3.5.1 ผู้เสนอราคา ต้องจัดให้มีเครื่องมืออุปกรณ์เครื่องป้องกัน และเครื่องอำนวยความสะดวกทั้งหลายไว้ในที่ก่อสร้าง เพื่อการทำงานและลดการเสี่ยงภัยน้อยลง

3.5.2 ผู้เสนอราคา ต้องจัดให้มีสภาพการทำงานที่ดีไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และชีวิตของคนงานรวมทั้งต้องจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่างๆ แก่พนักงาน คนงาน คณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อสร้างรวมทั้งผู้มาเยี่ยมชมงานก่อสร้างด้วย ทั้งนี้จากการจัดสภาพการทำงานต้องให้เป็นไปตามข้อบัญญัติหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

3.5.3 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำเครื่องหมายต่างๆ ให้เห็นได้ชัดเจนติดตั้งในสถานที่จะเป็นอันตรายแก่พนักงาน คนงาน คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผู้ควบคุมงานก่อสร้างและบุคคลอื่นๆ ที่เข้าไปในบริเวณก่อสร้าง

3.5.4 ในการก่อสร้างหรือทำงานใดๆ ที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นว่าอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ และชีวิตของบุคคลต่างๆ หรือของทรัพย์สินคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ อาจสั่งให้ผู้เสนอราคาป้องกันเหตุนั้นได้ หากผู้เสนอราคาไม่ปฏิบัติตามคณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสติหรือสั่งให้หยุดการทำงานนั้นได้และจะถือเป็นเหตุขอต่อระยะเวลาการก่อสร้างอีกไม่ได้

3.6 การส่งมอบงานและระยะเวลาการประกันซ่อมแซม

3.6.1 การมอบงาน

1) ผู้ควบคุมงานจะทำบัญชีงานที่ต้องแล้วเสร็จ (PUNCH LIST) และตรวจสอบทดลองตามบัญชีงาน พร้อมทั้งออกหนังสือรับรองขั้นต้น และจัดทำบัญชีงานที่ต้องแก้ไข (LIST OF DEFECT WORK) ให้แก่ผู้เสนอราคาเพื่อการดำเนินการไปขั้นสุดท้ายให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ (FINAL COMPLETION) ซึ่งต้องอยู่ภายในกำหนดเวลาแล้วเสร็จตามสัญญา

2) การตรวจงานครั้งสุดท้ายจะประกอบไปด้วยฝ่ายคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ และฝ่ายผู้เสนอราคา โดยจะทำการตรวจสอบ ทดสอบอาคาร ส่วนประกอบอาคาร ระบบต่างๆ ประกอบอาคารอย่างละเอียดหากมีข้อบกพร่องต่างๆ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุต้องรับดำเนินการให้สมบูรณ์ เรียบร้อยโดยเร็ว

3) การซ่อมแซม บริเวณโดยรอบสถานที่ก่อสร้างที่เกิดความเสียหาย อันเนื่องมาจากการทำงานของผู้เสนอราคางานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานโยธา งานระบบไฟฟ้า-สื่อสารและระบบปรับอากาศ งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย และงานโครงสร้างสำหรับงานระบบ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จะต้องดำเนินการซ่อมแซมให้เสร็จเรียบร้อยทุกประการก่อนการส่งมอบงานงวดสุดท้าย

4) การทำความสะอาดสถานที่ ผู้เสนอราคาจะต้องทำความสะอาดสถานที่ให้เรียบร้อยและคณะกรรมการตรวจการจ้างสามารถใช้งานได้ทันทีหลังจากการตรวจรับและส่งมอบงานแล้ว ส่วนการตกแต่งบริเวณผู้เสนอราคาจะต้องกลบเกลี่ยพื้นดินให้เรียบร้อยภายใน 7 วัน นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุดำเนินการเรียบร้อยแล้ว

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 8/29

5) ฎญแฉต่างฎ ฎุ้เสนอราคา จะต้งทำป้ายถาวรแ้งรายละเยียดไว้กับฎกฎญแ้ให้ตรงกับแม่ฎญแ้ทุกชนิด โดยเตรียมเก็บไว้ในตู้กระจกอย่างดี และต้งส่งมอบให้กับ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทันที เมื่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุรับมอบงานแล้ว และห้ามผู้เสนอราคา จำลองฎญแ้เหล่านี้โดยเด็ดขาดไม่ว่ากรณีใด

3.6.2 ระยะเวลาประกันการซ่อมแซม

ในระยะเวลา 2 ปี ที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดुरับงานก่อสร้างแล้วในระหว่างนี้ ถ้ามีความบกพร่อง ความเสียหาย ความทุดโทรมที่เกิดขึ้นแก่อาคารอันเนื่องมาจากความผิดพลาดความไม่รอบคอบละเลยของผู้เสนอราคา ใน ขณะทำการก่อสร้าง ผู้เสนอราคาจะต้งทำการปรับปรุงให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยหรือใช้งานได้ดีดังเดิมโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ และจะเรียกรอ้งค่าใช้จ่ายต่างๆ เพิ่มเติมไม่ได้ทั้งสิ้น

3.6.3 การส่งมอบอุปกรณ์และรายการเอกสาร

1) คู่มือสำหรับการดูแลรักษา ผู้เสนอราคาจะต้งรวบรวมคู่มือและข้อเสนอแนะของบริษัทผู้ผลิต สำหรับวัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดที่นำมาติดตั้งในอาคารนี้

2) ผู้เสนอราคาจะต้งดำเนินการจัดหาวิทยากร ผู้ชำนาญงานของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งอาคารมาอบรมหรือแนะนำให้บุคลากรของผู้ว่าจ้างรับทราบเกี่ยวกับการดูแลรักษาการใช้งาน หรือซ่อมบำรุงเบื้องต้น จนกว่าจะมีความเข้าใจสามารถปฏิบัติงานได้

3) ผู้เสนอราคาจะต้งมอบเครื่องมือและชิ้นส่วนอะไหล่ที่มีมากับอุปกรณ์ให้ผู้ว่าจ้างเก็บรักษา ทั้งหมด

4) หนังสือรับประกันคุณภาพจากผู้ผลิตหรือตัวแทน หรือผู้ติดตั้งสำหรับเครื่องจักรและอุปกรณ์ทุกชนิด โดยมีกำหนดระยะเวลารับประกันอย่างน้อยเท่ากับระยะเวลารับรักษาตามสัญญาก่อสร้าง

5) ผู้เสนอราคาจะต้งจัดเตรียมวัสดุและ/อุปกรณ์งานตกแต่งสถาปัตยกรรม เพื่อสำรองในการบำรุงรักษาอาคารหลังการรับมอบงานในปริมาณ และตามรายการที่ผู้ว่าจ้างกำหนด โดยจัดเตรียมส่งมอบกับผู้ว่าจ้าง พร้อมกับการส่งมอบอาคาร ทั้งนี้ รวมถึงตามข้อกำหนดเฉพาะงานในแต่ละระบบด้วย

3.7 แผนการทำงาน

3.7.1 ให้ผู้เสนอราคาเสนอแผนการทำงานประกอบในเอกสารเสนอราคาด้วย โดยแผนการทำงานจะต้งประกอบด้วยแผนดังต่อไปนี้คือ

- 1) Site Layout
- 2) Work Break down Structure
- 3) CPM Network diagram
- 4) Master Schedule
- 5) Procurement Schedule
- 6) Human Resource Schedule
- 7) Machine Schedule
- 8) Shop Drawing Schedule
- 9) S-Curve
- 10) Monthly Schedule

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 9/29

11) Weekly Schedule

3.8 วิธีการทำงาน

3.8.1 ให้ผู้เสนอราคาเสนอวิธีการก่อสร้างระบบกันดินและระบบไม้แบบที่จะใช้ในการทำงาน ระบบคอนกรีตผิวเปลือย อย่างละเอียด และเสนอวิธีการทำงานอื่นๆ อย่างที่มีในโครงการ เพื่อให้ได้งานมีคุณภาพดีที่สุดและทำงานสำเร็จได้ตามจุดประสงค์ของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุสูงสุด

3.8.2 ผู้เสนอราคาต้องเสนอวิธีการทำงานทั้งระบบ เพื่อให้ได้งานที่สมบูรณ์

3.9 สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบสถาบันดังต่อไปนี้

- ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ข. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ค. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- จ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ฉ. กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ช. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ซ. การไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด (สำหรับงานระบบไฟฟ้า)
- ณ. สถาบันอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 10/29

**เงื่อนไขประกอบสัญญาการก่อสร้าง
ออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา**

ในการปฏิบัติงานการก่อสร้าง หากข้อความของเงื่อนไขสัญญาการก่อสร้างขัดแย้งกับสัญญาหลักให้ถือปฏิบัติตามสัญญาการก่อสร้างหลักเป็นสำคัญและผู้เสนอราคาต้องรับผิดชอบในการถอดแบบคำนวณราคากลางเองจะนำราคากลางที่ได้รับไป มาปฏิเสธความรับผิดชอบหรือเรียกร้องงานเพิ่มภายหลังไม่ได้

1. สถานที่ก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้างงานนี้ ณ ที่ดินของ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

2. เงื่อนไขในแบบแปลนรายการก่อสร้าง

2.1 การตรวจสอบแบบแปลน รายการและสภาพของสถานที่ ที่จะทำการก่อสร้างและทำการแก้ไข

2.1.1 ผู้รับจ้าง จะต้องตรวจสอบแบบแปลน รายการก่อสร้างกับสถานที่จริงให้เข้าใจแจ่มแจ้งโดยตลอด เพื่อมิให้มีข้อผิดพลาดในการก่อสร้างในกรณีที่ผู้รับจ้างเห็นว่าแบบแปลนรายการก่อสร้างไม่ชัดเจนขัดแย้งหรือมีข้อสงสัยไม่เข้าใจส่วนหนึ่งส่วนใดเกี่ยวกับแบบแปลน รายการก่อสร้างสถานที่ก่อสร้างนั้นๆ ให้ผู้รับจ้างสอบถามโดยตรงหรือแจ้งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทราบล่วงหน้าในระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนการดำเนินงานต่อไป เพื่อคณะกรรมการตรวจการจ้างจะได้แก้ไขแบบแปลน รายการหรือข้อความเพิ่มเติมให้ถูกต้องและทำเป็นลายลักษณ์อักษร และมีลายเซ็นของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อนในแบบแปลน รายการข้อความแก้ไขทุกฉบับ หากมีข้อบกพร่อง หรือผิดพลาดเนื่องจากผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามที่กล่าวไว้นี้ หรือดำเนินการไปก่อนประการใดก็ตามผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบที่จะต้องแก้ไขให้ถูกต้องตามคำแนะนำของ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุนั้น โดยไม่เรียกร้องเป็นมูลค่าหรืออื่นใดเพิ่มเติม

2.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบ สำนวน และรังวัดสถานที่ก่อสร้างเพื่อสำรวจเกี่ยวกับทางเข้าพื้นที่ที่จะใช้สำหรับเครื่องอุปกรณ์การก่อสร้างต่างๆ ท่อประปาสาธารณะ สายไฟฟ้า ทางระบายน้ำสาธารณะและระยะต่างๆ ให้แน่นอนจนจัดวางตำแหน่งแนวระยะสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ให้ถูกต้องตามรูปแบบ รายการตามสัญญา จัดทำระดับมาตรฐาน ตรวจสอบสิ่งก่อสร้างข้างเคียงต่างๆ ที่จำเป็นที่ระบุไว้ในงานบริเวณและ/หรือคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควร การอ่านแบบ อ่านระยะในแบบ และกะขนาดให้ผู้รับจ้างถือระยะตัวเลขในแบบแปลนรายละเอียดเป็นเกณฑ์ในกรณีที่สงสัยจะมีความขัดแย้งคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจประการใดก็ตามเกี่ยวกับแบบแปลนรายละเอียดกับสถานที่ก่อสร้างจริง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทราบทันที หลักฐานในการตรวจสอบรังวัดและรายละเอียดต่างๆ ดังกล่าวนั้นผู้รับจ้างจะต้องจัดทำให้ชัดเจนเรียบร้อย เสนอให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาอนุมัติก่อนจึงจะดำเนินงานขั้นต่อไป หลักฐานดังกล่าวจะต้องเสนอล่วงหน้าอย่างน้อย 15 วัน นับจากวันทำสัญญานี้ การปักฝักรั้วที่ตั่งสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ตามสัญญาและการตกลง การวางแนวไฟฟ้า น้ำใช้ชั่วคราว สิ่งปลูกสร้างชั่วคราว เส้นทางลำเลียงขนส่ง และอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อให้งานก่อสร้างดำเนินไปได้เรียบร้อยตามสัญญาผู้รับจ้างจะต้องทำเป็นรูปแบบและหลักฐานพร้อมรายละเอียดต่างๆ ให้ชัดเจนครบถ้วนเหมาะสม ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาตรวจสอบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 15 วัน หากมีข้อขัดแย้งใดๆ ให้ผู้รับจ้างจัดเป็นหลักฐานพร้อมรายละเอียดให้ชัดเจน เสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุและปฏิบัติงานต่อไปได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 11/29

ตามการวินิจฉัย และเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุนั้น ความล่าช้าเนื่องจากการนี้ด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะหยิบยกเป็นข้ออ้างเรียกร้องใดๆ ไม่ได้ทั้งสิ้น

2.1.3 การกำหนดระดับ ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ ส่วนการวางแผนอาคารให้เป็นไปตามแบบ หรือตามที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา กำหนด

2.2 ความคลาดเคลื่อนในแบบแปลน รายละเอียดและข้อกำหนดประกอบแบบและการแก้ไข

2.2.1 แบบแปลนรายละเอียดและข้อกำหนดประกอบแบบมีไว้เพื่อความสะดวกของผู้รับจ้างในการที่จะดำเนินการก่อสร้างให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อน ขาดตกบกพร่อง และความผิดพลาดอยู่บ้าง แต่วัตถุประสงค์ของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุต้องการให้ผู้รับจ้างทำการก่อสร้างงานต่างๆ ที่ระบุไว้แล้วเสร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์ด้วยความมั่นคงแข็งแรง และถูกต้องตามหลักวิชาการ ดังนั้นหากมีงานใดที่จะต้องทำเพิ่มเติม เนื่องจากความคลาดเคลื่อน ขาดตกบกพร่องหรือความผิดพลาดของแบบแปลนรายละเอียดและข้อกำหนดประกอบแบบแล้ว ผู้รับจ้างจะเรียกร้องเงินเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างไม่ได้

2.2.2 สิ่งใดที่สงสัยว่า จะมีการคลาดเคลื่อนของแบบแปลน รายละเอียดและข้อกำหนดประกอบแบบขัดแย้งกันผู้รับจ้าง จะต้องเสนอขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเป็นผู้วินิจฉัยให้ โดยคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ จะถือเอาความถูกต้องในวิชาช่างและความเหมาะสมเป็นหลักในการปฏิบัติและผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขและดำเนินการก่อสร้างตามคำวินิจฉัยนั้นทันที

2.2.3 สิ่งใดที่กำหนดไว้ในแบบแปลนรายละเอียด และข้อกำหนดประกอบแบบแล้วแต่ในทางปฏิบัติงานช่างไม่อาจจะปฏิบัติตามได้ครบถ้วน เช่น ความอ่อนแก่ของสี การติดตั้ง รูปร่างลักษณะและสิ่งปลีกย่อยต่างๆ ตลอดจนรูปขยายรายละเอียด เป็นต้น คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะชี้แจงอธิบาย รายละเอียดให้ขณะพาดูสถานที่หรือขณะทำการก่อสร้างการชี้แจงรายละเอียดนี้ถือเป็นส่วนประกอบของแบบแปลนรายละเอียดและข้อกำหนดประกอบแบบครั้งนี้ด้วย

2.2.4 หากผู้รับจ้างปฏิบัติไม่ถูกต้องตามหลักวิชาช่างหรือทำด้วยฝีมือไม่ประณีตเรียบร้อย คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมิสิทธิสั่งให้ผู้รับจ้างรื้อถอน หรือทำใหม่ตามความเหมาะสมซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามคำสั่งทันที และในกรณีนี้ผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าเสียหายใดๆ ไม่ได้

2.3 แบบใช้งาน (Shop Drawings) และแบบตามการสร้างจริง (AS Built Drawings)

2.3.1 ผู้รับจ้าง จะต้องจัดทำแบบใช้งาน (Shop Drawing) งานระบบวิศวกรรมโครงสร้าง โยธา งานระบบงานระบบสถาปัตยกรรม และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำและส่งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาตรวจสอบอนุมัติล่วงหน้า ก่อนดำเนินการใช้และติดตั้งไม่น้อยกว่า 14 (สิบสี่) วัน หรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเห็นเหมาะสม และผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการก่อสร้างหรือติดตั้งงานนั้นๆ จนกว่าจะได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการพิจารณาอนุมัติแบบใช้งานดังกล่าวแต่ละครั้งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะใช้เวลา 14 (สิบสี่) วัน นับตั้งแต่วันที่ได้รับแบบใช้งานที่ครบถ้วนสมบูรณ์ การพิจารณาอนุมัติแบบใช้งานจะใช้ข้อกำหนดตามเอกสารสัญญา กฎเกณฑ์ในวิชาชีพแต่ละสาขาเป็นมาตรฐาน

2.3.2 แบบใช้งาน (Shop Drawings) จะต้องแสดงรายละเอียดของวัสดุ ขนาด รูปร่าง ลักษณะ ชนิด ตำแหน่ง ระยะ ระดับ แนว รายละเอียดประกอบแบบ และ ข้อมูลเกี่ยวข้อง รายละเอียดประกอบติดตั้งให้ชัดเจน ด้วยมาตราส่วนเหมาะสมเป็นไปตามข้อกำหนดของสถาปนิก วิศวกร แขนงช่างนั้นๆ แบบใช้งานจะต้องมีการตรวจสอบจากสภาพสิ่งก่อสร้างที่แท้จริง นำมาเป็นพื้นฐานในการทำแบบใช้งาน หากแบบใช้งานนั้นๆ กระทำขึ้นและได้รับการพิจารณา

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 12/29

อนุมัติไปก่อนถึงกำหนดการใช้งานจริงให้ผู้รับจ้างทำการตรวจสอบปรับแก้ไขให้เหมาะสม ถูกต้อง กับสภาพการก่อสร้างจริงในแต่ละส่วนของงานก่อสร้างนั้นๆ โดยยึดหลักมาตรฐานข้อกำหนดไว้ดังในข้อ 2.4.1 เป็นบรรทัดฐานและต้องให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุแขนงงานช่างนั้นๆ ตรวจสอบพิจารณาใหม่ในเวลาที่เหมาะสม จนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อนจึงจะนำไปทำการก่อสร้างติดตั้งได้

2.3.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบใช้งานสำหรับงานก่อสร้างในขั้นตอนต่างๆ (นอกเหนือจากที่กล่าวไว้ข้างต้น) เมื่อ

- 1) แบบก่อสร้างไม่ชัดเจนเพียงพอหรือมีปัญหาในการก่อสร้าง
- 2) จุดตำแหน่งของรูปแบบส่วนต่างๆ โดยทั่วไปควรทำแบบใช้งาน
- 3) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุแจ้งให้ทำแบบใช้งาน

หากผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามที่ระบุไว้ต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น จนเกิดหรือเป็นเหตุให้เกิดข้อผิดพลาดบกพร่องขึ้นในงานส่วนใดๆ ให้ถือว่าผู้รับจ้างฝ่าฝืนสัญญา และผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขข้อบกพร่องผิดพลาดนั้นๆ ให้ถูกต้องเรียบร้อยเสียก่อน จึงจะทำงานส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไปได้หรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเห็นสมควร โดยผู้รับจ้างจะได้แจ้งเรียกร้องใดๆ ไม่ได้ทั้งสิ้น

2.3.4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบใช้งานต่างๆ ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาตรวจสอบพร้อมหนังสือแจ้งส่งและสำเนาเพื่อการอนุมัติอย่างน้อย 5 ชุด หรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นเหมาะสม

2.3.5 เมื่องานก่อสร้าง งานประกอบติดตั้งต่างๆ เสร็จสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องนำแบบใช้งาน Shop Drawings งานนั้นๆ มาตรวจสอบแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยครบถ้วน ตรวจสอบสภาพความเป็นจริงของงานก่อสร้างทุกส่วนทุกประเภท ผ่านการพิจารณาตรวจสอบอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเรียบร้อยแล้ว และจะรวมลำดับอย่างเป็นระเบียบครบถ้วนเพื่อใช้เป็นแบบตามการก่อสร้างจริง (AS Built Drawings) แบบตามการก่อสร้างจริง จะต้องมีความเท่าเทียมกับแบบก่อสร้างใช้มาตรวจสอบเดียวกันในการเขียนแบบ ตามแบบก่อสร้างตามสัญญา หรือตามคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะกำหนดให้ โดยต้องแสดงส่วนต่างๆ และรายละเอียดที่เปลี่ยนแปลงไปจากแบบก่อสร้างตามสัญญาก่อสร้างและการตกลงต่างๆ อย่างชัดเจนครบถ้วนโดยผู้รับจ้างต้องจัดทำบนกระดาษไข จัดมอบแบบตามการก่อสร้างจริง (AS Built Drawings) ที่ตรวจสอบแก้ไขเรียบร้อยแล้วครบถ้วนให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ 1 ชุด และจัดทำเป็นสำเนากระดาษไขจำนวน 2 ชุด ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อนการส่งมอบงานงวดสุดท้าย เพื่อประกอบเป็นผลงานสุดท้าย มิฉะนั้นจะถือว่างวดสุดท้ายตามสัญญา และการตกลงก่อสร้างต่างๆ ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ส่งมอบงานไม่ได้

2.3.6 เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งาน (Shop Drawings) และแบบตามการก่อสร้างจริง (AS Built Drawings) ได้ตามมาตรฐานข้อกำหนดต่างๆ โดยถูกต้องครบถ้วน ผู้รับจ้างต้องจัดและใช้บุคคลที่มีคุณสมบัติประสบการณ์ความชำนาญ พร้อมอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ให้เหมาะสม และเพียงพอทำงาน ตามที่ระบุไว้นั้นๆ จนงานเสร็จเรียบร้อยครบถ้วนสมบูรณ์ตามแบบสัญญาก่อสร้างและข้อตกลงต่างๆ ทุกประการ

2.4 การรักษาแบบในที่ก่อสร้าง

2.4.1 ผู้รับจ้าง จะต้องเก็บแบบแปลนพร้อมทั้งรายการก่อสร้างไว้ ณ สถานที่ก่อสร้างอย่างน้อย 1 ชุด ให้จัดเรียงลำดับและเย็บเล่มไว้อย่างมีระเบียบ เพื่อให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุดูตรวจสอบได้ตลอดเวลา

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 13/29

2.4.2 ผู้รับจ้าง จะต้องจัดแบบและรายการที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้างในงานแต่ละประเภท และงานที่เกี่ยวข้องให้ผู้ปฏิบัติงานได้ศึกษา และตรวจสอบได้ตลอดเวลาเพื่อให้งานเป็นไปอย่างถูกต้องและไม่ชักช้า อันเป็นผลเสียหายแก่การปฏิบัติงานและการก่อสร้าง

3. ระเบียบข้อปฏิบัติและสิทธิต่างๆ

3.1 การจัดการขอขออนุญาต การปฏิบัติตามกฎหมาย ข้อบังคับต่างๆ การป้องกันอันตราย ความเสียหายทรัพย์สิน และบุคคล

3.1.1 ผู้รับจ้าง จะต้องเป็นผู้จัดหา และเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายเพื่อเตรียมการ และดำเนินการเกี่ยวกับวัสดุ เครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องจักร อุปกรณ์สิ่งของต่างๆ น้ำประปา และไฟฟ้า ที่ใช้ในการก่อสร้าง การขนส่ง แรงงานและช่างฝีมือ ความปลอดภัยและอื่นๆ ที่จำเป็นเหมาะสมกับสภาพงานจนงานเสร็จเรียบร้อย ตามที่ระบุไว้ในรูปแบบและรายละเอียดและข้อกำหนดต่างๆ ภายใต้การเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

3.1.2 ผู้รับจ้างเป็นผู้ขออนุญาตสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่างๆ และการใช้สถานที่ทั้งในและนอกบริเวณเขตก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างตามสัญญา และการตกลงต่างๆ และเป็นผู้ขออนุญาตใช้น้ำประปา ไฟฟ้าชั่วคราวและโทรศัพท์ชั่วคราวจากการไฟฟ้า และองค์การโทรศัพท์ ค่าใช้จ่ายในการขออนุญาตต่างๆ ดังกล่าว หรือค่าใช้จ่ายเพื่อการใช้และติดตั้งต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับงานก่อสร้างเพื่อให้งาน ก่อสร้างดำเนินไปด้วยความรวดเร็ว ราบรื่น เรียบร้อย สำเร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ และสัญญาให้ถือเป็นหน้าที่ และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น โดยไม่มีข้อแม้ใดๆ

3.1.3 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติหน้าที่เป็นไปตามกฎหมายแรงงาน กฎเทศบัญญัติและข้อระเบียบต่างๆ เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างถูกต้องหากมีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายชดเชยค่าเสียหายนั้นๆ โดยไม่มีข้อแม้เงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น

3.1.4 ผู้รับจ้างต้องป้องกันรักษาอาคารสิ่งปลูกสร้างและทรัพย์สินต่างๆ ทั้งในและนอกบริเวณงานก่อสร้างของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาตามสัญญา และการตกลงต่างๆ รวมทั้งทรัพย์สินถนนและสาธารณูปโภคต่างๆ มิให้เกิดอันตรายเสียหาย ตลอดระยะเวลาทำการก่อสร้าง จนคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้รับมอบงานก่อสร้างนั้นๆ ไว้เรียบร้อยแล้ว หากมีความเสียหายหรืออันตรายใดๆ เกิดขึ้น กับสิ่งปลูกสร้างถนนสิ่งสาธารณูปโภคหรือทรัพย์สินต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ ชดเชยค่าเสียหายของสิ่งนั้นๆ ทั้งหมดให้แก่มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา หรือตามที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ได้กำหนดตกลงไว้โดยไม่มีข้อโต้แย้งใดๆ ทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินงานด้วยวิธีการที่ถูกต้อง ปลอดภัยและเหมาะสมป้องกันอันตราย เหตุร้าย อุบัติเหตุต่างๆ มิให้เกิดขึ้นแก่ผู้ควบคุมงาน ช่าง คนงาน เนื่องจากการปฏิบัติงานตามหน้าที่และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออันตรายที่เกิดขึ้น กับบุคคลดังกล่าวโดยจ่ายค่ารักษาและชดเชยค่าเสียหายแก่บุคคลนั้นๆ โดยไม่มีข้อโต้แย้งใดๆ

3.1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดดำเนินการป้องกันอันตราย อุบัติเหตุ ให้ความปลอดภัยอย่างเพียงพอโดยไม่ประมาทเลินเล่อ และไม่เพิกเฉยแก่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ตลอดจนบุคลากรทุกคน ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานตามหน้าที่เกี่ยวกับงานก่อสร้าง ทั้งในบริเวณงานก่อสร้างหรือในสถานที่ต่างๆ ที่มีการเตรียมและดำเนินการเกี่ยวกับงานก่อสร้างตามสัญญาและการตกลงต่างๆ หากมีความเสียหาย อันตรายหรือการเรียกร้องดำเนินคดีใดๆ ที่เกิดขึ้นตามกฎหมายอันเกี่ยวกับความเสียหาย อันตรายประการใดๆ ซึ่งเกิดกับบุคคลดังกล่าวข้างต้น อันเกิดขึ้นจากหรือเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงานตามหน้าที่เกี่ยวกับงานก่อสร้างนั้นหรือเกิดขึ้นจากความประมาทเลินเล่อและการเพิกเฉยหรือ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 14/29

บกพร่อง ที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย ค่าเสียหายตามการเรียกร้องนั้นๆ โดยไม่มีข้อแม้ใดๆ

3.2 วัสดุอุปกรณ์

3.2.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้จะต้องเป็นของใหม่อยู่ในสภาพเรียบร้อย และได้มาตรฐานไม่เคยผ่านการใช้งานที่ใดมาก่อน มีคุณภาพที่ดีถูกต้องตามข้อกำหนดในแบบและข้อกำหนดประกอบแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำประกอบติดตั้งและตกแต่งวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง ด้วยฝีมือที่มีคุณภาพตามจุดประสงค์ของแบบ รายการ และข้อตกลงหากมีการเสียหายในระหว่างการก่อสร้างหรือระยะสัญญาเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องนำของใหม่มาเปลี่ยนให้โดยไม่คิดมูลค่า

3.2.2 วัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่กำหนดให้ใช้ตามแบบรูปรายการตามสัญญาก่อสร้างหรือให้ใช้ในงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างและรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์นั้นๆ ตามที่ระบุไว้หรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุร้องขอรวมทั้งกรรมวิธีในการปฏิบัติคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์และบริษัทผู้ผลิตพร้อมทั้งแจ้งยืนยันความพร้อมในการจัดซื้อหาเตรียมการติดตั้งโดยครบถ้วนให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจพิจารณาอนุมัติล่วงหน้าในระยะเวลาไม่เกินกว่า 30 (สามสิบ) วัน นับจากวันเริ่มงานก่อสร้างตามที่ระบุไว้ในสัญญาก่อนการดำเนินงานติดตั้งและผู้บริหารก่อสร้างจะตรวจอนุมัติตัวอย่างในเวลา 15 (สิบห้า) วัน นับจากวันที่ได้รับตัวอย่างและรายละเอียดครบถ้วนแล้ว วัสดุอุปกรณ์ตามที่ได้รับการพิจารณาอนุมัติแล้วเท่านั้น ที่ผู้รับจ้างจะนำไปสั่งซื้อได้ และนำไปดำเนินการก่อสร้างให้ทันตามเวลาที่มีการระบุตกลงยืนยันไว้ ผู้รับจ้างจะอ้างเหตุผลในการอนุมัติวัสดุอุปกรณ์ตัวอย่าง ในการต่อสัญญาการก่อสร้างหรือการเรียกร้องใดๆ เพิ่มเติมไม่ได้

ตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดต้องติดป้ายบอกชื่อวัสดุอุปกรณ์ วัน เดือน ปี ที่ส่งข้อมูล รายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ที่ส่งให้ตรวจสอบต้องมีขนาดพอที่จะแสดงให้เห็นประเภทลักษณะผิวสี คุณภาพ และการตกแต่ง

3.2.3 บรรดาวัสดุสิ่งของที่ใช้ในการก่อสร้างทุกชนิด ที่ปรากฏในแบบรูปและรายละเอียดและข้อกำหนดประกอบแบบก่อสร้าง หรือไม่ได้ระบุแต่จำเป็นต้องนำมาประกอบงานก่อสร้างเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง จะต้องเตรียมการเอาไว้ล่วงหน้าเป็นระยะเวลาสมควร ผู้รับจ้างจะอ้างว่าไม่มีในท้องตลาดหรือขาดตลาด หรือต้องสั่งจากต่างประเทศ หรือต้องรอให้ครบอายุการใช้งาน (แล้วแต่ชนิดของวัสดุ) แล้วนำเหตุผลเหล่านั้น ไปเป็นข้ออ้างเป็นเหตุให้การก่อสร้างต้องชะงักหรือล่าช้าไม่ทันกำหนดสัญญาและขอต่อระยะเวลาสัญญาไม่ได้

3.2.4 วัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่ไม่อาจหามาได้ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพเท่าหรือเทียบเท่ามาแทน ทั้งนี้ต้องส่งตัวอย่างหรือทำตัวอย่างพร้อมรายละเอียดและการปฏิบัติงานต่างๆ เช่นที่กล่าวไว้ในข้อ 3.2.2 ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจดู และได้รับการอนุญาตให้ใช้ได้เป็นลายลักษณ์อักษรจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อนจึงจะดำเนินงานได้

3.2.5 คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมิสิทธิ ที่จะไม่อนุมัติให้ใช้วัสดุอื่นใดที่ไม่ตรงตามดังระบุในแบบและรายการ หากเห็นว่าไม่จำเป็นและผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุชนิด ที่มีคุณภาพและลักษณะตรงตามที่ระบุในแบบแปลน และรายการมาใช้โดยไม่มีข้อโต้แย้งใดๆ

3.2.6 หากวัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่ผู้รับจ้างเสนอใช้จำเป็นต้องมีการทดลองคุณภาพ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทดลองและทดสอบคุณภาพทั้งสิ้น หากมีการเสียหายใดๆ เกิดขึ้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบและไม่คิดมูลค่าใดๆ เพิ่มเติม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 15/29

3.3 เครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องจักร นักรื้อ เครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย

3.3.1 เครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องจักร นักรื้อ ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับชนิดของงาน มีประสิทธิภาพสูง มั่นคงและปลอดภัยจากอันตรายอันอาจเกิดกับคนงาน คนภายนอก และทรัพย์สินข้างเคียง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและชดเชยค่าเสียหายอันอาจเกิดขึ้นได้นอกจากส่วนที่ได้รับการชดเชยจากประกันภัย

3.3.2 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามกฎหมาย ข้อบังคับของทางการในการขออนุญาตใช้หรือติดตั้งเครื่องมือ เครื่องจักร เครื่องใช้ นักรื้อ อุปกรณ์ต่างๆ สำหรับงานก่อสร้างในสัญญาและผู้รับจ้างจะต้องจัดทำติดตั้งเครื่องหมายบริเวณที่จะเกิดอันตราย อุบัติเหตุหรือจัดทำสิ่งป้องกันชั่วคราวบริเวณอันตรายนั้นรวมทั้งต้องดูแลรักษาความปลอดภัยตลอดระยะเวลาก่อสร้างในสัญญา

3.3.3 เครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องจักรและอุปกรณ์ชนิดใดที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาเห็นว่าไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการก่อสร้าง หรือไม่ปลอดภัยในการปฏิบัติงาน อาจสั่งให้นำออกจากสถานที่ก่อสร้าง และผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องจักรและอุปกรณ์ชนิดที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควรให้ใช้ได้มาปฏิบัติงานทันที

3.4 ช่างฝีมือและคนงาน

ผู้รับจ้างจะต้องหาช่างฝีมือ และคนงานที่มีความสามารถและความชำนาญในงานแต่ละประเภทมาปฏิบัติงาน ถ้าปรากฏว่าช่างฝีมือและคนงานนั้นปฏิบัติไม่ดีพอ ประพฤติตนไม่เหมาะสม ไม่มีหลักการช่างที่ดี คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ มีสิทธิที่จะสั่งเปลี่ยนช่าง คนงาน เพื่อให้ได้งานที่ประณีตเรียบร้อยมีมาตรฐานถูกต้องตามแบบแปลนรายการข้อตกลง และถูกต้องตามกฎหมายและเทศบัญญัติ การแจ้งเปลี่ยนช่างและคนงานนี้ผู้รับจ้างจะต้องรีบปฏิบัติจัดหาช่างและคนงานให้เหมาะสมทันที โดยไม่มีข้อเรียกร้องหรือโต้แย้งใดๆ

ผู้รับจ้างต้องมีหน้าที่ในการป้องกันดูแลรักษา ไม่ให้เกิดความเสียหายอันตรายใดๆ แก่สิ่งปลูกสร้างทรัพย์สินช่างและคนงาน ตลอดจนบุคคลต่างๆ ที่ปฏิบัติงานในงานก่อสร้างนี้ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายหากมีเหตุอันตรายเสียหายใดๆ เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยไม่มีข้อแม้ใดๆ ทั้งสิ้น

3.5 ผู้ควบคุมงานประจำของผู้รับจ้าง

3.5.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีผู้ควบคุมงานก่อสร้างตามกฎหมาย ประกอบด้วยสถาปนิกและวิศวกร ซึ่งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาเห็นว่ามีความสามารถและเหมาะสมทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงาน และควบคุมงานการก่อสร้างให้เป็นไปอย่างถูกต้องและมีคุณภาพที่ดีทุกประการ

3.5.2 ผู้ควบคุมงานก่อสร้างหรือผู้แทนของผู้รับจ้างจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 1) เป็นสถาปนิกที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรม (ก.ส.) ประเภทภาคีขึ้นไป
- 2) เป็นวิศวกรที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรม (ก.ว.) ประเภทภาคีขึ้นไป
- 3) เป็นผู้ที่เคยผ่านงานก่อสร้างขนาดใหญ่ และประสบการณ์ ในงานก่อสร้างมาเป็นอย่างดี
- 4) เป็นผู้ที่มีประวัติการทำงานดี มีความตั้งใจและเอาใจใส่ในการปฏิบัติงานตามหน้าที่เป็นอย่างดี และให้ความรับผิดชอบในหน้าที่

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 16/29

5) ต้องเป็นผู้ที่มีอุปนิสัย เข้ากับผู้ร่วมงานอื่นได้เป็นอย่างดีและให้ความร่วมมือในการดำเนินงานก่อสร้างกับทุกฝ่ายได้ดี

3.5.3 ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งรายชื่อพร้อมทั้งประวัติการทำงานของผู้ควบคุมการก่อสร้างของผู้รับจ้าง ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทราบ เป็นลายลักษณ์อักษรเมื่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุนุมัติแล้วจึงปฏิบัติงานได้

3.5.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตารางปฏิบัติงาน พร้อมทั้งแจ้งกำหนดเวลาในการควบคุมงานของสถาปนิก และวิศวกรควบคุมงานของผู้รับจ้าง เพื่อให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาอนุมัติ

3.5.5 ผู้รับจ้าง จะต้องให้ผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้รับจ้างตามคุณสมบัติที่ระบุในข้อ 3.5.2 และตามตารางที่อนุมัติโดยคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในข้อ 3.5.3 ปฏิบัติงานตามตารางการปฏิบัติงานในข้อ 3.5.4 อย่างเคร่งครัดที่สุด มิฉะนั้นจะถือว่าผิดสัญญา

3.5.6 ผู้รับจ้าง จะต้องจัดวางแผนให้มีผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้รับจ้าง ปฏิบัติงานให้เป็นอย่างดี และไม่ชักช้าจนเป็นผลเสียหายแก่งาน

3.5.7 ผู้รับจ้าง และผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างจะต้องศึกษา แบบและรายการก่อสร้างอย่างละเอียดถี่ถ้วน และต้องวางแผนงานโครงการล่วงหน้า เพื่อจัดเตรียมงานได้อย่างถูกต้องและมีหลักการของช่างที่ดี เป็นไปตามกฎข้อบังคับการทำงานก่อสร้างที่กำหนดไว้

3.5.8 ช่าง และคนงานของผู้รับจ้างที่ดำเนินงานก่อสร้างตามสัญญา จะดำเนินงานไปโดยลำพัง โดยไม่มีวิศวกร และผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างคอยติดตามตรวจสอบดูแลชี้แนะแก้ไขความถูกต้องของงานก่อสร้างในแต่ละส่วน แต่ละขั้นตอนของงานก่อสร้างไม่ได้และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสติธิและอำนาจสั่งไม่รับงานในแต่ละส่วน แต่ละขั้นตอนของงานก่อสร้างนั้นๆ ไว้ได้จนกว่าผู้รับจ้างได้แก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสมจึงได้ดำเนินงานนั้นๆ ต่อไปได้โดยฝ่ายผู้รับจ้างจะได้แย้งเรียกร้องใดๆ ไม่ได้ทั้งสิ้น

3.5.9 หากวิศวกร หรือสถาปนิกควบคุมประจำ หรือผู้ควบคุมประจำงานการก่อสร้างของผู้รับจ้างไม่อยู่ ควบคุมงานก่อสร้าง ณ ที่ก่อสร้างในระหว่างมีการดำเนินงานก่อสร้าง ไม่ว่าในลักษณะใดที่จำเป็นต้องมีวิศวกร หรือสถาปนิกควบคุมประจำงาน หรือผู้ควบคุมงานควบคุม คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสติธิและอำนาจสั่งระงับงานก่อสร้างในส่วนงานนั้นๆ หรืองานก่อสร้างสัมพันธ์ต่อเนื่องได้ จนกว่าจะมีวิศวกรควบคุมประจำงาน และผู้ควบคุมประจำงานของผู้รับจ้างเข้าประจำควบคุมงานและจัดดำเนินงานอย่างเหมาะสม จึงจะให้ดำเนินงานก่อสร้างในส่วนที่ถูกระงับงานไว้นั้นต่อไปได้ และโดยคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะแจ้งเหตุผลด้วยวาจาและลายลักษณ์อักษรการสั่งระงับและการทำงานต่อไปให้ผู้รับจ้างทราบทันที

ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุดูสงสัยว่างานก่อสร้างไม่เรียบร้อย ไม่ถูกต้องตามแบบและรายการก่อสร้าง หรือเป็นปัญหา คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสติธิและอำนาจสั่งระงับงานส่วนนั้นๆ ได้ชั่วคราวและแจ้งการวินิจฉัยจากผู้บริหารการก่อสร้างทันที ที่ได้สั่งระงับงานดังกล่าว และการวินิจฉัยของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุถือเป็นข้อชี้ขาด โดยผู้รับจ้างจะนำมาโต้แย้งเรียกร้องใดๆ ไม่ได้ทั้งสิ้น

3.5.10 คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสติธิ ที่จะขอให้เปลี่ยนผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้รับจ้างใหม่ได้ หากพิจารณาเห็นว่า ผู้ควบคุมงานก่อสร้างนั้นไม่เหมาะสม หรือมีความบกพร่องในหน้าที่ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผู้ควบคุมงานก่อสร้าง ที่มีคุณสมบัติ และความสามารถ และมีความเหมาะสมตามการพิจารณาของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ และ/หรือคณะกรรมการตรวจรับพัสดุมาปฏิบัติงานในหน้าที่ทันที

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 17/29

3.5.11 คำแนะนำหรือคำชี้แจงใดๆ ที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างนี้ถือว่าได้แจ้งโดยตรงต่อผู้รับจ้างแล้ว

3.6 การตรวจและการทดลองงานวัสดุ

3.6.1 คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสิทธิที่จะเข้าตรวจ และควบคุมการก่อสร้างในบริเวณงานก่อสร้างอาคารโรงงานหรือสถานที่อื่นๆ ของผู้รับจ้างซึ่งมีการเตรียมการและดำเนินการต่างๆ สำหรับการ ก่อสร้างตามสัญญานี้ได้ ในทุกเวลาที่เห็นสมควร โดยผู้รับจ้างและผู้รับจ้างช่วงจะต้องรับผิดชอบจัดอำนวยความสะดวกให้ความปลอดภัยรวมทั้งจัดหาเครื่องใช้อุปกรณ์ที่จำเป็นเหมาะสมให้พร้อม เพื่อให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ใช้สิทธิทำการดังกล่าวข้างต้นนั้นได้โดยสมบูรณ์

3.6.2 ในกรณีที่ระบุไว้ในรายการ หรือตามคำสั่งของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือตามกฎหมายบัญญัติหรือระเบียบข้อบังคับต่างๆ ที่กำหนดให้ต้องทำการตรวจหรือทดสอบวัสดุหรืองานใดๆ เกี่ยวกับ คุณภาพความเหมาะสมหรือความมั่นคงผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุให้ทราบล่วงหน้าเป็นเวลา 15 วัน เพื่อตรวจหรือทดสอบวัสดุหรืองานนั้นๆ จนกว่าจะได้รับการพิจารณาเห็นชอบจึงจะลงมือปฏิบัติงานนั้นต่อไปได้

อนึ่ง วัสดุสิ่งของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้รวมทั้งการติดตั้งใดๆ ในส่วนต่างๆ ของงานก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นในระยะก่อนการให้ระหว่างให้หรือใช้ไปแล้วประการใดก็ตาม หากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควรให้มีการตรวจสอบผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยเคร่งครัดตามที่มีการข้อกำหนดไว้นั้นหรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเห็นสมควรสั่งให้ดำเนินการจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจและได้รับการพิจารณาเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุโดยไม่มีข้อโต้แย้งเรียกร้องใดๆ ทั้งสิ้น

3.6.3 งานส่วนใดที่ระบุในรายการ หรือตามคำสั่งของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ที่จะต้องมีการตรวจพิจารณาตามลำดับขั้นจึงจะอนุมัติดำเนินการต่อไปได้ผู้รับจ้างจะต้องถือปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด หากมีส่วนใดที่จัดทำไปก่อนโดยมิได้รับการพิจารณาอนุมัติ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสิทธิที่จะสั่งให้รื้อถอนหรือทุบส่วนนั้นได้ และผู้รับจ้างจะต้องจัดทำใหม่โดยไม่คิดมูลค่าหรือเรียกร้องโต้แย้งใดๆ เพิ่มเติม

3.6.4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างวัสดุทั้งหมดที่ใช้ในการก่อสร้าง ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง ในกรณีที่วัสดุหรือชิ้นส่วนที่จะส่งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจสอบอนุมัติมีขนาดใหญ่ไม่สะดวกในการขนส่ง เช่น หน้าต่างประตู หรือส่วนอื่นๆ ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบตัวอย่างขึ้น ณ ที่ก่อสร้าง เพื่อให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจอนุมัติก่อนที่จะทำการติดตั้งหรือก่อสร้างวัสดุหรือชิ้นส่วนนั้นๆ ในส่วนอื่นๆ ที่เหลือของอาคารวัสดุก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของอาคารจะต้องนำเสนอขออนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ และ/หรือคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเช่นเดียวกัน ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุต้องการควบคุมคุณภาพ และความสามารถในการรับน้ำหนักของคอนกรีต โดยการให้หล่อแท่งคอนกรีตเพื่อนำไปทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแท่งคอนกรีตเพื่อการทดสอบนี้ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งในการทำแท่งคอนกรีตและการทดสอบ

3.7 สิทธิของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในการแก้ไขงาน

3.7.1 คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีอำนาจ และสิทธิในการสั่งให้แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงงานใดๆ ที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ตรงกับที่ระบุไว้ในแบบและรายการตามข้อตกลงในสัญญา

3.8 สิทธิของผู้รับจ้างในการปฏิบัติตามสัญญา

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 18/29

หากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุไม่สามารถจ่ายเงินค่าก่อสร้างให้ผู้รับจ้างตามข้อตกลงในสัญญาภายในกำหนดระยะเวลาหนึ่งภายหลังจากที่ผู้รับจ้างได้ยื่นเอกสารเบิกเงินค่าก่อสร้างที่สร้างเสร็จและคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้รับรองการส่งงานนั้นแล้ว ผู้รับจ้างมีสิทธิที่จะร้องขอและทวงถามได้

3.9 การประกันความเสียหายทุกประเภท

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาและจัดทำประกันภัยพร้อมชำระเบี้ยประกันในลักษณะ Contractor's all Risks เต็มมูลค่าโครงการโดยให้ความคุ้มครองถึงผู้รับจ้างรายอื่นๆ ในโครงการด้วย กรมธรรม์นี้ให้ระบุมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาเป็นผู้รับผลประโยชน์ กรมธรรม์ประกันภัยนี้ต้องมีระยะเวลาการเอาประกันภัยตั้งแต่เริ่มงานก่อสร้างจนถึงกำหนดการรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขของกรมธรรม์ ในกรณีที่มีความเสียหายเกิดขึ้น ผู้รับจ้างหรือผู้รับจ้างรายอื่นๆ ที่ทำให้เกิดความเสียหายจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าความเสียหายส่วนแรก (Minimum Deductibles) และค่าความเสียหายส่วนที่เกินจากมูลค่าที่เอาประกันไว้ รวมทั้งเบี้ยประกันภัยดังกล่าวมาแล้วทั้งหมดไม่เป็นผลให้ผู้รับจ้างพ้นจากความรับผิดชอบใดๆ ตามสัญญานี้ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบความเสียหายต่างๆ ที่มีได้ระบุไว้ในกรมธรรม์ ผู้รับจ้างจะต้องทำประกันภัยสำหรับวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องจักร ที่พักคนงานและโรงงานก่อสร้าง หรืออื่นๆ ในกรณีที่มิได้ระบุไว้ในกรมธรรม์ฉบับนี้

4. เงื่อนไขในหน้าที่และความรับผิดชอบการดำเนินงาน

4.1 การจัดวางแผนงานและการปฏิบัติ

4.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนงาน การจัดดำเนินงานโครงการก่อสร้าง ทั้งหมดอย่างสมบูรณ์ (Complete Project Management) ให้ถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับสัญญาและข้อกำหนดตกลงต่างๆ แสดงลำดับขั้นตอน ชนิด ลักษณะ ปริมาณระยะเวลา ผลงาน และมูลค่างาน ความสัมพันธ์สอดคล้องของงานแต่ละขั้นตอนของแผนงานและของงานทั้งหมด รวมทั้งรายละเอียดที่จำเป็นอื่นๆ พร้อมหนังสือแจ้งความสามารถความรับผิดชอบ การดำเนินงานตามแผนงานนั้นจัดแยกเป็นชุด ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาล่วงหน้าอย่างมากไม่เกิน 15 วัน (นับจากวันที่ลงนามในสัญญานี้) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะใช้เวลาพิจารณาและแจ้งผลให้ทราบ (นับจากวันที่ได้รับหนังสือนั้น) ในระยะเวลาประมาณ 15 วัน

ในกรณีที่จำเป็นต้องมีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงแผนงานของอาคาร หรือขั้นตอนการทำงาน เพื่อทำการขนส่ง หรือเก็บสต็อกวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องไม่คิดค่าก่อสร้างหรือค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติมราคาก่อสร้างในภายหลังมิได้

4.1.2 ในการทำงานก่อสร้างแต่ละส่วน หรือแต่ละขั้นตอนของงานก่อสร้างผู้รับจ้าง จะต้องจัดทำแผนงานละเอียดอย่างเหมาะสมกับงาน พร้อมการคาดคะเนผลและปริมาณของงานนั้นๆ ทุกระยะ 7 วันและ 1 เดือน (หรือในระยะเวลาที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเห็นสมควร) จัดให้สอดคล้องกับแผนงานโครงการก่อสร้างทั้งหมดที่จัดวางไว้นั้น ส่งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาล่วงหน้าก่อนดำเนินงานดังกล่าว และผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการทำงานไปตามแผนงานนั้น ไม่ว่าจะได้รับการพิจารณาเห็นชอบหรือไม่ประการใดก็ตาม

4.1.3 ในกรณีที่ผู้รับจ้างทำงานก่อสร้างล่าช้า กว่าแผนงานที่วางไว้หรือมีลักษณะขี้นกว่างานก่อสร้างจะไม่เป็นไปตามแผนงานที่จัดวางไว้นั้นๆ ไม่ว่าจะมิเหตุสืบเนื่องจากการทำงานของผู้รับจ้างเอง หรือจากเหตุอื่นใดก็ตาม คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสิทธิสั่งให้ผู้รับจ้างเร่งทำงานทั้งกลางวัน กลางคืนและในวันหยุด ได้โดยผู้รับจ้างจะเรียกค่าจ้างเพิ่มเติมไม่ได้ นอกจากนี้ยังเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขจัดแผนงานหลักใหม่ ของแต่ละส่วนแต่ละขั้นตอน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 19/29

และของโครงการก่อสร้างทั้งหมด ให้สอดคล้องเป็นไปตามข้อกำหนดสัญญาและการตกลงที่มีไว้แต่เดิมหรือตามที่จะได้มีข้อกำหนดตกลงไว้นั้นๆ

การแก้ไขปรับปรุงแผนงานนั้นๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเช่นเดียวกับการจัดวางแผนงานดังกล่าวไว้ข้างต้น หรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นเหมาะสมจึงจะทำงานก่อสร้างต่อไปได้และผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขปรับปรุงการทำงานและปริมาณงานตามข้อกำหนดต่างๆ สอดคล้องเหมาะสมกับแผนงานที่แก้ไขเห็นชอบนั้น

4.2 การแจ้งผลงานและหลักฐาน

ในระหว่างการทำงานก่อสร้างจนแล้วเสร็จตามข้อกำหนดสัญญา และการตกลงต่างๆ เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ และแจ้งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทราบในรูปของรายงานประจำเดือนคือ

4.2.1 การจัดเตรียมงาน การใช้วัสดุแรงงานแต่ละขั้นตอนแต่ละแขนง ในแต่ละสัปดาห์ แต่ละเดือน (ในลักษณะตาราง) ตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควร

4.2.2 ผลการทดสอบตรวจสอบวัสดุ และงานก่อสร้างต่างๆ พร้อมความเห็นการพิจารณาของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

4.2.3 ปริมาณผลความก้าวหน้าของงานแต่ละขั้นตอนของแต่ละแขนงงาน และของงานทั้งหมดที่เสร็จ แจ้งความสำเร็จหรืออุปสรรคความช้าเร็วเทียบกับผลงานที่กำหนดเห็นชอบไว้ในลักษณะเปรียบเทียบกับตารางและ BAR CHART ตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นเหมาะสม

4.2.4 ภาพถ่ายผลงานความก้าวหน้าของงานแต่ละเดือน (เพื่อประกอบการเบิกจ่ายเงินงวดค่าก่อสร้างตามสัญญา) รวมทั้งภาพถ่ายการทดสอบวัสดุก่อสร้างการตรวจสอบข้อชำรุดบกพร่องและการแก้ไขการประกอบติดตั้งและงานก่อสร้างที่มีลักษณะสำคัญต่างๆ ซึ่งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควรบันทึกภาพไว้เป็นหลักฐานอ้างอิงความถูกต้องเรียบร้อยของการทำงานตามข้อกำหนดสัญญาต่างๆ

4.2.5 แบบฟอร์ม ตารางแสดงรายการใช้วัสดุ-แรงงาน ตามตารางแสดงผลความก้าวหน้างานแต่ละขั้นตอนของงานทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุกำหนดแนะนำ หรือพิจารณาเห็นชอบ โดยต้องจัดทำด้วยปริมาณให้เพียงพอกับการใช้งานจนงานก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง

ภาพถ่ายผลความก้าวหน้าของงานและการตรวจสอบ ทดสอบ วัสดุติดตั้งแก้ไขต่างๆ ที่กำหนดต้องการนั้นจะต้องเป็นภาพถ่ายที่ครอบคลุมงานอย่างทั่วถึงชัดเจนด้วยภาพถ่ายขนาดไม่เล็กกว่า 3.5" x 5" และจำนวนภาพถ่ายตามความเหมาะสมของงาน พร้อมข้อความรายละเอียดประกอบให้เหมาะสมด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองนำเสนอเอกสารหลักฐานต่างๆ ควรจัดแยกเป็นชุดๆ พร้อมหนังสือนำเสนอตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเห็นสมควร

4.3 การปฏิบัติงานในเวลาปกติและการปฏิบัติงานในเวลาพิเศษ

4.3.1 การปฏิบัติงานก่อสร้างตามปกติในแต่ละวัน ผู้รับจ้าง ช่างคนงานทุกแขนงงานก่อสร้างของผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามกฎข้อบังคับที่กำหนดไว้ข้างต้น และผู้รับจ้างหรือผู้แทนผู้รับจ้างมีหน้าที่ในการปฏิบัติและรับผิดชอบต่ออีกดังนี้

1) แจ้งขอการทำงานแต่ละวัน โดยแจ้งล่วงหน้าก่อนการทำงานปกติอย่างน้อย 1 วัน ประกอบด้วย ขอบเขต ตำแหน่ง ชนิดลักษณะ ระยะเวลา ปริมาณงาน จำนวน ช่าง คนงาน เครื่องมือ เครื่องใช้ ที่สำคัญผังสังเขปปริมาณงานที่จะทำเสร็จในแต่ละวัน พร้อมทั้งแจ้งการจัดการป้องกันอันตรายความเสียหายให้เหมาะสมตามความจำเป็นกับสภาพของงาน โดยจะต้องแยกแยะจัดทำให้สอดคล้องกับแผนงานละเอียดและแผนงานทั้งโครงการที่ได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 20/29

กำหนดหรือได้รับการเห็นชอบไว้นั้นๆ ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุแต่ละกรณีงาน พิจารณาเห็นชอบเสียก่อนจึงจะทำงานนั้นได้

หากผู้รับจ้าง ทำงานไม่เสร็จตามที่แจ้งขอไว้ในแต่ละวันและมีงานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ (หรืองานตรวจสอบต่างๆ) ซึ่งจะต้องทำควบคู่ไปกับการงานในแต่ละวันถัดไปเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องแจ้งขอทำงานดังกล่าวนั้น กับงานที่กำหนดจะทำในวันถัดไปด้วยวิธีการแจ้งขอทำงานแต่ละวัน ที่กล่าวไว้ข้างต้นต่อ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุแล้วแต่กรณีงาน ให้พิจารณาตรวจสอบเห็นชอบอนุมัติแล้วจึงดำเนินการได้

2) แจ้งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุแล้วแต่กรณี ให้ทำการตรวจสอบการประกอบการจัดตั้งการแก้ไขต่างๆ รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในงานแต่ละขั้นตอนและของแต่ละแขนงงานหรือตามที่มีการระบุตรวจสอบทดสอบให้ตรวจสอบทดสอบให้แล้วเสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามกำหนดหรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นชอบหรือเห็นเหมาะสมแล้วจึงทำงานขั้นตอนต่อไปได้

3) ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีความเห็นให้แก้ไข ชนิด ลักษณะ ปริมาณงานวิธีการทำงานหรืออื่นๆ ให้เหมาะสมประการใดก็ตามผู้รับจ้างและผู้แทนผู้รับจ้างมีหน้าที่และความรับผิดชอบต้องปฏิบัติตามความคิดเห็นและการพิจารณาเพื่อให้งานแต่ละขั้นตอนและงานส่วนอื่นๆ ที่ต่อเนื่องดำเนินต่อไปได้ไม่หยุดชะงักล่าช้าเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องกำหนดระยะเวลาการแจ้งและดำเนินงานตรวจสอบทดสอบรวมทั้งงานแก้ไขต่างๆ จนได้ผลถูกต้องเรียบร้อยตามกำหนดและด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองโดยไม่มีข้อโต้แย้งเรียกร้องใดๆ ทั้งสิ้น

4) เวลาปฏิบัติงานปกติของผู้รับจ้างเริ่มจาก 8.00 น. จนถึงเวลา 17.00 น. ในกรณีจำเป็นต้องปฏิบัติงานเกินกำหนดเวลาปกติ เพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่องานนั้นได้ ให้ผู้รับจ้างแจ้งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ทราบทุกครั้ง และให้ปฏิบัติงานตามข้อกำหนดการทำงานต่างๆ ที่ระบุไว้รวมทั้งข้อกำหนดการปฏิบัติงานในเวลาพิเศษ ตามกฎข้อบังคับในกฎหมายแรงงานด้วย

5) การจัดเอกสารหลักฐานการทำงานในเวลาปกติต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง ต้องจัดทำแยกเป็นชุดๆ พร้อมสำเนาและหนังสือส่งมาที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเห็นสมควรเหมาะสม

4.3.2 การปฏิบัติงานในเวลาพิเศษ

1) ในกรณีที่ผู้รับจ้างมีความจำเป็น ต้องปฏิบัติงานจนล่วงเลยกว่าเวลาปกติหรือจำเป็นต้องปฏิบัติงานในเวลากลางคืน ผู้รับจ้างต้องแจ้งแผนงานชนิดลักษณะการจัดเรียงการดำเนินงานการตรวจสอบต่างๆ วัสดุอุปกรณ์เครื่องใช้ที่สำคัญจำเป็น ช่าง คนงาน ปริมาณงาน และระยะเวลาที่คาดคะเนไว้ ความสะดวก ความปลอดภัย การป้องกันอุบัติเหตุและอื่นๆ อย่างเหมาะสมเพียงพอกับงาน ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ทราบล่วงหน้าในระยะเวลาอันสมควรทุกครั้ง และผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานไปตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควรเหมาะสม พร้อมทั้งผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายและความเสียหายใดๆก็ตามอันเกิดจากการทำงานเกินเวลาปกติทั้งสิ้น การจัดส่งเอกสารหลักฐาน การทำงานเกินเวลาปกติให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการจัดส่งเอกสารทำงานในเวลาปกติ หรือตามที่ผู้บริหารก่อสร้างเห็นสมควร

2) หากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ พิจารณาเห็นว่างานนั้นจำเป็นต้องมีคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ หรือผู้บริหารงานก่อสร้างตรวจตราควบคุมดูแลงานก่อสร้างนั้น ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวก ให้ความปลอดภัย ป้องกันอุบัติเหตุอันตรายต่างๆ ตามที่มีข้อกำหนดไว้เช่นเดียวกับการทำงานในเวลาปกติแก่ผู้บริหารก่อสร้าง และผู้รับจ้างจะต้องจ่ายค่าปฏิบัติงานเกินเวลาปกติให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ และผู้บริหารงานก่อสร้างนั้นในอัตราเหมารวม ชั่วโมงละ 400 บาท ของวิศวกร และ 200 บาท ของช่างเทคนิค ต่อคนทำงานของผู้ควบคุมงานที่ทำงานล่วงเวลา โดยนับ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 21/29

เวลาจากเวลาทำงานปกติจนเสร็จงานที่จะต้องตรวจตราดูแล (การนับเวลาในกรณีผู้รับจ้างเริ่มงานก่อนเวลาปกติ และจำเป็นต้องมีคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือตัวแทนตรวจตราควบคุมดูแลก็ให้นับเวลาที่เพิ่มนั้นไปจนถึงเวลาที่เริ่มปฏิบัติงานปกติ) ช่วงเวลาการทำงานปกติ หมายถึง ช่วงเวลา 8.00 - 17.00 น. ของวันจันทร์ถึงวันเสาร์ ของแต่ละสัปดาห์ (ยกเว้นเฉพาะวันหยุดประจำปีของผู้บริหารก่อสร้าง ซึ่งประกาศตามกฎหมายแรงงาน

3) แบบฟอร์มเกี่ยวกับการแจ้งขอทำงานแต่ละวัน (ทั้งในเวลาปกติและนอกเวลาปกติ) การตรวจสอบการประกอบติดตั้งส่วนงานก่อสร้างต่างๆ การขอทำงานคอนกรีต การตรวจสอบทดสอบ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ บันทึกการส่งงานของผู้รับจ้างและอื่นๆ ที่กล่าวไว้ข้างต้นเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุกำหนดให้หรือเห็นชอบโดยผู้รับจ้างต้องเตรียมแบบฟอร์มเหล่านี้ให้แล้วเสร็จเรียบร้อยไว้ล่วงหน้า ก่อนเริ่มงานก่อสร้างอย่างน้อย 15 วัน ด้วยปริมาณพอเพียงกับงานก่อสร้างที่จะต้องให้เสร็จตามสัญญาและการตกลงต่างๆ นั้น

4.4 การร่วมมือในการปฏิบัติงานและการประสานงาน

4.4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดตัวแทนผู้มีอำนาจเต็มเข้าร่วมประชุม ระหว่างผู้รับจ้างกับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ซึ่งอาจจะรวมถึง สถาปนิก วิศวกร ตัวแทนของคณะกรรมการตรวจการ การประชุมดังกล่าวจะมีขึ้นทุกๆ 7 วัน ตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง หรือเมื่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควรเรียกประชุมกรณีเร่งด่วน

4.4.2 ผู้รับจ้างและบุคลากรของผู้รับจ้างแต่ละองค์กร ต้องให้ความร่วมมือและประสานงานกันและร่วมกัน จัดหาวิธีป้องกันความเสียหาย อันเนื่องมาจากความประมาทเลินเล่อหรือความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ที่อาจเกิดขึ้น ตลอดจนการรักษาทรัพย์สินของแต่ละฝ่ายและส่วนรวมให้พ้นจากอันตราย ซึ่งอาจเกิดจากอัคคีภัยและการสูญเสีย ผู้รับจ้างและบุคลากรของผู้รับจ้างแต่ละองค์กร ต้องรับผิดชอบ และชดเชยค่าเสียหายในกรณีที่เกิดการเสียหายงานฝ่ายอื่น ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง

4.4.3 ผู้รับจ้าง ต้องกำหนดระเบียบการปฏิบัติงานของลูกจ้าง ช่างคุมงาน ในการปฏิบัติงานตามเวลาที่กำหนด และเลิกงานในเวลาที่กำหนดตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ และผู้รับจ้างต้องกำหนดระเบียบข้อบังคับในการใช้สถานที่และบริเวณก่อสร้าง เช่น ห้ามเล่นการพนัน การใช้ห้องน้ำ-ห้องส้วม ที่ผู้รับจ้างจัดไว้ให้ การทำครัว และการเข้าอยู่อาศัย อย่างเป็นระเบียบไม่ขัดต่อสุขภาพอนามัย โดยผู้รับจ้างต้องปิดประกาศระเบียบต่างๆ เหล่านี้ ณ ที่พักและที่ปฏิบัติงานของลูกจ้าง ช่าง คนงาน แจ้งให้ทราบโดยทั่วกัน พร้อมทั้งวางหลักเกณฑ์ถือเป็นระเบียบปฏิบัติอย่างเคร่งครัดถ้าผู้ใดฝ่าฝืน เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างต้องพิจารณาลงโทษให้ผู้ฝ่าฝืนนั้นออกจากงาน หรือลงโทษให้เหมาะสมแก่กรณีเหตุ

4.5 การใช้สถานที่และบริเวณ การทำความสะอาด

4.5.1 การใช้สถานที่และบริเวณ

1) ไม่อนุญาตให้ผู้รับจ้างปลูกสร้างที่พักคนงานอยู่ในขอบเขตของบริเวณและสถานที่ทำการก่อสร้าง ยกเว้นการจัดสร้างที่เก็บวัสดุเครื่องมือ สัมภาระและที่ทำงานช่าง คนงาน เท่านั้น

2) ผู้รับจ้าง จะต้องไม่ติดตั้งหรือบรรจุทุกวัสดุ หรืออุปกรณ์ หรือเครื่องมือ เครื่องจักรที่มีน้ำหนักบรรทุกมากเกินไป อันอาจเกิดอันตรายแก่โครงสร้างหรือส่วนของสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ได้ หรือที่ซึ่งคณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร

3) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำเครื่องหมาย หรือป้ายชี้แจงในการใช้สถานที่ การป้องกันอุบัติเหตุ อันตราย ความเสียหายต่างๆ อย่างเหมาะสมและตามคำสั่งของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควร

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 22/29

4) ในกรณีที่ต้องการสถานที่และบริเวณสำหรับปฏิบัติงานเป็นพิเศษ นอกเหนือไปจากการก่อสร้างธรรมดา หรือในกรณีที่จำเป็นต้องใช้สถานที่และบริเวณสำหรับปฏิบัติงานในเวลากลางคืน ผู้รับจ้างจะต้องทำหนังสือขออนุญาตเสนอคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ พิจารณาทุกกรณีและเมื่อได้รับพิจารณาเห็นชอบแล้ว ผู้รับจ้างจึงเข้าไปใช้สถานที่บริเวณงานนั้นและปฏิบัติงานนั้นได้

5) ผู้รับจ้าง จะต้องจัดเก็บวัสดุที่ใช้สำหรับการก่อสร้างและวัสดุที่ใช้แล้วหรือเหลือใช้และเครื่องมือเครื่องใช้ และอุปกรณ์ต่างๆ ไว้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อยไม่กีดขวางการจราจร หรือการขนส่งให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน และต้องปลอดภัยจากอุบัติเหตุและอัคคีภัยและเหมาะสมกับทุกสภาพดินฟ้า อากาศ และสิ่งแวดล้อมต่างๆ

6) ผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาป้ายสัญญาณต่างๆ รวมทั้งไฟสัญญาณในเวลากลางคืนติดตั้งไว้ด้วย เพื่อป้องกันอันตรายแก่ประชาชนผู้สัญจรไปมาอันตรายต่างๆ ที่เกิดขึ้นแก่ชีวิต หรือทรัพย์สินของผู้สัญจรไปมาหรือเกิดขึ้นกับอาคารทรัพย์สินที่อยู่ใกล้เคียง อันมีสาเหตุมาจากการก่อสร้างนี้แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายนั้นๆ แต่ผู้เดียว

4.5.2 การทำความสะอาดสถานที่

1) ในระยะเวลาก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องจัดการเศษไม้ เศษวัสดุอื่นๆ นุ่นร้านหรือแบบไม้ และวัสดุที่ไม่ได้ใช้เข้าไปทิ้งหรือจัดกองไว้อย่างเป็นระเบียบ ไม่เกะกะกีดขวางการทำงานต่างๆ และรักษาอาคารสิ่งปลูกสร้างและบริเวณที่ทำการก่อสร้างให้อยู่ในสภาพสะอาดเรียบร้อยอย่างเหมาะสม และตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควรอยู่เสมอ

2) เมื่องานก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว และการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องกลบหลุมและบ่ออันเกิดจากการรื้อถอน หรือเกิดจากการก่อสร้างต่างๆ และต้องเก็บสิ่งที่เหลือใช้ต่างๆ จากการก่อสร้างออกไปจากอาคารและบริเวณ รวมทั้งต้องเกลี่ยปรับแต่งระดับดินให้เรียบร้อยเหมาะสม อยู่ในสภาพที่เข้าใช้สอยตามวัตถุประสงค์ความต้องการได้ทันที

3) ในกรณีที่ผู้รับจ้างมิได้จัดทำทำความสะอาดอาคาร และบริเวณสถานที่ดังกล่าวข้างต้น ในระยะเวลาตามที่กำหนดให้ปฏิบัติหรือที่ระบุไว้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุอาจแจ้งให้ผู้อื่นเข้าจัดการได้ และคิดค่าใช้จ่ายจากผู้จ้างโดยหักเงินค่าก่อสร้างงวดสุดท้ายตามเงื่อนไขในสัญญาการตกลง

4.6 การจัดตั้งโรงงาน ที่ทำงานชั่วคราว การสุขาภิบาล และการจัดทำป้ายงาน

4.6.1 การจัดตั้งโรงงานที่ทำงานชั่วคราว

1) ผู้รับจ้าง จะต้องตั้งโรงงาน และที่ทำงานชั่วคราวในสถานที่ก่อสร้างที่คณะกรรมการตรวจการจ้างจะกำหนดบริเวณให้และให้มีความมั่นคงเรียบร้อยตลอดระยะเวลางานก่อสร้างตามสัญญาและการตกลงต่างๆ

2) ผู้รับจ้าง จะต้องจัดเก็บวัสดุมีอุปกรณ์สำหรับใช้ในการก่อสร้างอย่างเป็นระเบียบและปราศจากภัยต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องมีที่พักสำหรับคนเฝ้าอาคารที่ก่อสร้างไว้เป็นอย่างดี ในจำนวนที่เหมาะสม เมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้วให้รื้อถอนออกให้เรียบร้อยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาไฟฟ้า ประปา ไฟฟ้า แสงสว่าง และไฟฟ้ากำลังที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้าง และใช้งานทั่วไปและต้องเป็นผู้ขออนุญาต และออกค่าใช้จ่ายในการขออนุญาต และดำเนินการติดตั้งและการใช้จ่ายต่างๆ ทั้งสิ้น

3) ผู้รับจ้าง จะต้องจัดระเบียบและรักษาความสะอาดโรงงานและที่ทำงานชั่วคราวต่างๆ อย่างสม่ำเสมอจนกว่างานจะแล้วเสร็จเรียบร้อยและให้เคลื่อนย้ายออกไปจากบริเวณก่อสร้างทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดการก่อสร้างแล้ว

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 23/29

4.6.2 การสุขาภิบาล

- 1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำท่อระบายน้ำจากสุขภัณฑ์ จากการก่อสร้างและการใช้งานทั่วไป ออกไปให้พ้นบริเวณที่ทำการก่อสร้างโดยไม่เสียหายเดือดร้อนกับสิ่งแวดล้อมข้างเคียงต่างๆ
- 2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำส้วม และห้องน้ำให้มิดชิด และสะอาดถูกอนามัยและให้มีจำนวนมีเพียงพอสำหรับคนงาน และจะต้องจัดวางระเบียบให้คนงานทุกคนใช้ห้องน้ำและห้องส้วมที่จัดขึ้น และห้ามโดยเด็ดขาดมิให้คนงานใช้ส่วนหนึ่งของอาคาร หรือบริเวณอาคารสิ่งปลูกสร้างเป็นที่ถ่ายอุจจาระและปัสสาวะ นอกจากห้องน้ำ ห้องส้วมที่จัดไว้เฉพาะคนงาน และให้ผู้รับจ้างถือปฏิบัติอย่างเข้มงวดและสม่ำเสมอจนกว่าจะส่งมอบงานให้ผู้ว่าจ้างได้รับมอบงานเรียบร้อยแล้ว
- 3) ให้ผู้รับจ้างทำการรื้อถอนอาคาร สิ่งปลูกสร้าง อุปกรณ์ชั่วคราวเหล่านี้ไปให้พ้นสถานที่ปลูกสร้างเมื่องานก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วและให้ทำความสะอาดอาคารและบริเวณตามสัญญาและการตกลงต่างๆ ให้เรียบร้อยแล้วใช้งานได้ทันที

4.7 การทำงานก่อสร้างเฉพาะส่วน และส่วนเกี่ยวเนื่องต่างๆ

ผู้รับจ้างมีหน้าที่และความรับผิดชอบในการสั่ง และทำงานก่อสร้างต่างๆ เพิ่มเติมจากระเบียบกฎเกณฑ์ข้อกำหนดที่กล่าวไว้ข้างต้นดังต่อไปนี้

4.7.1 การตรวจสอบจัดทำตำแหน่ง แนว ระยะ ระดับต่างๆ กล่าวคือ

- 1) ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบตำแหน่งมุมหลักเขตที่ดิน แนวระดับ ตำแหน่ง ระยะของบริเวณที่ดินกับของสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ที่ระบุไว้ในสัญญาการตกลงต่างๆ ของบริเวณสิ่งข้างเคียงที่เกี่ยวข้องหรือที่จะใช้อ้างอิงต่างๆ รวมทั้งจะต้องจัดทำการป้องกันดูแลรักษาไว้เป็นอย่างดี เพื่อใช้เป็นหลักยึดถืออ้างอิงในการบอกตำแหน่ง ระยะ ระดับ แนวต่างๆ กับของงานก่อสร้าง ตามรูปแบบรายละเอียดข้อกำหนดตกลงต่างๆ ตลอดระยะเวลาทำงานจนงานก่อสร้างต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วและผู้ว่าจ้างได้รับมอบงานนั้นไว้เรียบร้อยแล้ว
- 2) ในการทำงานก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบแนว ตำแหน่ง ระยะ ระดับของอาคาร สิ่งปลูกสร้างต่างๆ และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่กำลังทำการก่อสร้างกับแนวตำแหน่ง ระยะ ระดับ และรายละเอียดอื่นๆ ที่กำหนดไว้ทุกครั้งก่อนที่จะทำการก่อสร้างในส่วนนั้น หรือการทำการก่อสร้างขั้นต่อไป และต้องแจ้งหลักฐานผลการตรวจสอบอย่างชัดเจน ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทราบไว้ทุกครั้งหากการตรวจสอบต่างๆ แต่ละครั้งดังกล่าวมีผลคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดไม่ว่าประการใดผู้รับจ้างจะต้องแจ้งความคลาดเคลื่อนนั้นๆ พร้อมข้อมูลรายละเอียดหลักฐานที่เกี่ยวข้องต่างๆ อย่างชัดเจนเหมาะสมให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาตรวจสอบวินิจฉัยนั้นๆ ทันที โดยไม่มีข้อโต้แย้งเรียกร้องใดๆ
- 3) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำระยะ ตำแหน่ง ระดับ แนว ดิ่ง ฉาบที่แน่นอนถูกต้องของโครงสร้างหลัก โครงสร้างส่วนประกอบ ผนังส่วนต่อเนื่องต่างๆ เพื่อเป็นตำแหน่ง ระยะ แนว ระดับ หลักสำคัญงานก่อสร้างต่างๆ เช่น งานสุขาภิบาล งานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ การติดตั้งเครื่องจักร เครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ต่างๆ และงานรายละเอียดตามข้อกำหนดต่างๆ ที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กันเป็นต้นไปให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาตรวจสอบให้ความเห็นชอบก่อนการทำงานก่อสร้างส่วนนั้นหรืองานขั้นต่อไปของส่วนต่อเนื่องทุกครั้งและผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อปฏิบัติตามการพิจารณานั้นโดยไม่มีข้อเถียงงอนใดๆ ทั้งสิ้น

4.7.2 การกำหนดระยะ ขนาด และส่วนเกี่ยวข้องจากที่ก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องทำการสำรวจ ตรวจสอบ วัด ช่วงระยะ ลักษณะ ขนาด ตำแหน่ง ระดับแนวต่างๆ ตามสภาพความเป็นจริงของงานก่อสร้างเฉพาะส่วน และส่วน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 24/29

เกี่ยวข้องที่จะทำการสังวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องใช้ต่างๆ หรือปฏิบัติงานก่อสร้างส่วนใด ๆ ของอาคาร สิ่งปลูกสร้างหรือการติดตั้งนั้นๆ หากวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องใช้ ที่จะส่งหรือนำมาใช้ เพื่อให้พอดีช่วงระยะตรงตามตำแหน่งได้ แนว ระดับ ขนาด ลักษณะ ทั้งในเฉพาะส่วนและส่วนที่เกี่ยวข้องของอาคารสิ่งปลูกสร้างส่วนต่างๆ คลาดเคลื่อนไปจากระยะ ตำแหน่ง แนว ระดับ และอื่นๆ ที่ระบุไว้ในรูปแบบรายการ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งความคลาดเคลื่อนต่างๆ พร้อมหลักฐานอย่างชัดเจนให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ เพื่อพิจารณาทันที และให้ผู้รับจ้างปฏิบัติไปตามการพิจารณาไว้เท่านั้นการแจ้งส่งหลักฐานดังกล่าว ผู้รับจ้างมีหน้าที่และรับผิดชอบดำเนินการดังกล่าวไว้ข้างต้นนั้นๆ ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องส่งหรือทำการประกอบติดตั้งวัสดุที่มีขนาดหรือระยะตำแหน่ง ระดับ แนว ลักษณะแตกต่างไปจากรูปแบบรายการรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ แต่ให้พอดีและเหมาะสมกับช่วงระยะ ตำแหน่ง แนว ระดับ ลักษณะ ขนาดของงานก่อสร้างต่างๆ รวมทั้งสัมพันธ์สอดคล้องกับงานก่อสร้างส่วนต่อเนื่องใดๆ ตามสภาพความเป็นจริงนั้นๆ เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องปฏิบัติงานดังกล่าวเหล่านั้นให้ถูกต้องเรียบร้อยเหมาะสม ตรงตามพิจารณากำหนดไว้โดยจะเรียกชดเชยค่าใช้หรือได้แย้งเกี่ยวกับงานใดๆ มิได้ทั้งสิ้น

4.7.3 การเตรียมงานเพื่อการก่อสร้างอื่นที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการและจัดทำช่อง ฐ คร่าว ทุกส่วนยึดเชื่อมโยง ค้ำยันต่างๆ หรือส่วนที่จำเป็นต้องจัดทำในส่วนต่างๆ และงานส่วนต่อเนื่องที่เกี่ยวข้องงานก่อสร้างนั้นๆ ให้ได้ขนาด ระยะ ระดับ แนว ดิ่ง ราบ ด้วยวิธีการจัดทำอย่างถูกต้องเหมาะสม ตามรูปแบบ รายละเอียดและข้อกำหนดประกอบแบบและได้มาตรฐานของงานก่อสร้างแต่ละแขนงงานข้างนั้นๆ ด้วยวิธีการทำงานของช่างที่ดีให้เสร็จเรียบร้อยก่อนดำเนินการขั้นต่อไปในแต่ละส่วนนั้นๆ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งหลักฐานพร้อมรายละเอียดการเตรียมและจัดทำ การต่างๆ ดังกล่าวอย่างชัดเจนให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ (แล้วแต่กรณีงาน) พิจารณาตรวจสอบเห็นชอบเสียก่อน หากมีข้อผิดพลาดคลาดเคลื่อนเสียหายเกิดขึ้นในส่วนนั้นๆ ไม่ว่าประการใด เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องทำการเคลื่อนย้าย รื้อถอน เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องเรียบร้อยเหมาะสมตามข้อกำหนดต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นและตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ จะเห็นสมควรเสียก่อน จึงจะทำงานขั้นต่อไปได้ และผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการปฏิบัติงานดังกล่าวนี้ทั้งสิ้นโดยไม่มีข้อโต้แย้งเรียกชดเชยใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังในการปฏิบัติงานมิให้เกิดความเสียหายแก่งานของผู้รับจ้างรายอื่นที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างได้ และหากเกิดการเสียหายขึ้นเนื่องจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องชดเชยค่าเสียหายนั้นๆ ในกรณีที่มีการขัดแย้งหรือไม่สามารถตกลงกันได้ ให้ถือคำวินิจฉัยของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเป็นการตัดสิน หากงานใดที่ผู้รับจ้างได้จัดทำไปแล้วเกิดความเสียหายจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบและชดเชยค่าเสียหายที่เกิดขึ้นนั้นหาก ปรากฏว่างานใด เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องเตรียมไว้สำหรับการก่อสร้างที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับงานอื่น แต่ไม่ได้จัดทำไว้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดทำไว้ทั้งสิ้น

4.7.4 ผู้รับจ้าง จะต้องระมัดระวังกวดขันการปฏิบัติงานก่อสร้างต่างๆของผู้รับจ้างมิให้เกิดความเสียหายขึ้นกับงานของผู้รับจ้างรายอื่นที่เกี่ยวข้องและหากเกิดการเสียหายขึ้น เนื่องจากการปฏิบัติงานก่อสร้างของผู้รับจ้างไม่ว่าเป็นกรณีใดๆ เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำให้มีสภาพถูกต้องเหมาะสมตามข้อกำหนดความต้องการและตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเห็นสมควร รวมทั้งต้องชดเชยค่าเสียหายนั้นโดยไม่มีข้อโต้แย้งใด อนึ่ง หากปรากฏว่าการก่อสร้างส่วนใดๆ ตามข้อกำหนดรายละเอียดข้อตกลงหรือตามมาตรฐานงานก่อสร้างแขนงงานนั้นๆ หรือตามมาตรฐานการปฏิบัติงานของช่างที่ดีถือเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมไว้สำหรับการทำงานก่อสร้างที่จำเป็นและเกี่ยวข้อง หรือต่อเนื่องกับงานอื่นแต่ผู้รับจ้างมิได้จัดเตรียมไว้จะด้วยเหตุประการใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการจัดทำให้ถูกต้องเหมาะสม ตามข้อกำหนด ตกลงความต้องการทั้งสิ้น โดยไม่มีข้อโต้แย้งเรียกชดเชยใดๆ ทั้งสิ้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 25/29

4.7.5 ผู้รับจ้างมีหน้าที่และความรับผิดชอบในการจัดดำเนินการเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ ต่างๆ ในงานก่อสร้างเพิ่มเติมจากที่กำหนดไว้ดังนี้

1) วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ตามรูปแบบรายการข้อกำหนดประกอบแบบจะต้องได้รับการพิจารณา ตรวจสอบ ทดสอบ เห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุให้ใช้ได้รวมทั้งจะต้องจัดส่งหลักฐาน ตัวอย่าง รายละเอียดสิ่งต่างๆ ดังกล่าวเหล่านั้นตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเรียกร้องต้องการและดำเนินการตามข้อกำหนด ต่างๆ ที่ระบุไว้จนเป็นที่เรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างจึงจะส่งทำและนำไปประกอบติดตั้งในงานก่อสร้างต่างๆ ได้ รวมทั้งการ เก็บรักษาตามที่กำหนดตกลงไว้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างรายละเอียดผลการทดสอบวัสดุผสมคอนกรีต (Mix Design) เหล็กเสริมคอนกรีต และเหล็กโครงสร้างต่างๆ (ด้วยวิธีการและการจัดส่งตามที่ระบุไว้) ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ พิจารณาตรวจสอบเห็นชอบให้ใช้จึงนำไปใช้ อนึ่งคอนกรีตที่ผสมใช้เองในหน่วยงานจะต้องผสมตามที่กำหนดให้ใช้โดยต้อง มีการจัดเตรียมและใช้ภาชนะที่ดวงวัดส่วนผสมให้เหมาะสมตลอดระยะเวลาการก่อสร้างมีสัดส่วนมาตรฐานตามอัตราส่วนที่ กำหนดสัมพันธ์เหมาะสมกับความจุและการทำงานของเครื่องผสมคอนกรีตที่ผสมใช้ในแต่ละครั้งด้วยวิธีการผสม และการ ใช้งานคอนกรีตตามข้อกำหนดรายละเอียดที่ระบุไว้อย่างถูกต้องครบถ้วนและต้องรับรองความถูกต้องการผสมคอนกรีตใน การใช้งานและต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ (แล้วแต่กรณีงาน) ทุกครั้ง หากผู้รับจ้างมีความ จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงส่วนผสมวัสดุอุปกรณ์ใดๆ ก็ให้ปฏิบัติไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในบททั่วไป ข้อ 3.2 และที่กล่าวไว้ ข้างต้น

2) ก่อนการส่งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เข้าในบริเวณก่อสร้างทุกครั้ง ผู้รับจ้างจำเป็นต้องกำหนดวัน เวลา ประเภท ชนิด ลักษณะ จำนวนรายละเอียดที่จำเป็นเหมาะสมของวัสดุอุปกรณ์นั้นๆ ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมกับการนำเข้าได้และการทำงาน

3) หากผู้รับจ้างนำวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เข้ามาในบริเวณที่ก่อสร้างรวมทั้ง จัดทำการใช้ประกอบ ติดตั้งในงานก่อสร้างต่างๆ ไม่ว่าจะด้วยเหตุประการใดโดยที่ยังไม่ได้มีการตรวจสอบ ทดสอบ พิจารณาเห็นชอบจาก คณะกรรมการตรวจรับพัสดุดังกล่าวไว้ข้างต้นให้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการขนย้ายหรือถอนเอาออกไปจาก บริเวณที่ก่อสร้างทันที และหรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควรโดยไม่มีข้อโต้แย้งใดๆ อนึ่งในกรณีที่ผู้รับจ้าง นำวัสดุก่อสร้างต่างๆ ตามรูปแบบ ข้อกำหนดประกอบแบบเข้าบริเวณที่ก่อสร้างและจัดทำใช้ประกอบติดตั้งในงานก่อสร้าง ต่างๆ โดยมีได้ผ่านการตรวจสอบ ทดสอบเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุตามที่ระบุไว้ข้างต้นให้เรียบร้อยแล้วหาก ปรากฏว่าการพิจารณาตรวจสอบ ทดสอบไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดประกอบแบบต่างๆ และตามที่คณะกรรมการตรวจ รับพัสดุเห็นไม่เหมาะสมไม่สมควรนำมาใช้งานก่อสร้างต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องขนย้าย หรือถอน จัดหา เปลี่ยนใช้ให้ถูกต้อง ตามข้อกำหนดประกอบแบบและตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควรโดยไม่ให้เกิดความกระทบกระเทือนเสียหาย ใดๆ กับงานก่อสร้างต่างๆ

4) ผู้รับจ้างจะต้องตรวจตราดูแลป้องกันรักษาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ที่ระบุไว้ใน รูปแบบ รายละเอียดและข้อกำหนดประกอบแบบต่างๆ ซึ่งผ่านการตรวจสอบทดสอบ เห็นชอบให้นำเข้าใช้ประกอบ ติดตั้งในงานก่อสร้างต่างๆ ที่ระบุไว้ตลอดระยะเวลาการก่อสร้างจนงานแล้วเสร็จและผู้ว่าจ้างได้รับมอบงานไว้เรียบร้อยแล้วหาก ปรากฏว่าก่อนการให้ระหว่างการใช้งาน หรือหลังการใช้งานก่อสร้างต่างๆ รูปลักษณะ คุณสมบัติ ของวัสดุก่อสร้างต่างๆ เหล่านั้นเปลี่ยนแปลงไปไม่ถูกต้องเหมาะสมตามข้อกำหนดต่างๆ และหรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควรไม่ เหมาะสมต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องหรือถอนขนย้าย แก้ไข จัดหาใช้ประกอบติดตั้งให้คงสภาพ คุณภาพถูกต้องเรียบร้อยแล้ว

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 26/29

เหมาะสม ตามข้อกำหนดตามต้องการ และตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควรโดยไม่เกิดความล่าช้า และไม่ก่อให้เกิดความกระทบกระเทือนเสียหายใดๆ กับการก่อสร้าง

5) การทดสอบ ตรวจสอบ และผลการตรวจสอบ ทดสอบ การเก็บตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามข้อกำหนดต่างๆ ที่ระบุไว้รวมทั้งข้อกำหนด การตรวจสอบ ทดสอบ มาตรฐานวิชาชีพ งานช่าง สาขานั้นๆ เมื่อได้ผลการทดสอบตรวจสอบถูกต้องเหมาะสมที่กำหนดความต้องการ หรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควรเหมาะสม ผู้รับจ้างจึงจะทำงานก่อสร้างส่วนต่อเนื่องหรืองานขั้นต่อไปได้ หากผลการตรวจสอบ ทดสอบงานก่อสร้างต่างๆไม่ถูกต้องเหมาะสมตามข้อกำหนดต่างๆ ดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขจัดทำจนได้ผลตามเกณฑ์ ข้อกำหนดนั้นๆ หรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเห็นสมควรจึงจะทำงานก่อสร้างขั้นต่อไปหรืองานก่อสร้างส่วนต่อเนื่องต่อไปได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดดำเนินการและรับผิดชอบกำหนดการปฏิบัติการ ตรวจสอบ ทดสอบ ค่าใช้จ่ายอื่นๆ จนได้ผลการตรวจสอบ ทดสอบถูกต้องตามข้อกำหนดต่างๆ ดังกล่าวโดยไม่ให้เกิดความล่าช้ากระทบกระเทือนเสียหายกับงานก่อสร้างต่างๆ หากมีความล่าช้าเสียหายใดๆ เกิดขึ้นกับงานก่อสร้างสืบเนื่องจากการทำงานต่างๆ ดังกล่าวไว้ในบททั่วไปข้อ 4.2 และที่กล่าวไว้ข้างต้นเหล่านี้ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบจัดทำและชดใช้ทั้งสิ้นโดยไม่มีข้อโต้แย้งเรียกร้องใดๆ

6) สถาบันต่างๆ ที่ผู้รับจ้างจะใช้เป็นที่ทำการทดสอบ ตรวจสอบ วัสดุอุปกรณ์งานก่อสร้าง กำหนด ไว้ดังนี้

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขต ธนบุรี ลาดกระบัง และ
- สถาบัน หรือหน่วยงาน ที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุให้ความเห็นชอบ

7) เนื่องจากอาคารนี้มีด้านติดกับย่านชุมชน ซึ่งในระหว่างก่อสร้างอาจจะสร้างปัญหาเดือดร้อนให้ผู้อยู่อาศัยใกล้เคียงเนื่องจากเสียง ฝุ่น หรือสาเหตุอื่นๆ เพื่อเป็นการลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นให้ผู้รับจ้างจัดการป้องกันโดยใช้ผ้าใบหรือวัสดุอื่นในทำนองเดียวกันทุกด้านตลอดเวลาลดทุกชั้น ในขณะก่อสร้าง นอกจากนี้ถ้าหากมีวิธีการใดที่จะลดปัญหารบกวนต่อบุคคลที่สาม หรือป้องกันอันตรายอื่นๆ ได้แล้วเป็นหน้าที่ที่ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทันทีโดยไม่ชักช้า

4.8 การเบิกเงินค่าก่อสร้าง

4.8.1 ผู้ว่าจ้าง จะจ่ายเงินค่าก่อสร้างตามสัญญาให้แก่ผู้รับจ้างเป็นงวดๆ ตามงวดงานที่ได้ทำสัญญา

4.8.2 การคิดปริมาณงานที่จะขอเบิกเงินแต่ละงวดให้คิดถึงวันสุดท้ายของแต่ละงวด

4.8.3 ในการยื่นเสนอขออนุมัติเบิกเงินค่าก่อสร้างรายงวด ผู้รับจ้างจะต้องทำหนังสือขอเบิกเงินพร้อมทั้งรายละเอียดปริมาณงานที่ได้ทำไปแล้วงวดนั้นๆ ยื่นเสนอต่อประธานกรรมการตรวจการจ้าง โดยจะต้องแนบเอกสารดังต่อไปนี้พร้อมกับหนังสือขอเบิกเงินแต่ละงวดด้วย จึงจะถือว่าหนังสือขอเบิกเงินงวดนั้นๆ ถูกต้องสมบูรณ์

- 1) รายงานความก้าวหน้าและภาพถ่ายของผลงานที่ได้กระทำแล้ว
- 2) ปริมาณงานและจำนวนเงินที่ขอเบิกในแต่ละงวดนั้นๆ
- 3) รายการยอดเงินที่จะต้องหักออกจากยอดเงินรวมของแต่ละงวด

4.8.4 ภายใน 3 วันทำการ นับแต่ประธานกรรมการตรวจการจ้างได้รับทราบหนังสือขอเบิกค่าก่อสร้างรายงวดจากผู้รับจ้าง คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะตรวจสอบผลงานของผู้รับจ้างในงวดนั้นๆ ว่าได้กระทำไปถูกต้อง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 27/29

ครบถ้วนแล้วตามรายการที่ขอเบิกมาหรือไม่ หากยังมีข้อบกพร่องใดๆ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะต้องทำหนังสือแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบถึงข้อบกพร่องนั้นๆ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขหรือเพิ่มเติมให้ถูกต้องครบถ้วนตามรายการที่ได้รับแจ้งนั้นเสียก่อน คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจึงจะพิจารณาอนุมัติเพื่อให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจ่ายเงินค่าก่อสร้างในงวดนั้นๆ ให้

4.8.5 หลังจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ได้ทำการตรวจสอบปริมาณงานว่าถูกต้องตรงกับจำนวนเงินที่ขอเบิกมาในงวดนั้นๆ โดยไม่มีข้อบกพร่องใดๆ แล้ว คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะทำหนังสือยืนยันการจ่ายเงินเพื่อพิจารณาจ่ายเงินให้แก่ผู้รับจ้างต่อไป

4.8.6 ในการจ่ายเงินค่าก่อสร้างตามสัญญา จะจ่ายเงินให้แก่ผู้รับจ้างเป็นเช็คในนามของผู้รับจ้างเท่านั้น

4.8.7 เมื่อผู้รับจ้างได้รับเช็คชำระค่าก่อสร้างเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องส่งใบเสร็จรับเงินแสดงจำนวนเงินเป็นตัวเลขและหนังสือตรงตามจำนวนเงินที่ได้รับนั้น (และอื่นๆตามที่กฎหมายระบุไว้) นำส่งผู้ว่าจ้างทันทีที่ได้รับชำระค่าก่อสร้างนั้น

4.8.8 ผู้รับจ้างจะต้องมีหน้าที่เสียภาษีเงินได้ ภาษีการค้าและภาษีบำรุงท้องที่ตามจำนวนค่าก่อสร้างที่ได้รับ และให้ถือปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับของทางราชการ

4.8.9 การตรวจสอบผลงานของผู้รับจ้าง โดยคณะกรรมการตรวจรับพัสดุให้ถือว่าเป็นเพียงการตกลงหรือรับรองเพื่อเบิกจ่ายเงินงวดค่าก่อสร้างให้แก่ผู้รับจ้างเท่านั้น โดยไม่ถือว่าเป็นการส่งมอบและรับมอบงานแต่ประการใด ผู้รับจ้างจะอ้างเอาการตรวจสอบผลงานดังกล่าวเพื่อให้พ้นจากความรับผิดชอบต่อการชำรุดบกพร่องของงานไม่ได้

4.9 การยับยั้งการจ่ายเงินค่าก่อสร้าง

คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ มีสิทธิที่จะยับยั้งการจ่ายเงินค่าก่อสร้างส่วนใดส่วนหนึ่งหากพิจารณาเห็นว่าเป็นการป้องกันสิทธิและรักษาผลประโยชน์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ตามสัญญาในกรณีดังต่อไปนี้

4.9.1 งานที่ได้ทำไปแล้วไม่ถูกต้องหรือไม่ตรงตามที่กำหนดในแบบและรายการ หรือตามข้อตกลงหรือผู้รับจ้างมิได้แก้ไขให้ถูกต้อง

4.9.2 มีหลักฐานยืนยันที่จะต้องเรียกร้องค่าชดเชย หรือได้รับการเรียกร้องค่าชดเชยในการเสียหายใดๆ

4.9.3 ผู้รับจ้างไม่ยอมจ่ายเงินค่าจ้างแก่คนงาน หรือค่าวัสดุตามข้อตกลงและตามวิธีการปฏิบัติทั่วไป

4.9.4 การปฏิบัติงานของผู้รับจ้างทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินของผู้อื่น

4.10 การส่งมอบงานและรับมอบงาน

4.10.1 ในระยะที่งานก่อสร้างต่างๆ ใกล้จะเสร็จสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการเคลื่อนย้าย รื้อถอน เปลี่ยนแปลง แก้ไขวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ที่นำมาใช้หรือนำมาปฏิบัติและงานต่างๆ ซึ่งไม่ถูกต้องตามที่ระบุในรูปแบบข้อกำหนดประกอบแบบต่างๆ หรือไม่ถูกต้องตรงตามคำสั่งและคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นว่าไม่เหมาะสม รวมทั้งการตรวจสอบ การปฏิบัติต่างๆ ดังกล่าวนั้น ผู้รับจ้างจะต้องเร่งรีบดำเนินการโดยไม่มีข้อโต้แย้งเรียกร้องใดๆ ทั้งสิ้น

4.10.2 เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการเปลี่ยนแปลง แก้ไข วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์และข้อบกพร่องของงานต่างๆ เหล่านั้นรวมทั้งได้ทำการทดสอบ ตรวจสอบงานต่างๆ (ที่มีข้อกำหนดตกลงให้ตรวจสอบ ทดสอบ) เสร็จเรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดต่างๆ ที่มีไว้ พร้อมทั้งได้แจ้งส่งหลักฐานการดำเนินการนั้นๆ อย่างครบถ้วนให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจสอบหรือพบเห็นว่าวัสดุหรืองานและการดำเนินการต่างๆ ยังมีข้อผิดพลาดบกพร่องใดๆ อีก เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องรีบปฏิบัติและแก้ไขให้เสร็จถูกต้องเรียบร้อยครบถ้วน ตามข้อกำหนดต่างๆ ทันที

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 28/29

และจนกว่าคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นเหมาะสมผู้รับจ้างจึงจะแจ้งการส่งมอบงานแก่ผู้ว่าจ้างได้ การพิจารณาวินิจฉัยต่างๆ ของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในการนี้ถือเป็นอันยุติ ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามการพิจารณาวินิจฉัยโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น และจะมีข้อพิพาทโต้แย้งเรียกร้องประการใดๆ ไม่ได้ทั้งสิ้น

4.10.3 หากผู้รับจ้างไม่ทำการเคลื่อนย้าย รื้อถอน เปลี่ยนแปลง แก้ไขวัสดุเครื่องมือ อุปกรณ์งานที่ไม่ถูกต้องต่างๆ ภายในระยะเวลา 7 วัน หลังจากที่ได้รับแจ้งด้วยวาจาหรือลายลักษณ์อักษรจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ถือว่าผู้รับจ้างกระทำความผิดสัญญาและการตกลงต่างๆ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสติทำการเคลื่อนย้าย รื้อถอน เปลี่ยนแปลง แก้ไข วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์หรืองานต่างๆ ที่ไม่ถูกต้องเรียบร้อยนั้นให้ถูกต้องเรียบร้อยจนเป็นที่น่าพอใจ ค่าใช้จ่ายในการนี้ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสติหักชดใช้คืนจนครบถ้วนจากเงินค่าก่อสร้างงวดสุดท้าย หรือจากเงินประกัน หรือมีสิทธิที่จะทำการขายวัสดุนั้น และหากจำนวนเงินที่ขายวัสดุเพื่อชดใช้ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลง แก้ไขวัสดุหรืองานนั้นหรือให้เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างชดใช้ค่าใช้จ่ายนั้นคืนให้มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จนครบถ้วน โดยผู้รับจ้างจะบิดพลิ้วโต้แย้งขอผ่อนปรนใดๆ ไม่ได้ทั้งสิ้น หากการเปลี่ยนแปลงแก้ไขต่างๆ เหล่านี้ของผู้รับจ้างเป็นเหตุให้ผู้รับจ้างส่งมอบงานไม่ได้หรือไม่ทันตามกำหนดสัญญาการตกลงใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่าย ตามที่มีข้อกำหนดตกลงไว้หรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเห็นสมควร โดยผู้รับจ้างจะหลบเลี่ยงโต้แย้งใดๆ ไม่ได้

4.10.4 เมื่องานก่อสร้างต่างๆ เสร็จครบถ้วนถูกต้องเรียบร้อยตามกำหนดการต่างๆ แล้วและก่อนการส่งมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนขนย้ายสัมภาระงานชั่วคราวต่างๆ ที่ทำขึ้นขึ้นในงานก่อสร้างนั้น ทั้งที่อยู่ในและนอกบริเวณที่ก่อสร้างโดยรอบออกไปให้หมดสิ้นพร้อมกันนี้ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในบททั่วไปข้อ 4.5.2) และตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควร หากผู้รับจ้างมิได้ทำการตามที่ระบุไว้ต่างๆ ดังกล่าวไว้นี้ภายในระยะเวลา 7 วันหลังจากที่ได้รับแจ้งด้วยวาจาหรือลายลักษณ์อักษรจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสติดำเนินการตามที่ระบุไว้ในบททั่วไปข้อ 4.5.2) ข้อ 3) ได้โดยผู้รับจ้างจะโต้แย้ง เกียจจนใดๆ ไม่ได้ทั้งสิ้น

4.10.5 เมื่อผู้รับจ้าง ได้รับการพิจารณาเห็นชอบให้ส่งมอบงานก่อสร้าง ตามข้อกำหนดตกลงตามสัญญาจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้แล้ว เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องทำหนังสือแจ้งส่งมอบงานก่อสร้างนั้นๆ (ทำนองเดียวกันกับการแจ้งการส่งมอบงวดงานและขอเบิกเงินงวดค่าก่อสร้าง) ให้ทันภายในกำหนดสัญญาตามตกลง เพื่อให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะได้กำหนดการรับมอบงานก่อสร้างนั้นต่อไป พร้อมกับการแจ้งส่งมอบงานก่อสร้างต่างๆ นั้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำและส่ง

- 1) ส่งมอบอุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ เช่น ทุจ แรยละเอียดต่างๆ ที่ใช้ในอาคารปลูกสร้างทั้งหมด
- 2) ชี้แนะการใช้การดูแลรักษาอุปกรณ์สิ่งก่อสร้างต่างๆ รวมทั้งชี้แนะของผู้ผลิตวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ทุกชนิดที่นำมาใช้ติดตั้งในสิ่งก่อสร้างตามสัญญาและการตกลง รวมทั้งมอบเครื่องมือ เครื่องมือไฮดรอลิกที่ติดตั้งให้ผู้ว่าจ้างทั้งหมด
- 3) หลักฐานแสดงการทดสอบตรวจสอบคุณภาพและการใช้วัสดุเครื่องมือ อุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ของงานระบบประปาสุขาภิบาลการกักน้ำเสีย ระบบป้องกันอัคคีภัย ระบบวิศวกรรมโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมและงานโยธาต่างๆ รวมทั้งหนังสือรับประกันคุณภาพ วัสดุเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งและใช้กับสิ่งปลูกสร้างตามข้อกำหนดสัญญาตามตกลงหรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นเหมาะสม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-G/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : ข้อกำหนดทั่วไป	Page 29/29

4) ส่งมอบแบบตามการสักร้าจจริง (AS Built Drawings) โดยครบถ้วนถูกต้องตามการสักร้าจจริงทุกประการและตามที่ระบุไว้ในข้อ 3.4

5) ส่งมอบเอกสารค้ำประกันความรับผิดชอบงานก่อสร้างต่อการรับมอบงานไว้ของผู้ว่าจ้างและ/หรือ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ตามข้อกำหนดตกลงสัญญา

4.10.6 ผู้รับจ้าง จะต้องดูแลรักษาทำความสะอาดอาคาร อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ สิ่งปลูกสร้าง งานบริเวณและอื่นๆ ตามข้อตกลงสัญญาให้อยู่ในสภาพที่เรียบร้อยถูกต้องปลอดภัยตามข้อกำหนดตกลง และตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นว่าเหมาะสม คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะรับมอบงานนั้นๆ จากผู้รับจ้างเพื่อดำเนินการตามสัญญาต่อไป หากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาเห็นว่างานก่อสร้างต่างๆ ยังมีข้อบกพร่องไม่สมควรจะรับมอบงาน คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะแจ้งระงับการรับมอบงานนั้นๆ ไว้จนกว่าผู้รับจ้างจะได้ทำการแก้ไขงานนั้นๆ (ด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง) ให้เรียบร้อยจนกว่าคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นเหมาะสม จึงจะรับมอบงานนั้นๆ ไว้จากผู้รับจ้าง พร้อมกันนั้นคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะได้กำหนดการจ่ายเงินงวดสุดท้ายและเงินค่าก่อสร้างต่างๆ ที่มีการตกลงกันไว้ กำหนดเงื่อนไข ระยะเวลา หน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ในการติดตามดูแลซ่อมแซมแก้ไขข้อบกพร่องงานสิ่งปลูกสร้างต่างๆ และอื่นๆ ให้ผู้รับจ้างถือปฏิบัติตามสัญญาและการตกลงต่อไป

4.11 การรับผิดชอบงานต่อการรับมอบงาน และการจ่ายเงินงวดสุดท้าย

คณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้รับมอบงานก่อสร้างต่างๆ ตามสัญญา และการตกลงต่างๆ ไว้จากผู้รับจ้างเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องกระทำหน้าที่รับผิดชอบคุณภาพของวัสดุ อุปกรณ์ ฝีมืองานของงาน สิ่งปลูกสร้างต่างๆ เหล่านั้นต่อไปอีกอย่างน้อย 2 ปี ภายหลังจากการที่ส่งงานงวดสุดท้ายแล้ว หรือตามระยะเวลาที่ระบุไว้ในข้อตกลงสัญญา และเงื่อนไขตามตกลงรับมอบงานก่อสร้างนั้นๆ โดยจะต้องส่งมอบหนังสือค้ำประกันความรับผิดชอบดังกล่าวไว้ในวงเงินเท่ากับร้อยละตามประกาศของทางราชการ ของราคาค่าก่อสร้างแต่ละส่วนให้แก่มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา รวมทั้งยังคงต้องมีพันธะผูกพันรับผิดชอบต่ออาคารสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ตามระยะเวลาที่กฎหมายระบุไว้ด้วย โดยนับเริ่มวันรับผิดชอบดังกล่าวข้างต้นจากวันที่ผู้ว่าจ้างได้รับมอบงานงวดสุดท้ายของงานหรือตามการตกลงรับมอบของงานนั้นๆ และถ้าหากมีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้นกับวัสดุ อุปกรณ์ฝีมือ การปฏิบัติงานของสิ่งปลูกสร้างต่างๆ เหล่านั้นอันสืบเนื่องมาจากการทำงานของผู้รับจ้าง ไม่ว่าจะด้วยเหตุกรณีใดๆ ภายในระยะเวลาแห่งความรับผิดชอบดังกล่าวเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบซ่อมแซมแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในสภาพดีเหมาะสมภายใน 10 วัน หรือตามความจำเป็นรีบด่วนของความเสียหายนั้นๆ หลังจากที่ได้รับแจ้งจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา หากผู้รับจ้างไม่มาจัดการซ่อมแซมแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงสิ่งชำรุดหรือบกพร่องเสียหายนั้นๆ ภายในระยะเวลา 10 วัน หลังจากที่ได้รับแจ้งให้ทราบแล้ว หรือตามเวลาจำเป็นรีบด่วนที่แจ้งให้ทราบความเสียหายนั้นมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา มีสิทธิที่จะดำเนินการซ่อมแซมแก้ไข หรือจัดทำไปได้อเองจนเหมาะสมกับความต้องการโดยคิดค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นจากผู้รับจ้าง และผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดนั้น จากหนังสือรับประกันความรับผิดชอบงานของผู้รับจ้างได้ตามแต่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเห็นสมควร โดยผู้รับจ้างจะมีข้อโต้แย้งเรียกร้องใดๆ ไม่ได้ทั้งสิ้น

งานสถาปัตยกรรม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42 -01
Doc. No. : FEC/ARU42 /SP-A/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
1. งานกระเบื้อง	
1. ความต้องการทั่วไป	1-1/3
2. ผลิตภัณฑ์	1-1/3
3. การดำเนินการ	1-2/3
2. งานไฟเบอร์ซีเมนต์	
1. ความต้องการทั่วไป	2-1/2
2. ผลิตภัณฑ์	2-1/2
3. การดำเนินการ	2-1/2
3. งานป้องกันความชื้น และการกันซึม	
1. ความต้องการทั่วไป	3-1/2
2. ผลิตภัณฑ์	3-1/2
3. การดำเนินการ	3-2/2
4. งานฉาบปูน	
1. ความต้องการทั่วไป	4-1/3
2. ผลิตภัณฑ์	4-1/3
3. การดำเนินการ	4-2/3
5. งานยิปซัมบอร์ด	
1. ความต้องการทั่วไป	5-1/4
2. ผลิตภัณฑ์	5-1/4
3. การดำเนินการ	5-2/4
6. งานทาสี	
1. ความต้องการทั่วไป	6-1/5
2. ผลิตภัณฑ์	6-2/5
3. การดำเนินการ	6-3/5
7. งานประตุน้ำต่างอุณหิณียม	
1. ความต้องการทั่วไป	7-1/3
2. ผลิตภัณฑ์	7-1/3
3. การดำเนินการ	7-2/3
8. งานประตูเหล็ก	
1. ความต้องการทั่วไป	8-1/2

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42 -01
Doc. No. : FEC/ARU42 /SP-A/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page

2. ผลิตภัณฑ์

8-1/2

3. การดำเนินการ

8-1/2

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 1-1/3

งานกระเบื้อง

Tiling

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานกระเบื้อง ตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่าง ชนิด และสีต่าง ๆ ของกระเบื้อง, เส้นขอบคิ้ว, วัสดุยาแนว พร้อมรายละเอียด และ ขั้นตอนในการติดตั้งงานกระเบื้องแต่ละชนิด เช่น กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องผนังภายในและภายนอก เป็นต้น ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง ดังนี้
 - 1.3.1 แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด ของการปูกระเบื้องทั้งหมด ระบุรุ่น ขนาด ของกระเบื้องแต่ละชนิด
 - 1.3.2 แบบขยายการติดตั้งบริเวณขอบ มุม รอยต่อ การลดระดับ การยกขอบ แนวของเส้นรอยต่อ หรือเส้นขอบคิ้ว และเศษของกระเบื้องทุกส่วน แสดงอัตราความลาดเอียง และทิศทางการไหลของน้ำของพื้นที่แต่ละส่วน
 - 1.3.3 แบบขยายอื่น ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็น เช่น ตำแหน่งติดตั้งท่อน้ำสำหรับจ่ายเครื่องสุขภัณฑ์ที่ผนัง ช่องระบายน้ำทั้งที่พื้น ตำแหน่งที่ติดตั้งสวิตช์ ปลั๊ก ช่องซ่อมบำรุง เป็นต้น
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องออกหนังสือรับประกันคุณภาพของวัสดุ และการติดตั้งเป็นเวลาไม่น้อยกว่า [1] ปี

2. ผลิตภัณฑ์

- 2.1 วัสดุที่นำมาใช้ต้องเป็นวัสดุใหม่ที่ได้มาตรฐานของผู้ผลิต ปราศจากรอยร้าว หรือตำหนิใด ๆ ไม่บิดงอ ขนาดเท่ากันทุกแผ่น ให้ใช้ชั้นคุณภาพที่ 1 หรือเกรด A หรือเกรดพรีเมียม บรรจุในกล่องเรียบร้อย โดยมีใบส่งของ และใบรับรองคุณภาพจากโรงงานผู้ผลิต ที่สามารถตรวจสอบได้ และจะต้องเก็บรักษาไว้อย่างดีในที่ไม่มี ความชื้น
- 2.2 กระเบื้องเซรามิคและกระเบื้องแกรนิตโต้[ตามมาตรฐาน มอก. 2508-2555 กระเบื้องเซรามิค] หากไม่ระบุในแบบให้ใช้ผิวกันลื่นสำหรับปูพื้น ขนาด [600x600] มม. หนาไม่น้อยกว่า 8 มม.[หรือตามระบุในแบบ] ของ [THAI SOUNG][หรือ CASA][หรือ MDC] [หรือ PORCELLA] [หรือ CEGRESS] [หรือ COTTO] หรือเทียบเท่า
- 2.3 วัสดุติดตั้งกระเบื้องบนพื้นค.ส.ล ให้ใช้กาวยาซีเมนต์[ค่า VOCs ต่ำ][ตามมาตรฐาน มอก. 2703-2559 กาวยาซีเมนต์][ตามมาตรฐาน ANSI A118.1 หรือ EN12004 (C1)] ของ [webertai cem][หรือ จระเข้สีเขียว] [หรือ Davco Granito Plus] หรือเทียบเท่า
- 2.4 วัสดุติดตั้งกระเบื้องบนพื้นทรายล้าง ให้ใช้กาวยาซีเมนต์[แรงยึดเกาะสูง][ค่า VOCs ต่ำ][ตามมาตรฐาน มอก. 2703-2559 กาวยาซีเมนต์][ตามมาตรฐาน ANSI A118.1 หรือ EN12004 (C1)] ของ [webertai fix][หรือ จระเข้สีแดง][หรือ Davco SUPER TTB] หรือเทียบเท่า
- 2.5 วัสดุยาแนวกระเบื้อง ให้ใช้[ชนิดป้องกันราดำ[ตามมาตรฐาน มอก. 2892-2563 ซีเมนต์ยาแนวสำหรับกระเบื้องเซรามิค][ตามมาตรฐาน ANSI A118.6 หรือ EN13888 (CG1)] ของ [weber color power][หรือ จระเข้ เทอร์โบ พลัส][หรือ Davco Granito Tile Grout Dustless] หรือเทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 1-2/3

2.6 วัสดุอื่น ๆ ตามระบุในแบบ โดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3. การดำเนินการ

3.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำระบบกันซึมพื้น หรือผนังที่จะปูให้ทำระบบกันซึม ตามรายละเอียดในหมวด งานป้องกันความชื้นและการกันซึม ก่อนการเทพื้นปูนทรายปรับระดับ หรือฉาบปูนรองพื้นผนัง แล้วจึงทำการติดตั้งกระเบื้อง เช่น ระบบกันซึมพื้นห้องน้ำ หรือพื้นที่ชั้นล่างที่ติดกับพื้นดิน เป็นต้น

3.2 การเตรียมผิว

3.2.1 ทำความสะอาดพื้นผิวที่จะปู หรือบุกระเบื้องให้ปราศจากฝุ่นผง คราบไขมัน เศษปูนทราย หรือสิ่งสกปรกอื่นใด แล้วล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ

3.2.2 การเตรียมแผ่นกระเบื้อง จะต้องแกะกล่องออกมา ทำการเฉลี่ยสีของกระเบื้องให้สม่ำเสมอทั่วกัน และเพียงพอกับพื้นที่ที่จะปูหรือบุกระเบื้อง หรือปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

3.3 การปู หรือบุกระเบื้อง

3.3.1 ทำการวางแผนกระเบื้อง กำหนดจำนวนแผ่น และเศษแผ่นตาม Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติ แนวกระเบื้องทั่วไป หากไม่ระบุในแบบให้ห่างกัน 2 มม. หรือชิดกัน ตามชนิดของกระเบื้อง

3.3.2 เศษของแผ่นกระเบื้องจะต้องเหลือเท่ากันทั้ง 2 ด้าน แนวรอยต่อจะต้องตรงกันทุกด้านทั้งพื้นและผนัง หรือตาม Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติ การเข้ามุมกระเบื้องหากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้วิธีเจียขอบ 45 องศา ครึ่งความหนาของแผ่นกระเบื้องประกบเข้ามุม รอยต่อรอบสุขภัณฑ์ หรืออุปกรณ์ห้องน้ำต่าง ๆ จะต้องตัดให้เรียบร้อยสวยงามด้วยเครื่องมือตัดที่คมเป็นพิเศษ

3.3.3 ทำความสะอาดพื้นผิว แล้วพรมน้ำให้เปียกโดยทั่ว ใช้กาวซีเมนต์ในการยึดกระเบื้อง ด้วยการใช้เกรียงหวีปาดให้ทั่วพื้น หรือผนัง ให้ปาดกาวซีเมนต์บางๆลงบนหลังกระเบื้องให้ทั่ว แล้วจึงปู หรือบุกระเบื้อง ให้ ปฏิบัติ ตาม คำ เนะ น า ข อง ผู้ ผลิต กาว ซีเมนต์ โดย ใ้ รับ การ อนุมัติ จาก ผู้ควบคุมงานก่อน

3.3.4 ติดตั้ง และกดแผ่นกระเบื้องตามแนวที่วางไว้ให้แน่นไม่เป็นโพรง ภายในเวลาที่กำหนดของกาวซีเมนต์ที่ใช้ ในกรณีที่ เป็นโพรง หรือไม่แน่น หรือไม่แข็งแรง จะต้องรื้อออก และทำการติดตั้งใหม่

3.3.5 กรณีที่กระเบื้องมีสัญลักษณ์ลูกศรกำหนดทิศทางการติดตั้ง จะต้องดำเนินการติดตั้งให้หัวลูกศรไปในทิศทางเดียวกัน

3.3.6 ไม่ปูกระเบื้องชิดกันโดยไม่เว้นร่องยาแนว การปูกระเบื้องต้องเว้นระยะห่าง หรือ ช่องว่างประมาณ 1-2 มม. ให้ใช้อุปกรณ์จัดแนวกระเบื้อง ช่วยในการเว้นร่อง (Tile Spacer) ในการปู หลังจากปูกระเบื้องเสร็จ ทิ้งไว้ให้ปูนกาวแห้งก่อนทำการยาแนวต่อไป

3.3.7 ไม่อนุญาตให้บุกระเบื้องทับขอบวงกบใด ๆ ทุกกรณี

3.3.8 หลังจากปู หรือบุกระเบื้องแล้วเสร็จ ทิ้งให้กระเบื้องไม่ถูกกระทบกระเทือนเป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง แล้วจึงยาแนวรอยต่อด้วยวัสดุยาแนว โดยใช้สีที่ใกล้เคียง หรืออ่อนกว่าสีกระเบื้อง หมั่นทำความสะอาดผิวหน้า และร่องยาแนวของกระเบื้องในระหว่างการติดตั้ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 1-3/3

3.3.9 เช็ดวัสดุยาแนวส่วนเกินออกจากกระเบื้องด้วยฟองน้ำชุบน้ำหมาด ๆ ก่อนที่วัสดุยาแนวจะแห้ง ให้อ่างและผิวของกระเบื้องสะอาด ปล่อยให้แห้งประมาณ 2 ชั่วโมง จึงทำความสะอาดด้วยผ้าสะอาดชุบน้ำหมาด ๆ ทิ้งให้วัสดุยาแนวแห้งสนิท ปล่อยให้วัสดุยาแนวปรับตัวตามระยะเวลาที่กำหนดก่อนที่จะใช้งานในพื้นที่นั้น ๆ

3.4 การบำรุงรักษา และทำความสะอาด

3.4.1 งานกระเบื้องทั้งหมดที่เสร็จแล้ว จะต้องได้แนว ได้ระดับ ได้ดิ่ง ได้สีที่เรียบสม่ำเสมอทั่วทั้งบริเวณ ความไม่เรียบร้อยละใด ๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไข โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

3.4.2 หลังจากวัสดุยาแนวแห้งดีแล้วประมาณ 24 ชั่วโมง ให้ทำความสะอาดอีกครั้งด้วยน้ำยาทำความสะอาด กรณีใช้เครื่องขัดพื้นจะต้องเลือกใช้แผ่นขัดให้ถูกต้อง และเหมาะสมกับวัสดุกระเบื้อง หรือใช้แปรงขัดพื้นขัดให้ทั่วบริเวณที่ทำความสะอาด

หลังจากขจัดคราบสกปรกออกแล้ว ให้ใช้เครื่องทำสะอาดไฟฟ้าที่มีระบบการดูดน้ำ หรือใช้ผ้าในการซับน้ำยา และสิ่งสกปรกออกจากผิวหน้า หลังจากที่ใช้ขจัดน้ำยา และสิ่งสกปรกจนหมดแล้ว ให้ล้างทำความสะอาดผิวหน้าอีกครั้งด้วยน้ำสะอาด เพื่อขจัดสิ่งสกปรก และคราบน้ำยาที่อาจจะตกค้างบนผิวหน้ากระเบื้อง

3.4.3 ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้งานกระเบื้อง สกปรก หรือเสียหายตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

จบหมวด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 2-1/2

งานไฟเบอร์ซีเมนต์

Fiber cement board

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานเบ็ดเตล็ด ตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างพร้อมรายละเอียด และขั้นตอนการติดตั้งงานแต่ละชนิด ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงวัสดุและรายละเอียดต่าง ๆ ในการประกอบและติดตั้งวัสดุงานเบ็ดเตล็ด ตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องออกหนังสือรับประกันคุณภาพของวัสดุ และการติดตั้ง

2. ผลิตภัณฑ์

- 2.1 [แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์หนา 8] มม. ตามที่ระบุในแบบ ขนาด 1 200x2 400 มม.[ตามมาตรฐาน มอก. 1427-2561 แผ่นซีเมนต์เส้นใย: แผ่นเรียบ][ผ่านมาตรฐานทดสอบการทนไฟ BS 476 หรือ ASTM E119] ให้ใช้ของ [SCG][หรือ SHERA][หรือ TPI] หรือเทียบเท่า]
- 2.2 [โครงคร่าวผนังเหล็กชุบสังกะสีสำหรับ [แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์]ขนาดไม่เล็กกว่า 75x45] มม. ความหนาของแผ่นเหล็กไม่ต่ำกว่า 0.50] มม. ระยะห่างของโครงคร่าวตั้งทุก 600] มม. ให้ใช้รุ่น [C74,U74] ของ [ตราช้าง][หรือ ตามมาตรฐาน มอก. 863-2532 โครงคร่าวเหล็กกล้าสำหรับยึดแผ่นฝ้าและแผ่นผนัง [ชั้นคุณภาพที่ 1] หรือ รุ่น [C75, U75] ของ [SHERA] หรือเทียบเท่า]
- 2.3 [วัสดุยาแนวสำหรับใช้กับระบบผนัง [แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์]ให้ใช้ ของ [SCG][หรือ SHERA][หรือ TOA] หรือเทียบเท่า]

3. การดำเนินการ

- 3.1 [ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบก่อสร้าง และประสานงานกับผู้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผนัง และงานฝ้าเพดาน เช่น งานเตรียมโครงเหล็กยึดวงกบประตู โครงเหล็กในฝ้าสำหรับยึดลวดแขวนโครงคร่าวฝ้าเพดาน, ยึดดวงโคม, ยึดท่อลมของระบบปรับอากาศ เป็นต้น เพื่อให้งานระบบผนัง [แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์]แข็งแรง และเรียบร้อยสวยงาม]
- 3.2 การประกอบและติดตั้ง
 - 3.2.1 ผู้รับจ้างจะต้องประกอบและติดตั้งงานเบ็ดเตล็ด โดยช่างผู้ชำนาญการ ฝีมือดี ถูกต้องตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ประกอบตามตัวอย่าง และ Shop Drawing ที่ได้รับการอนุมัติ
 - 3.2.2 เมื่องานติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบระดับ ระนาบ ระยะ รอยต่อ และทำการตกแต่งให้เรียบร้อย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-2/2

3.3 การบำรุงรักษา และทำความสะอาด

- 3.3.1 หลังจากตรวจสอบการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด เก็บกวาดทั่วบริเวณ รวมทั้งส่วนอื่น ๆ ของอาคารที่สกปรกเนื่องจากการทำงานให้เรียบร้อย
- 3.3.2 ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้งานเบ็ดเตล็ด สกปรก หรือเสียหายตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

จบหมวด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 3-1/2

งานป้องกันความชื้น และการกันซึม Dampproofing and Waterproofing

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการก่อสร้างงานป้องกันความชื้น และการกันซึมตามแบบ และรายการประกอบแบบ พร้อมการทดสอบ และการรับประกันคุณภาพ
- 1.2 งานคอนกรีตผสมน้ำยากันซึม และงานระบบกันซึม ให้ปฏิบัติตามที่ระบุไว้ในส่วนของงานโครงสร้างเป็นหลัก ส่วนที่ไม่ระบุ หรือส่วนเพิ่มเติมในหมวดนี้ ให้ปฏิบัติตามที่ระบุไว้
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่าง วิธีการติดตั้ง และ Shop Drawing เสนอผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติ ก่อนการสั่งซื้อ
- 1.4 รอยต่อปูนกับวงกบ วงกบกับกระจก หรือบานกรอบกับกระจก การป้องกันความชื้น และการกันซึม ให้ปฏิบัติตามที่ระบุไว้ในหมวด[งานประตู-หน้าต่าง และกระจก][หมวด 08 11 16 งานประตู และวงกบอะลูมิเนียม และ หมวด 08 51 13 งานหน้าต่างอะลูมิเนียม]
- 1.5 การรับประกัน
 - 1.5.1 ระบบการป้องกันความชื้น และการกันซึมงานหลังคา ผู้ผลิตจะต้องรับประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า [10] ปี และผู้ติดตั้งจะต้องรับประกันงานติดตั้งเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า [10] ปี[โดยการออกหนังสือยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษร]
 - 1.5.2 ระบบการป้องกันความชื้น และการกันซึมงานทั่วไปในอาคาร ผู้ผลิตจะต้องรับประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า [5] ปี และผู้ติดตั้งจะต้องรับประกันงานติดตั้งเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า [5] ปี[โดยการออกหนังสือยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษร]

2. ผลិតภัณฑ์

- 2.1 ระบบกันซึมของหลังคา ค.ส.ล. และรางน้ำ ค.ส.ล.
 - 2.1.1 ระบบกันซึมของหลังคา ค.ส.ล. ซึ่งไม่เป็นพื้นที่ใช้สอย ดาดฟ้าและรางน้ำ ค.ส.ล. ให้ใช้วัสดุกันซึมประเภท [TPO เทอร์โมพลาสติกโพลีโอเลฟิน หนารวมไม่น้อยกว่า 1.2มม.]ของ [Casali]หรือ [PRIMEPROOF ของPRIME]หรือ [FOSROC]หรือเทียบเท่า[สีขาว] ของ หรือเทียบเท่า
 - 2.1.2 ระบบกันซึมของหลังคา ค.ส.ล. ซึ่งเป็นพื้นที่ใช้สอย ให้ใช้[ระบบทากันซึมโพลียูรีเทน ความหนาไม่น้อยกว่า [1] มม.] เททับด้วยคอนกรีต (Topping) หนาไม่น้อยกว่า 30 มม. พร้อมการเสริมเหล็กกันแตก และมีร่องเพื่อการขยายตัว (Expansion Joint) ทุกระยะไม่เกิน 3.00x3.00 ม. อุดด้วยวัสดุยาแนว[ประเภทโพลียูรีเทน ชนิดทนแสงยูวี กันน้ำ และทาสีทับได้]
- 2.2 [วัสดุยาแนวประเภท [โพลียูรีเทน [สีเทา] [ค่า Movement Capability ไม่น้อยกว่า $\pm 35\%$] ของ [Sealex] [หรือ Sikaflex pro3] [หรือ FLEXPRO] หรือเทียบเท่า]
- 2.3 การป้องกันความชื้น และกันซึมของพื้นห้องน้ำ และพื้นระเบียง ให้ทำด้วยซีเมนต์พิเศษสำหรับกันซึม ตามข้อ Error! Reference source not found.ทำด้วยซีเมนต์พิเศษสำหรับกันซึมชนิดมีความยืดหยุ่น และไม่เป็น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 3-2/2

อันตรายต่อการอุปโภค บริโภค ของ [DURACRETE][หรือ PRIME] [หรือ LANKO226 Flex] หรือเทียบเท่า[ก่อนการปูกระเบื้องพื้นตามที่ระบุในหมวด งานกระเบื้อง]

- 2.4 [การป้องกันความชื้น [ผนัง [และเสา] ค.ส.ล. เพลี้ยผิว] ให้ใช้ น้ำยาเคลือบผิวชนิดซึมเข้าไปในเนื้อวัสดุ เมื่อแห้งแล้วไม่ทำให้พื้นผิวเปลี่ยนสี หรือเป็นเงามัน ของ [TOA 100] [หรือBEGER A100 หรือ จระเข้ A100] หรือเทียบเท่า

3. การดำเนินการ

- 3.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมพื้นผิวที่จะทำงานป้องกันความชื้น และการกันซึมให้สะอาด ปราศจากสิ่งสกปรก กรณีโครงสร้างคอนกรีตมีความเสียหายจะต้องซ่อมแซมให้เรียบร้อยเสียก่อน
- 3.2 ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน เช่น การทำมุมเอียงขนาด 50x50 มม. ตลอดแนวพื้น และผนังก่อนทำระบบกันซึม การทำระบบกันซึมให้สูงตลอดแนวผนังอย่างน้อย 150 มม. เป็นต้น และจะต้องประสานงานกับงานส่วนอื่น ๆ ก่อนการติดตั้ง เช่น งานขอบ ค.ส.ล. และหลังคา ค.ส.ล., งานขัดมัน หรือขัดเรียบผิวพื้นหลังคา ค.ส.ล. และรางน้ำ ค.ส.ล., งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศบนหลังคา ค.ส.ล., งานติดตั้ง Sleeve และระบายน้ำต่าง ๆ ของระบบสุขาภิบาล เป็นต้น จะต้องจัดทำขั้นตอนและแผนปฏิบัติงานให้สอดคล้องกันกับงานอื่น ๆ หากมีปัญหา หรือข้อขัดแย้งในการติดตั้ง จะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อพิจารณาแก้ไขในทันที

3.3 การทดสอบ

เมื่อติดตั้งวัสดุป้องกันความชื้น และการกันซึมเสร็จแล้ว จะต้องมีการทดสอบว่าสามารถป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้ดี โดยการขังน้ำเป็นเวลาไม่น้อยกว่า [3] วัน เช่น ทดสอบการรั่วซึมของถังเก็บน้ำ ค.ส.ล. ทั้งใต้ดิน และบนหลังคา, ทดสอบการรั่วซึมของหลังคา ค.ส.ล. และรางน้ำ ค.ส.ล. ก่อนเท Topping, ทดสอบการรั่วซึมของพื้นห้องน้ำก่อนปูกระเบื้อง เป็นต้น หากมีการรั่วซึม ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขให้เรียบร้อย โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

3.4 การทำความสะอาด

ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง หลังจากการติดตั้งงานป้องกันความชื้น และการกันซึมแล้วเสร็จ และต้องป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหาย หรือสกปรกตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

จบหมวด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 4-1/3

งานฉาบปูน Cement Plastering

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการก่อสร้างงานฉาบปูน ตามที่ระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ
- 1.2 งานฉาบปูน ให้หมายถึงส่วนของอาคารที่เป็นผนังก่ออิฐ, เสา, คาน และเพดาน ค.ส.ล. หรือทุกส่วนของ ค.ส.ล. ที่มองเห็นด้วยตาจากภายนอก ให้ตกแต่งด้วยปูนฉาบให้เรียบร้อยสวยงาม ยกเว้นที่ระบุเป็นผนังก่ออิฐโชว์แนว คอนกรีตเปลือย
- 1.3 งานฉาบปูนผนังก่ออิฐ และเสา ค.ส.ล. จะต้องฉาบให้สูงกว่าระดับฝ้าเพดานที่ระบุไว้ในแบบไม่น้อยกว่า [100] มม. โดยได้แนวระดับที่เรียบร้อยสวยงาม ผนังก่ออิฐส่วนที่อยู่ในฝ้าเพดาน และไม่ได้ฉาบ จะต้องแต่งแนว ปูนก่อให้เรียบร้อย
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดวัสดุ ส่วนผสม วิธีการ และขั้นตอนของงานฉาบปูนต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงาน พิจารณานุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบตัวอย่าง (Mockup) เพื่อเป็นตัวอย่างมาตรฐานของงานฉาบปูน ให้ผู้ควบคุมงาน พิจารณานุมัติก่อนดำเนินการ

2. ผลิตภัณฑ์

- 2.1 ปูนฉาบ
 - A. ปูนฉาบผนังก่ออิฐ ให้ใช้ปูนฉาบสำเร็จรูป [ตาม มอก. 1776-2560 ปูนซีเมนต์สำหรับงานฉาบ] ของ [ตราเสือ] [หรือ TPI] [หรือ ตราอินทรี] หรือเทียบเท่า
 - B. ปูนฉาบแต่งผิวบาง ให้ใช้ปูนฉาบสำเร็จรูปชนิดแต่งผิวบาง หนา 1-2 มม. สีขาว ของ [ลูกดิ่ง ชูเปเปอร์สกี มไคท์ ฉาบทับผนังเก่า ผนังทาสี] [หรือ Gyproc ProCote Top] [หรือ TOA 110 SKIM COAT SMOTH] [หรือ Beger 110 SKIM COAT SMOTH] [หรือ จระเข้ สกิมไคท์ สมูท ปูนฉาบบางชนิดเนื้อละเอียด] [หรือ LANKO 110 Skimcoat White Extra] [หรือ Weber base Skimcoat] หรือเทียบเท่า
- 2.2 น้ำที่ใช้ผสมปูนฉาบ ต้องเป็นน้ำสะอาด ปราศจากน้ำมัน กรด ต่าง เกลือ และพฤษชาติต่าง ๆ ในกรณีที่น้ำบริเวณก่อสร้างมีคุณสมบัติไม่ดีพอ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาน้ำจากที่อื่นมาใช้ การใช้น้ำผสมปูนฉาบ ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน
- 2.3 เชื้อยม หรือร่อง PVC สำเร็จรูป
- 2.4 ตะแกรงลวด ให้ใช้ตะแกรงลวดตาข่ายทาสีเหล็มน้ำจืด [ชุบกัลวาไนซ์] ขนาดช่อง $\frac{3}{4}$ นิ้ว

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 4-2/3

3. การดำเนินการ

3.1 การเตรียมผิวงาน

ผิวที่จะฉาบปูนต้องสะอาด ปราศจากฝุ่นละออง น้ำมัน เศษปูน หรือสิ่งใด ๆ หากมีรอยแตกให้อุดโป๊วยรอยแตกไว้ หากพื้นผิวเดิมมีเสื่อมสภาพ หลุดร่อน หรือสีมีความมันเงา เช่น สีน้ำมัน ต้องทำการลอกสีเดิมออก

3.2 การฉาบปูน

3.2.1 การฉาบปูนทั่วไป ให้ฉาบ 2 ชั้น ชั้นแรกหนาประมาณ 8 มม. ชั้นที่สองหนาประมาณ 7 มม. การฉาบแต่ละครั้งห้ามเติมน้ำซ้ำในส่วนผสมเดียวกัน และต้องฉาบให้หมดภายใน 45 นาที หลังการผสมปูนฉาบ

A. กรรมวิธีในการฉาบสองชั้นให้ปฏิบัติ ดังนี้

- ฉาบชั้นแรก (ฉาบรองพื้น)

ก่อนการฉาบปูนต้องฉีดน้ำให้ผิวที่จะฉาบปูนมีความชื้นสม่ำเสมอ เพื่อผนังนั้นจะได้ไม่แย่งน้ำจากปูนฉาบ แล้วจึงฉาบปูนชั้นแรก การฉาบต้องกดให้แน่นเพื่อให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผิวที่ฉาบปูนกับปูนฉาบมากที่สุด ทำผิวของปูนฉาบชั้นแรกทำให้หยาบ และขรุขระ โดยการใช้แปรงกวาดผิวตามแนวนอนในระหว่างที่ปูนฉาบยังไม่แข็งตัว หลังจากปูนฉาบเริ่มแข็งตัวให้บ่มโดยการฉีดน้ำให้ชื้นอยู่ตลอดเวลา 3 วัน แล้วทิ้งไว้ให้แห้งไม่น้อยกว่า 5 วัน ก่อนที่จะลงมือฉาบชั้นที่สอง

- ฉาบชั้นที่สอง (ฉาบตกแต่ง)

ก่อนฉาบต้องทำความสะอาด และฉีดน้ำให้ผิวของปูนฉาบชั้นแรกให้มีความชื้นสม่ำเสมอ แล้วจึงฉาบปูนชั้นที่สองเหมือนชั้นแรก และเมื่อฉาบปูนชั้นที่ 2 เสร็จแล้ว ให้ใช้ฟองน้ำชุบน้ำกวาดผิวที่หมาดให้ผิวปูนฉาบเรียบ และสวยงาม หลังจากปูนฉาบชั้นที่สองเริ่มแข็งตัว ให้บ่มด้วยการฉีดน้ำเป็นฝอยเป็นระยะ ๆ วันละประมาณ 4 - 5 ครั้ง เพื่อรักษาความชื้นของผนังปูนฉาบไว้ตลอดเวลาไม่น้อยกว่า 6 วัน และเพื่อป้องกันการแตกร้าว

B. ขณะทำการฉาบปูน ผู้รับจ้างจะต้องมีการป้องกันแดด ลม ซึ่งจะทำให้น้ำที่ผิวปูนฉาบระเหยเร็วเกินไป

C. การฉาบปูนหนาเกิน 25 มม. จะต้องแบ่งการฉาบชั้นแรก หรือการฉาบรองพื้นเป็น 2 ครั้ง โดยเสริมด้วยตะแกรงลวดในการฉาบรองพื้นครั้งที่ 2

D. การจับเหลี่ยม เสาคาน จะต้องได้แนวตั้ง แนวฉาก และได้เหลี่ยมมุมที่สวยงาม หรือการเซาะร่องผนังปูนฉาบตามแบบ หรือเพื่อป้องกันการแตกร้าว กว้างไม่น้อยกว่า 6 มม. ขนาดกว้างไม่เกิน 4.00 x 4.00 ม.[ให้ใช้เชือก หรือร่อง PVC. สำเร็จรูป โดยใช้ปูนเค็มรองพื้นไว้ชั้นหนึ่งก่อน อัตราส่วนปูนทราย 1:2]

E. การฉาบปูนบริเวณดังต่อไปนี้ จะต้องติดตั้งตะแกรงลวด กว้างไม่น้อยกว่า 300 มม. เพื่อช่วยในการยึดผิวปูนฉาบ และป้องกันการแตกร้าว

- แนวที่ผนังก่ออิฐชนกับโครงสร้าง เช่น เสาคาน

- ทุกมุมของวงกบประตู และหน้าต่าง

- แนวท่อนที่มีขนาดใหญ่ไม่เกิน 2 ใน 3 ของความหนาผนังก่ออิฐ (ไม่รวมปูนฉาบ)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 4-3/3

- F. การฉาบปูนสำหรับผนังก่ออิฐบุกระเบื้อง หรือบุหิน ให้ทำการฉาบเพียงชั้นเดียวหนาไม่ต่ำกว่า 8 มม. แล้วแต่งผิวให้ได้ระดับ หรือตามคำแนะนำของผู้ติดตั้งกระเบื้อง หรือหิน โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน
- G. ผิวของปูนฉาบทั้งสองชั้น เมื่อฉาบเสร็จแล้วจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 15 มม. และต้องได้ผิวที่เรียบสวยงาม หากผิวของปูนฉาบส่วนใดไม่เรียบโดยสม่ำเสมอ หรือเป็นคลื่น หรือเป็นเม็ดหยาบ ผู้รับจ้างจะต้องสกัดออกแล้วฉาบใหม่ ตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง
- H. การฉาบปูนทับแนวร่องผนังก่ออิฐที่สูงชนท้องพื้น หรือคานเหล็กทั้งภายนอกและภายใน ให้ฉาบทับโฟม โดยเว้นร่องได้พื้น หรือคานเหล็กประมาณ 10 มม. แต่งร่องปูนฉาบให้สวยงาม ขุดด้วยวัสดุยาแนวชนิดทาสีทับได้

3.2.2 การฉาบปูนแต่งผิวบางให้ฉาบ หนาประมาณ 1-2 มม.

- หากต้องการฉาบชั้นที่สอง ต้องทิ้งให้ชั้นแรกแห้งประมาณ 1-2 ชม.หลังผสมน้ำแล้วควรใช้งานให้หมดภายใน 40-60 นาที หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ทิ้งให้ปูนแห้ง 4-6 ชั่วโมง จากนั้นขัดแต่งด้วยกระดาษทรายให้ผิวผนังเรียบเนียน

3.3 การบำรุงรักษางาน

หลังจากงานฉาบปูนเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดทุกแห่งที่เกี่ยวข้องให้สะอาดเรียบร้อย ปราศจากคราบน้ำปูน หรือรอยเปื้อนอื่นต่าง ๆ และจะต้องดูแลไม่ให้สกปรก หรือเสียหาย จนกว่าจะทำการตกแต่ง หรือทาสีผนังในขั้นต่อไป

จบหมวด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 5-1/4

งานยิปซัมบอร์ด Gypsum Board

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานยิปซัมบอร์ดตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างพร้อมรายละเอียด และขั้นตอนการติดตั้งงานยิปซัมบอร์ด เช่น แผ่นยิปซัม โครงคร่าว ผนัง และฝ้าเพดาน พร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง ดังนี้
 - 1.3.1 แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด ของผนัง หรือฝ้าเพดาน แสดงแนวโครงคร่าว ระยะ และตำแหน่งสวิตช์ ปลั๊ก ดวงโคม หัวจ่ายลม หัวดับเพลิง และอื่น ๆ ให้ครบถ้วนทุกระบบ
 - 1.3.2 แบบขยายการติดตั้งบริเวณ ขอบ มุม รอยต่อ การชนผนัง และโครงสร้างของอาคาร
 - 1.3.3 แบบรายละเอียดการยึด ห้อยแขวนกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงหลังคา หรือผนังอาคาร
 - 1.3.4 แบบขยายอื่น ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็น เช่น การติดตั้งท่อร้อยสายไฟ ท่อน้ำทิ้งของระบบปรับอากาศ สวิตช์ ปลั๊ก ช่องซ่อมบำรุง เป็นต้น

2. ผลิตภัณฑ์

- 2.1 แผ่นยิปซัมหนา [9] มม. ชนิดธรรมดา, ทนชื้น ตามระบุในแบบ ขนาด 1200x2400 มม. แบบขอบลาดสำหรับ ผนัง หรือ [แบบขอบลาด 4 ด้าน สำหรับ] ฝ้าฉาบเรียบรอยต่อ[ตามมาตรฐาน มอก. 219-2552 แผ่นยิปซัม [หรือ ASTM C1396 Standard Specification for Gypsum Board หรือ BS 1230 Gypsum Plasterboard] ให้ใช้ของ [ตราช้าง] [หรือ TOA] [หรือ GYPROC] หรือเทียบเท่า
- 2.2 แผ่นยิปซัมสำหรับฝ้าภายนอกอาคาร [และชายคา] หนา [9] มม. ชนิดทนชื้นและไม่เกิดเชื้อรา ตามระบุในแบบ ขนาด 1 200x2 400 มม. แบบขอบลาดสำหรับฝ้าฉาบเรียบรอยต่อ[ตามมาตรฐาน มอก. 219-2552 แผ่นยิปซัม [หรือ ASTM C1396 Standard Specification for Gypsum Board หรือ BS 1230 Gypsum Plasterboard] อัตราการดูดซึมน้ำไม่เกิน 3% และวัสดุปิดผิวแบบพิเศษช่วยป้องกันการซึมผ่านของน้ำ ให้ใช้ของ [ตราช้าง] [หรือ TOA] [หรือ GYPROC] หรือเทียบเท่า
- 2.3 แผ่นฝ้าเพดานทีบาร์[ขนาด 600x600 มม. ความหนา 9 มม. แบบขอบเรียบ][ขนาด 600x1 200 มม. ความหนา 12 มม.[แบบขอบเรียบ][ขนาด 600x600 มม. ความหนา 12 มม.[แบบขอบบังใบ]] ตามระบุในแบบ[ตาม มาตรฐาน มอก. 219-2552 แผ่นยิปซัม] ให้ใช้ของ [ตราช้าง] [หรือ TOA] [หรือ GYPROC] หรือเทียบเท่า
- 2.4 โครงคร่าวฝ้าเพดานฉาบเรียบรอยต่อ ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสี ขนาดไม่เล็กกว่า [14x37] มม. ความหนาของแผ่น เหล็กไม่ต่ำกว่า [0.50] มม. ระยะห่างของโครงคร่าวหลัก (วางตั้ง) ทุก [1 000] มม. โครงคร่าวรอง (วางนอน) ทุก 400 มม. ลวดแขวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ทุกระยะ 1 000x1 200 มม. พร้อมสปริงปรับระดับทำด้วยส เตนเลสรูปผีเสื้อ[ตามมาตรฐาน มอก. 863-2532 โครงคร่าวเหล็กกล้าสำหรับยึดแผ่นฝ้าและแผ่นผนัง [ชั้น คุณภาพที่ 1] ให้ใช้รุ่น [Pro Line] ของ [ตราช้าง] [หรือ รุ่น [GYPFRAME X] ของ [GYPROC] [EXTRA LINE ULTRASTEEL] ของ [TOA] หรือเทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 5-2/4

- 2.5 คิวเข้ามุมต่าง ๆ สำหรับผนัง และฝ้าเพดานยิปซัม ให้ใช้คิวสำเร็จรูป ของ [ตราช้าง]หรือเทียบเท่า
- 2.6 ช่องเปิดฝ้าเพดานเพื่อการซ่อมบำรุง ให้ใช้ช่องเปิดฝ้าเพดานสำเร็จรูปช้อนกรอบสำหรับฝ้าเพดานฉาบเรียบ[แบบทนความชื้น] ขนาด [600x600] มม.หรือตามระบุในแบบ ของ [ตราช้าง][หรือ TOA] หรือ [GYPROC] หรือ เทียบเท่า
- 2.7 [วัสดุยาแนวเพื่อการกันเสียง ให้ใช้วัสดุยาแนวประเภทกันเสียง (Acoustic Sealant) ตามที่ระบุในหมวด วัสดุยาแนว]
- 2.8 [วัสดุยาแนวสำหรับใช้กับระบบผนังและฝ้าเพดานทนไฟ ให้ใช้วัสดุยาแนวป้องกันไฟ (Fire Rated Sealant) ตามที่ระบุในหมวด วัสดุยาแนว]
- 2.9 [วัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับงานระบบผนังและฝ้าเพดานทนไฟ รวมถึงวัสดุสำหรับป้องกันไฟบริเวณที่มีการเจาะทะลุของระบบผนังและฝ้าเพดานทนไฟ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตหรือเทียบเท่า โดยการเสนอรายละเอียดเพื่อผู้ออกแบบพิจารณา และผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ]

3. การดำเนินการ

- 3.1 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบก่อสร้าง และประสานงานกับผู้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผนัง และงานฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด เช่น งานเตรียมโครงเหล็กยึดวงกบประตู โครงเหล็กในฝ้าสำหรับยึดลวดแขวนโครงคร่าวฝ้าเพดาน, ยึดดวงโคม, ยึดท่อลมของระบบปรับอากาศ เป็นต้น เพื่อให้งานยิปซัมบอร์ดแข็งแรง และเรียบร้อยสวยงาม
- 3.2 ในกรณีที่จำเป็นต้องเตรียมช่องสำหรับเปิดฝ้าเพดาน หรือผนัง สำหรับซ่อมแซมงานระบบต่าง ๆ ของอาคาร หรือซ่อมแซมหลังคาในภายหลัง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้แข็งแรง และเรียบร้อย ตามที่กำหนดในแบบ
- 3.3 ระดับความสูงของฝ้าเพดาน ให้ถือตามระบุในแบบ แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

3.4 การติดตั้งโครงคร่าวฝ้าฉาบเรียบรอยต่อ และแผ่นยิปซัม

- 3.4.1 ยึดฉากริมฝ้าฉาบเรียบกับผนังโดยรอบให้มั่นคงแข็งแรง ด้วยทุกเหล็ก หรือตะปูคอนกรีต ให้ได้ระดับที่ต้องการตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง ยึดฉากเหล็ก 2 รู เข้ากับใต้ท้องพื้นอาคารชั้นถัดไปที่ระยะ 1000x1200 มม. (ระยะห่างของโครงคร่าวหลักเท่ากับ 1 000 มม., ระยะห่างระหว่างชุดแขวนเท่ากับ 1 200 มม.) ยึดด้วยทุกเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 มม. แนวโครงคร่าวหลักชุดแรกห่างจากผนัง 300 มม.
- 3.4.2 วัดระยะความสูงจากฉากริมถึงท้องพื้นชั้นถัดไป เพื่อตัดลวด 4 มม. และประกอบชุดหัวโครง โดยใช้สปริงปรับระดับ และงอปลายด้านหนึ่งของลวด 4 มม. เป็นขอไว้ (หรืออาจใช้ฉากริมแทน ในกรณีมีช่องว่างระหว่างฝ้าเพดาน และใต้ท้องพื้นน้อยกว่า 200 มม.)
- 3.4.3 นำชุดแขวนที่ประกอบไว้ขึ้นแขวนกับฉากเหล็ก 2 รู ที่ติดตั้งไว้ทั้งหมด ให้แนวชุดแขวนได้ตั้ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 5-3/4

- 3.4.4 นำโครงคร่าวหลักขึ้นวางลงในขอบของชุดหัวโครงจนเต็มพื้นที่ติดตั้ง จะได้โครงคร่าวหลักทุกระยะห่าง 1000 มม.
- 3.4.5 นำโครงคร่าวชอยขึ้นยึดติดกับโครงคร่าวหลัก โดยใช้ตัวล็อกโครง ติดตั้งโครงคร่าวชอยทุกระยะ 400 มม.
- 3.4.6 ปรับระดับโครงคร่าวทั้งหมดอย่างละเอียดที่สปริงปรับระดับ ตรวจสอบระดับให้ถูกต้องตามแบบกำหนด ก่อนยกแผ่นยิปซัมขึ้นติดตั้ง
- 3.4.7 นำแผ่นยิปซัมขอบลาดความหนา [9] มม. ขึ้นติดตั้งกับโครงคร่าวชอย ให้ด้านยาว (2 400 มม.) ตั้งฉากกับแนวโครงคร่าวชอย ยึดโดยใช้สกรูยิปซัมขนาด 25 มม. ระยะห่างของสกรูแต่ละตัว 300 มม. ที่แนวกลางแผ่น และ 200 มม. ที่แนวขอบแผ่น ระยะห่างของสกรูจากขอบแผ่นยิปซัม 10-15 มม. และให้หัวสกรูจมลงในแผ่นยิปซัม ประมาณ 1-1.5 มม. (ไม่ควรให้จมทะลุกระดาษแผ่นยิปซัมลงไป) การติดตั้งควรใช้เครื่องยิงสกรู
- 3.4.8 ติดตั้งคิ้วเข้ามุม สำหรับทุกขอบ ทุกมุม เพื่อความเรียบร้อย และสวยงาม
- 3.4.9 ฉาบปิดรอยต่อ, คิ้วเข้ามุมของแผ่นยิปซัม และรอยหัวสกรู ด้วยปูนฉาบ และเทปสำหรับฉาบเรียบแผ่นยิปซัม ฉาบจำนวน 3 ชั้นตอน โดยทิ้งระยะเวลาให้ปูนฉาบแห้งสนิทในแต่ละชั้นตอน ชัดแต่งปูนฉาบด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย ก่อนทาสี หรือตกแต่งผนังยิปซัมต่อไป

3.5 การติดตั้งแผ่นยิปซัมปิดผิวแทนการฉาบผนัง

- 3.5.1 เก็บเศษปูนส่วนเกิน ในกรณีผนังที่มีผิวแห้งและดูน้ำได้ดี ควรมีการพรมน้ำให้ทั่วก่อนการติดตั้ง
- 3.5.2 ใช้เลเซอร์และชอล์ก ช่วยในการกำหนดแนวพื้นและผนังเตรียมพื้นที่ตามความหนาของแผ่นยิปซัม และปูนกาว Bonding Adhesive เพื่อเป็นแนวในการวางแผ่น
- 3.5.3 ใช้ชอล์กกำหนดแนวบนผนังเพื่อกำหนดจุดสำหรับปูนกาว
- 3.5.4 เตรียมปูนกาว ผสมในปริมาณที่พอเหมาะ โดยต้องใช้ให้หมดก่อนแข็งตัว
- 3.5.5 วางชั้นแผ่นยิปซัม 1 แผ่นรองบนพื้น เพื่อกำหนดช่องว่าง 6-10 มม. ที่ต้องเว้นระหว่างแผ่นยิปซัมและพื้น
- 3.5.6 ทาปูนกาวบนผนัง โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนด ในบริเวณที่ต้องเพิ่มความแข็งแรงอาจเพิ่มผ้าเทปหรือปูน เช่น บริเวณรอยต่อหรือช่องว่าง รวมถึงครอบมุม Fixture และรอบ ๆ บริเวณรอยเจาะ ประตูและหน้าต่าง
- 3.5.7 เริ่มวางแผ่นยิปซัมบนผนังจากบริเวณมุม โดยกดให้แน่นด้วยไม้วัดระดับขนาดยาว กด และปรับระดับทั้งแนวตั้ง แนวนอน และแนวทแยง
- 3.5.8 แผ่นยิปซัมที่ติดตั้งแล้วไม่ควรขยับภายใน 24 ชม. จนกว่ากาวจะติดแน่น หลีกเลี่ยงการใช้ปูนกาวในสภาพอากาศที่มีลมแรง และไม่ควรนำแผ่นรองด้านล่างออกภายใน 48 ชม.

3.6 การบำรุงรักษา

งานยิปซัมบอร์ดฉาบเรียบที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องได้แนวระดับ และแนวฉากที่เรียบร้อยสวยงาม งานฝ้าเพดานที่บาร์ จะต้องได้แนวของที่บาร์ ที่ตรง ไม่คดเคี้ยว ได้แนวระดับ และแนวฉากที่เรียบร้อยสวยงาม งานทาสีให้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 5-4/4

ปฏิบัติตามที่ระบุไว้ในหมวด งานทาสี ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้น้ำมันหรือสีซึมบอรัดสกปรก หรือเสียหายตลอด
ระยะเวลาก่อสร้าง

จบหมวด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 6-1/5

งานทาสี Painting

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุ และอุปกรณ์ ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบคุณภาพที่ดี สำหรับงานทาสี ตามที่ระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ พร้อมการรับประกันคุณภาพ
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแค็ตตาล็อกสี หรือตัวอย่างสีที่ใช้ สีรองพื้น และอื่น ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อน การสั่งซื้อ โดยจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด ให้ดำเนินการภายใต้การแนะนำ การตรวจสอบ และการเก็บตัวอย่างของผู้เชี่ยวชาญจากผู้ผลิตสี
- 1.3 สีที่นำมาใช้จะต้องบรรจุอยู่ในถัง หรือภาชนะที่ปิดสนิทเรียบร้อยมาจากโรงงาน โดยมีใบส่งของ และรับรองคุณภาพจากโรงงานผู้ผลิตที่สามารถตรวจสอบได้
- 1.4 การเก็บรักษาจะต้องแยกห้องสำหรับเก็บสีเฉพาะ โดยไม่มีวัสดุอื่นเก็บรวม และเป็นห้องที่ไม่มี ความชื้น สีที่เหลือจากการผสม หรือการทาแต่ละครั้ง จะต้องนำไปทำลายทันที พร้อมภาชนะที่บรรจุสีนั้น หรือตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน
- 1.5 การผสมสี และขั้นตอนการทาสี จะต้องปฏิบัติตามวิธีการของผู้ผลิตสีอย่างเคร่งครัด โดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- 1.6 ห้ามทาสีขณะฝนตก อากาศชื้นจัด หรือบนพื้นผิวที่ยังไม่แห้งสนิท และจะต้องมีเครื่องตรวจวัดความชื้นของผนัง ก่อนการทาสีทุกครั้ง โดยความชื้นในผนังไม่ควรเกิน 14%
- 1.7 งานทาสีทั้งหมด จะต้องเรียบรอยสม่ำเสมอ ไม่มีรอยแปรง รอยหยดสี หรือข้อบกพร่องอื่นใด และจะต้องทำความสะอาดรอยสีเบื่อนส่วนอื่น ๆ ของอาคารที่ต้องทาสี เช่น ผนัง ผนัง กระจก อุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น
- 1.8 งานที่ไม่ต้องทาสี โดยทั่วไป สีที่ทาทั้งภายนอก และภายใน จะทาผนังปูนฉาบ ผิวคอนกรีต ผิวทอโลหะ โครงเหล็กต่าง ๆ ที่มองเห็น หรือตามระบุในแบบ สำหรับสิ่งที่ไม่ต้องทาสี มีดังนี้
 - 1.8.1 ผิวกระเบื้องปูพื้น และบุผนัง ฝ้าอะลูมิเนียม กระจก
 - 1.8.2 อุปกรณ์สำเร็จรูปที่มีการเคลือบสีมาแล้ว
 - 1.8.3 เหล็กสแตนเลส
 - 1.8.4 ผิวภายในรางน้ำ
 - 1.8.5 โคมไฟ
 - 1.8.6 ส่วนของอาคาร หรือโครงสร้างซึ่งซ่อนอยู่ภายใน ไม่สามารถมองเห็นได้ ยกเว้น การทาสีกันสนิม หรือระบุในแบบเป็นพิเศษ
- 1.9 การรับประกัน ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้วัสดุสี และขั้นตอนการทาสีที่ดี สามารถรับประกันคุณภาพโดยบริษัทผู้ผลิต บริษัทผู้รับจ้าง และมีเอกสารยืนยันจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์
 - 1.9.1 สีทาภายในอาคาร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า [10] ปี
 - 1.9.2 สีทาภายนอกอาคาร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า [10] ปี

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 6-2/5

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 สีสำหรับผนังปูนภายนอกอาคาร

2.1.1 สีรองพื้น ให้ใช้สีรองพื้นปูนนอกประสงค์ทนความชื้นสูง [ตามมาตรฐาน มอก.1123-2555 สีรองพื้นสำหรับงานปูน] โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีนั้นอย่างเคร่งครัด ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตสีตามข้อ 2.1.2

- [Beger B-3100 หรือ B-2900] ของ [Beger] หรือ
- [TOA Extra wet หรือ Quick Primer] ของ [TOA] หรือ
- [Dulux Weathershield power plus hydro primer] ของ [Dulux] หรือ
- [Jotun ultra primer] ของ [Jotun]

2.1.2 สีทาทับหน้า ให้ใช้สีน้ำชนิด [Acrylic 100%เนียน (sheen)][ตามมาตรฐาน มอก.2321-2564 สีอิมัลชันทนสภาวะอากาศ] ผลิตภัณฑ์ตามที่ระบุต่อไปนี้ หรือเทียบเท่า

- [Beger DiamondShield10] ของ [Beger] หรือ
- [TOA Shield1Nano] ของ [TOA] หรือ
- [Dulux Weathershield ultima หรือ Weathershield ultima advance] ของ [Dulux] หรือ
- [Jotun Jotashield AntiFade หรือ Ultraclean] ของ [Jotun]

2.2 สีสำหรับผนังปูนภายในอาคาร

2.2.1 สีรองพื้น ให้ใช้สีรองพื้นปูนนอกประสงค์ทนความชื้นสูง [ตามมาตรฐาน มอก.1123-2555 สีรองพื้นสำหรับงานปูน] โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีนั้นอย่างเคร่งครัด ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตสีตามข้อ 2.2.2

- [Beger B-2900] ของ [Beger] หรือ
- [TOA Hydro quick primer] ของ [TOA] หรือ
- [Dulux Weathershield power plus hydro primer] ของ [Dulux] หรือ
- [Jotun Ultra Primer] ของ [Jotun]

2.2.2 สีทาทับหน้า ให้ใช้สีน้ำชนิด [Acrylic 100%เนียน (sheen)]เช็ดล้างได้[ตามมาตรฐาน มอก.272-2564 สีอิมัลชันใช้งานทั่วไป] ผลิตภัณฑ์ตามที่ระบุต่อไปนี้ หรือเทียบเท่า

- [BegerShield Easy Clean & Care] ของ [Beger] หรือ
- [Shield1Nano] ของ [TOA] หรือ
- [Dulux Easy care] ของ [Dulux] หรือ
- [Jotun Majestic Sense] ของ [Jotun]

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 6-3/5

2.3 สีสำหรับงานผนังยิปซัม, ฝ้าเพดานยิปซัม, ฝ้าเพดาน ค.ส.ล.

2.3.1 สีรองพื้น ให้ใช้สีรองพื้นปูนนอกประสงค์ทนความชื้นสูง โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีนั้นอย่างเคร่งครัด ผลิตรหัสของผู้ผลิตสีตามข้อ 2.3.2

- [B-2900] ของ [Beger] หรือ
- [Extra wet primer] ของ [TOA] หรือ
- [Dulux Weathershield power plus hydro primer] ของ [Dulux]
- [Jotun Ultra Primer] ของ [Jotun]
-

2.3.2 สีทาทัพน้ํา ให้ใช้สีน้ำชนิด [Acrylic 100% ด้าน][ตามมาตรฐาน มอก.272-2564 สีอิมัลชันใช้งานทั่วไป] ผลิตรหัสตามที่ระบุต่อไป นี้ หรือเทียบเท่า

- [DiamondShield10] ของ [Beger] หรือ
- [Shield1Nano] ของ [TOA] หรือ
- [Dulux Inspire] ของ [Dulux] หรือ
- [Essence cover] ของ [Jotun]

2.4 สีสำหรับงานไม้ และโลหะ หรือส่วนที่ระบุให้ทาสี

2.4.1 สีเคลือบทัพน้ําผสมรองพื้นกันสนิมในตัว ให้ใช้ผลิตรหัสตามที่ระบุต่อไป นี้ หรือเทียบเท่า

- [BEGERSHIELD GRIPTECH 2 IN 1] ของ [BEGER] หรือ
- [TOA GLIPTON 2 IN 1] ของ [TOA] หรือ
- [VINILEX ALL IN ONE] ของ [NIPPON PAINT]

2.4.2 สีน้ำอะคริลิคสำหรับงานไม้ ให้ใช้ผลิตรหัสตามที่ระบุต่อไป นี้ หรือเทียบเท่า

- [BEGER ColorShield] ของ [BEGER] หรือ
- [TOA Timbershield] ของ [TOA] หรือ
- [NIPPON PAINT Timbershade] ของ [NIPPON PAINT]

2.5 สีอื่น ๆ ตามระบุในแบบ โดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3. การดำเนินการ

3.1 การทาสีสำหรับงานปูน หรือคอนกรีต

3.1.1 ผนังทาสีทับสีอาคารเก่า

- ผนังภายในอาคารขัดล้างทำความสะอาดพื้นผิวลอกเฉพาะสีเก่าที่เสื่อมสภาพออกด้วยน้ำสะอาด เช็ดทำความสะอาดให้แห้ง ใช้ผ้าชุบน้ำบิดหมาดเช็ดฝุ่นออก จากนั้นทิ้งไว้ 1-2 วัน ก่อนทารองพื้นด้วยสีรองพื้นปูนนอกประสงค์ทนความชื้นสูง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 6-4/5

- ฉนังภายนอกอาคาร ทำความสะอาดพื้นผิวทั่วไปโดยการขัดล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วใช้แปรงพลาสติกขนแข็งขัดให้ทั่วจากนั้นล้างออกด้วยน้ำสะอาด ใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง (WATER JET) ฉีดบนพื้นผิวจากนั้นทิ้งไว้ 1-2 วัน ก่อนทารองพื้นด้วยสีรองพื้นปูนเอนกประสงค์ทนความชื้น
- อุดโป้วรอยแตกร้าวด้วย ACRYLIC FILLER หรือ POLYURETHANE SEALANT ตามขนาดของรอยร้าว
- ตรวจวัดความชื้นของผนังก่อนการทาสีทุกครั้ง โดยความชื้นในผนังไม่ควรเกิน 14%
- ทาสีรองพื้นปูนเอนกประสงค์ทนความชื้น 1 เทียว (ไม่ต้องผสมน้ำ) ทิ้งไว้ให้แห้งอย่างน้อย 2 ชั่วโมง แล้วจึงทาด้วยสีทับหน้า 2 เทียว การทาทับทั้งระยะให้สีชั้นแรกแห้งสนิทอย่างน้อย 2 ชั่วโมง

3.2 การทาสีสำหรับงานโลหะ

- 3.2.1 พื้นผิวโลหะทั่วไป หรือพื้นผิวเหล็ก ให้ขัดคราบน้ำมันด้วยทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าด ขจัดสนิมออกโดยการขัดด้วยกระดาษทราย หรือแปรงลวด และเช็ดด้วยผ้าสะอาด ทิ้งให้แห้งไม่เกิน 4 ชั่วโมง ทาสีเคลือบทับหน้าผสมรองพื้นกันสนิมในตัว 2 เทียว ทิ้งระยะครั้งละ 2 ชั่วโมง
- 3.2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก ทำความสะอาดพื้นผิวด้วยกระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยผ้าสะอาด ทิ้งให้แห้ง ทาสีเคลือบทับหน้าผสมรองพื้นกันสนิมในตัว 2 เทียว ทิ้งระยะครั้งละ 2 ชั่วโมง

3.3 การทาสีสำหรับงานไม้ที่ไม่ใช่ไม้ลามิเนต

- 3.3.1 ไม้ต้องแห้ง มีความชื้นไม่เกิน 18% รอยต่อ หรือส่วนของไม้ที่จะต้องนำไปประกบกับวัสดุอย่างอื่น เช่น ผนังปูนฉาบ คอนกรีต เป็นต้น ต้องทาสีรองพื้นป้องกันความชื้น และป้องกันคราบสกปรกก่อนนำไปประกบติดกัน
- 3.3.2 หากพื้นผิวเดิมไม่เรียบ ให้ขัดด้วยกระดาษทราย และทำความสะอาดพื้นผิวให้สะอาด
- 3.3.3 ทาสีทับหน้า 2 เทียว ทิ้งระยะเทียวละ 2 ชั่วโมง

3.4 การทาสีสำหรับงานฝ้าเพดานและตะไคร่น้ำ

- 3.4.1 บริเวณที่เกิดคราบเชื้อราและตะไคร่น้ำให้ทำการขูดลอกออกและใช้น้ำยาฟอกผ้าขาวที่มีส่วนผสมของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ เช่น ไฮเตอร์, คลอโรกซ์ เป็นต้น โดยใช้น้ำยาฟอกผ้าขาว ผสมกับน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1 : 10 ส่วนโดยปริมาตร ทาบริเวณที่มีเชื้อราขึ้นและบริเวณที่มีตะไคร่น้ำเกิดขึ้น ทิ้งไว้สักครู่ ประมาณ 20-30 นาที
- 3.4.2 ทำความสะอาดพื้นผิวทั่วไปโดยการขัดล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วใช้แปรงพลาสติกขนแข็งขัดให้ทั่วจากนั้นล้างออกด้วยน้ำสะอาด หากบริเวณใดสามารถใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง (WATER JET) ที่มีแรงดัน 150-200 บาร์ ฉีดไปบนพื้นผิวจะทำให้ฟิล์มสีที่เสื่อมสภาพและคราบสกปรกที่ฝังแน่นจะหลุดออกได้ง่าย ทิ้งให้แห้งอย่างน้อย 1 วัน ก่อนทาสี (ขั้นตอนล้างพื้นผิวสามารถทำไปพร้อมกันกับการล้างทั้งผืนได้)
- 3.4.3 ทาหรือกลิ้งน้ำยา บริเวณผนังที่เกิดเชื้อราและตะไคร่น้ำ ลงน้ำยาชุ่มๆ จำนวน 1 เทียว (ไม่ต้องผสมน้ำ) ทิ้งให้แห้งอย่างน้อย 24 ชั่วโมง และไม่ต้องล้างออก สามารถทาสีทับได้เลย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 6-5/5

3.5 การบำรุงรักษา

งานทาสีทั้งหมดที่เสร็จแล้ว และแห้งสนิทดี ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความเรียบร้อย พร้อมทั้งซ่อมแซมส่วนที่ไม่เรียบร้อย และทำความสะอาดรอยสีเปื้อนส่วนอื่นของอาคารที่ไม่ต้องการทาสีทั้งหมด ตามขั้นตอน และคำแนะนำของผู้ผลิต โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน และจะต้องป้องกันไม่ให้น้ำสีสกปรก หรือเสียหายจากงานก่อสร้างส่วนอื่น ๆ ของอาคารตลอดระยะเวลาก่อสร้าง หากมีความสกปรก เสียหาย หรือไม่เรียบร้อยสวยงามใด ๆ ที่เกี่ยวกับงานทาสี ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขในทันที ตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

จบหมวด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	2/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 7-1/3

ประตู และวงกบอะลูมิเนียม หน้าต่างอะลูมิเนียม

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานประตู-หน้าต่าง ตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ[พร้อมการทดสอบ]
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องคำนวณแรงลมตามกฎหมาย จัดหาวัสดุซึ่งมีหน้าตัด และความหนาที่เหมาะสม แข็งแรง และสามารถป้องกันการรั่วซึมของน้ำฝนได้เป็นอย่างดี โดยเสนอผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการ
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องวัดขนาดที่แน่นอนของประตู-หน้าต่างจากสถานที่ก่อสร้างจริง ท้นที่ที่สามารถจัดทำได้ และจัดทำ Shop Drawing พร้อมรายละเอียดต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการประกอบ และติดตั้ง
- 1.4 ผู้รับจ้างติดตั้งงานอะลูมิเนียม จะต้องเป็นบริษัทที่มีเครื่องมือที่ทันสมัย มีช่างที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี มีประวัติ และผลงานการติดตั้งที่ดี โดยเสนอผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนที่ผู้รับจ้างจะว่าจ้างให้เป็นผู้ติดตั้ง
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องออกหนังสือรับประกันคุณภาพของวัสดุ และการติดตั้งเป็นเวลาไม่น้อยกว่า [2][5] ปี สำหรับอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับการรับประกันของผู้ผลิตอุปกรณ์ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 2 ปี

2. ผลិតภัณฑ์

2.1 อะลูมิเนียม

- 2.1.1 เนื้ออะลูมิเนียมต้องเป็น Alloy 6063 T5 หรือเทียบเท่า โดยมี Ultimate Tensile Strength ไม่น้อยกว่า 151.7 เมกะปาสกาล (22 000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)[ตาม มอก. 284-2560 อะลูมิเนียมเจ็อัดรีดขึ้นรูป] ให้ใช้ของ [เมืองทอง] [หรือSchimmer] [หรือTHAIMETAL] [หรือ ALUMET] [หรือ TARA] หรือเทียบเท่า มีความแข็งแรง ขนาดหน้าตัดเหมาะสม หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายการประกอบแบบ [โดยมีรายการคำนวณที่ผ่านการรับรองโดยวิศวกร ระดับสามัญวิศวกร] [หรือ]ตามขนาดมาตรฐาน บริษัทผู้ผลิต ความหนาของอะลูมิเนียมต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนด ดังนี้

อะลูมิเนียมชุดวงกบและบานเลื่อน หนา	1.5 มม.
อะลูมิเนียมชุดช่องแสงทั่วไป หนา	1.5 มม.
อะลูมิเนียมชุดประตูสวิง หนา	1.5 มม.
อะลูมิเนียมชุดรางแขวน หนา	1.5 มม.
อะลูมิเนียมชุดบานกระทุ้ง หนา	1.5 มม.
อะลูมิเนียมส่วนประกอบทั่วไป หนา	1 มม.

2.2 การเคลือบผิวของอะลูมิเนียม

- 2.2.1 ผิวของอะลูมิเนียมจะต้องเป็นสี [ดำ Anodized] หรือตามระบุในแบบ[หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ในแบบแสดงรายละเอียด ให้ผิวของอะลูมิเนียมในส่วนที่อยู่ภายในอาคารเคลือบผิว ชนิด Anodized สำหรับส่วนที่อยู่ภายนอกอาคารให้เคลือบผิวชนิด Anodized

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 7-2/3

2.3 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

2.3.1 สกรู

- สกรูยึด วงกบ และยึดตัวบานทุกตัวต้องใช้ชนิดที่เป็นสแตนเลส เท่านั้น
- สกรูที่ขันติดกับส่วนที่เป็นโครงสร้าง ค.ส.ล. หรือผนังฉาบปูน ให้ใช้สกรูที่ใช้ร่วมกับพุกโลหะที่เหมาะสม โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

2.3.2 ยางอัดกระຈก (Gasket) ให้ใช้ชนิด Neoprene หรือชนิด EPDM หรือเทียบเท่า

2.3.3 สักหลาด (Wool Pile) ซึ่งเสียบที่กรอบบานประตูโดยรอบ

2.4 วัสดุยาแนวรอยต่อ

2.4.1 รอยต่อรอบ ๆ วงกบอะลูมิเนียมทั้งภายนอก และภายใน ส่วนที่ติดกับปูนฉาบ หรือคอนกรีต หรือวัสดุอื่นใด จะต้องเจาะร่องกว้างประมาณ 5 มม. ลึก 3 มม. ยาแนวด้วยวัสดุยาแนวชนิดทาสีทับได้ ตามที่ระบุในหมวด 07 92 00 วัสดุยาแนว และจะต้องรองรับด้วย Backing หรืออื่น ๆ ตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุยาแนว โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

2.4.2 ส่วนรอยต่อกระຈกกับกระຈก และกระຈกกับอะลูมิเนียม หรือกระຈกกับวัสดุอื่นให้ยาแนวด้วยวัสดุยาแนวซิลิโคนตามที่ระบุในหมวด วัสดุยาแนว โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน ให้ใช้สีที่ใกล้เคียงหรือสีเดียวกันกับสีของอะลูมิเนียม

2.5 ผู้ติดตั้งงานประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียมให้ใช้ [.....] [หรือ] [หรือ] หรือเทียบเท่า

3. การดำเนินการ

3.1 การประกอบประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียม จะต้องติดตั้งตามแบบ และรายละเอียดที่ได้รับอนุมัติด้วยฝีมือประณีต

3.2 การเคลื่อนย้ายประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียมระหว่างการขนส่ง และในสถานที่ก่อสร้าง ต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ต้องห่อหุ้มให้เรียบร้อย การวางพิงหรือเก็บกอง ต้องมีค้ำยัน หรือวัสดุรองรับที่เหมาะสม มีหลังคาคลุม และไม่โดนน้ำ หรือฝนสาด

กุญแจ มือจับ และอุปกรณ์อื่น ๆ ต้องห่อหุ้มไว้เพื่อป้องกันความเสียหายจนกว่าจะส่งมอบงาน หากเกิดความเสียหายใด ๆ ผู้รับจ้างต้องแก้ไข หรือเปลี่ยนให้ใหม่ทันที โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

3.3 การติดตั้งประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียม จะต้องติดตั้งให้ถูกต้องครบถ้วนตามช่องเปิดที่เตรียมไว้ และต้องรับผิตชอบในการตรวจสอบ และประสานงานการปรับระดับเสาเอ็น และคานทับหลังโดยรอบช่องวงกบ เพื่อให้วงกบขนานกับผิวของเสาเอ็น และคานทับหลัง และมีระยะเว้นโดยรอบด้านละประมาณ 5 มม. ได้ตั้ง และได้ฉากทุกมุม

3.4 การยึดวงกบอะลูมิเนียมกับโครงสร้าง หรือเสาเอ็น และคานทับหลัง ให้ติดตั้งชิ้นส่วนสำหรับยึดไว้อย่างมั่นคง ก่อน การยึดจะต้องเว้นช่องห่างไม่เกิน 500 มม. การยึดวงกบทุกจุดทุกด้าน จะต้องมั่นคงแข็งแรง

3.5 ผู้รับจ้างจะต้องไม่พยายามใส่บานประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียมเข้ากับช่องวงกบที่ไม่ได้ฉาก หรือขนาดเล็กเกินไป ช่องวงกบจะต้องมีระยะเว้นโดยรอบบานประมาณ ด้านละ 2 มม.

3.6 การติดตั้งโดยการขันสกรู ต้องระมัดระวังมิให้วงกบ และบานประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียมเสียรูปได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	2/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 7-3/3

- 3.7 ผู้รับจ้างจะต้องยาแนวระหว่างวงกบอะลูมิเนียมกับผิวปูนฉาบให้เรียบเรียบร้อยงาม ทั้งภายใน และภายนอก
- 3.8 ภายหลังการติดตั้งประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียม รวมทั้งกระจก และอุปกรณ์ทั้งหมด ผู้ติดตั้งงานประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียมจะต้องทำการทดสอบบานเปิดทุกบานให้เปิด-ปิดได้สะดวก และทำการหล่อลื่นตามความจำเป็น
- 3.9 **การบำรุงรักษา และทำความสะอาด**
- 3.9.1 เมื่อติดตั้งชุดประตู และหน้าต่างอะลูมิเนียมเสร็จแล้ว แต่งานก่อสร้างส่วนอื่นยังคงดำเนินการอยู่ เช่น งานก่ออิฐฉาบปูน, งานเทพื้นปูนทราย เป็นต้น ผู้รับจ้างจะต้องพ่น Strippable PVC Coatings หรือใช้เทปป้องกันพื้นผิว (Protective Tape) เพื่อป้องกันผิวของอะลูมิเนียมไม่ให้เกิดความเสียหายจากน้ำปูน หรือจากสิ่งอื่นใด
- 3.9.2 เมื่อติดตั้งงานอะลูมิเนียมแล้วเสร็จ ข้อบกพร่องใด ๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะการรั่วซึมของน้ำฝน จะต้องได้รับการแก้ไขจนใช้การได้ดี และไม่มีการรั่วซึม ด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง
- 3.9.3 ก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่ชำรุดอันเนื่องจากการติดตั้งอะลูมิเนียม พร้อมทำการทดลองเปิด-ปิดประตู และทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานได้
- 3.9.4 ก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย ผู้ติดตั้งจะต้องทำความสะอาดผิวอะลูมิเนียม และกระจกทั้งด้านนอก และด้านในให้สะอาด ปราศจากคราบฝุ่น คราบสี หรือสิ่งอื่นใด เพื่อให้ดูสวยงาม ผู้รับจ้างต้องไม่ใช้เครื่องมือ และน้ำยาทำความสะอาดที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อผิวอะลูมิเนียม และกระจกได้

จบหมวด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 8-1/2

ประตูและวงกบเหล็ก Metal Doors and Frames

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งประตูเหล็ก ตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ พร้อมการทดสอบ
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งชิ้นส่วนตัวอย่างบานประตูเหล็ก วงกบเหล็ก และอุปกรณ์ประกอบ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงการติดตั้งวงกบ และบานประตูเหล็ก พร้อมรายละเอียดต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 ประตูเหล็กทั่วไป

ให้ใช้ประตูเหล็ก ซึ่งบานผลิตจากแผ่นเหล็กชุบกลวไนซ์หนาไม่น้อยกว่า [1] มม. ทำสี [ระบบ Polyester Powder Coating] ผลิตภัณฑ์ของ [Dimond Door][หรือ ศุภวิธ][หรือ Steeldoorproduct] หรือเทียบเท่า พร้อมวงกบเหล็กชนิด 3 ขา หนาไม่น้อยกว่า [1.6] มม. พับขึ้นรูปผลิตจากแผ่นเหล็กชุบกลวไนซ์เคลือบสีเช่นเดียวกับตัวบาน

2.2 ประตูเหล็กกันไฟ

ให้ใช้ประตูเหล็กกันไฟ ชนิดกันไฟ และกันควันได้ไม่น้อยกว่า [2] ชั่วโมง ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน [BS476] หรือเทียบเท่า บานผลิตจากเหล็กชุบกลวไนซ์หนาไม่น้อยกว่า [1.6] มม. ทำสี [ระบบ Polyester Powder Coating] ภายในบุด้วยฉนวนกันไฟ ผลิตภัณฑ์ของ [Dimond Door][หรือ ศุภวิธ][หรือ Sun metal] หรือเทียบเท่า โดยใช้วงกบชนิด 4 ขา หนาไม่น้อยกว่า [1.6] มม. พับขึ้นรูปผลิตจากแผ่นเหล็กชุบกลวไนซ์เคลือบสีเช่นเดียวกับตัวบาน และมียางกันควันโดยรอบบานประตู

2.3 ประตูเหล็กม้วน

ให้ใช้ประตูเหล็กม้วนตามระบุในหมวด งานประตูเหล็กม้วน (ถ้ามี)

2.4 อุปกรณ์ประตู

ให้ใช้อุปกรณ์ตามระบุในหมวด อุปกรณ์ประตู

3. การดำเนินการ

- 3.1 การติดตั้งวงกบเหล็กจะต้องมั่นคง แข็งแรง ได้ดั่ง และจาก การติดตั้งบานประตูเหล็กจะต้องแข็งแรง เปิด-ปิดได้สะดวก พร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ ครบชุด ตามระบุในแบบ วิธีการติดตั้งให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- 3.2 รอยต่อรอบวงกบทั้งภายนอก และภายใน ส่วนที่แนบติดกับผนังปูนฉาบ หรือวัสดุอื่นใด จะต้องเซาะร่องกว้าง 6 มม. ลึก 3 มม. อุดด้วยวัสดุยาแนวชนิดทาสีทับได้ ตามระบุในหมวด 07 92 00 วัสดุยาแนว

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-A/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรม	Page 8-2/2

3.3 การทาสี และบำรุงรักษา

ประตูเหล็กที่ติดตั้งเสร็จแล้วจะต้องมันคง แข็งแรง สวยงาม พร้อมสีที่มาจากโรงงาน[กรณีระบุให้พ่นสีทับหน้าให้พ่นสีทับหน้าอีก 2 ชั้น ด้วยสีน้ำมันตามระบุในหมวด 09 91 00 งานทาสี เมื่อทาสีเสร็จแล้ว จะต้องทำการทดลองให้ใช้งานได้ดีก่อนส่งมอบงาน]

จบหมวด

งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
1. การดำเนินงานทั่วไป	
1.1 การเตรียมงานของผู้รับจ้าง	1-1/6
1.2 การประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ	1-1/6
1.3 การจัดแผนงาน	1-1/6
1.4 ผู้รับเหมาช่วง	1-2/6
1.5 สวัสดิการและความปลอดภัย	1-2/6
1.6 การป้องกันความเสียหายอันจะเกิดขึ้นกับอาคาร	1-2/6
1.7 การควบคุมบุคคลภายนอก	1-2/6
1.8 ผู้ควบคุมงาน	1-2/6
1.9 การตรวจงาน	1-3/6
1.10 การสั่งซื้อของและวัสดุ	1-3/6
1.11 การใช้วัสดุเทียบเท่าและการใช้วัสดุอื่นแทน	1-3/6
1.12 แบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ	1-3/6
1.13 ข้อขัดแย้งในแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ	1-3/6
1.14 ระยะเวลาและมาตรฐานต่างๆ	1-4/6
1.15 การเปลี่ยนแปลงในการตกแต่ง	1-4/6
1.16 การตกแต่งที่ไม่ตรงกับแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ	1-4/6
1.17 การเสนอแบบขยายเท่าของจริง	1-4/6
1.18 การเสนอตัวอย่างเฟอร์นิเจอร์และตัวอย่างวัสดุ	1-4/6
1.19 การส่งมอบงาน	1-5/6
2. ข้อกำหนดทั่วไป (General Specification)	
2.1 งานไม้	2-1/14
2.2 งานโลหะ	2-3/14
2.3 งานผนัง	2-3/14
2.4 งานทาสี	2-4/14
2.5 งานกระจก	2-6/14
2.6 งานตกแต่งผิว	2-7/14
2.7 งานเฟอร์นิเจอร์	2-9/14
2.8 งานมู่ลี่อลูมิเนียม	2-13/14
2.9 งานม่านม้วนระบบมือดึง	2-14/14
3. รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์แนะนำใช้	3-1/1

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 1-1/6

1. การดำเนินงานทั่วไป

1.1 การเตรียมงานของผู้รับจ้าง

1.1.1 สำรวจสภาพของหน่วยงานที่จะทำการตกแต่งภายใน ตรวจวัดระยะขนาดของอาคาร อุปกรณ์ ไฟฟ้าและงานท่อน้ำโดยละเอียด เพื่อเป็นข้อมูลในการประกอบเฟอร์นิเจอร์และงานตกแต่งภายในซึ่งจะต้องปรับตามหน่วยงานและอุปกรณ์เครื่องใช้ดังกล่าว

1.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการศึกษาแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบตลอดจนขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ รวมถึงการประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ อย่างละเอียดถี่ถ้วน ในกรณีที่ผู้รับจ้างมีข้อสงสัยต้องการคำชี้แจงจากผู้ออกแบบ ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดเวลา/สถานที่ เพื่อให้ผู้ออกแบบเข้าร่วมให้คำแนะนำและชี้แจงเกี่ยวกับแบบรูปและรายละเอียด ประกอบแบบก่อสร้าง ตลอดจนตอบคำถามข้อสงสัยต่างๆ ที่ผู้เข้าร่วมประกวดราคาเสนอ คำถามเป็นคำชี้แจงเกี่ยวกับงานก่อสร้าง สัญญาเงื่อนไข หรืออื่นๆ โดยจะถือคำชี้แจง คำแนะนำ เหล่านั้นเป็นส่วนหนึ่งของเอกสารประกอบสัญญาในระหว่างการก่อสร้าง มิให้ผู้รับจ้างทำงาน โดยปราศจากแบบก่อสร้าง และคำแนะนำที่เหมาะสม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่องานทั้งหมด รวมทั้งแก้ไขให้ถูกต้อง หากผู้รับจ้างทำไปโดยพลการ

1.1.3 จัดหา จัดซื้อ และนำวัสดุอุปกรณ์ประกอบการตกแต่ง ช่างเทคนิค ช่างฝีมือและแรงงาน ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ เพื่อดำเนินการตกแต่งตามแบบรายละเอียด และรายการประกอบแบบ ให้เสร็จสมบูรณ์ ทันตามเวลาที่กำหนดในสัญญาจ้างเหมางานตกแต่งภายใน

1.1.4 หาวิธีในการปฏิบัติงาน เพื่อมิให้เป็นการรบกวนต่อการทำงานของบุคคลข้างเคียงหรือผู้รับเหมา รายอื่นๆ เช่น การเก็บรักษาวัสดุตกแต่ง การเก็บกวาดสิ่งปฏิกูล หรือเศษวัสดุเหลือใช้ การรักษา ความสงบในระหว่างการปฏิบัติงาน และอื่นๆ

1.2 การประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการประสานงาน ให้ความยินยอม และให้ความร่วมมือในการติดต่อหรือตกแต่งแก่ผู้รับจ้างรายอื่นๆ ที่ปฏิบัติงานอันไม่รวมอยู่ในงานตกแต่งภายใน และให้มีแผนปฏิบัติงานที่ประสานกันเพื่อให้ปฏิบัติงานเป็นไปตามแผนงานนั้นๆ เช่น งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ และงานด้านสุขาภิบาลจนแล้วเสร็จและสามารถใช้งานได้จึงเป็นที่พอใจแก่ผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบ หากเกิดเหตุ ให้เกิดความเสียหาย ให้เกิดความล่าช้าและอาจเกิดค่าใช้จ่ายแก่ผู้ว่าจ้างอันเนื่องมาจากความไม่ประสานงานกันผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและไม่นำมาเป็นเหตุในการขอต่ออายุสัญญา รวมทั้งต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดแก่ผู้ว่าจ้างและต้องไม่นำมาเป็นเหตุเรียกร้องค่าเสียหายใดๆ

1.3 การจัดแผนงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนงานนำเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งการตัดสินใจให้เป็นผู้ดำเนินการตกแต่งภายใน ซึ่งจะต้องประกอบด้วย

1.3.1 เวลาเริ่มงานการตกแต่งภายในแต่ละขั้นตอน

1.3.2 เวลาการจัดหาวัสดุก่อสร้างและอุปกรณ์

1.3.3 การเตรียมงาน ขั้นตอน และดำเนินการประกอบงานที่โรงงาน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 1-2/6

1.3.4 ระยะเวลาติดตั้ง ณ หน่วยงาน

1.3.5 เวลาแล้วเสร็จของงานตกแต่งภายในทั้งหมดโดยมีข้อแม้ตามเงื่อนไขที่ทางผู้ว่าจ้างได้กำหนดไว้และต้องแสดงแผนภูมิสถิติตความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานตกแต่งทุกประเภทโดยแสดงไว้ ณ หน่วยงานที่ดำเนินการตกแต่ง เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

1.4 ผู้รับเหมาช่วง

ในกรณีที่งานตกแต่งทั้งหมดจะต้องใช้ช่างหรือผู้รับเหมาช่วงหรือผู้ชำนาญงานด้านฝีมือหรือเทคนิคพิเศษ หากปรากฏว่าช่างของผู้รับจ้างหรือผู้รับจ้างช่วงไม่มีฝีมือหรือมีความรู้ความสามารถไม่เหมาะกับงาน หรือ เป็นผู้ที่มีความประพฤติไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในผลงานการปฏิบัติงานของช่างหรือผู้รับเหมาช่วงที่ได้ดำเนินงานไปแล้ว โดยยึดถือความเสียหายอันเกิดขึ้นแก่งานตกแต่งเป็นของผู้รับจ้างในทุกกรณี

1.5 สวัสดิการและความปลอดภัย

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความปลอดภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างการบาดเจ็บการเสียชีวิตอันเกิดจากอุบัติเหตุในการตกแต่งของผู้ที่เกี่ยวข้องหรือช่าง และคนงานของผู้รับเหมา ตลอดจนต้องจัดเตรียมอุปกรณ์การปฐมพยาบาลและสวัสดิการให้คนงานตามสมควร

1.6 การป้องกันความเสียหายอันจะเกิดขึ้นกับอาคาร

ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังไม่ให้งานเกิดความเสียหายแก่ตัวอาคาร รวมทั้งโครงสร้างอาคาร และ ส่วนประกอบอื่นๆ ที่มีอยู่แล้ว เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า, อุปกรณ์ปรับอากาศ ฯลฯ หากมีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซมแก้ไขด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง จนได้รับความพอใจ จากผู้ว่าจ้าง

1.7 การควบคุมบุคคลภายนอก

ผู้รับจ้างต้องควบคุมบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องกับงานตกแต่ง เข้ามาในบริเวณที่ทำการตกแต่งเป็นอันขาด และ จะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นในทุกกรณี

1.8 ผู้ควบคุมงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจ้างหรือแต่งตั้งหัวหน้าคุมงานตกแต่งหรือผู้รับผิดชอบงานเพื่อเป็นตัวแทนรับผิดชอบ งานทุกชนิดของผู้รับจ้างทั้งด้านโรงงาน และการติดตั้งที่สถานที่ตกแต่ง ในกรณีที่มีข้อผิดพลาด ข้อ สงสัยใด ๆ ขณะที่ผู้รับจ้างไม่อยู่ หัวหน้าคุมงานจะต้องเป็นผู้ที่สามารถเข้าใจในแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบอย่างดีและมีความรู้ในการใช้วัสดุและอุปกรณ์การตกแต่ง หากพบว่าหัวหน้าคุมงานผู้นั้นไม่มีประสิทธิภาพ หรือความสามารถในการทำงานและในการปฏิบัติงาน อันจะทำให้เกิดผลเสียหายกับงาน ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะขอเปลี่ยนหัวหน้าคุมงาน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 1-3/6

1.9 การตรวจงาน

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และผู้ออกแบบมีสิทธิตรวจงานและดูความคืบหน้าของงานระหว่างการดำเนินงานตกแต่ง ทั้งที่โรงงานและหน่วยงานที่ทำการตกแต่งทุกเวลาเพื่อตรวจสอบและวัดผลการดำเนินงานให้ถูกต้อง โดยผู้รับจ้างต้องแสดงสถิติของการปฏิบัติงานทุกขั้นตอนตามความเป็นจริงตั้งแต่เริ่มลงมือก่อสร้างจนกระทั่งแล้วเสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งการอำนวยความสะดวกในการตรวจงานในหน่วยงาน

1.10 การสั่งซื้อของและวัสดุ

วัสดุและอุปกรณ์การตกแต่งบางอย่างซึ่งจำเป็นต้องสั่งซื้อพิเศษจากผู้รับจ้างต้องสั่งของนั้น ๆ ล่วงหน้า หรือ ตรวจสอบจำนวนว่ามีมากพอที่จะใช้หรือไม่เพื่อจะได้ทันกับการประกอบและดำเนินงานทันตามสัญญาที่กำหนดไม่ว่าวัสดุนั้นจะสั่งซื้อภายในประเทศ หรือจากต่างประเทศ หากการดำเนินการสั่งซื้อล่าช้าด้วยเหตุผลใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในทุกกรณีโดยปราศจากเงื่อนไขใด ๆ ทั้งสิ้น

1.11 การใช้วัสดุเทียบเท่าและการใช้วัสดุอื่นแทน

ในกรณีที่วัสดุหรืออุปกรณ์ตกแต่งที่กำหนดให้ตามแบบรายละเอียด และรายการประกอบแบบไม่สามารถที่จะจัดหาได้ในท้องตลาด ผู้รับจ้างต้องยื่นขออนุมัติการใช้วัสดุเทียบเท่า โดยต้องนำเสนอวัสดุที่ขอเทียบเท่ามากกว่า 1 รายการ เพื่อจะได้เปรียบเทียบคุณภาพได้ตามความประสงค์ และระยะเวลาที่เสียไปในการขอเทียบเท่า นั้น หากวัสดุหรืออุปกรณ์ที่ขอเทียบเท่าราคาต่ำกว่าวัสดุที่กำหนดให้ในแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ ผู้รับจ้างยินดีที่จะให้ผู้ว่าจ้างหักเงินในส่วนของวัสดุที่ขาดไปเมื่อมีการจ่ายเงินในงวดต่อไป หรือถ้าหากราคาสูงกว่าเดิม ผู้รับจ้างจะเรียกกรอกราคาใช้จ่ายเพิ่มจากเดิมไม่ได้ ฉะนั้นในการขอวัสดุเทียบเท่าหรือใช้วัสดุแทนให้ใช้วัสดุที่มีราคาและคุณภาพใกล้เคียงกับวัสดุที่กำหนดให้ในแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบแต่ทั้งนี้จะต้องได้รับอนุมัติจากบุคคลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

- ก. คณะกรรมการตรวจรับวัสดุ
- ข. ตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- ค. ผู้ออกแบบ

1.12 แบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ

แบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบในงานนี้ทั้งหมดเป็นลิขสิทธิ์ของผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้างผู้รับจ้างจะนำไปใช้ในงานของที่อื่น ๆ ไม่ได้และ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะเรียกกรอกรายละเอียดและรายการประกอบแบบคืนเมื่องานตกแต่งทั้งหมดได้สิ้นสุดลง

1.13 ข้อขัดแย้งในแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ

ในการปฏิบัติงานตกแต่งภายใน หากมีข้อขัดแย้งหรือประสพปัญหาอันเป็นข้อขัดแย้งในวิธีปฏิบัติงานอันเกิดจากแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบให้ผู้รับจ้างแจ้งต่อผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบเพื่อพิจารณาทันทีก่อนที่จะลงมือดำเนินการต่อไปตามที่กำหนดไว้ โดยต้องไม่ถือว่าเป็นการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายละเอียด และรายการประกอบแบบแต่อย่างใด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 1-4/6

1.14 ระยะและมาตรฐานต่าง ๆ

ขนาดและมาตรฐานส่วนต่าง ๆ ที่ปรากฏในแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ การอ่านแบบให้ถือความสำคัญตามลำดับต่อไปนี้

- ก. แบบรูป
- ข. ระยะที่เป็นตัวเลข
- ค. อักษรที่ปรากฏอยู่ในแบบรูป
- ง. แบบขยาย, แบบขยายเพิ่มเติม
- จ. แบบขยายที่ได้รับอนุมัติ

การวัดจากแบบโดยตรงอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้หากผู้รับจ้างยังมีข้อสงสัยอยู่ ให้ทำการสอบถาม จากผู้ควบคุมงานก่อนลงมือทำการก่อสร้างห้ามทำโดยพลการ

1.15 การเปลี่ยนแปลงในการตกแต่ง

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบ มีสิทธิที่จะสั่งเปลี่ยนแปลงรายละเอียดวัสดุและอุปกรณ์ ตกแต่งหรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบตามสภาพของสถานที่ติดตั้งเพื่อให้ได้ซึ่งประโยชน์ใช้สอยและให้ได้มาซึ่ง งานที่สมบูรณ์ โดยที่การเปลี่ยนแปลงนี้ไม่ได้ทำให้ราคาก่อสร้างตกแต่งสูงขึ้น

1.16 การตกแต่งที่ไม่ตรงกับแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ

ในกรณีที่มีการตรวจพบว่าผู้รับจ้างทำการตกแต่งไม่ตรงตามแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบ มีสิทธิให้ผู้รับจ้างทำการแก้ไขให้ถูกต้องทันทีโดยผู้รับจ้างจะเรียกชดเชยค่าเสียหายหรือต่อสัญญาไม่ได้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

1.17 การเสนอแบบขยายเท่าของจริง (Shop Drawing)

ก่อนที่งานตกแต่งจะดำเนินการ ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบขยายเท่าของจริงหรือตามที่คุณออกแบบกำหนด โดยเสนอแก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบเพื่อพิจารณาอนุมัติ โดยเฉพาะแบบที่ต้องการ ความประณีตและงานที่ต้องการความสวยงาม ฯลฯ ทั้งนี้หากผู้รับจ้างได้ดำเนินการไปก่อนโดยพลการ และมีผลเสียหายแก่งานตกแต่ง ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบมีสิทธิที่จะสั่งระงับหรือ แก้ไขโดยผู้รับจ้างจะเรียกชดเชยค่าเสียหายใดๆ มิได้

1.18 การเสนอตัวอย่างเฟอร์นิเจอร์และตัวอย่างวัสดุ

ก่อนการดำเนินการประกอบเฟอร์นิเจอร์ทุกชิ้น ผู้รับจ้างต้องเสนอตัวอย่างที่ประกอบเสร็จแล้วอย่างละ 1 ชิ้น ต่อผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติ และเพื่อทำการปรับปรุงในกรณีที่ผู้ออกแบบมีความประสงค์ที่จะทำการปรับปรุงตัวอย่างเฟอร์นิเจอร์นั้นๆ จนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบ และ ให้ยึดถือตัวอย่างที่ได้รับอนุมัตินี้ ซึ่งรวมถึงงานด้านฝีมือและความสวยงามเป็นหลักในการประกอบ เฟอร์นิเจอร์ชิ้นอื่นต่อไป โดยถือว่าตัวอย่างนี้เป็นส่วนหนึ่งของสัญญา ผู้รับจ้างจะเรียกชดเชยค่าใช้จ่ายเพิ่ม มิได้ อนึ่ง ถ้ามีปัญหาเกี่ยวกับวัสดุหรืออุปกรณ์สำเร็จรูปต่างๆ ที่มีรูปทรงลักษณะผิวสีหรือลวดลายอื่น จะก่อให้เกิดความแตกต่างกันในด้านความงาม ผู้รับจ้างต้องส่งรูปแบบหรือตัวอย่างวัสดุหรือ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 1-5/6

อุปกรณ์นั้นๆ ให้ผู้ออกแบบตรวจสอบเลือกก่อนนำไปดำเนินการหาผู้รับจ้างดำเนินการติดตั้งหรือประกอบอุปกรณ์ต่างๆ ที่มิได้รับความเห็นชอบแล้วผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ที่ผู้ออกแบบหรือว่าจ้างเห็นชอบมาเปลี่ยนให้ทันที

1.19 การส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

1.19.1 ทำความสะอาด

ผู้รับจ้างจะต้องเก็บกวาดทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกอาคารและบริเวณก่อสร้างให้เรียบร้อย วัสดุที่ไม่ใช้แล้วต้องทำการขนออกให้พ้นบริเวณทั้งหมดและปิดกวาดอาคารให้สะอาด นอกจากนั้นผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดเป็นพิเศษสำหรับงานดังต่อไปนี้

ก. ทำความสะอาดกระจกทั้งหมดผู้รับจ้างจะต้องลบรอยฟ่อนและสีบนกระจกล้างพร้อมขัดเงาและจะต้องระมัดระวังไม่ให้กระจกมีรอยขีดข่วนใดๆ

ข. ทำความสะอาดงานทุกชิ้นที่ทาสี ตกแต่งและย้อมสี ผู้รับจ้างจะต้องลบรอยเครื่องหมายรอยฟ่อน รอยนิ้วมือ ดิน และ/หรือขี้ฝุ่นจากงานทาสี ตกแต่งและย้อมสี

ค. รื้องานเครื่องป้องกันชั่วคราวออกผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนเครื่องป้องกันชั่วคราวออกให้หมดทำความสะอาดและขัดพื้นเมื่องานเสร็จสมบูรณ์

ง. ทำความสะอาดและขัดงานไม้ทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดหรือขัดงานไม้เมื่องาน เสร็จสมบูรณ์

จ. ทำความสะอาดและขัดอุปกรณ์โลหะของงานทั้งหมดผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดและขัด อุปกรณ์โลหะของงานทั้งหมด รวมทั้งขัดรอยฟ่อนฝุ่นละออง สี ฯลฯ เมื่องานเสร็จ

ฉ. ขัดรอยจุด ขีดข่วน และสีจากงานปูพื้นกระเบื้อง ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดสิ่งติดตั้งและอุปกรณ์ ทั้งหมด ลบรอยฟ่อน สี ขี้ฝุ่น และสิ่งสกปรกทั้งหมด

ช. ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำความสกปรกหรือเสียหายใดๆ ให้เกิดแก่งานของผู้รับจ้างรายอื่นๆ ใน บริเวณโครงการเดียวกัน

1.19.2 การรื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างของเดิมหรือสิ่งกีดขวางใดๆ ในบริเวณหน่วยงาน ทั้งหมด วัสดุที่รื้อถอนออกหมดเหล่านั้นจะเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างนอกจากผู้ว่าจ้างจะระบุไว้เป็นอย่างอื่นโดยทำหนังสือ เป็นลายลักษณ์อักษร ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการเก็บ วัสดุดังกล่าวและนำไปเก็บไว้ในที่ที่ผู้ว่าจ้างต้องการ

1.19.3 การกำจัดวัสดุที่รื้อถอน

วัสดุก่อสร้าง อุปกรณ์ เฟอร์นิเจอร์และอื่นๆ ที่รื้อถอนออกจะเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างผู้รับจ้างจะต้อง กำจัดวัสดุที่ไม่ใช้ตามแต่ผู้ว่าจ้างจะสั่ง

1.19.4 การทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์บานเปิด รางเลื่อน ญุญแจ ไฟฟ้า ประปา อุปกรณ์ เครื่องใช้และอื่นๆ จนสามารถใช้การได้ดีทุกจุดในกรณีที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างหรือผู้ออกแบบมีความประสงค์จะ ทำการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนนำไปใช้ติดตั้งเพื่อทำงานจริง ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการทดสอบตามที่ผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 1-6/6

ของผู้ว่าจ้างหรือผู้ออกแบบกำหนดโดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดและจะไม่นำมาเป็นเหตุเรียกร้องค่าใช้จ่ายหรือค่าเสียหายใดๆ

1.19.5 กฎญแจ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำป้ายรายละเอียดไว้กับลูกกุญแจ รวมทั้ง Master Key (ถ้ามี) ให้ตรงกับกุญแจ ทุกชนิด และต้องส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างทั้งหมดทันทีเมื่อผู้ว่าจ้างรับมอบงาน ลูกกุญแจเหล่านี้ต้องอยู่ในความดูแลของผู้รับจ้างเป็น อย่างดี ห้ามจำลองลูกกุญแจเหล่านี้โดยเด็ดขาดไม่ว่ากรณีใด หากผู้รับจ้างทำลูกกุญแจหายผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนกุญแจชุด นั้นใหม่โดยจะคิดเงินเพิ่มไม่ได้

1.19.6 การปฏิบัติงานนอกเหนือจากนี้ให้ถือตามข้อตกลงและสัญญาจ้างเหมาตกแต่งภายในระหว่างผู้ว่าจ้างและ ผู้รับจ้าง

1.19.7 ในการส่งมอบงานผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทุกอย่างที่ระบุให้เสร็จเรียบร้อยจนใช้งานได้ภายใน กำหนดเวลาที่ระบุไว้ในสัญญา

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-1/14

2. ข้อกำหนดทั่วไป (GENERAL SPECIFICATION)

2.1 งานไม้

2.1.1 วัสดุ

- ไม้ทั่วไปที่นำมาใช้ภายในการก่อสร้างตกแต่งยกเว้นงานชั่วคราว เช่น ไม้แบบ ไม้ค้ำยัน เป็นต้น จะต้องแห้งไม้ที่มีน้ำหนักเบากว่าปกติ หรือมีรอยแตกร้าว หรือมีตำหนิหรือรูห้ามนำมาใช้ตกแต่ง นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ ไม้ที่มีเนื้อไม้แห้งที่ขอบไม้เกินกว่า 1/5 เท่าของหน้าแคบ ห้ามนำมาใช้ทำการตกแต่ง

- ไม้เนื้อแข็งนอกจากระบุไว้เป็นพิเศษไม้ที่ใช้ในการตกแต่งทั้งหมด (ยกเว้นงานชั่วคราว) ให้ใช้ไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้อแข็งที่จะใช้จะต้องเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานกรมป่าไม้ ได้แก่ ไม้มะค่า ไม้แดง ไม้ประดู่ ไม้เคี่ยม ไม้ยมหิน ไม้รัง ไม้เต็ง ไม้พลวงและไม้ตะเคียนทอง

- ไม้เนื้ออ่อน ไม้สำหรับทำเคร่าหรือเคร่าฝ้าเพดาน อนุญาตให้ใช้ไม้อย่างได้ แต่จะต้องผ่านการอบและอัดน้ำยาแล้ว การอัดน้ำยาไม้ จะต้องมีความหนาแน่นน้อยกว่าคุณภาพอัดน้ำยาของโรงงานอัดน้ำยาไม้ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ คือ ก่อนอัดน้ำยาจะต้องอบไม้ให้แห้งประมาณ 30% แล้วจึงทำการ อัดน้ำยาโดยใช้อัดน้ำยาอบแห้งเครื่องปอนด์ ต่อไม้ 1 ลูกบาศก์ฟุต ไม้สำหรับทำเคร่าฝ้าหรือเคร่าฝ้าเพดาน จะต้องไล่เรียบมาจากโรงงานทั้งหมด ถ้าไม่ได้ระบุในแบบ ให้ใช้ไม้อย่างอบน้ำยาจากโรงงาน ห้ามใช้เศษไม้ที่ประกอบเป็นแบบเทคอนกรีตมาทำการก่อสร้างตกแต่งเด็ดขาด

- ไม้วงกบ ไม้สำหรับทำวงกบทั้งหมด นอกเหนือจากรระบุไว้เป็นพิเศษในแบบ ให้ใช้ไม้มะค่า ขนาดของไม้วงกบตามระบุในแบบ

2.1.2 ขนาดของไม้

ไม้สำหรับทำการตกแต่งทั้งหมด (ยกเว้นไม้สัก) ยอมให้เสียเนื้อไม้เป็นคลองเลื่อย โดยให้ขนาดเล็กกว่าที่ระบุในแบบได้แต่เมื่อตกแต่งพร้อมที่จะประกอบเข้าเป็นส่วนของอาคารจะต้องมีขนาดเหลือไม่น้อยกว่าดังนี้

ไม้ขนาด 1/2." ไซตตกแต่งแล้วเหลือไม่เล็กกว่า 3/8 "

ไม้ขนาด 1" ไซตตกแต่งแล้วเหลือไม่เล็กกว่า 13/16"

ไม้ขนาด 1 1/2" ไซตตกแต่งแล้วเหลือไม่เล็กกว่า 1 5/16"

ไม้ขนาด 3" ไซตตกแต่งแล้วเหลือไม่เล็กกว่า 2 11/16"

ไม้ขนาด 4" ไซตตกแต่งแล้วเหลือไม่เล็กกว่า 3 5/8"

2.1.3 การเข้าไม้

การบากไม้ก็ดี หน้าไม้ที่ประกบกันก็ดี จะต้องขีดเส้นจากวัดมุมให้ถูกต้องจึงเลื่อย เจาะไส ตกแต่งให้ หน้าไม้สนิทเต็มหน้าไม้ที่ประกบกัน

2.1.4 ไม้ทั้งหมดที่ไซตตกแต่งและประกอบเข้ารูปแล้วจะต้องได้รับการอุดโป๊วร่องรอยต่าง ๆ และขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อยแล้วจึงทาสีหรือแชลแลคทึบตามระบุในรายการ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-2/14

2.1.5 งานไม้สำหรับงานเฟอร์นิเจอร์

- คุณภาพไม้

ไม้ที่นำมาใช้ในงานต้องเป็นไม้ตัดแล้วไม่มีรอยบิน แตกร้าว บิดงอ ไม่มีตาไม้หรือกะพี้ไม้ หรือตำหนิอื่นๆ และต้องเป็นไม้ที่ผ่านการอบหรือผึ่งให้แห้งสนิท ไม่เกิดปัญหาจากการยืด หด บิด งอ ในภายหลัง

- ชนิดของไม้

โครงเฟอร์นิเจอร์ โดยทั่วไปใช้ไม้ขนาด 1" X 2" ในส่วนที่เป็นโครงภายนอกหรือสามารถมองเห็นได้จากภายนอกให้ใช้ไม้สักเนื้อหรือไม้เนื้อแข็งอื่นๆ ตามที่ระบุ และไม้ที่ใช้ต้องสามารถย้อมสีให้เป็นสีเดียวกันได้ ยกเว้นที่ระบุเป็นอย่างอื่น ในส่วนที่เป็นโครงภายในหรือไม่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก ให้ใช้ ไม้ยมหอม, ไม้สักจ้อยหรือไม้เนื้อแข็ง ห้ามใช้ไม้เนื้ออ่อนเป็นอันตราย วัสดุที่กรุในส่วนภายนอกหรือสามารถมองเห็นได้ให้ใช้ไม้อัดหนา 4 มม. และในส่วนที่รับน้ำหนักหนา 6 มม. หรือไม้สักจริงตามระบุหรือนอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่น หรือต้องพินสีส่วนการกรุไม้ภายในตู้หรือส่วนที่ไม่สามารถมองเห็นให้ใช้ไม้อัดหนา 4 มม. ยกเว้นในส่วนที่ต้องรับน้ำหนักให้ใช้ไม้อัดหนา 6 มม.

- ขนาดของไม้

ขนาดที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดหรือรายการประกอบแบบ คือขนาดของไม้ที่ยังไม่ได้ไสเรียบ และการนำไม้ที่ไสเรียบทั้งหมดมาใช้ขนาดต้องไม่เล็กกว่าที่ระบุเกิน 4 มม. และไม้ท่อนใดที่มีน้ำหนักเบาหรือเปื่อยหามนำมาใช้ได้ขาด

- โครงภายในให้ใช้ไม้ยมหอมทั้งหมด

- ไม้อัดสัก เป็นไม้อัดสักคุณภาพมาตรฐาน มอก.178-2519 เกรด เอ คัดลายขนาดความหนาตามแบบ

- ไม้อัดยางคุณภาพมาตรฐาน มอก.178-2519

2.1.6 งานประกอบ ยึด หรือติดตั้งโครงไม้

การติดตั้งโครงไม้ทั้งหมด ต้องตั้งแนวให้ระดับและได้ฉาก ทั้งแนวตั้งและแนวนอนตามที่กำหนด ระยะห่างของโครงไม้เกินกว่า 0.40 ม. นอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่นการเข้าไม้ต้องเข้าเดือย เข้ามุมห้ามตีชนหรือโดยพิจารณาตามความเหมาะสม กรณีที่จะต้องมีการต่อไม้ ให้ต่อที่แนวการแบ่งช่วง ห้ามต่อในส่วนกลางของการแบ่งนอกจากที่จำเป็น

2.1.7 การแบ่งช่วงหรือระยะต่าง ๆ

ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบระยะต่าง ๆ ของหน่วยงานที่ติดตั้งหรือเครื่องใช้ที่จะต้องติดตั้งในงาน ก่อนเริ่มดำเนินการประกอบและติดตั้ง การแบ่งช่วงโครงแนวตั้งให้ยึดระยะที่ได้ตรวจสอบจาก สถานที่และเครื่องใช้ต่าง ๆ เป็นแนวในการแบ่งหากถูกต้องตรงกับช่วงที่กำหนดให้ตามแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ และสามารถบรรจุหรือติดตั้งเครื่องใช้ที่กำหนดให้ก็ให้ดำเนินการต่อไปได้ ในกรณีที่必须ทำการปรับขนาดระยะต่าง ๆ ตามแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ เพื่อให้สอดคล้องกับหน่วยงานจริงให้ผู้รับจ้างทำการปรึกษาผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน ๆ ก่อนดำเนินการ หากมีข้อบกพร่องหรือเสียหายอันเนื่องมาจากการที่ไม่ได้ตรวจสอบขนาดดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องยินดีที่จะแก้ไขจนกระทั่งเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ โดยจะเรียกค่าใช้จ่าย ใด ๆ เพิ่มไม่ได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-3/14

2.1.8 การเข้ามุมและการเข้าเคี้ยวต่าง ๆ

การเข้าไม้หรือเข้ามุมต่าง ๆ ของการตกแต่งต้องสนิทและได้ฉากหรือได้ระดับแนวตั้งหรือแนวทางการเข้าไม้หรือเข้าเคี้ยวเข้ามุดึงต้องทำด้วยความประณีตทุกจุด ต้องอัดแน่นด้วยกาวที่ใช้กับงานไม้โดยเฉพาะ มีประสิทธิภาพที่คงทนและเหนียวแน่นห้ามเจือปนสารอื่นที่ทำให้ประสิทธิภาพของกาวเจือจางลง เช่น น้ำหรือน้ำมันต่าง ๆ การเข้าเคี้ยวทุกอันต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 3/8 นิ้ว หรือ ครึ่งหนึ่งของหน้าตัดไม้อัดด้วยกาวแดง (กาวผง) ทั้งไว้จนกว่ากาวจะแห้งสนิท การตอกตะปูที่มีความยาวมากกว่า 1 นิ้ว ให้ใช้สว่านเจาะนำก่อน และต้องตอกตะปู ตัดหรือทุบหัว และส่งให้จมในเนื้อไม้ก่อนที่จะอุดหัวตะปู การตอกกอล่าให้ปรากฏรอยค้อนที่ผิวได้

2.2 งานโลหะ

2.2.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ แรงงาน และอุปกรณ์การติดตั้งงานโลหะทั้งหมดที่ระบุไว้ในแบบ

2.2.2 แบบขยาย

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขยายและ Shop Drawing ของงานที่จำเป็นให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ ตรวจสอบก่อนจึงจะทำการก่อสร้างตกแต่งได้ แบบขยายเหล่านี้จะต้องแสดงขนาดจุดเชื่อมต่อและระยะต่างๆ โดยละเอียด

2.2.3 ตัวอย่าง

โลหะที่จะนำมาติดตั้ง จะต้องส่งตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ ตรวจสอบเสียก่อนภายหลังจากที่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงทำการติดตั้งได้

2.2.4 วัสดุ

วัสดุที่เป็นเหล็กทุกชนิดจะต้องมีคุณภาพดีไม่มีตำหนิหรือเป็นสนิม มีมาตรฐานสามารถรับความเค้นและเครียดและพิกัดต่างๆ ตามมาตรฐานของการผลิตทั่วไปและต้องมีขนาดตามระบุในแบบ

2.2.5 การประกอบและติดตั้ง

งานโลหะเปิดเตลิดทั้งหมด จะต้องมีความแข็งแรงและรูปร่างตามระบุในแบบขยายการพับ ตัดหรือตัดต่อ จะต้องเรียบร้อย ได้ฉาก ได้แนวและระดับรอยต่อต่างๆ จะต้องเรียบและสนิท การยึดด้วย น็อตสกรู ทุกแห่งต้องใส่แหวนรองรับและขันสกรูจนแน่น

2.2.6 การตกแต่ง

วัสดุที่เป็นเหล็กทั้งหมดจะต้องล้างให้สะอาดปราศจากสนิม รอยต่อและรอยเชื่อมต่าง ๆ จะต้องขัดตกแต่งให้เรียบร้อยและทาสีกันสนิมก่อนจึงทำการทาสีทับหน้าตามระบุในงานทาสีได้

2.3 งานผนัง

งานผนังโครงเคร่าโลหะ, ผนังกรุยิปซัมบอร์ด

2.3.1 วัสดุ

แผ่นยิปซัมบอร์ดใช้ชนิดหนา 12 มม. ชนิดปลายลาดเหมาะสำหรับใช้ฉาบเรียบ เคร่าผนัง ใช้ชนิดเหล็กอาบสังกะสี ขนาดกว้างไม่ต่ำกว่า 90 มม. ประกอบด้วย C Section ใช้ทางตั้งและ U Section ใช้แนวนอนระยะห่างของ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-4/14

โครงเคร่า @ 0.40 X 1.20 # การต่อเคร่าในแนวตั้งกับแนวนอนพยายามให้มีผิวหน้าเสมอกันเพื่อป้องกันมิให้แผ่นเป็นคลื่น Comer Bead และ Casing Bead จะต้องจัดเตรียมไว้ติดตั้งสำหรับแผ่นยิปซัมที่ชนกับช่องเปิดของวงกบประตูหน้าต่างหรือช่องเปิดต่างๆ ในส่วนที่ผนังยิปซัมชนกับผนังอื่นๆ หรือโครงสร้างและตามตำแหน่งที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร แผ่น Comer Bead และ Casing Bead จะต้องใช้แผ่นเหล็กชุบสังกะสีความหนาไม่ต่ำกว่า 0.5 มม. รอยชนต่างๆ ของแผ่นยิปซัมกับวงกบประตูหน้าต่างหรือผนังอื่น หรือโครงสร้างจะต้องเว้นร่องไว้ 6-8 มม. แล้วฉีดยึดด้วย Silicone

2.3.2 ตัวอย่าง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุต่างๆ มาเพื่อพิจารณาและอนุมัติก่อนติดตั้ง

2.3.3 การติดตั้ง

ผนังยิปซัมฉาบเรียบโครงเคร่าเหล็กจะต้องได้ดัง ได้จากกับผนังด้านอื่นๆ ความเรียบของผิวใน ระยะความยาว 1.20 จะต้องไม่เป็นแอ่งหรือนูนเกิน 2 มม.

การติดตั้งจะต้องเป็นไปตามที่ปรากฏในแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ พร้อมทั้งมี อุปกรณ์มาตรฐานต่าง ๆ ที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ติดตั้งให้ครบถ้วน C Section ในแนวตั้งจะต้อง ยึดกับโครงสร้างทั้งด้านบนและด้านล่างสำหรับที่หยุดลอยโดยไม่ชนกับผนังอื่นๆ หรือโครงสร้าง C Section ด้านริมสุดจะต้องใช้ Section คู่

2.3.4 การป้องกัน

ผนังที่ได้กรุและฉาบแนวแล้วจะต้องได้รับการดูแลมิให้โดนน้ำ น้ำมันหรือคราบต่างๆ ความชำรุดของผิวที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะด้วยเหตุใดก็ตาม จะต้องเปลี่ยนซ่อมแซมแผ่นยิปซัมการเปลี่ยนแผ่นยิปซัมจะต้องเปลี่ยนในส่วนที่โครงเคร่าและริมด้านที่จะต้องฉาบรอยต่อ จะต้องทำให้เหมือนแผ่นชนิดปลายลาด การเปลี่ยนแผ่นจะต้องเปลี่ยนเป็นพื้นที่ 1/2 แผ่นหรือเต็มแผ่นตามที่ผู้ควบคุมงานจะเห็นสมควร

2.3.5 ผนังกรุวัสดุอื่น

ผนังที่ระบุให้กรุวัสดุอื่นตามแบบ ให้ใช้โครงเคร่าเช่นเดียวกับผนังกรุยิปซัมบอร์ด และการใช้กรรมวิธีการติดตั้งตามกรรมวิธีของบริษัทผู้ผลิต หรือตามที่ระบุเป็นพิเศษตามแบบ

2.3.6 ผนังกรุไม้อัดสัก โครงเคร่าไม้

วัสดุไม้อัดสักขนาดหนา 4 มม. คุณภาพมาตรฐาน มอก. 178-2519 เกรด เอ คัดลาย การติดตั้ง กรุไม้อัดสักลงบนไม้อัดยางหนา 6 มม. โครงไม้ยางขนาดระบุตามแบบ อัดด้วยกาวให้แน่นสนิท ชัดแต่งผิวและรอยต่อให้เรียบร้อยเมื่อติดตั้งเสร็จแล้วผิวไม้อัดจะต้องเรียบไม่เป็น รอยคลื่น รอยต่าง ๆ ให้เป็นไปตามระบุในแบบหรือรายการประกอบ

2.3.7 งานผนังพิเศษ

ผนังชนิดอื่นที่ระบุตามแบบ ให้ใช้กรรมวิธีการประกอบและติดตั้งตามกรรมวิธีของบริษัทผู้ผลิต หรือตามที่มีการระบุเป็นพิเศษตามรายละเอียดในแบบก่อสร้าง

2.4 งานทาสี

2.4.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ แรงงาน และอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทาสีอาคารทั้งหมดที่ระบุในแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-5/14

2.4.2 รายการทั่วไป

สีที่ใช้และสีรองพื้น จะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตโดยเคร่งครัด ห้ามทำการผสมสีอื่น ได้นอกเหนือไปจากนั้นในการทาสีภายหลังจากที่แห้งแล้วสีเดียวกันจะต้องปรากฏเหมือนกันทุก ประการหากสีที่ทาไม่เท่ากัน ผู้รับจ้างจะต้องทำการทาสีในบริเวณที่ต่างกันเสียใหม่

2.4.3 วัสดุทั่วไป

- ชนิดของสี งานหลักให้ทาเคลือบด้วยสีกันสนิม Oxide Primer แล้วทาทับด้วยสีน้ำมัน Gross Paint ส่วนงานไม้ให้ทาเคลือบด้วยสีน้ำ Gross Paint วิธีการทาสีให้เป็นไปตามกรรมวิธีของ บริษัทผู้ผลิต

- ช่างทาสีต้องเป็นช่างสีที่มีความชำนาญ มีผู้ควบคุมงานคอยดูแลตลอดเวลา ห้ามการทาสีขณะที่ฝนตก อากาศชื้นจัด หรือบนผิวที่ยังไม่แห้งสนิท

- การเตรียมผิวสำหรับงานไม้ มีข้อควรปฏิบัติดังนี้
การทาสีบนพื้นผิวไม้ ขึ้นอยู่กับความชื้นของเนื้อไม้ถ้าไม้ยังมีความชื้นสูงมากไม่ควรทาสีควรปล่อยให้แห้งให้แห้งด้วยการตากหรือการอบจนเหลือความชื้นประมาณ 14%-18% รอยต่อหรือ ส่วนของไม้ที่จะต้องนำไปประกบกับวัสดุอย่างอื่น เช่น ผนังอิฐ ผนังซีเมนต์ ผนังปูนปลาสเตอร์ ควรทาสีรองพื้นก่อนนำไปประกบติดกัน

- พื้นผิวใหม่
: ให้แน่ใจว่าไม่ได้ผ่านการอบหรือตากจนแห้งดีแล้ว
: รอยแตกร้าวเป็นรู ต้องทำการอุดแต่งด้วยวัสดุที่แข็งพอและขัดให้เรียบเสมอกัน
: ส่วนที่เป็นตาไม้ ต้องตกแต่งให้เรียบรอยถ้าตาใหญ่ให้เจาะและอุดด้วยไม้ ชนิดเดียวกันขัดให้เรียบ

: รอยต่อ ลึน ร่องต่างๆ ที่ทำจากโรงงานจะต้องทาสีรองพื้นก่อนที่จะนำมาประกอบ
: ในการประสานชิ้นส่วนต่างๆ หากมีการตัด เลื่อย ส่วนใดๆ ให้ทาสีรองพื้นทันที
: เช็ดฝุ่นออกให้หมด
: ทาสีด้วยสีรองพื้นไม้อลูมิเนียม A 915-3687 หนึ่งครั้ง

- งานทาสีทั้งหมด จะต้องเรียบร้อยสม่ำเสมอ ไม่มีรอยแปลงรอยหยดสีและข้อบกพร่องอื่นใด ต้องทำความสะอาดรอยเปื้อนสับบนกระจก พื้น ฯลฯ งานทาสีจะต้องได้รับการตรวจตราและ ได้รับความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ

- งานฝีมือ สีที่ทาจะต้องทำด้วยความประณีตตามกรรมวิธีการผลิต การผสมสีและการเก็บรักษา จะต้องรัดกุม ไม่ให้มีวัสดุอื่นปนหรือขึ้นสีที่ค้างจากการทาจะต้องนำไปทำลายทันทีนอกบริเวณ หน่วยงาน

- วิธีการทาสี สีที่ทาจะต้องทาด้วยแปรงหรือเครื่องพ่นหรือลูกกลิ้ง
: จะต้องทาในขณะที่อุณหภูมิเดียวกัน
: ผิวหน้าขณะทาจะต้องสะอาด และจะขัดบางๆ ก่อนทาสีซ้ำลงไป
: สีที่ทาด้วยแปรง จะต้องเรียบไปทางเดียวกัน เมื่อเสร็จแล้วจะต้องมองไม่เห็นแนวแปรง
: ลูกกลิ้ง จะกระทำได้เมื่อทาสีชั้นที่สอง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-6/14

: สีพื้น จะกระทำโดยได้รับความเห็นชอบของผู้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้จะต้องสะอาดมีขนาด และกำลังตามวิธีการของผลิตภัณฑ์นั้นๆ สำหรับกระป๋องสี เมื่อทำการใช้แล้ว จะต้องทูปหรือ ทำลายให้เห็นเด่นชัด ส่วนสีที่บรรจุมาในกระป๋องที่บัพเห็นได้ชัดไม่อนุญาตให้นำมาใช้ในการทาสี

2.5 งานกระจก

2.5.1 วัสดุ

กระจกที่ใช้จะต้องผลิตโดยกรรมวิธี Float Process ผิวหน้า 2 ด้านเรียบสนิทไม่เป็นฟองอากาศหรือ คลื่น ไม่แตกร้าวหรือมีรอยขีดใดๆ ทั้งสิ้นชนิดและขนาดของกระจกต้องได้ตามที่ระบุไว้ในแบบกระจกเงาใช้กระจกที่มีความหนาตามแบบผลิตโดยกรรมวิธี Float Process ไม่เป็นคลื่น ฟองอากาศ หรือรอยแตกขีดใดๆ ด้านหลังเคลือบด้วยสารเงิน 2 ครั้ง โดยวิธีชุบด้วยไฟฟ้าและทาสี รองพื้นทับหน้าอีก 1 ชั้น กระจกเงานี้ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันความเสียหายจากการที่สารเคลือบ หลังหลุดไปเป็นระยะเวลา 5 ปี จนกว่าที่ทำการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนให้ใหม่ภายใน 1 เดือน นับตั้งแต่ได้รับหนังสือแจ้งจากผู้ว่าจ้างโดยไม่คิดมูลค่าเพิ่มเติมวัสดุยึดกระจกและอุดกันซึม (Glazing Material) ประกอบด้วย

- วัสดุแผ่นกระจกกับกรอบกระจก(Neo plane Gasket) ทำด้วย Neo plane ลักษณะเป็นเส้นยาวรูปร่างขนาด และการใช้งานเป็นไปตามที่บริษัทผู้ผลิตกระจกแนะนำ หรือตามที่ระบุในแบบ
- วัสดุอุดกันซึม(Sealant Compound) ลักษณะปรากฏอยู่ในหลอดใช้งานโดยเครื่องมืออัดฉีดวัสดุนี้เป็นส่วนผสมของSilicone Rubber ในส่วนที่จำเป็นจะต้องใช้ (การใช้งาน ดูเรื่องงาน ประตูหน้าต่างอลูมิเนียม) การอุดจะต้องเป็นสัดส่วนระหว่างกว้างและลึกเท่ากับ 2 ต่อ 1 ความ ลึกต้องไม่น้อยกว่า 6 มม.
- แท่นรองรับและยึดกันกระจก (Setting Block and Spacer Shine) ทำจาก Vinyl หรือ Neo plane รูปร่าง ขนาดความหนาและการติดตั้งเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตกระจกทำหน้าที่รองรับกระจกกับกรอบด้านล่างและด้านข้างให้พอเพียง สำหรับอุดวัสดุกันซึมและการ ขยายตัวของกระจก สีต้องกลมกลืนกับวัสดุกันซึม กระจกที่มีความกว้าง 50 นิ้ว ต้องมีแท่น รองรับทุกด้านและแต่ละด้านมีอย่างน้อย 4 จุด ตัวริมห่างจากขอบ ¼ เท่า ของความกว้างแต่ละด้านเพื่อให้เกิดระยะห่างของขอบกระจกกับกรอบอย่างน้อย 3/16" สำหรับกรอบอลูมิเนียม

2.5.2 ตัวอย่างวัสดุ

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอตัวอย่างวัสดุ พร้อมการประมวลงานของกระจกแต่ละชนิดที่ใช้งานขนาดไม่ต่ำกว่า 30 X 30 ซม. ความหนาตามแบบพร้อมยางยึดกระจก วัสดุอุดกันซึมโดยจะต้องมีเครื่องหมาย ชื่อบริษัทผู้ผลิต รายการ Specification แสดงคุณสมบัติของวัสดุแนบมาด้วย ชนิดของวัสดุที่จะ นำมาใช้ในหน่วยงานจะต้องได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ หรือผู้ออกแบบเป็นลาย ลักษณะอักษรก่อนเท่านั้น

2.5.3 วัสดุกระจกทุกชนิด จะต้องมีความสมบัติเทียบเท่ามาตรฐาน (Federal Specification DD-G-45 LA)

2.5.4 การเตรียมการติดตั้ง ลักษณะหน้าตัดและขนาดจะต้องเหมือนกรอบอลูมิเนียมตาม Shop Drawing ที่เสนอผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ หรือผู้ออกแบบพิจารณาจะต้องให้ได้ตรงจาก การยึดแต่ละกรอบทำ ด้วย Screw, Rivet, Bolt และ Nail Head จะต้องทำอย่างแข็งแรงวางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตาม แบบ ระยะเยื้องของกรอบคลาดเคลื่อนจากการเป็นฉากได้ไม่เกิน 1/8" ของช่วงกรอบแต่ละด้านรอย ต่อส่วนมุมต้องป้องกันสภาพจากอากาศภายนอกได้ดี ขนาดกว้าง ลึก

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-7/14

และส่วนยึดกระจกจะต้อง แข็งแรงพอสำหรับการรับน้ำหนัก และการขยายตัวของกระจกในกรณีที่กรอบเป็นเหล็กหรือไม่ จะต้องเคลือบผิวกรอบก่อนทำการติดตั้งกระจก

2.5.5 การติดตั้งกระจก

- กระจกจะต้องขัดขอบไม่ให้เกิดความแหลมคม การติดตั้งให้พอดีกับกรอบที่จะทำการติดตั้ง สำหรับกระจกนิรภัย (Tempered Glass) จะต้องตัดเจาะมาจากโรงงานในหน่วยงานห้ามใช้กรรมวิธีใด ๆ ที่จะทำให้ขนาดรูปร่างเปลี่ยนไป การติดตั้งต้องได้แนวตั้งทั้งสองระนาบวางบนแท่นรองรับ และยึดกับกระจกในตำแหน่งที่ผิวหน้ากระจกประกบกับตัวกรอบบานได้พอเหมาะหลังจากนั้นผู้ติดตั้งจะฉีกรวมวิธีการจัดวางลักษณะของตัวรองรับและยึดยึดกันซึ่งจะต้องเป็นไปตามที่บริษัทผู้ผลิตกระจกแนะนำและทำตาม Shop Drawing ที่เสนอผู้ว่าจ้างเพื่ออนุมัติแล้ว

- การชุบเซ็ดวัสดุกันซึมที่เป็นส่วนเกินต้องใช้น้ำยาทำความสะอาดหรือ Thinner ที่ผู้ว่าจ้างอนุมัติ แล้ววัสดุอุดยึดและกันซึมห้ามใช้ตัวละลายส่วนใดผสมเพื่อให้คุณภาพอ่อนตัวลง ก่อนการใช้วัสดุอุดยึดจะต้องทำความสะอาดกรอบบานให้สะอาดปราศจากฝุ่นผงสนิมหรือคราบน้ำมันการ อุดยึดวัสดุกันซึมต้องไม่ทำในขณะอุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาฟาเรนไฮต์

- การใส่กระจกจะต้องจัดวางแท่นตัวรองรับและยึดขอบด้านล่างและด้านข้างกระจกลักษณะการจัดวางให้ทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตกระจกและตัวรองรับ

- ห้ามกระแทกกระเทือน หรือโยกย้ายกระจกที่อุดด้วยวัสดุกันซึมแล้ว รวมทั้งห้ามเปิดปิดส่วนที่เป็นประตู หน้าต่าง จนกว่าวัสดุอุดยึดกันซึมจะแห้งตัว

- ผู้รับจ้างจะต้องส่งผู้เชี่ยวชาญมาควบคุมการทำงานขณะติดตั้งกระจก จนกว่างานจะแล้วเสร็จ การทำความสะอาดกระจกหลังการติดตั้ง เมื่องานติดตั้งกระจกเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำความสะอาดกระจกทั้งสองหน้า น้ำยาทำความสะอาดจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนฯ ก่อน ผิวกระจกเมื่อเสร็จแล้วก่อนรับงานจะต้องไม่มีรอยขีดแตกกร้าว หลังจากติดตั้งกระจกเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำใบรับประกันอย่างน้อย 1 ปี หากผลเสียหายอันเกิดจากการติดตั้งเกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนให้ใหม่ไม่เกิน 1 เดือนหลังจากได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้าง โดยผู้ว่าจ้างไม่ต้องจ่ายเงินเพิ่มแต่ประการใด

2.6 งานตกแต่งผิว

2.6.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ แรงงาน และอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็น เพื่อทำงานให้แล้วเสร็จตาม วัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ เพื่อให้งานเรียบร้อย และสมบูรณ์

2.6.2 วัสดุ

วัสดุที่ใช้กรุตกแต่งผิวทุกชนิด ต้องเป็นวัสดุที่ได้มาตรฐาน เรียบร้อยสมบูรณ์ ตามชนิดและขนาด ของวัสดุนั้น ๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบ

2.6.3 ตัวอย่าง

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอตัวอย่างของวัสดุแต่ละประเภทที่จะใช้ในงานตกแต่งต่อผู้ว่าจ้างหรือผู้ออกแบบ เพื่อพิจารณาอนุมัติ พร้อมรายละเอียด ชื่อบริษัทผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่าย กรรมวิธีในการ ประกอบติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งรายละเอียด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-8/14

อื่น ๆ (ถ้ามี) วัสดุที่ได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างหรือผู้ออกแบบและได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ แล้วเท่านั้น ที่จะนำไปใช้งานได้

2.6.4 การประกอบติดตั้ง

การประกอบและติดตั้งวัสดุชนิดต่าง ๆ ต้องเป็นไปตามกรรมวิธีที่ถูกต้องของบริษัทผู้ผลิต หรือ ตามที่ระบุไว้ในแบบ ซึ่งได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ แล้วเท่านั้น

2.6.5 ชนิดของวัสดุ

พรม : ชนิด ขนาด และกรรมวิธีการปูพรม ให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบหรือกรรมวิธีของ บริษัทผู้ผลิต
หินอ่อน- หินแกรนิต (Granite): ชนิดและขนาดของหินอ่อนหรือหินแกรนิตในแต่ละส่วน ให้เป็นไป ตามที่ระบุในแบบ รายละเอียดหรือรายการประกอบแบบ

วอลล์เปเปอร์ :

- ชนิดและขนาดของ Wallpaper ต้องได้มาตรฐานตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด และรายการประกอบแบบ
- ตัวอย่าง ผู้รับจ้างต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์ พร้อมกรรมวิธีการติดตั้ง เสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือผู้ออกแบบเพื่อพิจารณามติก่อนนำไปติดตั้งวัสดุที่ได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร และผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ หรือผู้ออกแบบแล้วเท่านั้นจึงจะนำไปใช้งานได้
- การเตรียมพื้นผิว ผิวที่จะบุวอลล์เปเปอร์ จะต้องเรียบไม่เป็นคลื่นในกรณีที่ไม่เรียบหรือ เป็นคลื่นให้ผู้ว่าจ้างใช้ Gypsum Plaster ฉาบให้เรียบและต้องทำความสะอาดผิวหน้าของผนัง ส่วนที่บุให้เรียบร้อยก่อนดำเนินการ โดยถือว่างานส่วนนี้อยู่ในสัญญาว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายเพิ่มไม่ได้
- การบุวอลล์เปเปอร์ให้เป็นไปตามกรรมวิธีของบริษัทผู้ผลิตหรือที่ระบุในแบบรายละเอียดหรือรายการประกอบแบบ

STAINLESS STEEL:

- ชนิดและขนาดของ Stainless Steel ต้องได้มาตรฐานตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดหรือรายการประกอบแบบ
- ตัวอย่าง ผู้รับจ้างต้องจัดส่งตัวอย่างหรือวัสดุและอุปกรณ์ พร้อมกรรมวิธีการติดตั้งเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือผู้ออกแบบเพื่ออนุมัติก่อนนำไปติดตั้งวัสดุที่ได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร และ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ หรือผู้ออกแบบแล้วเท่านั้น จึงจะนำไปใช้งานได้
- การติดตั้งให้ติดตั้ง Stainless Steel บนไม้อัดยางหนา 10 มม. โครงเคร่า 1" X 2" @ 0.40 # อัดด้วยกาวของแผ่น Stainless steel ยึดด้วย Screw Stainless Steel ในส่วนที่จำเป็น แล้วจึงนำไปติดตั้งในส่วนที่กำหนด เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ผิว Stainless steel ต้องเรียบไม่เป็นคลื่น แนวเส้นตรง รอยเชื่อมต่าง ๆ ให้ปัดหรือขัดให้เรียบเป็นผิวเดียวกัน

ทองเหลือง :

- ข้อกำหนดเหมือน Stainless Steel

แผ่นพลาสติกลามิเนต :

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-9/14

- ชนิดและขนาด ต้องได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียดหรือรายการประกอบแบบ
- ตัวอย่าง ผู้รับจ้างต้องจัดส่งตัวอย่างหรือวัสดุและอุปกรณ์ พร้อมกรรมวิธีการติดตั้งเสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือผู้ออกแบบเพื่ออนุมัติก่อนนำไปติดตั้งวัสดุที่รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร และ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ หรือผู้ออกแบบแล้วเท่านั้น จึงจะนำไปใช้งานได้
- การเตรียมพื้นผิวที่จะกรุ บัดผงแผ่น เศษสิ่งของต่างๆ ตามชอกมุมออกให้หมด พื้นผิวจะต้องสะอาด ปราศจากเศษวัสดุและคราบน้ำมันต่างๆ
- การกรุแผ่นพลาสติกลามิเนตให้ทากาวยางที่ผิวทั้งสองส่วนที่จะกรุ และแผ่นพลาสติกลามิเนตทิ้งให้แห้ง แล้วอัดติดกันให้แน่นด้วยแม่แรงหรือสิ่งกดทับอื่นๆ อย่าให้มีฟองอากาศหรือเป็น คลื่น จนกว่ากาวจะแห้งสนิท แล้วจึงทำการแต่งขอบ ลบมุม ในกรณีที่มีการเข้ามุม ให้ส่วนที่อยู่ด้านบนทับขอบส่วนที่อยู่ด้านล่าง อัดขอบให้แน่นจนกาวแห้งสนิทแล้วจึงแต่งขอบลบมุม สำหรับรอยต่อของแผ่นพลาสติกลามิเนตมีความยาวเกินกว่า 2.40 เมตร ให้ต่อส่วนกลางของส่วนที่กรุออกเป็น 3 หรือ 4 ส่วน หรือตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดหรือรายการประกอบ แบบ การต่อต้องตรงกันทั้งส่วนบนและส่วนล่าง

2.7 งานเฟอร์นิเจอร์

2.7.1 งานเฟอร์นิเจอร์ในงานตามสัญญาที่มีความหมายรวมถึงเฟอร์นิเจอร์ชนิดติดกับที่หรือเฟอร์นิเจอร์ ติดผนัง (Fixed Furniture) เฟอร์นิเจอร์ลอยตัว (Loose Furniture or Movable Furniture) และ งานอื่นๆ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ จัดซื้อ ประกอบและติดตั้งให้เรียบร้อยสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ ของแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ

2.7.2 การตรวจสอบสถานที่

ผู้รับจ้าง จะต้องทำการตรวจสอบระยะต่างๆ จากหน่วยงานจริงก่อนการดำเนินงาน เพื่อให้ทราบ ระยะ และปัญหาในการดำเนินงาน ณ หน่วยงาน หากมีข้อขัดแย้งหรือมีปัญหาเกี่ยวกับรายละเอียด หรือรายการประกอบแบบ ให้แจ้งต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ หรือผู้ออกแบบก่อนการดำเนินการ โดย ให้ยึดถือคำวินิจฉัยของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ หรือผู้ออกแบบเป็นข้อยุติ

2.7.3 วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ

ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในแบบรายละเอียดหรือรายการประกอบแบบ

2.7.4 ตัวอย่าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างผ้า วัสดุและอุปกรณ์ พร้อมกรรมวิธีการติดตั้งเสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือผู้ออกแบบเพื่ออนุมัติก่อนนำไปติดตั้ง วัสดุที่ได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร และผ่านการ ตรวจสอบคุณภาพจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ หรือผู้ออกแบบแล้วเท่านั้น จึงจะนำไปใช้งานได้

2.7.5 งานเฟอร์นิเจอร์เข้าที่หรือเฟอร์นิเจอร์ติดผนัง (Fixed Furniture) หรือ Built-in Furniture

- การติดตั้ง

ในการประกอบเฟอร์นิเจอร์เข้าที่ หรือเฟอร์นิเจอร์ติดผนังช่วงระยะต่างๆ ผู้รับจ้างต้องเตรียมเพื่อการ ติดต่อเข้ามุมกับหน่วยงานก่อนการติดตั้ง หากเฟอร์นิเจอร์ที่จะติดตั้งปิดบังอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่นๆ ผู้รับจ้างต้อง เคลื่อนย้ายหรือปรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้บนเฟอร์นิเจอร์ในตำแหน่งที่เหมาะสมด้วย ทั้งนี้ต้องผ่านการอนุมัติและตรวจสอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ หรือ ผู้ออกแบบก่อน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-10/14

- การตรวจสอบ

ในการประกอบเฟอร์นิเจอร์ ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ หรือผู้ออกแบบมีสิทธิตรวจสอบและดูความ คืบหน้า ของงานระหว่างดำเนินการทั้งที่โรงงานและ ณ หน่วยงานที่ก่อสร้างได้ตลอดเวลาตั้งแต่เริ่มดำเนินงานจนกระทั่งแล้วเสร็จ สมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกในการตรวจงานได้ตลอดเวลา

- การประกอบ

ทำตามแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบ ประกอบไม่ให้ใช้ตะปูเกลียวสำหรับใช้งาน ไม้แบบฝังในเนื้อไม้ อุดด้วยพุดดี ชัดด้วยกระดาษทราย แต่งผิวนอก การประกอบหรือเข้าไม้ ให้ใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธี ดังต่อไปนี้เท่านั้น คือ ตะปูเกลียว เข้าเดือยไม้ เข้าแบบ ปากฉลาม และอัดกาวแน่น การติดตั้งต้องเข้าที่สนิท ได้ระดับทั้ง ทางตั้งและทางนอน และยึดเข้าที่อย่างถาวร

- งานโครงไม้

ทำตามข้อกำหนดในหมวดงานไม้

- บานเปิด, บานเลื่อนและลิ้นชักต่างๆ

กรอบบานเปิด บานเลื่อนและหน้าลิ้นชักที่มองเห็นได้จากภายนอกทั้งหมด ใช้ไม้สักกรุไม้อัดสัก หรือ ตามที่ระบุในแบบรายละเอียด ขนาดตามที่ระบุในแบบรายละเอียดหรือรายการประกอบแบบ ไม้พื้นลิ้นชักทั้งหมดใช้ไม้อัด ยางมีความหนา 6 มม. ตู้บานเปิดทุกบานติดก้ามปูจับบานทุกบาน ลิ้นชักติดรางเลื่อนตามรายการประกอบแบบ

- งานไฟฟ้าและโทรศัพท์ในเฟอร์นิเจอร์

เนื่องจากการเดินสายไฟฟ้า และสายโทรศัพท์ในเฟอร์นิเจอร์บางแบบ โดยจะทำการร้อย สายไฟ และติดตั้งเต้ารับไฟฟ้าที่เฟอร์นิเจอร์นั้นๆ แบบและเฟอร์นิเจอร์ที่จะต้องดำเนินการเดิน สายไฟ ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และ สวิตช์ระบบปรับอากาศ ให้ผู้รับจ้างปรึกษาผู้ว่าจ้างหรือ ตัวแทนฯหรือผู้ออกแบบก่อนดำเนินการประกอบงานเฟอร์นิเจอร์ ทั้งหมด

2.7.6 งานเฟอร์นิเจอร์ลอยตัว (Loose Furniture or Movable Furniture)

การตรวจสอบงานเฟอร์นิเจอร์ลอยตัวให้ทำตัวอย่างตามที่กำหนด ในแบบรายละเอียดหรือรายการ ประกอบแบบตามขั้นตอนเพื่อตรวจสอบแก้ไขให้ถูกต้องดังนี้

- แก้วและโซฟา เมื่อทำโครงเหล็กหรือโครงไม้ สานผากระสอบกรู No Sag Spring บุนพองน้ำ หุ้ม ผ้า ด้ายดิบเสร็จ ให้ผู้ออกแบบตรวจสอบและอนุมัติ แล้งจึงหุ้มผ้าจริงได้เพื่อนำเสนอผู้ว่าจ้าง ตรวจสอบอนุมัติ และรับไว้เป็น ตัวอย่างเพื่อควบคุมมาตรฐานและถือเป็นจำนวนหนึ่งของงานใน สัญญา

- โต๊ะและตู้ต่าง ๆ เมื่อทำโครงประกอบไม้ติดตั้งบานประตูและลิ้นชักเสร็จ นำเสนอต่อผู้ว่าจ้าง หรือ ตัวแทนฯ หรือผู้ออกแบบตรวจสอบเพื่ออนุมัติ แล้วให้ทำสี ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ นำเสนอผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนฯ ตรวจสอบอีกครั้ง และรับไว้เป็นตัวอย่างเพื่อควบคุมมาตรฐานและถือเป็นจำนวนหนึ่งของสัญญา

- การส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งงานเข้าที่ตามตำแหน่งที่ระบุในแบบรายละเอียด และ รายการประกอบแบบตามสภาพที่เรียบร้อยการตรวจรับงานเฟอร์นิเจอร์ลอยตัวที่จัดวาง ถูกต้องตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรือตามตำแหน่งที่ผู้ออกแบบระบุเท่านั้น จะไม่ตรวจนับ เฟอร์นิเจอร์ลอยตัวที่อยู่ใน โกดัง โรงงาน หรือสถานที่อื่นๆ ทั้งสิ้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-11/14

- งานตู้โต๊ะ และเก้าอี้ต่างๆ

: งานประติมากรรมเห็นทั้งหมดเป็นไม้สัก ไม้อัดสักทั้งหมด นอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่นทำสีตามรายการและตัวอย่าง

: พลาสติกลามิเนต ทั้งหมดสำหรับหน้าโต๊ะและตู้ความหนา 1 มม. สีและคุณภาพตามตัวอย่างที่ระบุในแบบขนาดและรอยต่อทำตามแบบการติดตั้งทำตามกรรมวิธีหรือคำแนะนำ ของบริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่าย

: ผนังเทียม คุณภาพและสีตามตัวอย่างที่ระบุในแบบ ขนาด และรอยต่อตามแบบให้ใช้กาวยาเท็กซ์ในการติดตั้ง

2.7.7 การกรุผิวหน้า

ไม้อัด :

- ในการกรุผิวนางานเฟอร์นิเจอร์ด้วยไม้อัด การเข้าไม้ให้ใช้กาวยาที่โครงและส่วนที่ยึดติดก่อนที่จะยึดด้วยตะปูทุกหรือตัดหัว และส่งให้ลึกลงไปในเนื้อไม้ การตอกตะปูต้องทำด้วยความประณีต ไม่มีรอยหัวตะปูปรากฏที่ผิว ระยะตอกตะปูต้องห่างไม่เกิน 20 ซม. และต้องอัดแนวต่อไว้จนกว่ากาวยาจะแห้งสนิทในกรณีที่ต้องทำการต่อไม้อัดตามแนว ยาวเกินกว่า 2.40 เมตร ให้กรุลายไม้ขวางแนวความยาวของตู้ นอกจากจะมีวัสดุอื่นกรุทับหน้า ขอบและสันไม้อัดทั้งหมด ต้องไสให้เรียบและได้แนวก่อนทำการกรุ และต้องไม่มีรอยห่างระหว่างโครงกับไม้อัด และต้องไม่ปิดหัวไม้อัดโดยใช้ผิวไม้ สักในส่วนที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกต้องหรือใช้ไม้ยาง หรือไม้เนื้อแข็งในส่วนที่ไม่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก ไม้อัดที่ใช้ให้มีคุณภาพมาตรฐานเทียบเท่าของบริษัท ไม้อัดไทยบางนา จำกัด

แผ่นพลาสติกลามิเนต :

- ก่อนการดำเนินการ ให้ตรวจสอบขนาดและส่วนที่จะกรุและตัดแต่งพลาสติกลามิเนตให้ได้ขนาด แล้วทำความสะอาดส่วนที่จะกรุ บัดผงฝุ่น เศษไม้ต่างๆ ตามซอกมุมออกให้หมดก่อนที่จะทากาวยาที่ผิวและส่วนที่จะประกบติดกัน และอัดติดแน่นอย่าให้มีฟองอากาศหรือเป็นคลื่น และอัดด้วยแม่แรงหรือสิ่งกดทับอื่นๆ จนกาวยาแห้งสนิท และแต่งขอบลบมุมเล็กน้อย ในกรณีที่มีการเข้ามุม ให้ส่วนที่อยู่ด้านบนทับขอบส่วนที่อยู่ด้านล่างและอัดขอบให้แน่น

STAINLESS STEEL:

- Stainless Steel ที่ใช้ความหนาตามที่กำหนดและเรียบสม่ำเสมอก่อนติดตั้งต้องปรับแต่งส่วนที่จะทำการกรุให้ลบมุมส่วนที่เป็นสันหรือเหลี่ยม ส่วนวิธีการติดตั้งเหมือนแผ่นพลาสติกลามิเนต แต่ให้พับซ้อนขอบแผ่น Stainless steel ให้เรียบร้อย ผิว Stainless Steel ต้องเรียบ ไม่เป็น คลื่น แนวสันต้องตรง รอยเชื่อมต่างๆ ให้ขัดหรือปัดให้เรียบเป็นผิวเดียวกัน

2.7.8 งานสีและการทำผิว

หมายถึงการพ่น, การทำ, การลงสี, การทำน้ำมันต่างๆ ตลอดจนงานตกแต่งอื่นที่มีลักษณะ คล้ายคลึงกัน ยกเว้นส่วนที่กำหนดให้เป็นวัสดุอื่น

ขั้นตอนการทำสี

ประเภทสี:

- สีน้ำมัน ทาหรือพ่นผิวไม้หรือโลหะต่างๆ
- ทาแชลแลคและทาน้ำมัน ทาหรือพ่นบนผิวไม้
- สีอื่นๆ จะระบุเพิ่มเติมไว้เฉพาะงาน หรือเป็นพิเศษเฉพาะแห่ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-12/14

การเตรียมงานรองพื้น

- งานไม้

ส่วนที่เป็นงานไม้จะต้องแห้งสนิท ปิดฝุ่นผงและเศษวัสดุต่างๆ ให้ปราศจากรอยสกปรกหรือ คราบ น้ำมัน ย้ำหัวตะปูให้จมลงไปในเนื้อไม้ และอุดรอยต่อต่างๆ ให้เรียบร้อย ใช้กระดาษทราย ขัดไม้หรือเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ที่ทำสำเร็จจากโรงงาน ต้องทาสีรองพื้นหรือทาสีในชั้นแรกตาม ข้อกำหนดก่อนที่จะนำมาติดตั้ง

- ส่วนที่เป็นโลหะ

ก่อนอื่น ต้องทำความสะอาดผิวโลหะให้ปราศจากรอยสนิมฝุ่นและละอองต่าง ๆ หรือสิ่งสกปรกอื่นๆ โดยใช้กระดาษทรายหรือแปรงลวดขัด และล้างด้วยน้ำยากันสนิม เช็ดให้แห้งด้วยผ้า สะอาดก่อนที่จะทาสีรองพื้น เรตอ็อกไซด์หรือดำเนินการทาสีหรือผิวที่ระบุให้

การดำเนินงาน

การดำเนินงาน หรือทำผิวทั่วไปให้ปฏิบัติตามหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

- สภาพดินฟ้าอากาศที่ไม่เหมาะในการทาสีผู้รับจ้างจะต้องไม่ทาสี หรือผิวในขณะที่มีดินฟ้าอากาศไม่เหมาะ เช่น ในวันที่มีอากาศชื้นหรือมี ฝนตก ห้ามทาสีในบริเวณที่เปียกชื้น หรือมีฝุ่นละออง เมื่อมีการทาสีครั้งที่ 2 หรือในการทาสีแต่ละครั้ง ต้องรอให้สีเดิมแห้งสนิทเสียก่อน

- การทาสีทุกครั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องปิดบริเวณอื่นๆ ที่ไม่ได้ทาสีให้เรียบร้อยด้วย Tape และแกะออกเมื่อทาสีหรือผิวเสร็จแล้ว

- ก่อนทาสีจริงทุกครั้ง

ผู้รับจ้างต้องเสนอตัวอย่างสีจริงครั้งสุดท้าย ให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนฯ หรือผู้ออกแบบพิจารณา ก่อนหรือแสดงตัวอย่างของสีของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน หรือผู้ออกแบบ โดยทาพื้นผิวนั้นๆ เป็นเนื้อที่ประมาณ 1 ตารางเมตรทุก ๆ พื้นผิวที่จะต้องทาสีหรือผิว หากผู้รับจ้างดำเนินการไปโดยพลการผลเสียหายที่เกิดขึ้นนั้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงจนเป็นที่พอใจแก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนโดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

- การเก็บรักษา

การเก็บรักษา จะต้องเก็บในที่มิดชิด และทุกสีที่กำหนดต้องจัดแยกแต่ละชนิดอย่าให้ปะปนกัน

การย้อมสีและพ่นสีไม้

หลักการย้อมสีและพ่นสีไม้โดยทั่วไปมีดังนี้

การย้อมสีไม้:

- ย้ำหัวตะปูต่างๆ ให้จมลงในเนื้อไม้
- อุดรอยต่อ, หัวตะปูมุมต่างๆ ด้วยพุดดี หรือดินสอพองผสมแซลแลค
- ขัดผิวให้เรียบด้วยกระดาษทรายหยาบ ถ้ามีรอยขรุขระให้อุดแต่งอีกครั้ง และขัดด้วยกระดาษทรายเหมือนครั้งแรก
- ปิด Tape กันแนวส่วนที่ไม่ย้อมสี

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-13/14

- ลงฝุ่นจันทน์ย้อมผิว และขัดมันให้เรียบร้อยตามสีที่ต้องการ (เฉพาะการทำสีไม้)
- การทาน้ำมันหรือสีจริงครั้งที่ 1 หากมีรอยขนแปรงหรือผิวไม่เรียบ ขัดด้วยกระดาษทรายละเอียด แต่งลายและรอยต่อต่างๆ
- ทาน้ำมันหรือสีจริงครั้งที่ 2 หากมีรอยขนแปรงให้ขัดให้เรียบร้อยลงลูกประคบ แต่งสีอีกครั้งสุดท้าย ก่อนที่จะเคลือบผิวอีกครั้ง

การทาน้ำมันหรือสี

การทาน้ำมันหรือสีในส่วนที่มองไม่เห็นได้จากภายนอกตู้ให้ดำเนินการดังนี้

- ย่ำหัวตะปู และอุดด้วยพุดดี ขัดผิวและปิดฝุ่นละอองให้เรียบร้อยและปิด Tape กันส่วนที่ไม่ต้องการ

- ทาสีน้ำมันหรือสีจริงครั้งที่ 1 และขัดผิวให้เรียบร้อยก่อนที่จะทาสีจริงครั้งสุดท้าย

งานทาสีเฟอร์นิเจอร์ทั้งหมดนี้ให้เสนอตัวอย่าง 1 ตารางฟุตเพื่ออนุมัติงานสีไม้สำหรับเฟอร์นิเจอร์ลอยตัวทั้งหมดให้ปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

- สีไม้ เป็นสีแลคเกอร์มันกลัดด้าน
- ขั้นที่ 1 ให้ขัดด้วยกระดาษทรายละเอียดโดยตลอดผิวนอกที่มองเห็น
- ขั้นที่ 2 ให้ลงแชลแลคขาวใส
- ขั้นที่ 3 ให้ลงแชลแลคโดยใช้ลูกประคบโดยตลอด
- ขั้นที่ 4 ให้ขัดด้วยกระดาษทรายน้ำโดยตลอด
- ขั้นที่ 5 ให้พ่นแลคเกอร์ด้านโดยตลอด
- ขั้นที่ 6 ให้ขัดกระดาษทรายน้ำโดยตลอดอีกครั้ง
- ขั้นที่ 7 ให้พ่นแลคเกอร์ด้านชั้นสุดท้าย 2 ครั้งโดยตลอดส่วนของเนื้อไม้ให้ทำตามตัวอย่าง

2.8 งานมู่ลี่อลูมิเนียม 25 มม. (HORIZONTAL BLIND PERMA SYSTEM)

มู่ลี่อลูมิเนียม 25 มม. (1 นิ้ว) ประกอบขึ้นจากโครงสร้าง และระบบที่แข็งแรง ดังต่อไปนี้

2.8.1 Slat ใบบลูมีความหนา 0.22 มม. ทำด้วยอลูมิเนียมชนิดพิเศษ แข็งแรง ผ่านการอบสี Enamelled Alloy อย่างดี ไม่ลอก

2.8.2 Cord เชือกดิ่ง และเชือกร้อยใบ ทำด้วยใยสังเคราะห์เทอร์ลีน 100% ไม่ยืด ไม่หด แชน้ำได้ เป็นสีเดียวกับใบม่าน

2.8.3 Head Rail ตัวรางเหล็กเส้นใหญ่และแข็งแรง ขนาด 38 X 28 มม. สามารถทำได้กว้างถึง 3.40 เมตร

2.8.4 Cord Clocker ตัวล็อกทำด้วยเฟืองโลหะเหลือง จำนวน 6 ชั้น เพื่อเพิ่มความละเอียดในการหยุดทุกตำแหน่ง ไม่เป็นสนิม ล็อกง่าย และสนิท

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-I/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 2-14/14

2.8.5 Tilt Mechanism ตัวปรับใบทำด้วยโลหะหมุนทดบนเฟืองพลาสติกอย่างดี เพื่อความแข็งแรงใช้น้ำหนักเบาในการพลิกใบ และไร้เสียงรบกวน ไม่ต้องบำรุงรักษาตลอดอายุการใช้งาน แกนเป็น พลาสติก Acrylic ชนิดใสมีความยืดหยุ่นสูง และทนทาน

2.8.6 Size ขนาดพื้นที่ของมู่ลี่เหมาะสมต่อ 1 ชุดไม่ควรเกิน 6 ตรม. และสามารถทำได้ถึง 8 ตรม.

2.9 งานม่านม้วนระบบมือดึง (MECHOSHADE MANUAL SHADE SYSTEM)

ม่านม้วนระบบมือดึง เป็นม่านม้วนชนิดม้วน ขึ้น-ลง ด้วยระบบโซ่ดึง พร้อมผ้า Sunscreen กรองแสง

2.9.1 ระบบเกียร์ชนิดโซ่ดึง ทำจากพลาสติกอย่างดี (Dupont Derlin) พร้อมอุปกรณ์ผ้าเบรกสำหรับตั้งน้ำหนักผ้า

2.9.2 ขาจับเป็นแผ่นเหล็กเต็มแผ่น ขึ้นรูปหนา 3.20 มม. ยึดด้านหลังเพื่อรองรับชุดม่าน

2.9.3 แกนม้วนผ้าอลูมิเนียมเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มม. พร้อมร่องสำหรับสอดผ้าช่วยให้การถอดทำความสะอาด หรือเปลี่ยนม่านทำได้ง่าย โดยไม่ต้องถอดชุดขาจับ

2.9.4 โซ่ดึงสแตนเลสไม่ขึ้นสนิม ระยะห่างเม็ดโซ่ 6 มม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.40 มม.

2.9.5 กล่องม่านอลูมิเนียม รูปตัว L สามารถติดตั้งเพิ่มเติมเพื่อบังแกนม้วนผ้า ให้ความสวยงามและความเรียบร้อย และทำสีได้ตามต้องการ

2.9.6 ม่านผ้า Thermoveil Sunscreen (เทอร์โมวิล ชันสกกรีน) ให้แสงผ่าน 2% - 5% เพื่อกรองแสงในขณะเดียวกันสามารถมองผ่านผ้า เห็นทัศนียภาพภายนอกได้ ผ้าเป็นวัสดุไม่ลามไฟทำจาก Polyester ผสม PVC.

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. :	Rev. No.
Doc. Title : งานสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	Page 3-1/1

3. รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์แนะนำให้ใช้

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้และการพิจารณาของผู้ว่าจ้างที่จะอนุมัติหรือไม่ถือเป็นที่ยึดถือ อย่างไรก็ตามหากว่าผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

3.1 งานปิดผิวลามิเนต

- GREENLAM LAMINATE
- EDL LAMINATES
- FORMICA LAMINATE
- MELATONE LAMINATE

3.2 งานม่านปรับแสง

- บริษัท LUXURY
- บริษัทไฮท์เกเบอร์ (ประเทศไทย) จำกัด
- บริษัท CASA LIVING

3.3 งานอลูมิเนียม

- ALLOY SOLUTION
- MAENAM
- หจก. เค. ดับบลิว. โปรดักส์

3.4 งานป้ายภายในอาคาร

- บริษัท เจ เค วันมาร์ค จำกัด(สำนักงานใหญ่)
- The 101 จำกัด (สำนักงานใหญ่)
- NAT DESIGN AND MEDIA

3.5 งานกระจก

- บริษัท ทีวายเค กลาส จำกัด (TYK GLASS)
- บริษัท กลาสอิสกูด จำกัด (Glass Is Good)
- บริษัท กลาสฟอร์ม แมนูแฟคเจอร์ จำกัด (GLASSFORM)

งานโครงสร้าง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	
1. งานดิน	
1.1 การขุดดินฐานราก	1-1/3
1.2 คานระดับดิน	1-1/3
1.3 การปรับระดับดิน	1-1/3
1.4 การถมดิน	1-2/3
1.5 การป้องกันดินพังทะลาย	1-2/3
1.6 การระบายน้ำ	1-2/3
1.7 การถมดินบ่อน้ำเดิม (คูน้ำเดิม)	1-3/3
1.8 การป้องกันแมลง มด และปลวก	1-3/3
1.9 การเตรียมดินสำหรับปลูกต้นไม้	1-3/3
2. มาตรฐานงานฐานราก	
2.1 ฐานรากที่ต้องใช้เสาเข็ม	2-1/2
2.2 การขุดดินเพื่อทำฐานราก	2-1/2
3. งานเสาเข็มตอก	
3.1 ขอบเขตของงานเสาเข็มตอก	3-1/8
3.2 ข้อกำหนดวัสดุเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ	3-1/8
3.3 การเตรียมการ	3-4/8
3.4 การตอกเสาเข็ม	3-4/8
3.5 คุณภาพของงาน	3-7/8
3.6 การตรวจสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มในสนาม (ถ้ามี)	3-7/8
3.7 การเสร็จสิ้นงานเสาเข็ม	3-7/8
4. มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักเสาเข็ม	
4.1 วิธีการทดสอบเสาเข็มแบบ Static Load Test	4-1/8
4.2 วิธีการทดสอบเสาเข็มวิธี Dynamic Load Test	4-4/8
4.3 วิธีการทดสอบเสาเข็มวิธี Seismic Test	4-5/8
5. มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก	
5.1 ปูนซีเมนต์	5-1/7
5.2 ทราย	5-1/7
5.3 หิน หรือ กรวด	5-1/7

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page

5.4	น้ำ	5-1/7
5.5	คอนกรีต	5-2/7
5.6	การป้องกันการซึม	5-5/7
5.7	แบบหล่อ	5-7/7
6.	มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต	
6.1	เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต	6-1/3
6.2	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้	6-1/3
6.3	การเก็บวัสดุ	6-2/3
6.4	การตัดเหล็กเส้น	6-2/3
6.5	การต่อเหล็กเสริม	6-2/3
6.6	การเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างเพื่อการทดลอง	6-3/3
7.	การตัดและการต่อเหล็กเส้น	
7.1	การงอปลายเหล็ก	7-1/3
7.2	การวางเหล็กคาน	7-2/3
7.3	การต่อเหล็กเสา	7-2/3
8.	รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์	8-1/2
9.	ภาคผนวกงานโครงสร้าง ก	9-1/2
	ภาคผนวกงานโครงสร้าง ข	9-2/2

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page

คำนำ

รายการฉบับนี้ให้เรียกว่า “รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมโครงสร้าง”ให้อ่านประกอบและตีความร่วมกันกับสัญญาจ้างงาน ซึ่งผู้ว่าจ้างทำกับผู้รับจ้าง

กรณีข้อความขัดแย้งกันระหว่างสัญญาจ้างงาน และข้อกำหนดนี้ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเป็นผู้วินิจฉัย และชี้ขาด คำชี้ขาดเช่นที่ว่านี้ให้ถือเป็นอันยุติที่ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตาม

1. วิเคราะห์ศัพท์

1.1 ผู้ว่าจ้าง (OWNER)

หมายถึง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา และ/หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ผู้ได้รับมอบหมาย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา เป็นลายลักษณ์อักษร

1.2 ผู้รับจ้าง (CONTRACTOR)

หมายถึง บริษัท จำกัด ซึ่งเป็นผู้รับจ้างที่ทำสัญญา
งานก่อสร้าง งานโครงสร้าง สถาปัตยกรรม งานโยธา งานระบบไฟฟ้าสื่อสาร งานระบบปรับอากาศ งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย และงานโครงสร้างสำหรับงานระบบ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โครงการโครงการจ้างออกแบบอาคาร 5 และสะพานทางเดินเชื่อมระหว่างอาคาร ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.3 สถานที่ก่อสร้าง

หมายถึง ที่ดินซึ่ง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา กำหนดให้ตามแบบสถาปัตยกรรม

1.4 วิศวกรผู้ออกแบบงานโครงสร้าง (Structural Engineer)

หมายถึงบริษัท ฟิวเจอร์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด

1.5 สถาปนิกผู้ออกแบบ (Architect)

หมายถึงบริษัท ฟิวเจอร์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด

1.6 วิศวกรผู้ออกแบบงานระบบ (System Engineer)

หมายถึงบริษัท ฟิวเจอร์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด

1.7 ผู้บริหารโครงการ (Construction Management)

หมายถึง แต่งตั้งขึ้นให้เป็นคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเพื่อดำเนินไปตามเงื่อนไขสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชาช่าง แทน มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.8 คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

หมายถึง คณะกรรมการที่ผู้ว่าจ้าง แต่งตั้งขึ้นในคราวเดียวให้เป็นผู้แทนควบคุมดูแล ในขณะระหว่างการก่อสร้างให้การก่อสร้างดำเนินไปตามเงื่อนไขแห่งสัญญา แทน มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.9 ตัวแทนผู้ว่าจ้าง

หมายถึง ผู้ที่ได้รับมอบหมายจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ให้ความควบคุมดูแลงานก่อสร้างงานนี้

1.10 งานก่อสร้าง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page

หมายถึง งานก่อสร้างตามขอบเขตของงานตามสัญญาซึ่งรวมถึงแรงงานหรือวัสดุหรือทั้งสองอย่าง อุปกรณ์เครื่องมือ การขนส่ง และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการดำเนินงานให้เสร็จเรียบร้อยตามสัญญา

1.11 ผู้ควบคุมงาน

หมายถึง ผู้แทนเจ้าของโครงการที่ได้รับการแต่งตั้งให้ควบคุมงาน

1.12 ผู้รับจ้าง

หมายถึง นิติบุคคลและตัวแทน หรือลูกจ้างของนิติบุคคลที่ลงนามเป็นคู่สัญญากับเจ้าของโครงการ

1.13 แบบประกอบสัญญา

หมายถึง แบบก่อสร้างทั้งหมด ที่มีประกอบในการทำสัญญาจ้างเหมาและแบบก่อสร้างที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข และเพิ่มเติมโดยความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว

1.14 รายละเอียดประกอบแบบ

หมายถึง ข้อความและรายละเอียดที่กำหนด และควบคุมคุณภาพ หรือ ข้อกำหนด"ของ วัสดุ-อุปกรณ์ เทคนิค และข้อตกลงต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานก่อสร้างที่มีปรากฏ หรือไม่มีปรากฏในแบบก่อสร้างตามสัญญานี้

1.15 การอนุมัติ

หมายถึง การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร จากผู้มีอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติ

1.16 ระบบประกอบอาคาร

หมายถึง ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล และ ระบบอื่นๆ ที่นอกเหนืองานสถาปัตยกรรมและก่อสร้าง

“มอก.”	หมายถึง	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
“ว.ส.ท”	หมายถึง	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
“ACI”	หมายถึง	American Concrete Institute
“ASCE”	หมายถึง	American Society of Civil Engineers
“ASTM”	หมายถึง	American Society for Testing and Materials

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 1-1/3

1. งานดิน

ผู้รับจ้าง จะต้องขุดและปรับพื้นบริเวณที่จะก่อสร้างให้ได้ระดับตามที่กำหนดในแบบแปลนในกรณีที่ต้องรื้อถอนอาคารเดิม ต้นไม้ที่ไม่ได้รับการอนุมัติให้รื้อถอน รวมทั้งสาธารณูปโภคและสิ่งกีดขวางอื่นๆ ที่อยู่ใต้ดินในบริเวณก่อสร้างสิ่งของหรือรื้อถอน และไม่ใช้ในการก่อสร้าง ให้ทำการขนย้ายออกให้เรียบร้อยทันที มิให้เกะกะทางสัญจรไปมาและบริเวณใกล้เคียง หากดินในบริเวณที่ก่อสร้างไม่เพียงพอในการปรับพื้นที่ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ไปจัดหาดินส่วนที่ขาดมาทั้งสิ้น

สำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการรื้อถอน ผู้รับจ้างจะต้องชดเชยค่าความเสียหายที่เกิดขึ้น ตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

1.1 การขุดดินฐานราก

1.1.1 ให้ขุดดินฐานรากมีความลึก และกว้างตามที่กำหนดในแบบให้มีเนื้อที่โดยรอบกว้างพอที่จะทำค้ำยันและประกอบไม้แบบหรือถอดแบบและเทคอนกรีตได้สะดวก การขุดดินให้ใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักร และให้ทำการสูบน้ำออกจากกันบ่อและให้ตอนบนและกันบ่อแห้งอยู่ตลอดเวลา

1.1.2 เครื่องมือ อุปกรณ์ แรงงาน ต้องเหมาะสมกับสภาพก่อสร้าง และได้รับความเห็นชอบจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง

1.1.3 สำหรับพื้นที่ดินอ่อน การขุดดินที่อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งก่อสร้างข้างเคียงหรือที่มีอยู่จะต้องทำการป้องกันดิน ให้ถูกต้องตามความเหมาะสม

1.1.4 โดยทั่วไป การขุดดินโดยไม่มีอุปกรณ์ป้องกันดินพังทลาย และไม่มีเครื่องมือกลหนักหรือวัสดุก่อสร้างกองใกล้บริเวณนั้น ความลาดของการขุดไม่ควรเกิน 1:3 สำหรับพื้นที่มีการใช้เครื่องมือกลหนัก หรือกองวัสดุใกล้อาคารข้างเคียง หรือสิ่งก่อสร้างที่มีความลาดที่ขุดไม่ควรเกิน 1:4 ทั้งนี้ ความลึกของการขุดไม่เกิน 3.00 ม.

1.1.5 สำหรับการขุดดินที่มากกว่า 3.00 ม. จะต้องมียุทธวิธีป้องกันดินพังที่ได้รับรองออกแบบโดยสามัญวิศวกร หากไม่มีอุปกรณ์ป้องกันดินพังทลายจะต้องทำการคำนวณออกแบบโดยใช้คุณสมบัติดินตามที่เจาะสำรวจ ประเมินค่ามีความปลอดภัยไม่น้อยกว่า 1.5 ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างเสนอรายการคำนวณพร้อมวิธีการทำงาน ที่ได้รับการรับรองโดยสามัญวิศวกร เสนอต่อผู้แทนผู้ว่าจ้าง เพื่อพิจารณาอนุมัติ

1.1.6 ดินที่ขุดขึ้นมาได้ จะต้องนำออกไปกองให้ห่างจากจุดปากหลุมที่ทำการขุดไม่น้อยกว่า 3 เท่าของความลึก ยกเว้นมีการป้องกันดินพังทลาย

1.2 คานระดับดิน

ให้ปรับระดับดินให้เรียบ และสม่ำเสมอ ด้วยทรายหยาบและคอนกรีตหยาบ ก่อนเทพื้นและคานที่อยู่ระดับดิน และหนุนด้วยลูกปูนให้เหล็กเสริมลอยจากคอนกรีตหยาบ ปรับระดับตามระยะที่กำหนดให้หรืออาจใช้ไม้แบบรองได้คานตามวิธีประกอบไม้แบบมาตรฐาน และให้ถอดไม้แบบออกเมื่อเกลี่ยปรับระดับดิน

1.3 การปรับระดับดิน

1.3.1 การปรับระดับดินได้พื้นและส่วนอาคารที่อยู่ติดดิน ให้ปรับระดับดินปนทรายได้ระดับพื้นด้วยการใช้เครื่องกระทุ้งดินอัดแน่นหนาไม่น้อยกว่า 6" ได้ทั้งองพื้นและส่วนอาคารที่อยู่ติดดิน และปรับระดับเรียบด้วยลูกกลิ้ง เรียบสม่ำเสมอตามระดับที่กำหนด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 1-2/3

1.3.2 การปรับระดับดินถมและบริเวณที่จอดรถ ให้ปรับระดับด้วยดินปนทรายหรือทรายอัดแน่นบดด้วยรถบดถนนมีขนาดหนักไม่น้อยกว่า 8 ตัน อัดดินแน่นหนาไม่น้อยกว่า 15 ซม. และปรับระดับเรียบสม่ำเสมอและมีความเอียงลาดตามระดับที่กำหนด

1.3.3 การอัดและปรับระดับดิน ให้รื้อน้ำบนดินและทรายที่จะปรับระดับให้ชุ่มมาก และร่อนดินและทรายที่ปรับระดับเริ่มหมดแล้วจึงกระทุ้งให้แน่น และจะต้องทำให้ดินเปื่อยหมาดๆ อยู่ตลอดเวลาที่บดหรือกระทุ้งดินอัดแน่นนั้น

1.4 การถมดิน

เมื่อจะทำการถมดินลงไปในรูปแบบฐานราก กำแพงหรือการก่อสร้างใดๆ จะต้องทำการถอดไม้แบบเก็บกวาดเศษไม้ ใบไม้และสิ่งของต่างๆ ที่ไม่ต้องการออกให้หมดก่อนที่จะทำการถมดินการถมดินต้องถมครั้งละไม่เกิน 15 ซม. และบดให้แน่นด้วยเครื่องกระทุ้งดิน การถมดินทับคอนกรีตกำแพงหรือท่อระบายน้ำจะต้องได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานเสียก่อนจึงจะลงมือถมดินได้ ผิวหน้าของดินที่ถมแน่นเพื่อรองรับส่วนก่อสร้างอื่นๆ นั้นจะต้องมีผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอได้แนวและได้ระดับ จะต้องมีการระบายน้ำอย่างดีอยู่ตลอดเวลาหากมีรอยชำรุดเกิดขึ้นผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนที่จะทำการก่อสร้างสิ่งอื่นใดทับลงไปบริเวณก่อสร้างนอกจากที่ตั้งอาคารแล้วจะต้องจัดให้มีผิวหน้าของดินถม แน่นมีทางลาดเอียงให้น้ำไหลได้สะดวกตลอดเวลา

1.5 การป้องกันดินพังทลาย

1.5.1 ผู้รับจ้าง ต้องเลือกใช้ระบบหรือวิธีการที่เหมาะสมกับสภาพงาน และความปลอดภัยในกรณีทำงานนี้ จำเป็นต้องทำระบบป้องกันดินพังทลาย

1.5.2 กรณีที่เลือกใช้ระบบเสาเข็มไม้ เข็มเหล็กพืด มีการค้ำยันในแนวระดับหรือทะแยง ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายการคำนวณ เพื่อยืนยันความมั่นคงแข็งแรงในการเลือกใช้ขนาดความยาวของระบบกันดินทะลายนั้น

1.5.3 การป้องกันดินพังทลายด้วยระบบ หรือวิธีการพิเศษจากข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอข้อมูลทางเทคนิคให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณา ก่อน

1.5.4 การฝากหรือยึดกับโครงสร้างของระบบป้องกันดิน จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง

1.5.5 ผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการระบายน้ำมาประจำ ณ หน่วยงานก่อสร้าง

1.5.6 ผลกระทบของโครงสร้างอื่นๆ จากการผลิตผลของระบบป้องกันดิน หรือวิธีการขุดดินเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างก่อสร้างที่จะต้องแก้ไขทำขึ้นมาใหม่ หรือสร้างทดแทนด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง

1.6 การระบายน้ำ

1.6.1 จะต้องจัดให้มีเจ้าหน้าที่ดูแล และควบคุมการระบายน้ำภายในสถานที่ก่อสร้างตลอดเวลาที่มีปัญหาเกี่ยวกับน้ำ โดยเฉพาะพื้นที่ที่จะต้องเทคอนกรีต

1.6.2 การระบายน้ำออกจากสถานที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้าง จะต้องจัดการให้เหมาะสมกับสภาพงานโดยไม่ทำความเดือดร้อน หรือทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและบุคคลอื่น เหตุที่เกิดขึ้นจากเหตุข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องชดใช้และแก้ไข โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 1-3/3

1.7 การถมดินบ่อน้ำเดิม (คุน้ำเดิม)

- 1.7.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำการสูบน้ำออกจากบ่อ หรือคุน้ำเดิม และทำการลอกผิวดินเลนออกไม่น้อยกว่า 15 ซม.
- 1.7.2 ทำการถมดินด้วยดินคุณภาพตามที่ได้รับการอนุมัติจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง

1.8 การป้องกันแมลง มด และปลวก

- 1.8.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทำลายแหล่งมด ปลวก หรือแมลงอื่นๆที่อยู่ในบริเวณก่อสร้าง
- 1.8.2 ก่อนเทพื้นชั้นล่าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการป้องกันแมลง มด ปลวก ด้วยสารเคมีและกรรมวิธีที่ผู้ผลิตแนะนำ ภายใต้การควบคุมของผู้เชี่ยวชาญกำจัดแมลง มด ปลวก โดยใช้สารเคมีตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการอาหาร และยา (อย.) เท่านั้น
- 1.8.3 ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันผลกระทบจากการใช้สารเคมีข้างต้นต่อทรัพย์สิน หรือบุคคลภายนอกที่อยู่ใกล้เคียง

1.9 การเตรียมดินสำหรับปลูกต้นไม้

- 1.9.1 ดินที่นำมาใช้ จะต้องเป็นดินคุณภาพดี มีแร่ธาตุที่เหมาะสม (N.P.K.) สำหรับต้นไม้ที่จะปลูก
- 1.9.2 ความหนาของชั้นดินนี้ ต้องไม่น้อยกว่า 15 ซม. จากดินถม และปราศจากวัชพืชหรือแมลง
- 1.9.3 มีความชื้นที่เหมาะสม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 2-1/2

2. มาตรฐานงานฐานราก

ขอบข่าย

มาตรฐานงานนี้ใช้สำหรับงานฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป (นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะที่ระบุเป็นอย่างอื่น)

2.1 ฐานรากที่ต้องใช้เสาเข็ม

2.1.1 ความลึกของฐานราก ขนาดและรายละเอียดการเสริมเหล็ก จะต้องเป็นไปตามแบบรายละเอียดที่ได้กำหนดให้

2.1.2 เสาเข็มที่ใช้จะต้องมีคุณภาพและคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานเสาเข็ม ข้อ 3 ทุกประการ

2.1.3 การยก การตอก ให้เป็นไปตามมาตรฐานเสาเข็ม การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มให้เป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม

2.1.4 ฐานรากที่ใช้เสาเข็มยาว การตอกเสาเข็มจะต้องตอกด้วยความระมัดระวังมิให้เกิดความเสียหายแก่อาคารข้างเคียง ความเสียหายต่างๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและชดเชยค่าเสียหายนั้นๆ แต่ผู้เดียว การตอกเสาเข็มจะต้องตอกให้เป็นระเบียบ โดยตอกเสาเข็มเป็นแนวๆ หรือเสร็จเป็นฐานๆ ไปห้ามตอกสลับไปสลับมา

2.1.5 ในกรณีที่เสาเข็มจมลงเร็วผิดปกติในขณะที่ตอกสำหรับอาคารเดียวกัน ผู้รับจ้างจะต้องรายงานให้คณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานทราบทันที เพื่อจะได้พิจารณาว่าควรจะทำอย่างไร คำวินิจฉัยดังกล่าวถือเป็นเด็ดขาด

2.1.6 หากมีความจำเป็นจะต้องถมดินหรือทรายในบริเวณที่ได้ตอกเสาเข็มไว้แล้วการถมจะต้องถมด้วยความระมัดระวังมิให้เสาเข็มชำรุด เอน เอียง หรือหนีศูนย์กลาง และเพื่อมิให้เกิดปัญหาดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องถมดินหรือทรายรอบเสาเข็มแต่ละต้นให้สูงกว่าระดับอื่นๆ หากเกิดการชำรุดของเสาเข็มขึ้นไม่ว่ากรณีใด ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อค่าเสียหายทั้งหมดแต่เพียงผู้เดียว

2.2 การขุดดินเพื่อทำฐานราก

2.2.1 การขุดบ่อทำฐานราก ผู้รับจ้างจะต้องขุดให้ได้ขนาด และระดับตามแบบและรายละเอียดพร้อมทั้งป้องกันมิให้ดินทลายเกิดความเสียหายใดๆ ซึ่งอาจจะทำได้ด้วยการกันคอก หรือขุดดินลาดเป็นชั้นๆ ลงไป

2.2.2 ดินที่ขุดขึ้นจะต้องนำไปกองไว้ให้เรียบร้อยตามคำแนะนำของคณะกรรมการตรวจการจ้าง เมื่อทำฐานรากเสร็จเรียบร้อยตามแบบและรายละเอียด แล้วผู้รับจ้างจะต้องกลบบ่อดินที่ได้ขุดขึ้นให้คงสภาพเดิม ส่วนดินที่เหลือจะต้องทำการเกลี่ยให้เรียบร้อยในพื้นที่ที่คณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนด

2.2.3 ก่อนที่จะทำการกลบบ่อดิน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างทราบ เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยของฐานรากที่เสร็จเรียบร้อยแล้วเสียก่อนจึงจะทำการกลบดินได้

2.2.4 การกลบดินจะต้องถมเป็นชั้นๆ ชั้นหนึ่งๆ หนาไม่เกิน 15 ซม. แล้วกระทุ้งให้แน่นทุกๆ ชั้นหากรายละเอียดได้ระบุความหนาแน่นของชั้นดินที่ถมแต่ละชั้นไว้แล้ว การกระทุ้งดินจะต้องทำด้วยเครื่องกล และค่าความหนาแน่นของชั้นดินแต่ละชั้นจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดให้

2.2.5 ก่อนที่จะเทคอนกรีตฐานราก ผู้รับจ้างจะต้องสูบน้ำกันบ่อออกให้หมด ตลอดระยะเวลาดำเนินการเทคอนกรีต หากปรากฏว่าในบริเวณที่ก่อสร้างนั้น เป็นลุ่มน้ำมีน้ำมากและไม่สามารถจะสูบน้ำในบ่อฐานรากให้แห้งทันแล้ว

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 2-2/2

ผู้รับจ้างจะต้องทำบ่อดักน้ำที่กันบ่อมีความลึกมากกว่าระดับกันฐานรากจำนวนมากพอในบริเวณข้างเคียง พร้อมทั้งใช้เครื่องสูบน้ำสูบน้ำทิ้งจากบ่อน้ำทิ้งนี้เพื่อให้กันบ่อฐานรากปราศจากน้ำ

2.2.6 ในการเทคอนกรีตฐานรากแต่ละฐาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างทราบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยเสียก่อนเมื่อได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงจะดำเนินการต่อไปได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 3-1/8

3. งานเสาเข็มตอก

3.1 ขอบเขตของงานเสาเข็มตอก

งานเสาเข็มรวมถึงการผลิต การจัดส่ง การทดสอบ และการตอกวัสดุรองรับฐานราก อาคารต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างตลอดจนการที่ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อบุคคลหรือทรัพย์สินหรือสาธารณูปการต่างๆ อันเนื่องมาจากการทำงานเสาเข็ม

ผู้รับจ้างจะต้องตอกเสาเข็ม ที่สามารถรับน้ำหนักปลอดภัยตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง (Safety Factor = 2.5) จำนวนตามแบบผังฐานราก และความยาวของเสาเข็มขึ้นอยู่กับข้อมูลผลเจาะสำรวจดิน ณ สถานที่ก่อสร้างจริงโดยใช้ Pilot Test จำนวน 4 จุด ซึ่งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเป็นผู้กำหนดจุดในสนาม

3.2 ข้อกำหนดวัสดุเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จที่จะนำมาใช้ในงานก่อสร้างจะต้องผลิตจากโรงงานที่มีอุปกรณ์พร้อมเพียงสำหรับงานคอนกรีตอัดแรงและมีบุคลากรซึ่งได้รับอนุญาตให้เป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (สาขาวิศวกรรมโยธา) ทำหน้าที่ควบคุมการผลิตให้ได้ตามมาตรฐานผู้รับจ้างจะต้องแจ้งแก่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุให้ทราบถึงชื่อผู้ผลิตพร้อมด้วยรายละเอียดของเสาเข็มที่เสนอขอใช้

เสาเข็มทุกต้นจะต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายระบุชื่อผู้ผลิต วันเดือนปีที่ผลิต ตำแหน่งของจุดยก พื้นที่ภาคตัดขวางหรือเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือเส้นรอบรูป และความยาวแสดงไว้ชัดเจน

ข้อกำหนดในภาคนี้ ให้ใช้บังคับแก่เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ใช้รับรองรับโครงสร้างที่ตัวเสาเข็มรับแรงอัดเป็นส่วนใหญ่

3.2.1 ข้อกำหนดสำหรับวัสดุ

1) ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมคอนกรีตเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง (Portland Cement Type I) หรือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดเกิดแรงสูงเร็ว (Portland Cement Type III) ซึ่งมีส่วนผสม คุณภาพและกรรมวิธีการผลิตเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM หรือ มอก. ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ในคอนกรีตจะต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุดังนี้

กำลังอัดคอนกรีตทรงกระบอก ที่อายุ 28 วัน	ปูนซีเมนต์ (กก./ลบ.ม.)
280	375
320	425
350	450

2) คอนกรีต

คอนกรีตที่ใช้ในการผลิตต้องวัดปริมาณส่วนผสมโดยวิธีซึ่งน้ำหนัก ที่มีคุณภาพดีและสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื้อคอนกรีตต้องสม่ำเสมอและต้องหล่อต่อเนื่องกันตลอดทั้งต้น กำลังอัดต่างๆ ของคอนกรีตเมื่อทดสอบจากแท่งตัวอย่างรูปทรงกระบอกขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 30 ซม. ซึ่งหล่อขึ้นตามมาตรฐาน ว.ส.ท. ให้เป็นไปตามที่กำหนดดังนี้

2.1) กำลังอัดประลัยของคอนกรีตอัดแรงที่อายุ 28 วัน f_c' ไม่น้อยกว่า 350 กก./ตร.ซม.

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 3-2/8

2.2) กำลังอัดของคอนกรีตอัดแรงก่อนจะตัดหรือปล่อยลวดเหล็กอัดแรง f_{ci}' ไม่น้อยกว่า 250 กก./ตร.ซม.

2.3) กำลังอัดที่ยอมให้คอนกรีตได้มากที่สุดขณะลดยัดลวดหรือปล่อยลวดอัดแรง f_{ci} ไม่มากกว่า 0.45 f_{ci}'

2.4) Effective Prestress อย่างต่ำ 35 กก./ตร.ซม. และไม่เกิน 0.20 f_{ci}'

2.5) ในระหว่างการเทคอนกรีตหรือการบ่มคอนกรีต ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส หรือ มากกว่า 35 องศาเซลเซียส จะต้องจับบันทึกอุณหภูมิขณะเทคอนกรีตหรือระหว่างบ่มคอนกรีต และเก็บผลการบันทึกไว้ไม่ต่ำกว่า 2 ปี

3) เหล็กเสริม

3.1) ลวดอัดแรง ไม่ว่าจะเป็นลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง หรือลวดเหล็กตีเกลียว จะต้องมีความสมบัติเป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน ตารางที่ 1

3.2) เหล็กเสริม ไม่ว่าจะเป็นเหล็กปดหรือเหล็กเสริมพิเศษ จะต้องมีความสมบัติเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2

สำหรับลวดเหล็กที่ใช้กับงานคอนกรีตอัดแรงชนิดลวดเหล็กตีเกลียว (Strand) ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือมาตรฐานสากลอื่นๆ ที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นชอบ อย่างไรก็ตามลวดเหล็กตีเกลียวที่ใช้จะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (3/8) นิ้ว เกรด 250 ขึ้นไปและมี Breaking Strength ไม่น้อยกว่า 9070 กก. จำนวนของลวดเหล็กตีเกลียวให้เป็นไปตามความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ แต่จะต้องไม่น้อยกว่าค่ากำหนดต่อไปนี้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกลของลวดอัดแรง

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	Tensile Strength (กิโลกรัม/ตารางมิลลิเมตร)		Proof Stress ที่ 0.2% (กิโลกรัม/ตารางมิลลิเมตร)	
		ไม่น้อยกว่า	ไม่มากกว่า	ไม่น้อยกว่า	ไม่มากกว่า
PC 4	4.00	175	200	135	150
PC 4A	4.00	175	200	150	170
PC 5	5.00	175	200	130	150
PC 5A	5.00	175	200	150	170
PC 7	7.00	160	185	120	140
PC 7A	7.00	160	185	135	160
PC 9A	9.00	145	170	125	150
A หมายถึง ลวดเหล็กประเภทคลายแรง (Stress-Relieved)					

หมายเหตุ ลวดอัดแรงกำลังสูงนี้ ถูกดึงด้วยแรงระหว่าง 70-75% ของกำลังประลัยสูงสุด เพื่อใช้เป็นกำลังอัดแรงในชั้นแรก

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 3-3/8

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกลของเหล็กเสริม

สัญลักษณ์	ความดัดโค้ง สูงสุด (กก./ตร.ซม.)	การทดสอบหาแรงเค้นดึง		การทดสอบการดัดโค้งเย็น	
		ความเค้นดึง ที่จุดกลาง (กก./ตร.ซม.)	ความยืด (ร้อยละ)	มุมดัดโค้งเย็น	เส้นผ่าน ศูนย์กลางภายใน ในส่วนโค้ง
SR 24	3900 (Min.)	2400 (Min.)	≥ 21	180 องศา	3 เท่าของเส้น ผ่านศูนย์กลาง
SD 30	4900	3000	18	180 องศา	4 เท่าของเส้น ผ่านศูนย์กลาง
SD 40	5700	4000	18	180 องศา	5 เท่าของเส้น ผ่านศูนย์กลาง

3.2.2 ข้อกำหนดสำหรับคุณสมบัติทางกายภาพ

1) รูปร่าง เสริมคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จจะต้องมีรูปร่างของภาคตัดขวางเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบหรือรายการก่อสร้างจุดศูนย์ถ่วงของภาคตัดขวางและจุดศูนย์กลางของเสาเข็ม จะต้องทับกันเป็นจุดเดียว

2) มิติ

2.1) ระยะสั้นที่สุดระหว่างผิวเหล็กเสริมกับผิวคอนกรีตจะต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ซม.

2.2) ความกว้างที่น้อยที่สุดของภาคตัดขวางของเสาเข็มจะต้องไม่น้อยกว่า 5.0 ซม. หรือ 2 เท่าของระยะตามข้อ 2.1) บวกด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมโดยใช้ค่าที่มากกว่าเป็นเกณฑ์

2.3) ความยาวของเสาเข็มต้องเพียงพอที่จะทำให้เสาเข็มสามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ตามที่กำหนด

3) เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

3.1) มิติของภาคตัดขวางแต่ละด้าน ณ ตำแหน่งใดที่วัดได้จะคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดได้ไม่เกิน (+ 5.0)% หรือ (- 2.5)%

3.2) มิติของเส้นรอบรูป ณ ตำแหน่งใดที่วัดได้ จะคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดได้ไม่เกิน (+ 5.0) % หรือ (- 1.0)%

3.3) ความยาวของเสาเข็มที่วัดได้จะคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดได้ไม่เกิน ± 5 ซม.

3.4) ปลายด้านตัดของเสาเข็มต้องมีผิวหน้าเรียบและตั้งฉากกับแนวแกนสะเทิน (Neutral Axis) ของเสาเข็มโดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 2 องศา

3.5) ความคงของเสาเข็มตามยาวขณะวางในภาวะปกติ โดยไม่ได้รับโมเมนต์ดัดจรรยา ความงอที่ส่วนใดๆ ของเสาเข็มนี้อ้าวระหว่างเส้นตรงที่ต่อปลายทั้งสองข้างของส่วนงอกับผิวด้านใดก็ตามต้องไม่เกิน 1/360 เท่าของความยาวของส่วนที่งอนั้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 3-4/8

3.2.3 ข้อกำหนดสำหรับจุดยกและการออกแบบ

เสาเข็มทุกต้นจะต้องแสดงตำแหน่งจุดยกไว้ให้ชัดเจนถ้าออกแบบให้ยกเป็นจุดให้ทำเครื่องหมายทำเป็นรูร้อย หรือที่จับยึดสำหรับยกไว้ โดยทั่วไปการออกแบบจะต้องออกแบบให้เสาเข็มทุกต้นสามารถรับโมเมนต์ดัดได้ไม่ต่ำกว่า 1.3 เท่า ของโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักของตัวเสาเข็ม ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยในขณะขนส่ง

3.2.4 การทดสอบการรับแรงที่เกิดขึ้นจากการยกและการกระแทก

- 1) เสาเข็มที่มีจุดยก 2 จุดให้นำเสาเข็มวางบนหมอนรองรับที่จุดยก รอยร้าวที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งใดๆ จะต้องกว้างไม่เกิน 0.2 มม.
- 2) เสาเข็มที่มีจุดยกจุดเดียวอยู่ตรงกึ่งกลางเสาให้นำเสาเข็มวางบนหมอนรองรับที่ปลายทั้งสองข้างของเสาเข็ม รอยร้าวที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งใดๆ จะต้องกว้างไม่เกิน 0.2 มม.
- 3) เสาเข็มที่มีจุดยกจุดเดียวซึ่งไม่อยู่ตรงกลางของเสาเข็มให้นำเสาเข็มวางบนหมอนรองรับที่จุดยกกับปลายด้านที่ห่างจากจุดยกมากกว่า รอยร้าวที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งใด จะต้องกว้างไม่เกิน 0.2 มม.
- 4) เสาเข็มที่มีจุดยกตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปให้นำเสาเข็มวางบนหมอนรองรับที่จุดยกตามจำนวนจุดยก รอยร้าวที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งใดๆ จะต้องกว้างไม่เกิน 0.2 มม.

3.3 การเตรียมการ

ผู้รับจ้างต้องทำรายการแสดงชนิดและปริมาณของวัสดุที่ใช้ผลิตเสาเข็มรวมทั้งรายการคำนวณและแบบแสดงรายละเอียดเสาเข็มแก่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเพื่อพิจารณาเป็นลำดับแรกก่อนการดำเนินงานตอกเสาเข็ม ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมแบบแปลนแสดงตำแหน่งของเสาเข็มที่จะตอก แผนลำดับการตอกเพื่อเสนอขอ อนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุผู้รับจ้างจะต้องทำการรังวัด ปักผังอาคาร และปักหมุดตำแหน่งที่จะตอกเสาเข็มแต่ละต้นให้ชัดเจนทั้งอาคารหรือเฉพาะส่วนของอาคารตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นชอบเสียก่อนจึงจะเริ่มงานตอกเสาเข็มได้

ผู้รับจ้างจะต้องจัดช่างสำรวจพร้อมอุปกรณ์ที่จะใช้รังวัดกำหนดตำแหน่งเสาเข็มอย่างน้อย 1 ชุดไว้ประจำ ณ สถานที่ก่อสร้าง เพื่อตรวจสอบปักหมุดเสาเข็มตลอดเวลา จนกว่างานตอกเสาเข็มจะแล้วเสร็จ

ระดับอ้างอิงให้ถือตามทีระบุนิแบบสำหรับระดับหัวเข็มถ้ามีได้กำหนดไว้เฉพาะสถานที่แต่ละแห่งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นผู้พิจารณากำหนดระดับการตอกส่งหัวเสาเข็มให้กับผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุดูตรวจสอบตำแหน่งเสาเข็มถ้ามีได้กำหนดไว้ก่อนที่จะทำการตอกเสาเข็มต้นนั้นๆ หรือในบริเวณเฉพาะแห่งนั้น ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง เมื่อได้รับอนุมัติแล้วจึงทำการตอกเสาเข็มดังกล่าวได้

3.4 การตอกเสาเข็ม

3.4.1 เครื่องมือตอก

การตอกเสาเข็มให้ใช้ปั้นจั่นชนิด Drop Hammer ซึ่งเป็นการตอกเสาเข็มโดยใช้ลูกตุ้มชนิดตอกปั้นจั่นที่นำมาใช้ในการตอกเสาเข็มต้องอยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้ดี ร่างสำหรับนำลูกตุ้มจะต้องได้ศูนย์และไม่คดงอ การเลือกลูกตุ้มที่ใช้ตอกต้องพิจารณาให้สัมพันธ์กับเสาเข็ม และสภาพดินบริเวณก่อสร้างน้ำหนักของลูกตุ้มไม่เบาเกินไปและไม่หนักเกินไป เกณฑ์การเลือกน้ำหนักของลูกตุ้มให้พิจารณาสัมพันธ์กับน้ำหนักของเสาเข็มที่จะตอกตามตารางที่ 4 แต่ไม่ว่ากรณีใดๆ น้ำหนักของลูกตุ้มจะต้องไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของเสาเข็ม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 3-5/8

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักของลูกตุ้มตามขนาดความยาวเสาเข็ม

ความยาวของเสาเข็ม (เมตร)	น้ำหนักต่ำสุดของลูกตุ้ม (หน่วยตาม P)
0 – 15	P
15 – 18	3/4 (P)
18 ขึ้นไป	2/3 (P)
P = น้ำหนักของเสาเข็ม	

การเลือกใช้น้ำหนักนี้ไม่ว่าชนิดใด ผู้รับจ้างจะต้องเอาใจใส่ต่อความกระทบกระเทือนซึ่งเกิดแก่อาคารข้างเคียง รวมทั้งต้องระมัดระวังในเรื่องกลิ่น เสียง และการฟุ้งกระจายของควันท้ายไม่ให้สร้างความเดือดร้อนกับประชาชนอาศัยอยู่ใกล้เคียงจนเกินควรคณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสิทธิขอให้ระงับการตอกเสาเข็มไว้ก่อนหากปรากฏว่าผู้รับจ้างไม่ได้เตรียมการเพื่อป้องกันความเดือดร้อนไว้หรือการตอกเสาเข็มได้ก่อให้เกิดความเดือดร้อนจนเกินควรแก่ประชาชน

อุปกรณ์อื่นที่จำเป็นเพื่อให้งานตอกเสาเข็มแล้วเสร็จสมบูรณ์ผู้รับจ้างต้องจัดหามาประจำไว้ใช้งาน เช่น รถยก อุปกรณ์ยกเสาเข็ม เครื่องจักรปรับระดับดิน เป็นต้น

3.4.2 ข้อกำหนดอื่นๆ

1) ในการเลือกใช้ลูกตุ้มสำหรับปั้นจั่นตามข้อ (1) หากเกิดกรณีที่สงสัยว่าน้ำหนักของลูกตุ้มที่ใช้จะไม่เป็นจริงตามที่คำนวณได้ตามขนาดของลูกตุ้มคณะกรรมการตรวจการจ้างมีอำนาจจะสั่งให้ทำการทดสอบโดยวิธีอื่นใหม่ นอกเหนือจากวิธีคำนวณดังกล่าวแล้ว

2) หากเป็นที่ปรากฏว่าเสาเข็มที่นำมาใช้ มีขนาดไม่ตรงตามกำหนดก็ดี หรือมีคุณภาพไม่เหมาะสมประการใดๆ ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 2 ก็ดี คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมิอำนาจที่จะปฏิเสธไม่ยอมรับ (Reject) เสาเข็มเช่นนั้น

3) เสาเข็มที่นำเข้ามาเพื่อใช้งานหากปรากฏว่ามีรอยร้าวเกิดขึ้น คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเป็นผู้วินิจฉัยว่า เสาเข็มต้นนั้นๆ จะอนุญาตให้นำไปใช้งานได้หรือไม่ หรือจะต้องดำเนินการซ่อมแซมด้วยวิธีอย่างใดก่อนนำไปใช้ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องยอมปฏิบัติตามคำแนะนำวินิจฉัยนั้นๆ โดยไม่บิดพลิ้ว

4) เสาเข็มที่ถูกปฏิเสธไม่ยอมรับ (Reject) ตามข้อ 2.2) และ/หรือ 2.3) ผู้รับจ้างจะต้องรีบขนย้ายเสาเข็มเช่นนั้นออกไปเสียจากสถานที่ก่อสร้างโดยมิชักช้า

3.4.3 วิธีการทำงาน

1) การตอกเสาเข็มทุกต้น จะต้องมีการตรวจรับพัสดุนับรู้การทำงานของผู้รับจ้างอยู่ตลอดเวลา จึงจะถือว่าใช้งานได้ตามต้องการ

2) การตอกเสาเข็ม จะต้องอยู่ห่างจากสิ่งก่อสร้างที่เป็น Structural Concrete ไม่น้อยกว่า 30 เมตร เว้นเสียแต่ว่าสิ่งก่อสร้างนั้นๆ มีอายุเกินกว่า 7 วัน หลังจากเทหล่อแล้ว

3) การตอกเสาเข็ม จะต้องตอกเป็นลำดับตามแผนการตอกเสาเข็มที่ผู้รับจ้างได้เสนอมาจะได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเว้นแต่มีเหตุจำเป็นหรือเหตุอันสมควรอื่นใดซึ่งได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุแล้ว

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 3-6/8

- 4) ผู้รับจ้าง จะต้องบันทึกการตอกเสาเข็มโดยจะต้องประกอบข้อมูลอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - 4.1) วัน เวลา ที่ตอกเสาเข็ม
 - 4.2) ตำแหน่งของเสาเข็ม หรือเลขหมายของเสาเข็มที่ตอก
 - 4.3) ชนิดของเสาเข็ม ขนาดภาคตัดขวาง ความยาว
 - 4.4) น้ำหนักของตุ้มที่ต้องตอก และระยะยก
 - 4.5) เวลาเริ่มตอก และเวลาแล้วเสร็จ
 - 4.6) สภาพอากาศ
 - 4.7) ผลการตอก (Blow Count) จำนวนครั้งที่ตอกสำหรับทุก 30 ซม. ของช่วง 3 เมตร

สุดท้าย และระยะที่เสาเข็มจมลงไป สำหรับการตอก 10 ครั้งสุดท้าย

- 4.8) ระดับความลึกของปลาย และ/หรือหัวเสาเข็ม
- 4.9) ตำแหน่งของเสาเข็ม ภายหลังการตอก
- 4.10) ลายมือชื่อผู้จุดบันทึก และวิศวกรของผู้รับจ้าง
- 4.11) รายละเอียดอื่นๆ ที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะกำหนดให้จุดบันทึกตัวอย่างแบบ

ฟอร์มบันทึกการตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงได้เสนอในภาคผนวก ก.

อนึ่ง ผู้รับจ้างจะต้องส่งบันทึกการตอกเสาเข็มนี้ให้แก่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทุกวัน หลังจากการตอกเสาเข็ม

- 5) การตอกเสาเข็มทุกต้นจะต้องมีปลอกเหล็ก (Driving Cap) รองรับหัวเสาเข็ม

6) เข็มทุกต้นจะต้องตรวจสอบสภาพการรับน้ำหนักโดยการบันทึกข้อมูลการตอกตามแบบฟอร์ม ภาคผนวก ก. ผลเฉลี่ยจากการตอกครั้งสุดท้าย จะต้องมียะแยมไม่มากกว่าตามภาคผนวก ข. จึงจะถือว่าเข็มนั้นรับ น้ำหนักได้ตามกำหนดในกรณีที่มีการหยุดตอกเมื่อยังไม่ถึงระดับที่ต้องการด้วยเหตุใดก็ตาม เมื่อเริ่มตอกใหม่จะต้องตอกให้ จมมากกว่า 15 ซม. ก่อนเริ่มนับการตอกเพื่อคำนวณการรับน้ำหนัก หากตอกจากหัวเข็มถึงระดับรากฐาน ระยะจมต่อการ ตอกแต่ละครั้งยังไม่ได้ตามที่ระบุ ให้ใช้เสาตอกจนมียะแยมได้ตามที่กำหนด

7) การตอกเสาเข็มต้นหนึ่งๆ จะต้องตอกโดยต่อเนื่องให้เสร็จโดยไม่มีการหยุดชะงักหากมีอุปสรรค เกิดขึ้น ทำให้ต้องหยุดพักการตอก หรือเกิดเหตุผิดปกติ เช่น เสาเข็มที่ตอกลงไปจมผิดปกติผู้รับจ้างต้องรีบรายงานเพื่อขอ คำวินิจฉัยจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุโดยเร็ว และต้องรีบแก้ไขอุปสรรคนั้นให้ลุกล่วงแล้วทันการตอกเสาเข็มต่อไปตาม คำวินิจฉัยของคณะกรรมการตรวจรับจ้าง

8) ในกรณีที่เสาเข็มตอกลงไม่หมด ให้ผู้รับจ้างส่งผลบันทึกการตอกเสาเข็มให้คณะกรรมการ ตรวจรับพัสดุนำไปพิจารณาให้ตัดเสาเข็มต้นใด ณ ตำแหน่งใด ผู้รับจ้างจึงจะทำการตัดเสาเข็มตามคำวินิจฉัยนั้นได้

9) ในกรณีที่ต้องตัดหรือสกัดแต่งหัวเสาเข็ม ก่อนที่ดำเนินการจะต้องหล่อคอนกรีตหยาบซึ่งใช้รอง ฐานรากเสียก่อนหลังจากนั้นจึงจะทำการตัดหรือสกัดแต่งเสาเข็มส่วนที่เกินทั้งนี้ได้รับการตัด จะใช้ Pneumatic Tool สกัด เลื่อย หรือหาเครื่องมืออื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ห้ามมิให้ตัดเสาเข็มโดยใช้วัตถุระเบิด หรือใช้ ช้อนปอนด์ทุบหัวเสาเข็มโดยเด็ดขาด หากมีความเสียหายเกิดขึ้นจากการสกัด หรือตัดหัวเข็ม ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ด้วยวัสดุและวิธีการที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุนั้นเห็นชอบโดยเร็ว

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 3-7/8

3.5 คุณภาพของงาน

ผู้รับจ้าง จะต้องตอกเสาเข็มให้ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ ตำแหน่งของเสาเข็มจะผิดพลาดได้ไม่เกิน 5.0 ซม. หรือเอียงได้ไม่เกิน 1:75 สำหรับเสาเข็มเดี่ยวและตำแหน่งศูนย์ถ่วงของเสาเข็มกลุ่มจะผิดพลาดได้ไม่เกิน 7.5 ซม. ระดับของหัวเสาเข็มที่ตอกจะต้องได้ตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องทำงานด้วยความระมัดระวัง มิให้เสาเข็มที่ตอกเสร็จแล้วเอนเอียง หรือเสียศูนย์

หากเกิดความเสียหายประการใด แก่เสาเข็มตามที่ได้กล่าวมาแล้ว คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ จะเป็นผู้นิฉัยร่วมกันเพื่อทำการแก้ปัญหาตามวิธีการดังนี้คือ

3.5.1 ปฏิเสธไม่รับรองเสาที่ว่านั้น แล้วดำเนินการตอกเสาเข็มซึ่งเป็นขนาด ชนิดและคุณภาพเดียวกันเพิ่มเติมตามจำนวนที่จำเป็น เพื่อความมั่นคงแข็งแรง และ/หรือ

3.5.2 เปลี่ยนแปลงขนาด รูปทรง และ/หรือ เหล็กเสริมของโครงสร้างส่วนที่ต่อเนื่องเพื่อความมั่นคงแข็งแรง ค่าใช้จ่ายที่ต้องเพิ่มขึ้นเนื่องจากการดำเนินการตามข้อ (1) และ (2) ให้เป็นภาระของผู้รับจ้างเพียงฝ่ายเดียวนอกจากนี้ ภายหลังการตอกเสาเข็มเสร็จเรียบร้อยแล้วทั้งหมด หากทำการขุดดินเพื่อทำฐานราก ปรากฏว่าเสาเข็มของฐานรากไม่ครบจำนวน หรือ ศูนย์เสาผิดมากจนไม่อาจจะแก้ไขได้ ผู้รับจ้างต้องรีบดำเนินการตอกเสาเข็มให้ใหม่จนครบถูกต้องตามแบบแปลน และให้ถือว่าค่าวินิจฉัยของคณะกรรมการกาตรวจการจ้างเป็นเด็ดขาด ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามและรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งสิ้นเพียงฝ่ายเดียว

3.6 การตรวจสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มในสนาม (ถ้ามี)

ผู้รับจ้าง จะต้องดำเนินการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มในสนาม (Pile Loading Test) ตำแหน่งของเสาเข็มทดสอบ (Test pile) ให้เป็นไปตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุกำหนด ส่วนระเบียบวิธีการทดสอบให้ดำเนินการตามที่ระบุรายละเอียดในแบบรูป ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรซึ่งได้รับการอนุญาตให้เป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (สาขาวิศวกรรมโยธา) ทำหน้าที่ควบคุมการทดสอบตลอดเวลา อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบจะต้องได้รับการตรวจสอบว่ามีความถูกต้อง และให้ถืออัตราของระยะจมของเข็มนั้น เป็นบรรทัดฐานของเข็มชนิดนั้นๆ ทั้งทั้งบริเวณได้ ภายหลังจากการที่ได้ผลการทดสอบแล้วให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจัดทำผลการทดสอบส่งวิศวกรจำนวน 3 ชุด ให้ผู้ออกแบบและวิศวกรพิจารณา และหากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะมีคำวินิจฉัยหรือสั่งการใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยมิได้ชักช้า

3.7 การเสร็จสิ้นงานเสาเข็ม

3.7.1 การรื้อถอนและเคลื่อนย้าย

ภายหลังจากผู้รับจ้างได้ทำการตอกเสาเข็มและปฏิบัติอื่นๆ ครบถ้วนตามสัญญาจ้างแล้วให้ผู้รับจ้างรื้อถอนและเคลื่อนย้ายอุปกรณ์และสัมภาระของผู้รับจ้างออกจากหน่วยงานภายในระยะเวลาอันสมควร

3.7.2 การทำความสะอาด

เศษวัสดุที่เกิดจากการทำงานเสาเข็ม เช่น เศษวัสดุจากการตัดเสาเข็ม ผู้รับจ้างจะต้องนำไปทิ้งนอกสถานที่ก่อสร้าง เว้นแต่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะกำหนดเป็นอย่างอื่น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 3-8/8

อนึ่ง หากเป็นที่ปรากฏว่าผู้รับจ้างบิดพลิ้วไม่ปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5 และ/หรือ 6 ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีอำนาจที่จะสั่งและดำเนินการเช่นนั้นให้ลุล่วงด้วยวิธีการใดๆ โดยที่ค่าใช้จ่ายในการดังกล่าวทั้งปวงตกเป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 4-1/8

4. **มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักเสาเข็ม**

ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ใช้บังคับสำหรับการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักเสาเข็มในแนวดิ่งประกอบด้วยวิธีการทดสอบแบบ Static Load Test, Dynamic Load Test และ Seismic Load Test เมื่อรายการก่อสร้างไม่ได้ระบุรายละเอียดวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักไว้แล้ว ให้ดำเนินการทดสอบตามข้อ 4 มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักเสาเข็ม

4.1 **วิธีการทดสอบเสาเข็มแบบ Static Load Test**

4.1.1 ข้อกำหนดของเสาเข็มต้นที่จะทดสอบ (Driving Test Piles)

- 1) ลักษณะขนาดและความยาวของเสาเข็มจะต้องเหมือนกับเสาเข็มที่ใช้ตอกจริงทุกอย่างเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ตอกจะต้องเหมือนกับที่ใช้จริงด้วย
- 2) ถ้าตำแหน่งของเสาเข็มต้นที่จะทดสอบอยู่นอกฝั่ง การตอกควรอยู่ใกล้กับตำแหน่งของหลุมเจาะสำรวจดินซึ่งทราบคุณสมบัติของดินแล้วหรือต้องเป็นตำแหน่งที่คาดว่าชั้นดินตรงจุดนั้นจะเลวที่สุด
- 3) ถ้าจะทำการทดสอบเสาเข็มต้นที่จะตอกไปแล้วในฝั่งจะต้องทดสอบต้นที่
 - 3.1) อยู่ในบริเวณที่คาดว่าชั้นดินเลวที่สุด หรือ
 - 3.2) เสาเข็มหนีศูนย์มากที่สุด หรือ
 - 3.3) มีค่า Blow Count ต่ำหรือน่าสงสัย
- 4) เสาเข็มต้นทดสอบที่ตอกใน Clay หรือ Silts ต้องรอน้อย 7 วัน จึงจะเริ่มการทดสอบน้ำหนัก แต่ถ้าตอกในทรายให้รอน้อย 3 วัน
- 5) บันทึกการตอกเสาเข็มพร้อมทั้งค่าทุตตัวสำหรับการตอก 10 ครั้งสุดท้าย กราฟแสดงการทุตตัวและคืนตัวของเสาเข็ม ถ้าใช้เสาเข็มสมอก็ให้บันทึกค่าการทุตตัวสำหรับการตอก 10 ครั้งสุดท้ายของการตอกเสาเข็มสมอทั้งหมดด้วย

4.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการเพิ่มน้ำหนัก

- 1) ชุดเพิ่มน้ำหนัก (Hydraulic Jack, Pressure Gauge) ต้องมีใบรับรองแสดงผลทดสอบการเพิ่ม หรือลดน้ำหนัก (Calibrated and Tested Report) มาแสดงก่อนใช้เครื่องมือชุดนี้ในการปฏิบัติงานใบรับรองต้องมีอายุไม่เกิน 6 เดือน และจากสถาบันที่เชื่อถือได้ จะต้องสามารถควบคุมการเพิ่มน้ำหนักเมื่อทำการทดสอบได้ โดยยอมให้ผิดพลาดได้ไม่เกิน 5% ของน้ำหนักที่กระทำต่อเสาเข็ม
- 2) การเพิ่มน้ำหนัก โดยใช้ Hydraulic Jack ตัวเดียวหรือหลายตัวดันโครงสร้างเหล็กที่ติดตายไว้กับเสาเข็มสมอจำนวนเสาเข็มสมอต้องมากพอที่จะไม่ถอนเมื่อรับแรงดึงตลอดการทดสอบและต้องมีระยะห่าง (Clear Distance) จากเสาเข็มทดสอบไม่น้อยกว่า 5 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเสาเข็มสมอ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 2 เมตร
- 3) การเพิ่มน้ำหนัก โดยใช้ Hydraulic Jack ตัวเดียวหรือหลายตัวดันโครงสร้างเหล็กที่เทินน้ำหนักไว้ น้ำหนักที่วางไว้ทั้งหมดบนโครงสร้างเหล็กต้องมากกว่าน้ำหนักที่จะใช้ในการทดสอบไม่น้อยกว่า 10% จุดที่รองรับน้ำหนัก (Supports) จะต้องให้ห่างจากผิวเสาเข็มทดสอบไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร (Clear Distance)
- 4) การเพิ่มน้ำหนักของ Hydraulic Jack ต้องกระทำได้อย่างสม่ำเสมอ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 4-2/8

4.1.3 การวัดการทรุดตัวของเสาเข็ม

1) ทั่วไป

1.1) มาตรวัดการทรุดตัว (Dial Gauge) ที่ใช้ในการทดสอบต้องมีระบบและความละเอียดในการวัดค่า (Division) เหมือนกันหมดเพื่อป้องกันการผิดพลาดและสะดวกในการอ่านค่าต้องสามารถวัดค่าการทรุดตัวได้ไม่น้อยกว่า 50 มม. และอ่านได้ละเอียดถึง 0.25 มม. หรือ 0.01 นิ้ว

1.2) คานที่ใช้รับมาตรต้องเป็นคานเหล็ก และติดตั้งแยกอิสระ โดยให้ยึดกับเสาเข็มหรือเสาคอนกรีตที่ ตอกกลีกลงในดินไม่น้อยกว่า 1.00 ม. โดยห่างจากเสาเข็มทดสอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 2.50 ม. (Clear Distance) และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เกิดการโก่งตัว และขยับไปทางด้านข้างได้โดยที่ปลายด้านหนึ่งของคานต้องยึดขยายตัวได้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

1.3) ต้องมีการป้องกันการกระแทก กระแทก เครื่องมือทั้งหมดที่ติดตั้งไว้รวมทั้งมีอุปกรณ์ป้องกันการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิที่มากกระทบต่ออุปกรณ์และเครื่องมือที่ติดตั้งไว้

1.4) จุดที่รับขามาตรวัดการทรุดตัว (Dial Gauge) ทุกจุดต้องมีผิวหน้าเรียบ เช่น แผ่นกระจก

1.5) หัวเสาเข็มทดสอบ หรือคอนกรีตที่หล่อหุ้มหัวเสาเข็มทดสอบต้องมีหน้าที่เรียบได้ฉากกับแนวตั้ง

2) การติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือในการวัดการทรุดตัวของเสาเข็มทดสอบ

2.1) ติดตั้งมาตรวัดการทรุดตัว (Dial Gauge) อย่างน้อย 1 ตัว ไว้บนคานรับมาตรที่อยู่คนละด้านของหัวเสาเข็มทดสอบหรือ Pile Cap มาตรวัดการทรุดตัว (Dial Gauge) เหล่านี้ต้องให้ห่างจากจุดศูนย์กลางของหัวเสาเข็มทดสอบเท่ากันทั้งสองด้านและอยู่ตรงข้ามในแนวเดียวกันด้วยต้องปรับให้ขอของมาตรวัดการทรุดตัว (Dial Gauge) ทุกตัวขนานกับทิศทางของน้ำหนักที่กระทำต่อหัวเสาเข็ม

2.2) ชิงเชือกเอ็นให้ตึง (โดยถ่วงด้วยน้ำหนัก) ไว้ข้างหัวเสาเข็มทดสอบด้านละเส้นอยู่ในแนวที่ตั้งได้ฉากกับแนวตั้งและให้ผ่านไม้บรรทัดเหล็ก (Scale) ที่แนบไว้บนกระจกเงาซึ่งติดตั้งไว้กับหัวเสาเข็มทดสอบ

2.3) ติดตั้งเครื่องมือ หรืออุปกรณ์เพื่อวัดการเคลื่อนที่ของเสาเข็มสมอบทุกจุดตลอดเวลาการทดสอบถ้าเสาเข็มสมอบขยับตัวให้เลิกการทดสอบ พร้อมบันทึกการเคลื่อนตัวคงที่ไว้ด้วย แล้วให้ทำการทดสอบใหม่ตามคำแนะนำของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

4.1.4 การทดสอบแบบมาตรฐาน (Standard Loading) ตามมาตรฐาน ASTM D1143

1) น้ำหนักที่กระทำลงบนหน้าตัดของเสาเข็มทดสอบต้องตั้งฉากและอยู่ในแนวตั้ง

2) น้ำหนักทดสอบสูงสุดเป็น 2 เท่าของน้ำหนักที่ออกแบบเสาเข็มแต่ละต้น (Design Load)

3) เพิ่มน้ำหนักทดสอบเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75, 100, 125, 175 และ 200 ของน้ำหนักที่ออกแบบ

4) แต่ละขั้นตอนให้รักษาน้ำหนักไว้จนครบ 2 ชม. หรือในชั่วโมงแรก อัตราการทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มม./ชม. แล้วแต่กรณีใดจะเกิดขึ้นก่อนจึงจะเพิ่มน้ำหนักขั้นต่อไปและต้องอ่านค่าการทรุดตัวที่ 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60 นาที และทุก ๆ 20 นาที ต่อจากนั้น

5) เมื่อเพิ่มน้ำหนักถึง 2 เท่า ของน้ำหนักที่ออกแบบและเสาเข็มทดสอบไม่ถึงจุดวิบัติให้คงน้ำหนักไว้ 24 ชม. หรือ 48 ชม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทรุดตัวของเสาเข็มทดสอบแล้วให้ทำการอ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวดังนี้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 4-3/8

ทุกๆ 20 นาที สำหรับช่วงเวลา 2 ชม. แรก
 ทุกๆ 1 ชม. สำหรับช่วงเวลา 10 ชม. ต่อมา
 ทุกๆ 2 ชม. สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ

6) ทำการลดน้ำหนักทุกๆ ชั่วโมงให้เหลือเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 150, 100, 50 และ 0 บันทึกการคืบตัวทุกๆ 10 นาที และเมื่อลดน้ำหนักหมดแล้วให้อ่านต่อไปทุกๆ ชั่วโมง จนครบ 24 ชั่วโมง หรือการคืบตัวคงที่

7) ต้องอ่านค่าจากมาตรวัดการทรุดตัว (Dial Gauge) ทุกตัวและทุกครั้งก่อนและหลังที่มีการเปลี่ยนน้ำหนัก

4.1.5 การทดสอบเป็นวงจร (Cyclic Loading)

1) วงจรที่หนึ่งให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25 และ 50 ของน้ำหนักที่ออกแบบไว้ แต่ละขั้นตอนการเพิ่มน้ำหนักให้ดำเนินการตามข้อ 4.4 และเมื่อครบ 2 ชั่วโมงแล้วจึงลดน้ำหนักลงทุกๆ ชั่วโมง เป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 50 และ 0

2) วงจรที่สอง ให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ของน้ำหนักที่ออกแบบไว้ แต่ละขั้นตอนการเพิ่มน้ำหนักให้ดำเนินการตามข้อ 4.4 และเมื่อรักษาน้ำหนักไว้ครบ 24 ชั่วโมงแล้ว ให้ทำการลดน้ำหนักทุกๆ ชั่วโมงเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 50, 25 และ 0

3) วงจรที่สาม ให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100, 125, 175 และ 200 ของน้ำหนักที่ออกแบบไว้แต่ละขั้นตอนของการเพิ่มน้ำหนัก ให้ดำเนินการตามข้อ 4.4 และ เมื่อรักษาน้ำหนักไว้ครบ 24 ชั่วโมงแล้ว ให้ทำการลดน้ำหนักทุกๆ ชั่วโมง เป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 150, 100, 50 และ 0

4) การเพิ่มน้ำหนักแต่ละขั้นตอนให้รักษาน้ำหนักไว้จนครบ 2 ชั่วโมง หรือในชั่วโมงแรกอัตราการทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มม./ชม. แล้วแต่กรณีใดจะเกิดขึ้นก่อนจึงจะเพิ่มน้ำหนักขั้นต่อไป

5) บันทึกค่าทรุดตัวทุกครั้งก่อนหรือหลังการเปลี่ยนน้ำหนักให้อ่านค่าที่ 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60 นาที และทุกๆ 20 นาที

6) เมื่อเพิ่มน้ำหนักตามข้อ 6.2 หรือ 6.3 จนถึงร้อยละ 100 หรือ 200 แล้วเสาชั่งไม่ถึงจุดวิบัติในขณะรักษาน้ำหนักไว้ให้บันทึกค่าการทรุดตัวของเสาชั่ง

ทุกๆ 20 นาที สำหรับช่วงเวลา 2 ชั่วโมงแรก
 ทุกๆ 1 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลา 10 ชั่วโมงต่อมา
 ทุกๆ 2 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ

4.1.6 การรายงาน

ผลการทดสอบจะต้องส่งมาให้คณะกรรมการตรวจการจ้างภายใน 7 วัน หลังการทดสอบน้ำหนักแล้วเสร็จซึ่งประกอบด้วย

- 1) บันทึกการตอกเสาชั่งทดสอบและเสาชั่งสมอ
- 2) ใบรับรองแสดงผลการทดสอบการเพิ่มหรือลดน้ำหนัก (Calibrated and Tested Reports Hydraulic Jack)
- 3) แบบแปลนรายละเอียดการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบที่ใช้
- 4) บันทึกค่าการทรุดตัวและการคืบตัว

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 4-4/8

5) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง

- 5.1) การทรุดตัวและเวลา
- 5.2) น้ำหนักและเวลา
- 5.3) น้ำหนักและการทรุดตัว
- 5.4) การคืบตัวและเวลา
- 5.5) น้ำหนักและการคืบตัว

4.1.7 เกณฑ์การตัดสิน

- 1) ในระหว่างการทดสอบ ถ้าปรากฏว่าการทรุดตัวต่างๆ เกิดขึ้นเร็วหรือเกินกว่าที่กำหนด หรือไม่สิ้นสุดลงภายในเวลาที่กำหนดไว้ ให้ถือว่าทดสอบล้มเหลวหรือถึงจุดวิบัติแล้ว
- 2) ค่าการทรุดตัวสุทธิทั้งหมด (Total Net Settlement) ของการทดสอบจะต้องไม่มากกว่า 25 มม.
- 3) ในกรณีที่ทำการทดสอบเสาเข็มหลายๆ ต้น ค่าความแตกต่างของการทรุดตัวจะต้องไม่เกินข้อกำหนดต่อไปนี (มิติเป็นมิลลิเมตร)

ชนิดของดิน	ฐานรากกลุ่ม, ฐานรากเดี่ยว Isolated	ฐานรากแพ Rafts
ดินเหนียว	44.45	38.10
ทราย	31.75	25.40

4.2 วิธีการทดสอบเสาเข็มวิธี Dynamic Load Test

4.2.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทดสอบ

- 1) วัสดุและเครื่องมือเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D-4945-89 และมาตรฐาน AASHTO T298-93
- 2) เครื่องมือทดสอบเสาเข็มประกอบด้วย เครื่องมือวิเคราะห์ PDA (Pile Driving Analyzer) รุ่น GCPC หรือ PAK ตัว Transducers (Accelerometer และ Strain Gauges) และสายสัญญาณซึ่งใช้ต่อเชื่อมระหว่างเครื่องมือวิเคราะห์ PDA และตัว Transducers
- 3) บันจันและลูกตุ้มน้ำหนัก สามารถใช้บันจันและลูกตุ้มน้ำหนักที่ใช้ในการตอกเสาเข็มได้ กรณีที่ไม่มีบันจันสามารถประยุกต์ใช้รถเครนและลูกตุ้มได้
- 4) กรณีที่เป็นเสาเข็มเจาะต้องมีการปรับแต่งหัวเสาเข็มให้เรียบ หรือทำ Pile cap เพื่อให้หัวเสาเข็มมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงกระแทกที่เกิดจากการปล่อยเสาเข็มลูกตุ้ม
- 5) ข้อมูลเบื้องต้นของเสาเข็มที่ทำการทดสอบ อาทิ เช่น ชนิด ขนาด ความยาวของเสาเข็มที่จะทดสอบ เพื่อใช้ประกอบในการวิเคราะห์

4.2.2 วิธีการทดสอบ

- 1) การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน มาตรฐาน ASTM D-4945-89 และมาตรฐาน AASHTO T298-93
- 2) ผู้ว่าจ้างจะต้องจัดเตรียมทางเข้าให้ถึงจุดทดสอบเสาเข็ม หลังจากนั้นวิศวกรของทางบริษัท ผู้ทดสอบจะทำการเจาะรูที่ด้านข้างของตัวเสา 2 ด้านตรงข้ามกัน เพื่อทำการติดตั้งตัว Transducers ประกอบไปด้วย Strain Gauges และ Accelerometers

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 4-5/8

3) ทำการติดตั้งลูกตุ้มน้ำหนักเพื่อทำการทดสอบ

4) วิศวกรทางบริษัท ผู้ทดสอบ จะควบคุมและกำกับระยะยกของลูกตุ้มน้ำหนักในระหว่างการทดสอบ เพื่อทำการเก็บสัญญาณที่ได้จากภาคสนามมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

การยกลูกตุ้มกระแทกลงบนหัวเสาเข็มนั้นอาจจะยกจำนวน 2-4 ครั้ง โดยในระยะยกต่างๆ กัน เพื่อเป็นการ Apply พลังงาน ซึ่งในระยะต่างๆ ตัว Transducers ที่ติดตั้งด้านข้างหัวเสาเข็มจะทำการรับสัญญาณแล้วส่งต่อไปยังเครื่องวิเคราะห์ PDA (Pile Driving Analyzer) เพื่อจัดเก็บสัญญาณเก็บสัญญาณและปรากฏค่าต่างๆ ที่ต้องการ เช่น ค่ากำลังการรับน้ำหนักบรรทุก ค่าการทรุดตัว ค่า Stress ที่เกิดขึ้น ค่าความสมบูรณ์ของเสาเข็ม ฯลฯ บนจอภาพที่เครื่องวิเคราะห์ PDA

5) นำสัญญาณที่ได้จากภาคสนามมาวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ผลสรุปของการทดสอบ

4.2.3 ผลการทดสอบและรายงาน

1) ผลการทดสอบและรายงานผลเกี่ยวกับการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มและค่าการทรุดตัวของเสาเข็ม ความสมบูรณ์ของเสาเข็ม ค่า Stress ที่เกิดขึ้น ฯลฯ

2) ผลการทดสอบเบื้องต้น การรับน้ำหนักและความสมบูรณ์ของเสาเข็ม จะรายงานผลให้ภายหลังจากการทดสอบเสร็จสิ้นแล้วภายใน 2 วันทำการ

3) รายงานฉบับสมบูรณ์จะทำการส่งให้ภายใน 15 วันทำการหลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบเสาเข็มในภาคสนาม

4.3 วิธีการทดสอบเสาเข็มวิธี Seismic Test

4.3.1 เครื่องมือทดสอบ

เครื่องมือที่นำมาใช้งานเป็นเครื่องทดสอบรุ่นล่าสุดที่เรียกว่า "PIT COLLECTOR" ในปัจจุบันได้รับการออกแบบให้มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา เพื่อความสะดวกในการทดสอบอย่างต่อเนื่องในหน่วยงานก่อสร้าง

เครื่องมือทดสอบดังกล่าวมีส่วนประกอบที่สำคัญต่างๆ ดังนี้

Hand Held Hammer : ช้อนขนาด 1-2 กก. ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์กำเนิดคลื่นความเค้น (Impact Device)

Collector : เป็นอุปกรณ์บันทึกสัญญาณทดสอบ ควบคุมการทำงานด้วย Microprocessor ขนาด 16 Bit สามารถบันทึกสัญญาณสะท้อนกลับด้วยความละเอียดสูงมาก

Accelerometer : หัววัดสัญญาณคลื่นความเค้นที่มีความไวสูงมาก

4.3.2 การเตรียมเสาเข็มเพื่อการทดสอบ

ผลการทดสอบจะมีประสิทธิภาพดีมาน้อยเพียงใด ส่วนหนึ่งมาจากสภาพของหัวเสาเข็มทดสอบเองการเตรียมเสาเข็มดังต่อไปนี้ จะมีส่วนช่วยอย่างยิ่งที่จะทำให้สัญญาณทดสอบมีคุณภาพดี

- หัวเสาเข็มต้องสะอาดและปราศจากตะกอนดิน, ฝุ่นผงจากการสกัดแต่งเสาเข็มและพื้นผิวควรเรียบเพียงพอที่จะติดตั้งหัววัดสัญญาณให้แนบสนิท

- คอนกรีตต้องมีคุณภาพดีเพียงพอและมีอายุไม่น้อยกว่า 5 วัน โดยประมาณก่อนทดสอบได้อย่างสะดวก

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 4-6/8

- ควรกำหนดตำแหน่งเสาเข็มทดสอบให้ชัดเจน เพื่อสามารถอ้างอิงได้สะดวกในการรายงานผล
- ไม่มีสิ่งกีดขวางบนหัวเสาเข็ม ที่อาจเป็นอุปสรรคในการทดสอบ

4.3.3 การทดสอบ

หัววัดสัญญาณ (Accelerometer) จะได้รับการติดตั้งบนหัวเสาเข็ม ซึ่งได้รับการเตรียมพื้นผิวให้เรียบแห้ง และคอนกรีตมีคุณภาพดีเพียงพอ

เสาเข็มทดสอบจะต้องถูกตอกด้วยขั้นตอนทดสอบ แรงกระแทกที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดคลื่นความเค้นอัด (Compression Wave) วิ่งผ่านลงไปในตัวเสาเข็มหากเกิดความไม่ต่อเนื่องขึ้นในหน้าตัดของเสาเข็ม เกิดรอยแตกร้าวหรือคอนกรีตสภาพไม่ดี หรือพบปลายเสาเข็มคลื่นสัญญาณดังกล่าวจะเกิดการสะท้อนกลับและถูกบันทึกไว้โดยละเอียดและแปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของความเร็ว (Velocity) กับเวลา (Time) ด้วยเครื่องมือ PIT Collector เพื่อนำมาแปลผลต่อไป

ในการทดสอบเสาเข็มขนาดใหญ่ หรือเสาเข็มขนาดกลาง (Spun) การติดตั้งหัวรับสัญญาณ (Accelerometer) เพียงตำแหน่งเดียวอาจทำให้การตรวจสอบคลาดเคลื่อนไป ควรเปลี่ยนตำแหน่งหัวรับสัญญาณให้กระจายทั่วหัวเสาเข็ม จำนวนตำแหน่งที่เหมาะสมอาจพิจารณาได้ตามตารางข้างท้ายนี้

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง, ม.		จำนวนทดสอบ (จุด)
ทั่วไป	Spun	
0.6 หรือ น้อยกว่า	0.4 หรือ น้อยกว่า	1
0.80	0.50	2
1.00	0.60	3
1.20	0.80	3
1.50	1.00	4

4.3.4 การแปลผลข้อมูล

สภาพความสมบูรณ์ของเสาเข็ม สามารถแปลผลได้โดยตรงจากสัญญาณสะท้อนกลับที่อยู่ในรูปของความเร็วกับเวลา โดยอาศัยหลักการที่ว่าคุณสมบัติของหน้าตัดเสาเข็มทาง พลศาสตร์ Dynamic Pile Stiffness), หรือที่เรียกว่า อิมพีแดนซ์ (Impedance), Z ที่เปลี่ยนแปลงไปจะมีผลทำให้เกิดคลื่นความเค้นเกิดการสะท้อนกลับในรูปแบบของคลื่นอัด (Compression Wave) หรือคลื่นความเค้นดึง (Tension Wave) คลื่น

ค่าอิมพีแดนซ์, Z ดังกล่าวประกอบด้วยผลคูณของพื้นที่หน้าตัดกับค่าโมดูลัสยืดหยุ่นหารด้วยความเร็วคลื่น ดังนี้

$$Z = \frac{EA}{C} \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อเสาเข็มทดสอบมีขนาดพื้นที่หน้าตัดลดลง หรือมีค่าโมดูลัสลดลง เมื่อเทียบกับหัวเสาเข็ม สัญญาณคลื่นความเค้นอัดจากการทดสอบจะเกิดการสะท้อนกลับ ณ จุดนี้ในรูปของคลื่นความเค้นดึง (Tension Wave) แสดงผลในรูปสัญญาณ “บวก” ในกราฟระหว่างความเร็วกับเวลา

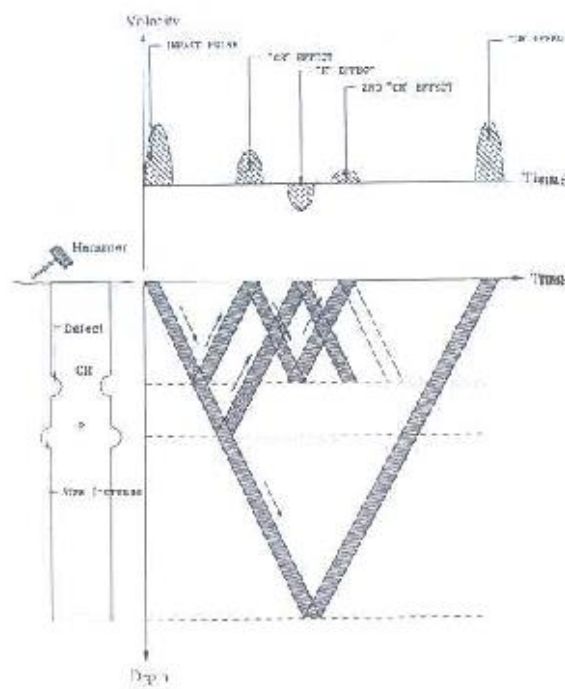
โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 4-7/8

ในการทำงานเดียวกันหากพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นหรือค่าโมดูลัสเพิ่มขึ้นสัญญาณสะท้อนกลับจะอยู่ในรูปของคลื่นความเค้นอัด (Compression Wave) แสดงผลในรูปสัญญาณ “ลบ”

ตารางข้างท้ายนี้ จะช่วยทำความเข้าใจในความสัมพันธ์ข้างต้นได้ดีขึ้น

พื้นที่หน้าตัด	โมดูลัส	อิมพีแดนซ์	สัญญาณสะท้อนกลับ	การแสดงผลในกราฟ ความเร็ว - เวลา
A	E	Z		
↑	คงที่	↑	Comp. Wave	ลบ
↓	คงที่	↓	Tension Wave	บวก
คงที่	↑	↑	Comp. Wave	ลบ
คงที่	↓	↓	Tension Wave	บวก

แผนภูมิต่อไปนี้แสดงให้เห็นลักษณะการสะท้อนกลับของคลื่นและการแปรผล



สำหรับเกณฑ์ในการยอมรับพิจารณาจากค่าดัชนีความสมบูรณ์ (Integrity Factor) หรือ ค่าเบต้า, $\downarrow$ ซึ่งมีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าอิมพีแดนซ์ ณ จุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือมีค่าเท่ากับ

$$\downarrow = \frac{Z_2}{Z_1} \dots\dots\dots (3)$$

เมื่อ Z_2 : ค่าอิมพีแดนซ์ ณ จุดที่พบการเปลี่ยนแปลง
 Z_1 : ค่าอิมพีแดนซ์อ้างอิง ณ จุดที่ติดตั้งเครื่องมือทดสอบ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 4-8/8

ตารางต่อไปนี้จะแสดงสภาพความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในเสาเข็มทดสอบ ที่ค่าดังนี้ ความสมบูรณ์ต่างๆ อ้างอิงตามคำแนะนำของ F. Rahsche และ G.G. Goble 1986

ค่าเบต้า, ↓	สภาพของเสาเข็ม
0.90 – 1.0	สมบูรณ์
0.80 – 0.90	เสียหายเล็กน้อย
0.60 – 0.80	เสียหาย
ต่ำกว่า 0.60	เสาเข็มหัก

อย่างไรก็ตามการประเมินขนาดความเสียหายและเกณฑ์ในการยอมรับข้างต้น เพื่อเป็นข้อแนะนำเบื้องต้น ควรนำข้อมูลอื่นๆ อาทิเช่น ประวัติในการก่อสร้างเสาเข็มดังกล่าว, ลักษณะการออกแบบฐานราก, ลักษณะอาคารและน้ำหนักบรรทุก, การเคลื่อนตัวของเสาเข็มภายหลังการก่อสร้างและการเอียงของเสาเข็มประกอบการพิจารณาด้วย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 5-1/7

5. มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

ขอขยาย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมสำหรับโครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะที่ระบุเป็นอย่างอื่นดังต่อไปนี้

5.1 ปูนซีเมนต์

5.1.1 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงสร้างให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ผลิตในประเทศไทย และจะต้องมีคุณภาพได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ มอก.15 เล่มที่ 1-2547

5.1.2 ต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่บรรจุถุงเรียบร้อย หรือเป็นปูนซีเมนต์ที่เก็บในภาชนะบรรจุของ บริษัทผู้ผลิต ผลิตออกจากโรงงานใหม่ๆ (ถ้าสงสัยว่าผลิตมานานต้องให้คณะกรรมการตรวจสอบการจ้างตรวจสอบก่อนนำมาใช้)

5.1.3 ปูนซีเมนต์บรรจุถุง จะต้องเก็บไว้บนพื้นสูงกว่าพื้นดินอย่างน้อย 20 ซม. ในโรงที่มีหลังคาคลุมมีฝากันฝนได้ดี

5.1.4 ห้ามใช้ปูนซีเมนต์ที่เสื่อมคุณภาพโดนความชื้น แข็งตัวจับกันเป็นก้อนแล้ว หรือเหตุอื่น

5.1.5 เมื่อจำเป็นจะต้องใช้ปูนซีเมนต์ชนิดแข็งตัวเร็วแล้ว ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3 ซึ่งมีคุณภาพถูกต้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ มอก.15 เล่ม 1-2547

5.1.6 สำหรับงานก่อสร้างในบริเวณที่ดินเค็มและอุรุมิทะเล ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 5 ซึ่งมีคุณภาพถูกต้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ มอก.15 เล่ม 1-2547

5.2 ทราย

5.2.1 ต้องเป็นทรายน้ำจืดที่หยาบ คม แข็งแกร่งและสะอาดปราศจากวัตถุอื่นเจือปน เช่น เปลือกหอย ดิน ถ้ำ ถ่าน และผักหญ้าต่างๆ

5.2.2 ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานการทดสอบคอนกรีตของ ASTM C 33-82

5.3 หิน หรือ กรวด

5.3.1 หิน กรวด ที่ใช้ต้องแข็งแรง ไม่ผุ และสะอาดปราศจากวัตถุอื่นเจือปน

5.3.2 ก่อนนำไปใช้ผสมคอนกรีตต้องร่อนเมล็ดใหญ่กว่ากำหนดออกและล้างน้ำให้ปราศจากสิ่งสกปรกก่อนใช้ผสม

5.3.3 ต้องผ่านการตรวจสอบคุณสมบัติมาตรฐานการทดสอบหินและกรวด ASTM C 136-82

5.4 น้ำ

5.4.1 น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องเป็นน้ำจืด ปราศจากน้ำมัน กรด ด่าง เกลือ และสารอินทรีย์ต่างๆ

5.4.2 ถ้าน้ำในที่ก่อสร้างไม่ดีพอ เช่น น้ำที่มีน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเจือปนอยู่ คณะกรรมการตรวจสอบการจ้างอาจสั่งให้น้ำสะอาดที่อื่นมาใช้ได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 5-2/7

5.5 คอนกรีต

5.5.1 ส่วนผสมและกำลังคอนกรีต

คอนกรีตที่ใช้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็กมี 4 ชนิด คือ

- 1) ค 0 คอนกรีตชนิดทนแรงอัดต่ำมาก
- 2) ค 1 คอนกรีตชนิดทนแรงอัดต่ำ
- 3) ค 2 คอนกรีตชนิดทนแรงอัดปานกลาง
- 4) ค 3 คอนกรีตชนิดแรงอัดสูง

ส่วนผสมของคอนกรีตทั้งสี่ชนิดนี้ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของหินและทรายที่นำมาใช้ ในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นฝ่ายทดลองทำส่วนผสมขึ้นมาเอง โดยร่วมปรึกษากับคณะกรรมการตรวจการจ้างถึงส่วนผสมที่เหมาะสมกับคุณภาพของวัสดุเป็นคราวๆ ไป การทดลองหาส่วนผสมจะต้องทำล่วงหน้า ก่อนงานใช้คอนกรีตจริงๆ ในระยะเวลาอันสมควร และจะต้องแจ้งถึงอัตราส่วนผสมที่ผ่านการทดลองและตัดสินใจใช้ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างทราบก่อน อย่างไรก็ตามการแจ้งส่วนผสมให้ทราบนี้ไม่เป็นการทำให้ผู้รับจ้างพ้นภาระความรับผิดชอบในเรื่องคอนกรีตไม่ได้กำลังตามต้องการ

คอนกรีตทั้ง 4 ชนิดนี้จะต้องมีคุณสมบัติตามตารางข้างล่างนี้

ชนิดคอนกรีต	จำนวนซีเมนต์ที่ใช้ต่อคอนกรีต 1 ลบ.ม.เป็น กก.จะต้องไม่น้อยกว่า	ขนาดหินใหญ่ที่สุด (มม.)	แรงอัดประลัยต่ำสุดของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกขนาด Dia15 ซม. สูง 30 ซม. อายุ 28 วัน (กก./ตร.ซม.)
ค 0	300	40	180
ค 1	350	40	240
ค 2	375	40	280
ค 3	450	40	350

การเลือกส่วนผสมให้ถือหลักดังนี้

ปริมาณซีเมนต์ให้มีเพียงให้ได้กำลังตามต้องการ และมีความคล่องตัวในการเท (Workability) เพียงพอ ปริมาณน้ำให้น้อยที่สุดเพียงเพื่อให้คอนกรีตมีความชื้นพอเหมาะไม่เหลวเกินไป ส่วนผสมต้องสม่ำเสมอเพื่อให้ได้กำลังที่แน่นอนโดยตลอดและการผสมนี้ให้ใช้ผสมโดยเทียบน้ำหนัก

ในกรณีที่จะใช้คอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mixed Concrete) ส่วนผสมของคอนกรีตยอมให้ เปลี่ยนแปลงได้บ้างทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต แต่ค่าแรงอัดต่ำสุดของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอก ขนาด Dia15 ซม. สูง 30 ซม. จะต้อง มีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดก่อนที่จะนำมาใช้ จะต้องส่งรายการคำนวณส่วนผสม และการทดสอบค่าแรงอัดต่ำสุด ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาเห็นชอบอีกทั้งคอนกรีตผสมเสร็จที่จะใช้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ มอก.213-2520

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 5-3/7

5.5.2 การผสมคอนกรีต

การผสมคอนกรีตต้องผสมด้วยเครื่องเสมอไป การผสมคอนกรีตแต่ละครั้งให้ผสมด้วยวัสดุตามที่กำหนดไว้ในข้อ 1, 2, 3 และ 4 โดยใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์เป็นนิโกลกรัมส่วนผสมอื่นใช้เป็นลิตร การผสมด้วยเครื่องในครั้งหนึ่งๆ ต้องให้เครื่องผสมคอนกรีตหมุนอย่างน้อย 2 นาที เพื่อให้วัสดุได้คล้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน

5.5.3 การเทคอนกรีต

1) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบหล่อ และการวางเหล็กเสริมมั่นคงและถูกต้องตามแบบรายละเอียด พร้อมทั้งทำความสะอาด ให้ปราศจากเศษวัสดุที่อยู่ในแบบที่จะเทและอุดรอยรั่วต่างๆ เพื่อมิให้น้ำปูนหน่อออก เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วและได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างแล้วจึงจะทำการเทคอนกรีตได้

2) การเทคอนกรีตทั่วไป ต้องเทเป็นชั้นๆ หนาไม่เกิน 15 ซม. สำหรับผนัง และเสาที่สูงให้เทเป็นชั้นๆ ชั้นหนึ่งๆ หนาไม่เกิน 45 ซม. และระยะที่สูงจะเทคอนกรีตแต่ละครั้งต้องไม่เกิน 2.50 เมตร แต่ละชั้นให้ใช้หัวสั่นสะเทือนหย่ทุกครั้งไป เพื่อให้คอนกรีตแน่นตัวปราศจากโพรง การใช้เครื่องสั่นสะเทือน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในการใช้หัวสั่นสะเทือนโดยเฉพาะมาปฏิบัติงานทั้งนี้เพื่อป้องกันการแยกตัวของคอนกรีตอันจะทำให้คอนกรีตได้กำลังไม่เท่าที่กำหนดไว้

3) คอนกรีตที่ผสมแล้วต้องรีบนำไปเทลงในแบบโดยเร็วก่อนที่คอนกรีตนั้นจะแข็งตัว (ไม่ควรเกิน 45 นาที) และต้องระมัดระวังมิให้เหล็กเสริมเคลื่อนหรือเปลี่ยนไปจากตำแหน่งเดิม

4) ถ้าหากเทคอนกรีตส่วนหนึ่งส่วนใดไม่เสร็จในเวลาที่กำหนด แล้วต้องหยุดเทคอนกรีตตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนดหรือตามตำแหน่ง ดังนี้

4.1) สำหรับเสาให้หยุดเทที่ระดับไม่เกิน 5 ซม. ต่ำจากท้องคานหัวเสา

4.2) สำหรับคานให้หยุดเทที่กลางคาน โดยใช้ไม้กั้นตั้งฉากในกรณีที่คานขอยัดติดกับคานหลักตรงบริเวณกึ่งกลางช่วงให้เลื่อนรอยต่อในคานออกไปอีกระยะ 1 เท่าของความลึกของคานหลัก

4.3) สำหรับพื้นให้หยุดเทที่กลางแผ่นโดยใช้ไม้กั้นตั้งฉาก เมื่อจะเทคอนกรีตต่อให้กระเทาะหน้าคอนกรีตเก่าแล้วแปรงด้วยแปรงลวดรดน้ำให้เปียกแต่ไม่ให้มีน้ำขัง แล้วรดด้วยน้ำปูนซีเมนต์ ก่อนเทคอนกรีตใหม่ทันที ในกรณีที่เป็นการเทพื้นกันสาดหลังคา คสล. หรือส่วนที่ต้องการป้องกันการรั่วซึมผู้รับจ้างควรใช้แผ่นยางต่อคอนกรีต (Water Stop) ในการป้องกันการรั่วซึมแต่ต้องเสนอตัวอย่างวัสดุ และวิธีการต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อการตรวจสอบก่อนใช้งาน

5) ในการเทคอนกรีตจะต้องทำ Slump Test ทุกครั้งที่เปลี่ยนอัตราส่วนผสมของน้ำกับปูนซีเมนต์ หรือคณะกรรมการตรวจการจ้างของคณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นว่าคอนกรีตข้นหรือเหลวเกินไป วิธีทำ Slump Test และระยะการยุบตัวของคอนกรีตจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ มอก.213-2520

6) ในการเทคอนกรีต ถ้ามีการเทคอนกรีตต่อเนื่องน้อยกว่า 30 ลูกบาศก์เมตร/ครั้ง ให้เทโดยใช้คอนหรือ pumpcrete แต่ถ้าเกิน 30 ลูกบาศก์เมตร/ครั้ง ให้เทด้วย pump crete เท่านั้น

7) ในระหว่างการเทคอนกรีต ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า 35 องศาเซลเซียส จะต้องจัดบันทึกอุณหภูมิ ขณะเทคอนกรีต และเก็บผลการบันทึกไว้ไม่น้อยกว่า 2 ปี

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 5-4/7

5.5.4 การบ่มคอนกรีต

เมื่อเทคอนกรีตเสร็จแล้ว ในระหว่างที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว ต้องปกคลุมมิให้ถูกแสงแดด กระแสลมร้อน ต้องป้องกันมิให้คอนกรีตได้รับความกระทบกระเทือน และเมื่อพ้นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หรือเมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ต้องจัดการบ่มให้คอนกรีตชุ่มน้ำอยู่ตลอดเวลาต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 7 วัน ด้วยการให้กระสอบชุบน้ำคลุมหรือด้วยการขังน้ำในระหว่างการบ่มคอนกรีต ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า 35 องศาเซลเซียส จะต้องจัดบันทึกอุณหภูมิขณะบ่มคอนกรีตและเก็บผลการบันทึกไว้ไม่น้อยกว่า 2 ปี

5.5.5 การแต่งผิวคอนกรีต

1) เมื่อถอดแบบออกแล้ว ถ้ามีรูหรือผิวหน้าคอนกรีตขรุขระให้แต่งผิวให้เรียบเสมอผิวทั่วไปส่วนที่เป็นรู ใช้ปูนซีเมนต์กับทรายผสมน้ำตามอัตราส่วนที่ใช้ผสมคอนกรีต แต่งให้ผิวหน้าเรียบ แต่ถ้าปรากฏว่าเนื้อคอนกรีตส่วนใดมีลักษณะเป็นรูลึกด้วยรังผึ้งหรือเป็นโพรงลึกจะต้องสกัดเนื้อนั้นออกแล้วเทคอนกรีตส่วนนั้นใหม่ แต่ถ้าปรากฏว่าเนื้อคอนกรีตส่วนนั้นเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทุบส่วนของโครงสร้างนั้นทิ้งทั้งหมด หรือทุบเฉพาะส่วนนั้นทิ้งแล้วทำการเทคอนกรีตที่ผสมด้วยตัวประสานใหม่ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

2) เมื่อต้องการจะฉาบปูนทับผิวหน้าคอนกรีต ให้กะเทาะผิวคอนกรีตให้ขรุขระตลอดโดยทั่ว ราดน้ำให้ชื้นแล้วจึงฉาบปูน เมื่อฉาบปูนเสร็จแล้วให้ดำเนินการบ่มผิวตามที่ กำหนดไว้ในข้อ 6.5.4

3) การฉาบปูนภายในของผิวคอนกรีตที่จะใช้ขังน้ำ ต้องฉาบปูนผสมน้ำยากันซึมแล้วขัดมันผิวให้เรียบ แต่ถ้าผู้รับจ้างไม่ขัดมันผิวจะต้องทาทับด้วยน้ำยากันซึมอีกชั้นหนึ่งส่วนผิวคอนกรีตภายนอกให้ฉาบปูนตกแต่งให้เรียบร้อยหรือตามที่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียด

5.5.6 การหล่อตัวอย่างคอนกรีตและการทดสอบ

1) เพื่อเป็นการตรวจคุณภาพของคอนกรีตว่าดีพอหรือไม่ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาแบบเหล็กมาตรฐานมาหล่อตัวอย่างคอนกรีตขนาด Dia 15 ซม. สูง 30 ซม. ต่อหน้าคณะกรรมการตรวจการจ้าง โดยเก็บตัวอย่างคอนกรีตในงานนั้น

2) แท่งคอนกรีตทดสอบแต่ละตัวอย่างให้ลงวันที่ เดือน ปี และส่วนผสมคอนกรีต ขณะที่การเก็บไว้ให้ชัดเจน เมื่อตัวอย่างคอนกรีตมีอายุ 24 ชั่วโมงแล้ว ให้เปิดแบบนำตัวอย่างคอนกรีตไปบำรุงรักษา การทดสอบคอนกรีตตัวอย่าง จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ มอก.409-2525

3) การเก็บตัวอย่างคอนกรีตที่จะทดสอบให้เก็บทุกวัน เมื่อมีการเทคอนกรีตและอย่างน้อยต้องเก็บ 3 ก้อน โดยให้ทำการเก็บดังนี้

3.1) เก็บเมื่อหล่อคอนกรีตแต่ละส่วนของโครงสร้าง เช่น เสา คาน และพื้น ฯลฯ

3.2) เก็บทุกครั้งที่มีการเทคอนกรีตทุกๆ 50 ลูกบาศก์เมตรและเศษของ 50 ลูกบาศก์เมตร

3.3) เก็บทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแหล่งทราย หิน หรือกรวด

3.4) สำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mixed Concrete) การเก็บให้เก็บที่ปาก กลาง และก้นโม

4) ผลเฉลี่ยของค่าแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอก 3 ก้อน จะต้องไม่ต่ำกว่าค่าแรงอัดประลัยที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียดและค่าแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตทดสอบที่มีค่าน้อยที่สุด จะต้องไม่ต่ำกว่า 85% ของค่าแรงอัดสูงสุดที่กำหนดไว้

5) หากปรากฏว่า ค่าแรงอัดประลัยของผลการทดลองดังที่ได้กล่าวมาแล้ว มีค่าแรงอัดสูงสุดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในข้อ (4) ผู้รับจ้างต้องสกัดหรือรื้อส่วนที่เทคอนกรีตไปแล้วนั้นออกเสียทันทีแล้วจัดการหล่อใหม่โดยใช้คอนกรีต

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 5-5/7

ซึ่งมีคุณภาพได้แรงอัดประลัยไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด หรือมีฉะนั้น ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบการรับน้ำหนักของโครงสร้างส่วนนั้นโดยใช้น้ำหนักบรรทุกไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของน้ำหนักบรรทุกที่ได้ออกแบบไว้ แต่อย่างไรก็ตามทั้งหมดนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้างความเสียหายต่างๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการหล่อคอนกรีตใหม่หรือการทดสอบการรับน้ำหนักของโครงสร้างนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้นจะคิดมูลค่าเพิ่มเติมแต่อย่างใดอย่างหนึ่งจากคณะกรรมการตรวจการจ้างไม่ได้

6) การทดสอบหาค่าแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตทดสอบนั้น ผู้รับจ้างจะต้องส่งมาให้วิศวกรของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นผู้กำหนดว่าจะให้ส่วนราชการหรือบริษัทใดเป็นผู้ทำการทดสอบโดยค่าใช้จ่ายในการนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

5.6 การป้องกันการซึม

5.6.1 คอนกรีตกันซึม

ในส่วนของโครงสร้างที่ต้องการป้องกันความชื้นซึมผ่าน อาทิเช่น ถังเก็บน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก ถังบำบัดน้ำเสียคอนกรีตเสริมเหล็ก สระว่ายน้ำ พื้นลาดฟ้าคอนกรีตเสริมเหล็ก อาคารชั้นใต้ดิน เป็นต้น คอนกรีตกันซึมต้องได้รับการตรวจสอบคุณภาพ จากกรรมการตรวจการจ้างก่อนนำมาใช้

5.6.2 วัสดุกันซึม

ในการก่อสร้างอาคารชั้นใต้ดิน ถังเก็บน้ำใต้ดิน หรือ พื้นชั้นลาดฟ้าที่ระบุให้มีวัสดุกันซึม ทางผู้รับจ้างต้องจัดหาและทำการปูแผ่นวัสดุสังเคราะห์กันซึม ในบริเวณที่ต้องการป้องกันน้ำซึมผ่าน โดยมีขั้นตอนการติดตั้งดังต่อไปนี้

ก. ทำความสะอาดเตรียมพื้นผิวที่ทำการติดตั้งให้สะอาดและเรียบ ปราศจากขี้ปูน หลุม หากพบสภาพดังกล่าวให้ทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อย ก่อนทำการติดตั้งให้ทำความสะอาดพื้นผิวไม่ให้มีก้อนกรวด เม็ดทราย

ข. จะต้องทำการปรับระดับและแต่งพื้น ค.ส.ล.ไม่ให้มีน้ำขังและดูราบเรียบสวยงามตามความเหมาะสม เมื่อปูแผ่นวัสดุกันซึมแล้วต้องแนบสนิทกับพื้น ค.ส.ล. หากจำเป็นต้องปรับระดับให้ใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติประเภทซีเมนต์พิเศษปรับระดับสำเร็จรูป (Pre-Bag Leveling Mortar) ที่มีแรงยึดเกาะและรับกำลังได้ดี ไม่มีส่วนผสมของแคลเซียมคลอไรด์ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

Compressive Strength ≥ 250 ksc. ที่ 7 วัน

Walk on time ≤ 16 ชั่วโมง

โดยใช้น้ำยาประสานคอนกรีตประเภท Acrylic Bonding Agent ทาที่ผิวคอนกรีตให้ทั่วบริเวณก่อนการเทปูนปรับระดับ

ค. หากตรวจพบพื้น ค.ส.ล. มีรอยแตกร้าวขนาดความกว้างน้อยกว่า 0.20 มม. ให้ทำความสะอาดจนปราศจากคราบสกปรก ฝุ่นละออง คราบไขมันหรือตะไคร่น้ำอื่นๆ ที่จะไม่กระทบต่อคุณสมบัติของแผ่นกันซึมที่ใช้ ให้ทำการซีลรอยแตกร้าวทั้งหมดด้วยวัสดุกันรั่วซึมประเภท Elastic Polyurethane Sealant ปรับระดับน้ำให้มีการไหลและระบายน้ำได้ดี

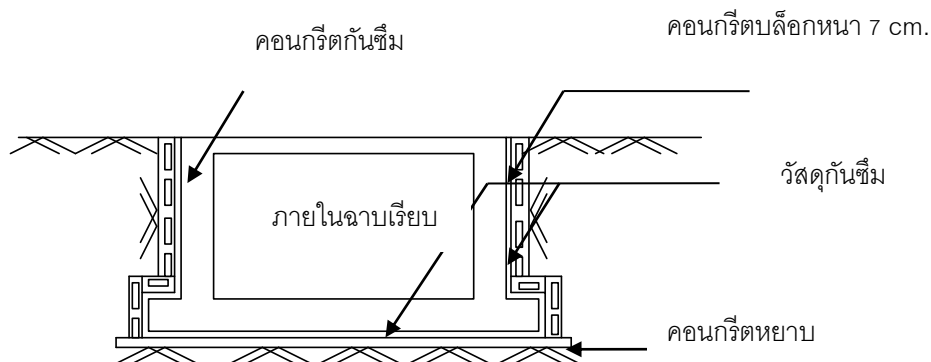
ง. หากมีอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ บนพื้นลาดฟ้าอาคาร เช่น เครื่องทำความเย็น เสาคูอุปกรณ์ไฟฟ้าและสื่อสาร แท่นรองท่อน้ำหรืออื่นๆ ให้ทำการหล่อฐานคอนกรีตของอุปกรณ์ดังกล่าว โดยขนาดขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ ความหนาแน่นคอนกรีตประมาณ 10-15 ซม.

หมายเหตุ การหล่อฐานคอนกรีตหรือปรับระดับพื้นคอนกรีตนั้น จำเป็นจะต้องใช้สารเคมี Acrylic Bonding Agent ผสมในปูนทรายเพื่อช่วยให้การยึดตัวระหว่างเนื้อคอนกรีตเก่าและคอนกรีตใหม่

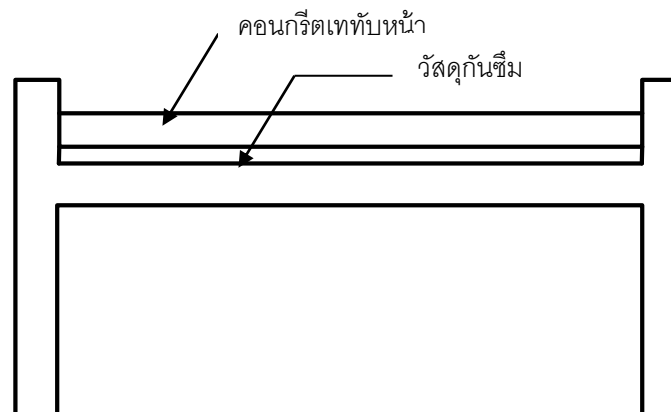
โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 5-6/7

จ. ผู้รับจ้าง ต้องทำความสะอาดหน้างาน ขนย้ายเศษวัสดุออกจากบริเวณก่อสร้างให้เรียบร้อยก่อนส่งมอบงาน

ฉ. ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันผลงานในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับจากวันส่งมอบงานและหากปรากฏในภายหลังว่าบกพร่องอันเนื่องมาจากวัสดุหรือฝีมือในการดำเนินการ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายที่ปรากฏทุกประการโดยไม่มีข้อแม้ใด



รูปแสดงการปูวัสดุกันซึมสำหรับถังเก็บน้ำใต้ดิน, สระว่ายน้ำ, อาคารใต้ดิน
(หากไม่ได้ระบุในแบบเป็นอย่างอื่น ให้ปฏิบัติตามรูปนี้)



รูปแสดงการปูวัสดุกันซึมสำหรับพื้นชั้นดาดฟ้า

5.6.3 แผ่นยางกันน้ำ (Water Stop)

รูปร่างและขนาดของแผ่นยางกันน้ำต้องเป็นไปตามที่กำหนดในแบบ วัสดุที่ใช้ต้องผลิตจากยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ที่มีความเหมาะสม จะต้องมีการรับรองการทดสอบความสามารถในการกันน้ำได้จากสถาบันที่เชื่อถือได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 5-7/7

5.7 แบบหล่อ

5.7.1) แบบหล่อต้องทำจากวัสดุแข็งแรง ไม่ผุ ไม่คดงอเช่น เหล็ก ไม้ เป็นต้นแบบหล่อและนั่งร้านรองรับคอนกรีตเหลวจะต้องมั่นคงแข็งแรงเพียงพอสามารถรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือน เมื่อใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตได้โดยไม่ทุบตัวหรือแอ่นตัวจนเสียระดับหรือ แนวหากเกิดการเสียระดับหรือแนวผิดขนาดจนเห็นว่าจะเกิดผลเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องทุบทำลายขึ้นส่วนนั้นทั้งชิ้น แล้วหล่อใหม่ให้ถูกต้อง โดยจะคิดมูลค่าเพิ่มเติมอย่างไร อย่างหนึ่งจากคณะกรรมการตรวจการจ้างไม่ได้ ทั้งนี้ไม่ได้ทำให้ผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ ที่อาจจะเกิดจากการทุบทำลายขึ้นส่วนนั้นๆ

5.7.2) แบบหล่อต้องประกอบแบบให้แน่นหนา และต้องยึดค้ำยันแบบ มิให้เคลื่อนที่ได้ต้องเข้าแบบให้สนิทเพื่อกันมิให้น้ำปูนรั่วและผิวด้านในของแบบที่ติดกับคอนกรีตต้องเรียบล้างให้สะอาดแล้วทาน้ำมันก่อนลงมือเทคอนกรีตเสมอ

5.7.3) แบบหล่อจะถอดออกไม่ได้จนกว่าจะได้กำหนด การถอดแบบต้องไม่ให้คอนกรีตได้รับความกระทบกระเทือน และให้ถือกำหนดเวลาการถอดแบบ ดังต่อไปนี้

แบบข้างเสา คาน กำแพง ฐานราก 2 วัน

แบบหล่อท้องพื้น 14 วัน

แบบหล่อท้องคาน 21 วัน

ทั้งนี้ให้ยกเว้นในกรณีที่ ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดแข็งตัวเร็ว ซึ่งให้ถือกำหนดถอดแบบได้ทั้งหมดเมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 7 วัน

5.7.4) ห้ามขึ้นไปทำการก่อสร้าง บนแบบหล่อของส่วนก่อสร้างที่เทคอนกรีตแล้ว จนกว่าจะพ้น 48 ชั่วโมงหลังจากเทคอนกรีตครั้งสุดท้ายในแบบหล่อส่วนนั้น

5.7.5) แบบหล่อที่รื้อออกแล้ว ก่อนที่จะนำมาใช้ใหม่ จะต้องทำความสะอาดและตกแต่งพร้อมทั้งทาน้ำมันให้เรียบร้อยเสียก่อน จึงจะนำไปใช้อีกได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 6-1/3

6. มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

ขอบาย

มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีตนี้ ครอบคลุมสำหรับงานคอนกรีตทั่วไปทั้งหมด ยกเว้นงานคอนกรีตอัดแรง

6.1 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

เหล็กเส้นเสริมคอนกรีตต้องเป็นเหล็กเส้นใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ต้องมีผิวสะอาดไม่มีสนิมก่อนไม่เปื้อน น้ำมัน ไม่มีรอยแตกร้าว และต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

6.1.1 เหล็กเส้นกลม (Plain Round Bar)

- 1) แรงเค้นดึงสูงสุด (Maximum Tensile Stress) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 3,900 กก./ ซม.²
- 2) แรงเค้นที่จุดย่น (Yield Stress) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 2,400 กก./ ซม.²
- 3) ความยืด (Elongation) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 21% ในช่วงความยาว 5 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น
- 4) คุณสมบัติอื่นๆ ตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.20-2543

6.1.2 เหล็กเส้นข้ออ้อย (Deformed Bar)

Grade	Yield Stress (MPa)	Tensile Stress (MPa)	Elongation 5D% (min.)	Cold Bend Test	
				Bending Angle	Diameter of bends
SD 30	295	480	17	180	4 เท่าของ Nominal Dia.
SD 40	390	560	15	180	4 เท่าของ Nominal Dia.

หมายเหตุ D = เส้นผ่าศูนย์กลาง
คุณสมบัติอื่นๆ ตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.24-2548

6.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

6.2.1 สำหรับเหล็กเส้นกลม

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับเหล็กเส้นกลมเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นกลม

หมายเลขขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความคลาดเคลื่อนที่ยอม ให้ไม่เกินกว่า (มิลลิเมตร)	ผลต่างของเส้นผ่าศูนย์กลาง วัด ณ ตำแหน่งเดียวกันไม่ เกินกว่า(มิลลิเมตร)
RB 6 - RB 15	6 - 15	+ , - 0.4	0.64
RB 19 - RB 25	19 - 15	+ , - 0.5	0.80
RB 28 - RB 34	28 - 34	+ , - 0.6	0.96

หมายเหตุ RB = Round Bar

6.2.2 สำหรับเหล็กเส้นข้ออ้อย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 6-2/3

1) ขนาดระบุของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นข้ออ้อย หาได้จากสูตร

$$D = 12.73 (w)^{1/2}$$

D = คือเส้นผ่าศูนย์กลาง เป็นมิลลิเมตร

w = คือ น้ำหนักของเหล็กเป็นกิโลกรัมต่อความยาว 1 เมตร

2) ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ สำหรับเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นข้ออ้อย

หมายเลขขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกินกว่า (มิลลิเมตร)
DB 10 - 16	10 - 16	0.4
DB 20 - 25	20 - 25	0.5
DB 28 - 32	28 - 32	0.6

หมายเหตุ DB = Deformed Bar (เหล็กเส้นข้ออ้อย)

6.3 การเก็บวัสดุ

6.3.1 เหล็กเส้นที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างจะต้องเก็บไว้ในที่มีหลังคาคลุม และมีฝากำบังฝนทั้งหมดจะต้องเก็บไว้เหนือพื้นดินไม่น้อยกว่า 20 ซม.

6.3.2 เหล็กเส้นที่นำใช้งานจะต้องแยกเก็บไว้เป็นพวกๆ โดยมีป้ายบอกชนิดและขนาดไว้อย่างชัดเจน

6.4 การตัดเหล็กเส้น

6.4.1 ห้ามตัดเหล็กเส้น โดยวิธีเผาให้ร้อน

6.4.2 การตัดเหล็กเส้น เป็นไปตามมาตรฐานของ ASTM

6.4.3 การตัดเหล็กกล้า ความลาดเอียงของเหล็กค่อม นอกจากจะระบุไว้ในแบบรูปรายละเอียด จะต้องตัดเอียงเป็นมุม 45 องศา ทั้งหมด การตัดโค้งตรงมุม ต้องใช้รัศมีภายในเท่ากับ 6 เท่า ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

6.5 การต่อเหล็กเสริม

6.5.1 เหล็กเสริมของคาน - พื้น นอกจากที่เป็นคานยื่น หรือพื้นที่ระบุไว้ในแบบแปลนจะต้องต่อในตำแหน่งดังต่อไปนี้

เหล็กกลางของคาน - พื้น ให้ต่อตรงบริเวณหัวเสาหรือหัวคาน

เหล็กบนของคาน - พื้น ให้ต่อตรงบริเวณกลางคาน - พื้น

สำหรับเหล็กเสาให้ต่อตรงจุดหลังพื้น เป็นไปตามแบบมาตรฐานการตัดและการต่อเหล็กเส้น

6.5.2 รอยต่อของเหล็กเสริมแต่ละเส้นที่อยู่ข้างเคียงต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกันและควรเหลื่อมกันประมาณ 1.00 เมตร หากไม่จำเป็นจริงๆ แล้วห้ามต่อเหล็ก

6.5.3 การต่อเหล็กอาจทำได้หลายวิธี คือ

1) ในการต่อเหล็กแบบวางทางเหลื่อมกัน ให้วางทาบโดยเหลื่อมกันมีระยะยาวเท่ากับ 40 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นเหล็กนั้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 6-3/3

2) การต่อโดยวิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า

2.1) ไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต้องมีกำลังแรงสูงพอ การต่อให้เชื่อมแบบชน (Butt Weld) และจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการเชื่อมเหล็กทุกประการ เมื่อเชื่อมต่อเสร็จเรียบร้อยแล้วรอยต่อจะต้องรับแรงเค้นดึง (Tensile Stress) จะได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของแรงเค้นดึงของเหล็กเส้น ตามที่ได้กำหนดไว้ในข้อ 1

2.2) การเชื่อมต่อเหล็กเส้นให้ปฏิบัติดังนี้

2.2.1) ตัดปลายเหล็กทั้งสองท่อนที่จะนำมาเชื่อมให้เอียงลาดตามแบบ การเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า

2.2.2) ทำความสะอาดปลายเหล็กที่ตัดแล้วนำมาวางให้ได้แนวหรือได้ ศูนย์และมีระยะห่างได้ตามแบบมาตรฐานการเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า

2.2.3) ทำการเชื่อมเป็นชั้นหรือแนวภายหลังการเชื่อมแนวหนึ่งหรือชั้นหนึ่งๆ แล้วจะต้องเคาะเอาขี้เหล็กหุ้มแนวหรือชั้นนั้นๆ ออกทุกครั้งไปปฏิบัติดังนี้เรื่อยไปจนเชื่อมได้ความหนาเต็มตามกำหนด

2.2.4) สำหรับเหล็กขนาดเล็กตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร ลงมาให้เชื่อมโดยการตัดปลายเหล็กตรง

6.6 การเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างเพื่อการทดลอง

6.6.1 ผู้รับจ้างจะต้องตัดเหล็กเส้นทุกๆ ขนาด ขนาดหนึ่งไม่น้อยกว่า 5 ท่อนยาวท่อนละไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร

6.6.2 การเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างจะต้องเก็บจากกองเหล็กที่อยู่ในสถานที่ก่อสร้าง และจะต้องเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างต่อหน้าคณะกรรมการตรวจการจ้าง

6.6.3 เมื่อเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างได้เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องนำส่งมายังคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อทำการทดสอบคุณภาพ ซึ่งวิศวกรจะเป็นผู้กำหนดให้ว่าจะให้ส่วนราชการหรือบริษัทเอกชนใดเป็นผู้ทดสอบ โดยที่ค่าใช้จ่ายในการทดสอบผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

6.6.4 ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการนำส่ง และทดสอบคุณภาพของเหล็กเส้นตัวอย่าง ตลอดจนค่าธรรมเนียมต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

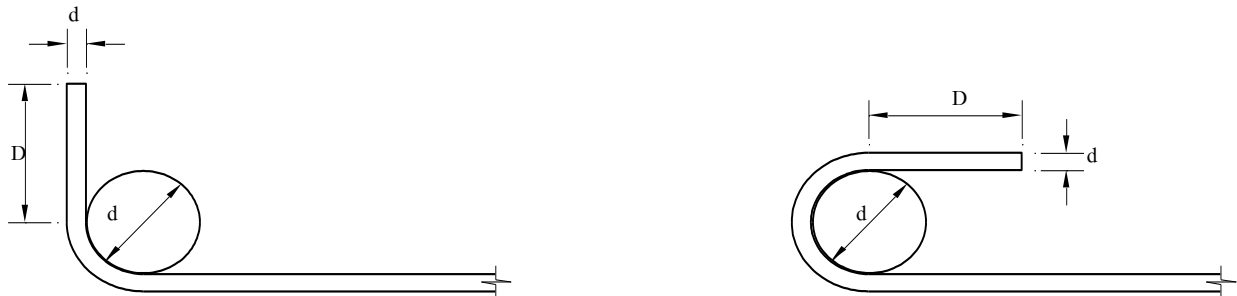
6.6.5 ถ้าปรากฏว่าเหล็กเส้นตัวอย่างที่นำไปทดสอบนั้น มีคุณภาพต่ำกว่าคุณภาพของเหล็กเส้นที่ได้ระบุไว้ในข้อ 1 แล้ว การที่จะนำเหล็กเส้นกองที่เก็บเหล็กตัวอย่างนั้นมาใช้งานได้หรือไม่อย่างไร ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้าง ที่จะให้ผู้รับจ้างจัดหาเหล็กเส้นที่มีคุณภาพได้ตามข้อกำหนดมาเปลี่ยนให้ใหม่ หรือเพิ่มจำนวนเหล็กเสริมให้มากขึ้น โดยที่ผู้รับจ้างจะคิดเงินเพิ่มไม่ได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 7-1/3

7. การตัดและการต่อเหล็กเส้น

7.1 การงอปลายเหล็ก

7.1.1 การงอขอให้ใช้วิธีดัดเย็น ดังรูป

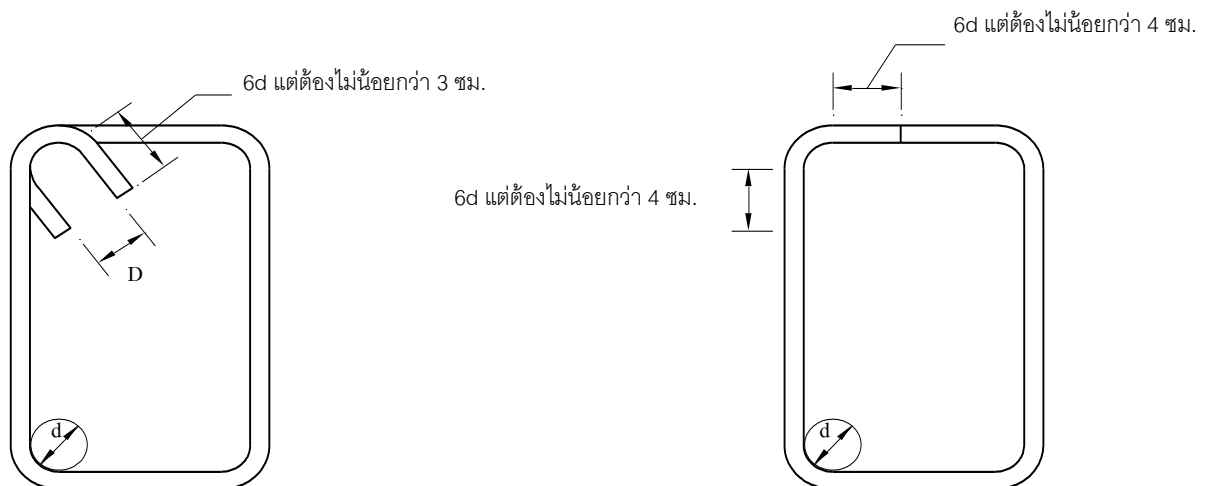


D ไม่น้อยกว่า $4d$ สำหรับเหล็กเส้นกลม

D ไม่น้อยกว่า $5d$ สำหรับเหล็กข้ออ้อย SD-30, DD-35 และ SD-40

7.1.2 การงอขอเหล็กข้ออ้อยขนาดตั้งแต่ Dia 16 มม. ขึ้นไป ให้งอ 90 องศา ดังในข้อ 8.1.1

7.1.3 การงอขอเหล็กปลอก คานและเสา ใช้เหล็กขนาด 6 มม. หรือ 9 มม. ให้ปฏิบัติดังนี้



D = 4 ซม. สำหรับเหล็กแกนขนาดใหญ่กว่า Dia.25 มม.

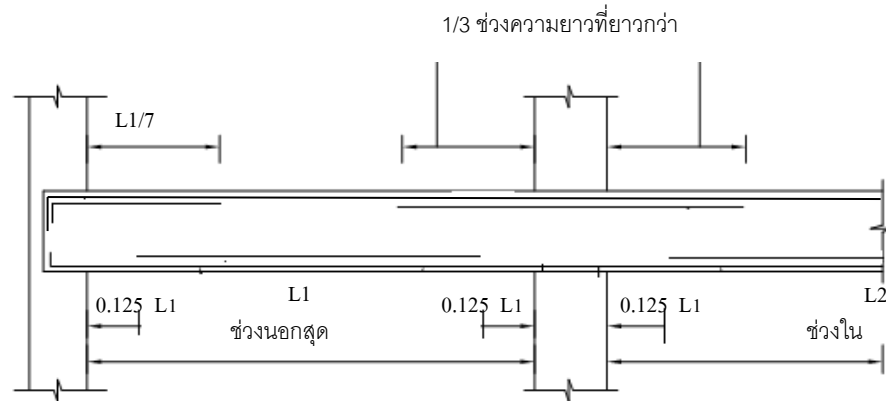
D = 3 ซม. สำหรับเหล็กแกนขนาด Dia.19 มม. - Dia.25 มม.

D = 2 ซม. สำหรับเหล็กขนาด Dia.12 มม. - Dia.10 มม.

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 7-2/3

7.2 การวางเหล็กคาน

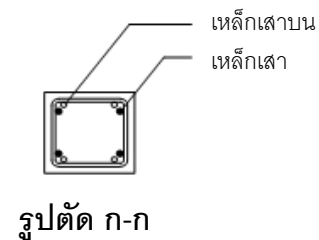
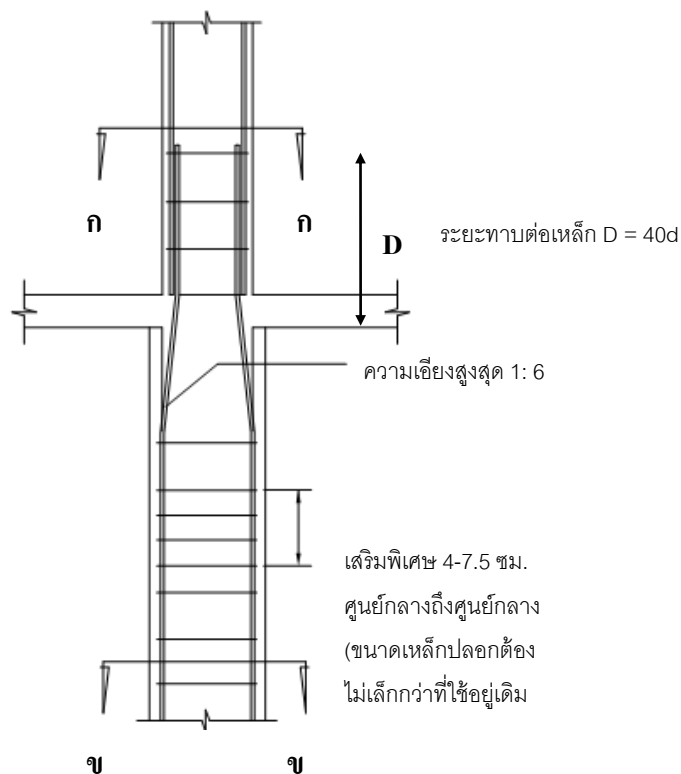
ถ้าไม่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดให้ปฏิบัติดังนี้



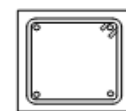
หมายเหตุ ก. ในกรณีที่คานมีความลึกมากกว่า $1/10$ ของความยาวช่วง ตำแหน่งต่าง ๆ ของเหล็กให้เป็นไปตามที่ผู้ออกแบบระบุ

7.3 การต่อเหล็กเสา

ถ้าไม่ระบุในแบบรายละเอียดให้ปฏิบัติดังนี้

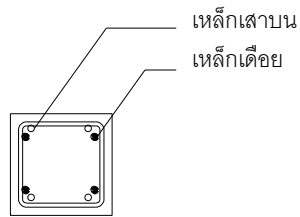


รูปตัด ก-ก

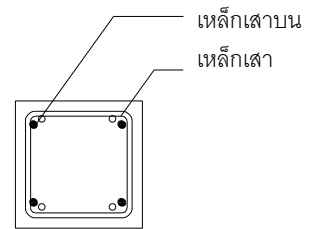


รูปตัด ข-ข

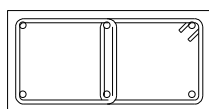
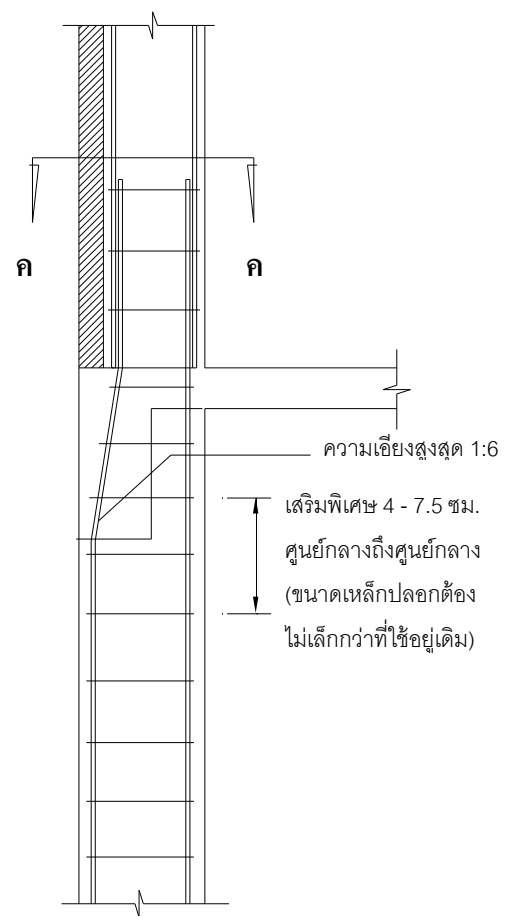
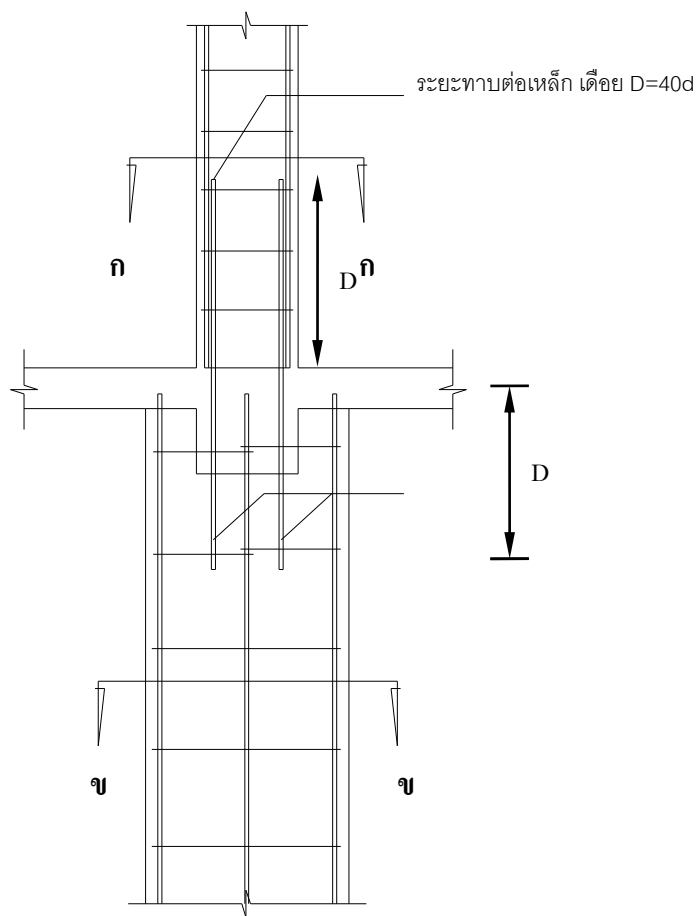
โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 7-3/3



รูปตัด ก-ก



รูปตัด ค-ค



รูปตัด ข-ข

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 8-1/2

8. รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์แนะนำให้ใช้

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ และการพิจารณาของผู้ว่าจ้างที่จะอนุมัติหรือไม่ถือเป็นที่สุด อย่างไรก็ตามหากว่าผู้ว่าจ้างเป็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

8.1 งานคอนกรีตผสมเสร็จ

- ซีเมนต์ (SCG)
- ทราย
- นครหลวง
- หรือเทียบเท่า

8.2 ปูนซีเมนต์ผสม

- ซีเมนต์ (SCG)
- ทราย (สีเขียว)
- นกอินทรีแดง
- หรือเทียบเท่า

8.3 เหล็กเสริมคอนกรีต

- บลส.
- BSI
- บกส.
- หรือเทียบเท่า

8.4 เหล็กรูปพรรณ

- เหล็กสยามยามาโตะ
- บกส.
- หรือเทียบเท่า

8.5 สีทาผนัง

- FIREKOTE S99 BITEC HOLDING CO., LTD.
- STARFIRE STARTEX (THAILAND) CO., LTD.
- PROTHERM STEEL L'A QUATECH CO., LTD.
- หรือเทียบเท่า

8.6 งานเสาเข็ม

- บ. PACO
- บ. ทักษิณคอนกรีต
- บ. พิบูลคอนกรีต

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 8-2/2

- หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด หรือมีเหตุขัดข้องที่ไม่สามารถจัดหาได้ จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 9-1/2

9. ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก แบบฟอร์มบันทึกการตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง

ตำแหน่งเสาเข็มที่ตอก_____

ขนาดเสาเข็ม_____เส้นรอบรูป_____ความยาว_____เมตร

น้ำหนักเสาเข็ม_____ตัน น้ำหนักลูกตุ้ม_____ตัน ระยะยก_____เมตร

ผู้ผลิตเสาเข็ม_____วันที่ทำการผลิต_____

เริ่มตอกวันที่_____เวลา_____น.

ตอกเสร็จวันที่_____เวลา_____น. รวมเวลตอก_____ชั่วโมง_____นาที

ระดับ PILE TIP_____ () สูงกว่าระดับที่กำหนด_____เมตร () ต่ำ

ลำดับ	จำนวนครั้งของการตอกต่อการจมของเสาเข็ม 0.30 เมตร																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

หมายเหตุ เริ่มนับที่ระยะ_____เมตรสุดท้าย

การตอก 10 ครั้งสุดท้าย ระยะยก_____เมตร ระยะจม_____เมตร

การหนีศูนย์ของเสาเข็ม
N_____ซม.
S_____ซม.
E_____ซม.
W_____ซม.

ผู้จัดบันทึก_____

วิศวกรของผู้รับจ้าง_____

วิศวกรควบคุมงาน_____

* ให้เขียนแปลนแสดงตำแหน่งเสาเข็มที่ตอกบนด้านหลังของบันทึกนี้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : ARU42/FEC/SP-S/0001	Rev. No.
Doc. Title : งานโครงสร้าง	Page 9-2/2

ภาคผนวก ข สูตรคำนวณระยะจมต่อการตอก 1 ครั้ง เฉลี่ยจากการตอกครั้งสุดท้าย

Hiley's Formula (แนะนำให้ใช้ F.S. = 4)

$$Q_u = (eWhZ) / (S+C/2)$$

Q_u = Ultimate bearing capacity เป็นต้น

E = Efficiency factor = $(W+Pr^2)/(W+P)$

W = น้ำหนักของลูกตุ้มเป็น ตัน

P = น้ำหนักของเสาเข็มเป็น ตัน

r = Coefficient of restitution = 0.25, ในกรณีที่เสาเข็มคอนกรีตถูกตอกด้วยลูกตุ้มปล่อยรอกด้วยกระสอบ

h = ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็มเป็น ซม.

Z = Equipment loss Factor

= 1.00 สำหรับ Falling hammer

= 0.80 Drop Hammer with Friction winch

S = ระยะที่เสาเข็มจมเป็นเซนติเมตร โดยคิดเฉลี่ยจาก 10 ครั้งสุดท้าย

C = Temporary Compression = $C_1+C_2+C_3$

C_1 = การยุบตัวของกระสอบรองหัวเสาเข็มหนา L_2 (ม.) = $(1.8 Q_u L_2)/A$ ซม.

C_2 = การยุบตัวของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กที่ยาว L (ม.) = $(0.72 Q_u L)/A$ ซม.

C_3 = การยุบตัวของดินใต้และรองเสาเข็ม = $3.60 (Q_u)/A$ ซม.

A = เนื้อที่หน้าตัดของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กเป็น ตร.ซม.

ตัวอย่างการคำนวณ

W = 3.5 ตัน, h = 60 ซม., Q_u = 20 (Working load), L = 21 ม.

P = 2.0 ตัน, A = 650 ซม.², L_2 = 10 S = ?

ถ้าใช้ส่วนปลอดภัย (F.S) = 4, $Q = 20.0 \times 4.0 = 80.0$ ตัน

จากสูตร $Q_u = (eWhZ)/(S+C/2)$

$$e = (W+Pr^2)/(W+P) = (3.5+2.0(0.25)^2)/(3.5+2.0) = 0.659$$

$$C_2 = (0.72 \times 80 \times 0.1)/650 = 1.86 \text{ ซม.}$$

$$C_1 = (1.8 \times 80 \times 0.1)/650 = 0.022 \text{ ซม.}$$

$$C_3 = (3.60 \times 80)/650 = 0.443$$

แทนค่า $80 = (0.659 (3.5) (60) (0.8))/S + (1.86 + 0.022 + 0.443)/2$

$$S = 1.3839 - 1.1625 = 0.2214 \text{ ซม.}$$

ค่าเฉลี่ยจาก 10 ครั้งสุดท้ายได้ไม่มากกว่า 0.2214 ซม. หรือค่าการทรุด 10 ครั้งสุดท้ายต้องได้ไม่มากกว่า 2.2 ซม.

งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
1. หน้าที่และความรับผิดชอบ	
1.1 พนักงาน	1-1/4
1.2 เครื่องมือ-เครื่องใช้	1-1/4
1.3 การสำรวจบริเวณก่อสร้าง	1-1/4
1.4 การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด	1-1/4
1.5 การจัดทำตารางแผนงาน	1-2/4
1.6 การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน	1-2/4
1.7 การทำงานนอกเวลาทำการปกติ	1-2/4
1.8 การเสนอรายละเอียด วัสดุ-อุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติ	1-2/4
1.9 การติดตั้งวัสดุ-อุปกรณ์	1-2/4
1.10 การแก้ไข-ซ่อมแซม	1-2/4
1.11 การทดสอบเครื่องและระบบ	1-3/4
1.12 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่	1-3/4
1.13 การส่งมอบงาน	1-3/4
1.14 การรับประกัน	1-4/4
2. การประสานงาน	
2.1 การให้ความร่วมมือต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง	2-1/2
2.2 การประชุมโครงการ	2-1/2
2.3 การประสานงานในด้านมันชนาการ	2-1/2
2.4 การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ	2-1/2
2.5 สาธารณูปโภค เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง	2-1/2
2.6 การรักษาความสะอาด	2-1/2
2.7 การรักษาความปลอดภัย	2-2/2
2.8 การติดต่อหน่วยงานรัฐและค่าธรรมเนียม	2-2/2
3. แบบและเอกสาร	
3.1 แบบประกอบสัญญา	3-1/2
3.2 แบบใช้งาน (Shop Drawings)	3-1/2
3.3 แบบก่อสร้างจริง (As built Drawings)	3-1/2
3.4 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์	3-2/2

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
4. เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์	
4.1 เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ ที่นำมาใช้งาน	4-1/2
4.2 การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน	4-1/2
4.3 การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ	4-1/2
4.4 การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์	4-1/2
4.5 ตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ และการติดตั้ง	4-1/2
4.6 การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์	4-2/2
4.7 รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์	4-2/2
4.8 การป้องกันการผุกร่อน	4-2/2
5. สวิตช์และเต้ารับ	
5.1 ความต้องการทั่วไป	5-1/2
5.2 สวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป	5-1/2
5.3 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป	5-1/2
5.4 การติดตั้ง	5-2/2
5.5 การทดสอบ	5-2/2
6. สายไฟฟ้าแรงต่ำ	
6.1 ความต้องการทั่วไป	6-1/6
6.2 ชนิดของสายไฟฟ้า	6-1/6
6.3 สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (Fire Resistant Cable)	6-2/6
6.4 สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ MIC (Mineral Insulated Cable)	6-4/6
6.5 การติดตั้ง	6-4/6
6.6 การทดสอบ	6-6/6
7. โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์	
7.1 ความต้องการทั่วไป	7-1/7
7.2 รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ	7-1/7
7.3 วัสดุ และการสร้างโคมไฟฟ้า	7-2/7
7.4 เครื่องเป่าอัตโนมัติ (Electronic hand dryer)	7-3/7
7.5 โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)	7-3/7
7.6 โคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน	7-5/7
7.7 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินแบบส่วนกลาง (Central Unit Emergency Lamp)	7-6/7

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
7.8 การขออนุมัติ	7-6/7
8. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	
8.1 ความต้องการทั่วไป	8-1/8
8.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า	8-1/8
8.3 Wireway	8-3/8
8.4 รางเคเบิล (Cable Tray)	8-4/8
8.5 รางเคเบิลแบบบันได (Cable Ladders)	8-4/8
8.6 ทางเดินสาย (BUSWAYS)	8-5/8
8.7 กล่องต่อสาย	8-7/8
8.8 การติดตั้ง	8-8/8
8.9 การทดสอบ	8-8/8
9. ระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์	
9.1 ขอบข่ายของงาน	9-1/19
9.2 มาตรฐานงานติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่าย CAT 6	9-2/19
9.3 มาตรฐานงานสายสัญญาณเครือข่าย ชนิด Fiber Optics	9-3/19
9.4 มาตรฐานงานตู้ Rack และ อุปกรณ์	9-6/19
9.5 อุปกรณ์กระจายสายสัญญาณ (CAT 6 PATCH PANEL)	9-9/19
9.6 หน้ากากสำหรับตัวรับ (FACEPLATE KIT)	9-10/19
9.7 คุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์	9-11/19
9.8 การตรวจรับ	9-19/19
10. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติ (FIRE ALARM SYSTEM)	
10.1 กฎและมาตรฐาน	10-1/3
10.2 การทำงานของระบบ	10-1/3
10.3 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้	10-1/3
10.4 การติดตั้ง	10-3/3
11. ระบบป้องกันฟ้าผ่า	
11.1 ความต้องการทั่วไป	11-1/2
11.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค	11-1/2
11.3 การติดตั้ง	11-2/2

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
12. ข้อกำหนดระบบภาพและเสียง	
12.1 ความต้องการทั่วไป	12-1/5
12.2 ขอบข่าย	12-1/5
12.3 คุณสมบัติทางด้านเทคนิคของระบบโทรทัศน์วงจรปิด (IPCCTV)	12-1/5
12.4 อุปกรณ์ ACCESS SWITCH Layer 2 (POE) แบบ 24 พอร์ต	12-3/5
12.5 เครื่องบันทึกภาพแบบ Network Video Recorder (NVR)	12-4/5
12.6 ฮาร์ดดิสก์ 6 TB สำหรับเครื่องบันทึกภาพ	12-4/5
12.7 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)	12-4/5
12.8 มาตรฐานงานติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่าย	12-5/5
12.9 มาตรฐานการติดตั้ง	12-5/5
12.10 การรับประกัน	12-5/5
13. คุณสมบัติทางเทคนิค ระบบควบคุมแสงสว่างภายใน	
13.1 เครื่องหีไฟชนิดดิจิทัล ชนิดยูนิเวอร์แซล	13-1/3
13.2 เครื่องควบคุมแสงสว่างชนิดรีเลย์ ขนาด 2 กิโลวัตต์ 4 ช่อง	13-2/3
13.3 เครื่องควบคุมแสงสว่างชนิด 8 โปรแกรม	13-2/3
14. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงานระบบเสียง	
14.1 ห้อง ศว 102, 201, 202, 206, 216, 301, 302, 305, 306, 314, 401, 402, 405, 406, 414	14-1/38
14.2 ห้อง ศว103, ศว 105 , ศว 110, ศว205, ศว 209 , ศว 211, ศว307, ศว 311 , ศว408, ศว 409	14-8/38
14.3 ห้องประชุม ศว. 111	14-17/38
14.4 ห้องประชุม ศว. 108	14-22/38
14.5 ห้องประชุม ศว.101, ศว.100 ระบบเสียง	14-25/38
15. ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ On Grid system	
15.1 ความต้องการทั่วไป	15-1/5
15.2 ระบบต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก	15-1/5
15.3 การทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ของโครงการ	15-1/5
15.4 การรับประกันระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	15-1/5
15.5 ข้อมูลทางเทคนิค	15-2/5
15.6 โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์	15-2/5
15.7 อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter)	15-3/5

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
15.8 ชุดอุปกรณ์เชื่อมต่อโยงการตรวจวัดพลังงาน และ เครื่องประมวลผล	15-3/5
15.9. อุปกรณ์ป้องกันไฟย้อนเข้าระบบการไฟฟ้า	15-5/5
16. รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์แนะนำให้ใช้	16-1/10

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 1-1/4

1. หน้าที่และความรับผิดชอบ

1.1 พนักงาน

- 1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ ความสามารถเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมาย โดยมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที เพื่อให้งานแล้วเสร็จทันตามกำหนดการของผู้ว่าจ้าง
- 2) วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน และควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบ รายละเอียด และข้อกำหนด ให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงาน จะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้
- 3) ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ พิจารณาเห็นว่าพนักงานของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมผู้ว่าจ้าง สงวนสิทธิ์ที่จะสั่งการให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคคลที่เหมาะสมกว่ามาทดแทนได้

1.2 เครื่องมือ - เครื่องใช้

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องผ่อนแรง ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสม อีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมิสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

1.3 การสำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้าง ต้องสำรวจ ตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้งวัสดุ-อุปกรณ์ ต่างๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่างๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดี ไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริง และ/หรือ ข้อมูลที่กล่าวข้างต้น เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

1.4 การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

- 1) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตยกรรม และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมสาขาอื่นๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้ง
- 2) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนดต่างๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาดให้สอบถามจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุโดยตรง
- 3) ในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบประกอบสัญญา รายการเครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ และเอกสารสัญญาอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทราบเพื่อขอคำวินิจฉัยทันที คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ จะพิจารณาตัดสินโดยถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์
- 4) ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการและสถานที่ติดตั้งจริง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 1-2/4

1.5 การจัดทำตารางแผนงาน

ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงรายละเอียดพนักงาน การขนส่งเครื่อง และอุปกรณ์เข้าสถานที่ติดตั้ง การติดตั้ง และการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอน เพื่อประกอบการประสานงานเสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเป็นระยะๆ เพื่อปรับปรุงให้สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ

1.6 การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน

ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำรายงานการปฏิบัติงานประจำวัน และสรุปผลเป็นรายเดือนส่งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ จำนวน 2 ชุด สำหรับรายงานประจำวัน และ 4 ชุด สำหรับรายงานประจำเดือนทุกสัปดาห์แรกของเดือน ตั้งแต่เริ่มเข้าปฏิบัติงานจนถึงวันส่งมอบงาน

1.7 การทำงานนอกเวลาทำการปกติ

หากผู้รับจ้าง มีความประสงค์ที่จะทำงานในช่วงเวลาทำงานที่เกินเวลา 8 ชั่วโมง ในวันทำงานปกติ และทำงานล่วงเวลาในวันอาทิตย์ วันนักขัตฤกษ์ หรือวันที่ทางราชการกำหนดให้เป็นวันหยุดราชการ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน เพื่อขออนุมัติทำงานล่วงเวลา โดยคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะพิจารณาอนุมัติตามความเหมาะสม ในกรณีที่การทำงานนั้นจำเป็นต้องมีคณะกรรมการตรวจรับพัสดุอยู่ควบคุม ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับภาระออกค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

1.8 การเสนอรายละเอียด วัสดุ-อุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติ

- 1) ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด (Submittal Data) ของวัสดุ-อุปกรณ์ เสนอคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ อย่างน้อย 30 วัน รายการใดที่ยังไม่อนุมัติ ห้ามนำเข้ามายังบริเวณหน่วยงานโดยเด็ดขาด
- 2) รายละเอียด วัสดุ-อุปกรณ์ แต่ละอย่างให้เสนอแยกกัน โดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น แค็ตตาล็อก และมีเครื่องหมายชี้บอกรุ่น ขนาด และความสามารถเพื่อประกอบการพิจารณา จำนวน 4 ชุด

1.9 การติดตั้ง วัสดุ - อุปกรณ์

ทันทีที่ได้รับการว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน (Shop Drawing) ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่อง อุปกรณ์ ทั้งขนาด ตำแหน่ง และวิธีการติดตั้ง ยื่นขออนุมัติดำเนินการต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการเพื่อติดตั้ง โดยเสนอจำนวนทั้งสิ้น 4 ชุด

1.10 การแก้ไข - ซ่อมแซม

- 1) ในกรณีที่ผู้รับจ้างละเลย เพิกเฉย ในการดำเนินการ และ/หรือเตรียมการใดๆ จนมีผลทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลง วัสดุ-อุปกรณ์ ตลอดจนวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดในทุกกรณี

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 1-3/4

2) ผู้รับจ้าง ต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก่ข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชาโดยต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่างๆ ทั้งสิ้น

1.11 การทดสอบเครื่องและระบบ

1) ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่อง และระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (Operation Manual) เสนอคณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน

2) ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องและระบบ ตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีตัวแทนผู้ว่าจ้างอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย

3) รายงานข้อมูลในการทดสอบ (Test Report) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ก่อนทำการทดสอบ หลังการทดสอบผู้รับจ้าง ต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริง ส่งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างจำนวน 4 ชุด

4) ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่อง และระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

1.12 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ ที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้าง ให้มีความรู้ ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วัน ติดต่อกัน ภายหลังส่งมอบงาน หรือจนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของผู้ว่าจ้าง สามารถใช้เครื่องได้ด้วยตนเอง

1.13 การส่งมอบงาน

1) ผู้รับจ้างต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในระยะเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน โดยค่าใช้จ่ายที่มีทั้งหมด อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2) ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะกำหนดให้ทดสอบ จนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้อง ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

3) รายการสิ่งของต่างๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ

ก. แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 1 ชุด

ข. แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 4 ชุด

ค. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด

ง. เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้

จ. อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 1-4/4

1.14 การรับประกัน

- 1) หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถการใช้งานของเครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นเวลา 730 วัน นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
- 2) ระหว่างเวลาประกัน หากผู้ว่าจ้างตรวจพบว่าผู้รับจ้างจัดนำ วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ไม่ถูกต้องหรือคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้อง
- 3) ในกรณีที่เครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ต่างๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ อันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า
- 4) ผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้างให้เปลี่ยน หรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญาประกัน มิฉะนั้นผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 2-1/2

2. การประสานงาน

2.1 การให้ความร่วมมือต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

ผู้รับจ้าง ต้องให้ความร่วมมือต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในการทำงานตรวจสอบ วัด เทียบ จัดทำตัวอย่างและอื่นๆ ตามสมควรแก่กรณี

2.2 การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้าง ต้องเข้าร่วมประชุมโครงการและประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะๆ โดยผู้รับจ้างงานอาคารหรือคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการ และทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

2.3 การประสานงานในด้านมณฑนาการ

หากพื้นที่ใดของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่ง ทั้งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือทราบว่าจะมีการตกแต่งในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุโดยใกล้ชิด ตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุร้องขอ

2.4 การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ

ผู้รับจ้าง ต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนงาน และความคืบหน้าของโครงการ หากเป็นการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าวที่ทำให้มีผลเสียหายต่อโครงการ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นจากผู้รับจ้าง

2.5 สาธารณูปโภค เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

1) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาหน้าประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบงานในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง สำหรับใช้ในการก่อสร้างตามโครงการ

2) ผู้รับจ้าง ต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3) ผู้รับจ้าง ต้องให้ข้อมูลกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด และรายละเอียดอื่นๆ ที่จำเป็น เพื่อรวบรวมและดำเนินการติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ ของรัฐ หรือเอกชน ในการขออนุมัติใช้บริการดังกล่าว

2.6 การรักษาความสะอาด

1) ผู้รับจ้าง ต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานทุกวัน โดยนำไปทิ้งรวมกันในบริเวณส่วนกลางที่จัดไว้ให้

2) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องร่วมเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยต่างๆ ออกจากบริเวณโครงการ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 2-2/2

2.7 การรักษาความปลอดภัย

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการรักษาความปลอดภัยด้านต่างๆ ภายในสถานที่ก่อสร้าง โดยถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องเฉลี่ยค่าใช้จ่ายที่มีขึ้นร่วมกับผู้รับจ้างงานอื่นๆ

2.8 การติดต่อหน่วยงานรัฐและค่าธรรมเนียม

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องมีหน้าที่เป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ (และ/หรือ เอกชน) ในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้น สำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการติดต่อดำเนินงานรวมถึงค่าธรรมเนียม และค่าดำเนินการที่เรียกเก็บโดยหน่วยงานของรัฐ ผู้รับจ้างจะเป็นผู้จ่าย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 3-1/2

3. แบบและเอกสาร

3.1 แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมาเป็นเพียงแผนผัง เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบเป็นแนวทางและหลักการของระบบตามความต้องการของผู้ว่าจ้างเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตยกรรมแบบโครงสร้าง และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้เกิดการติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

3.2 แบบใช้งาน (Shop Drawings)

- 1) วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งานและการติดตั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น
- 2) ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้าง แตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับ
- 3) ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่นๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า
- 4) แบบใช้งานต้องมีขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจนและทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ
- 5) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีอำนาจ และหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยาย แสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น
- 6) ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ มิฉะนั้นแล้ว หากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุมองเห็นให้แก้ไขเพื่อความเหมาะสม ซึ่งแตกต่างไปจากแบบ และ/หรือการติดตั้งที่ได้ขออนุมัติไว้ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้ โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น
- 7) แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุดูตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง
- 8) แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบ และอาจส่งคืนโดยไม่มีการพิจารณาแต่ประการใด

3.3 แบบก่อสร้างจริง (As Built Drawings)

- 1) ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งส่งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุดูตรวจสอบเป็นระยะๆ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 3-2/2

- 2) แบบสร้างจริงต้องมี ขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา และ/หรือแบบใช้งาน นอกจากแบบขยาย ให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ
- 3) แบบสร้างจริงต้องจัดสารบัญแบบ โดยอาจจำแนกเป็นส่วนๆ เพื่อสะดวกในการค้นหาเมื่อต้องการใช้งาน
- 4) แบบสร้างจริงทั้งหมด ต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศวกรของผู้รับจ้าง และส่งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ 1 ชุด เพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่อง และการทำงานของระบบ อย่างน้อย 30 วัน

3.4 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

- 1) หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าเล่มเรียบร้อย ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน
- 2) หนังสือคู่มือ ควรแบ่งออกเป็น 4 ภาค คือ
 - ภาคที่ 1 ประกอบด้วยเอกสารรายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (Submittal Data) ประกอบด้วยแค็ตตาล็อก เครื่องอุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้ง ซ่อมบำรุงแนบมาด้วย (Installation, Operation And Maintenance Manual) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์
 - ภาคที่ 2 ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง (Test Report)
 - ภาคที่ 3 ประกอบด้วยรายการเครื่องอะไหล่และข้อเสนอแนะชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ขณะใช้งาน (Recommend Spare Parts List)
 - ภาคที่ 4 ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์แต่ละชนิด
- 3) หนังสือคู่มือนี้ ควรแบ่งเล่มเฉพาะสำหรับเครื่องจักร และ/หรืออุปกรณ์ แต่ละชนิด/ประเภท

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 4-1/2

4. เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์

4.1 เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ ที่นำมาใช้งาน

- 1) เครื่องวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่เห็นว่ามีคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่าตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ในโครงการ ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุต้องการให้สถาบันที่ซื้อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยออกค่าใช้จ่ายเอง
- 2) หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้าง ไม่สามารถจัดหา วัสดุ-อุปกรณ์ ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียด หรือแสดงตัวอย่างไว้แก่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุผู้รับจ้างต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทน พร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเพื่อประกอบการขออนุมัติต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ
- 3) ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบ ต้องดำเนินการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

4.2 การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน

- 1) ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย และความเสียหายที่เกิดขึ้นในการขนส่งเครื่องอุปกรณ์ มายังหน่วยงานและสถานที่ติดตั้ง
- 2) ผู้รับจ้างต้องจัดทำหมายกำหนดการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน และแจ้งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทราบล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาโดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 3) เมื่อเครื่องอุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้างต้องนำเอกสารการส่งของให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทราบเพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้

4.3 การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บ เครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ต่างๆ ในบริเวณที่เหมาะสมแก่วัสดุ-อุปกรณ์ นั้นๆ และกว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบ เคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก หากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้าเมื่อ วัสดุ-อุปกรณ์ มาถึงหน่วยงาน คณะกรรมการตรวจรับพัสดุอาจไม่อนุญาตให้ทำการขนส่งเข้ายังบริเวณสถานที่เก็บ

4.4 การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ทั้งในที่เก็บพัสดุเพื่อรอการติดตั้งและที่ติดตั้งแล้วให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้าง ซึ่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพหรือชำรุด จนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

4.5 ตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ และการติดตั้ง

- 1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารที่เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของ วัสดุ-อุปกรณ์ แต่ละชิ้นตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุต้องการ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 4-2/2

2) ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่างหรือความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุกำหนด เมื่อวิธีและการติดตั้งนั้นๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

4.6 การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์

1) การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ เพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง

2) ในกรณีที่ผลผลิตงานของผู้รับจ้าง มีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผล และหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

3) ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

4.7 รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และ/หรือลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการ เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ จะต้องมีความหมายที่มองเห็นได้ง่าย

4.8 การป้องกันการฟุกร่อน

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการฟุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งาน เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผ่านการป้องกันการฟุกร่อนและการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 5-1/2

5. สวิตช์และเต้ารับ

5.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่างๆ และเต้ารับไฟฟ้าโดยมีคุณสมบัติ และ/หรือกรรมวิธีในการผลิตไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในหมวดนี้ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

5.2 สวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป

- 1) สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty, Tumble Quiet Type แบบติดฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์ เป็นตาม มอก.824-2551
- 2) ขนาด Ampere Rating ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 16 อัมแปร์ 250 โวลต์ โดยใช้ Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
- 3) สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศ ต้องเป็นชนิด Illuminating Lamp ในตัวเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
- 4) Cover Box ต้องเป็น Anodized Aluminium หรือ High Grade Plastic
- 5) Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot-Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- 6) การติดตั้งให้ฝัง Metal Box ในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีเพื่อให้ Cover Plate ติดแนบกับผิวหน้าของผนังกำแพงหรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร
- 7) กรณีที่ระบุให้ติดตั้งให้ติดตั้ง โดยใช้กล่องโลหะหล่อแบบติดลอยการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของสวิตช์ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการได้
- 8) สวิตช์ไฟฟ้าแบบกันระเบิดต้องเป็นแบบใช้ในสถานที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 2 ตามมาตรฐาน วสท. 501-6 (ก) ขนาด Ampere Rating ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

5.3 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป

- 1) เต้ารับ-เต้าเสียบไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัวใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบนใช้ติดตั้งฝังในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม ต้องเป็นไปตาม มอก.166-2549 และ 2162-2547
- 2) ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่า 16 อัมแปร์
- 3) เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- 4) Cover Box และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด ในข้อ 12.2 4), 5)
- 5) ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 12.2 6), 7) โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลาง เต้ารับเป็น 0.9 เมตร กรณีที่เต้ารับอยู่ในตำแหน่งเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นโต๊ะหรือเคาเตอร์ นอกเหนือจากนั้นให้ติดตั้งสูง 0.3 เมตร หรือตามแบบกำหนด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 5-2/2

6) เ้ารับไฟฟ้าแบบกันระเบิดต้องเป็นแบบใช้ในสถานที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 2 ตามมาตรฐาน วสท. 501-12 ขนาด Ampere Rating ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

7) กำหนดให้สีแดงสำหรับวงจรจาก UPS, สีเหลืองสำหรับวงจรฉุกเฉินจาก Generator และสีขาวสำหรับวงจร Normal หรือตามที่ระบุในแบบ

8) เ้ารับโกนหนวด (Shaving Outlet) (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ต้องเป็นแบบติดตั้งฝังใช้ได้ทั้งระบบไฟสลับ 110 V และ 220 V ได้ และสามารถเสียบปลั๊กโกนหนวดได้ทั้งชนิดขากลมและขาแบนพร้อมมีสวิตช์เปิด-ปิด

5.4 การติดตั้ง

การติดตั้งอาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสมและตามความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

5.5 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเ้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้าในขณะทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 6-1/6

6. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

6.1 ความต้องการทั่วไป

สายไฟฟ้าแรงต่ำที่ใช้สำหรับแรงดันไฟฟ้าระบบ (System Voltage) ไม่เกิน 230/400 โวลต์ ต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับกรรมวิธีและสถานที่ติดตั้งใช้งานตามกำหนดในหมวดนี้ เว้นแต่จะมี กฎ ระเบียบ หรือข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่นให้เป็นอย่างอื่น

6.2 ชนิดของสายไฟฟ้า

1) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟฟ้าทั้งชนิดแกนเดี่ยว (Single Core) และหลายแกน (Multi Core) ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl chloride (PVC) และถ้ามีเปลือก (Sheathed) ต้องเป็น พี.วี.ซี.เช่นกัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ 70 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.11-2553 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1.1) สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
- 1.2) สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อ (Conduit) หรือวางในรางวางสาย (Wireway) ติดตั้งในสถานที่แห้งและสถานที่เปียกที่ไม่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยว (Single Core) ตาม มอก. 11-2553 รหัส 60227 IEC 01 (ชนิด THW) ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรงและห้ามเดินบน Cable Tray
- 1.3) สายไฟฟ้าที่ใช้วางฝังดินโดยตรง (Direct Burial) หรือเดินร้อยในท่อฝังดิน (Under Ground Duct) หรือในสถานที่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำ ให้ใช้สายชนิดมีเปลือกหุ้ม (Sheathed Cable) ทั้งแกนเดี่ยว และหลายแกน ตาม มอก. 11-2553 เล่ม 101 แรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลต์ (ชนิด NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD) แล้วแต่กรณี
- 1.4) สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้าหรือเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนหรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง ตามคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นชอบให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable มีเปลือกหุ้มตาม มอก. 11-2553 แล้วแต่กรณี
- 1.5) สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน XLPE ทำตามมาตรฐาน IEC 60502-1 มีฉนวนและเปลือก 600/1000 โวลต์ใช้งานทั่วไป ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง การติดตั้งในอาคารต้องเดินในที่ปิดมิดชิดเท่านั้น
- 1.6) สายสำหรับวงจรไฟฟ้าต้องมีพื้นที่หน้าตัดสายไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สายต่อเข้าดวงโคมแต่ละดวงให้ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.

1.7) รหัสสี (Color Code) สำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

เฟส A	-	สีน้ำตาล (Brown)
เฟส B	-	สีดำ (Black)
เฟส C	-	สีเทา (Grey)
NEUTRAL	-	สีฟ้า (Blue)
สายดิน (Ground)	-	สีเขียว หรือ สีเขียวแถบเหลือง

ในกรณีสายมีขนาดใหญ่กว่า 10 ตร.มม. ซึ่งไม่มีสีของฉนวนตามระบุให้ใช้เทปสีตามรหัสพันทับที่สายนั้น ๆ หรือทาสีชนิดที่ไม่ทำความเสียหายต่อฉนวนไฟฟ้า ส่วนที่ขั้วหางปลาให้สวมด้วย Vinyl Wire End Cap โดยใช้รหัสสีเดียวกัน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 6-2/6

1.8) สายไฟฟ้าต้องมีความยาวตลอดความยาวท่อ ห้ามตัดต่อสายภายในท่อ อนุญาตให้ต่อสายได้ในกล่องต่อสายเท่านั้น สำหรับสายขนาดไม่เกิน 6 ตร.มม. ให้ใช้ Wire Nut หรือ Scotch Lock ในการต่อสาย ส่วนสายขนาดใหญ่กว่านี้ให้ต่อด้วย Split Bolt หรือ Compression Connector และพันทับด้วยเทปยางให้มีคุณสมบัติเทียบเท่าฉนวนไฟฟ้าเท่านั้น

1.9) การร้อยสายห้ามใช้น้ำมันหล่อลื่นทาเพื่อช่วยในการร้อยสาย ต้องใช้ Pulling Compound ที่ผลิตสำหรับการร้อยสายโดยเฉพาะเท่านั้น

1.10) ห้ามร้อยสายโทรศัพท์ หรือสายแรงดันต่ำพิเศษเข้าไปในท่อร้อยสายหรือกล่องต่อสายเดียวกันกับสายไฟฟ้า

1.11) สายไฟฟ้าแต่ละเส้นต้องมีการทำเครื่องหมายให้ทราบได้ถึงวงจร และหน้าที่ของสายไฟนั้น ๆ เครื่องหมายเหล่านี้ให้ทำไว้ที่สาย ทั้งที่อยู่ในกล่องต่อสายและปลายสายที่เข้าอุปกรณ์

1.12) สายไฟฟ้าที่เดินเข้าในแผงจ่ายไฟหรืออุปกรณ์อื่นจะต้องจัดให้เป็นระเบียบโดยใช้ Self Locking Cable Ties รัดให้เป็นหมวดหมู่ สายต้องมีความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายตำแหน่งในแผงจ่ายไฟอนาคต

2) สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่างที่ก่อให้เกิดความร้อนสูง เช่น หลอดไส้ (Incandescent Lamp), Gas Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายไฟชนิดทนความร้อนสูง ตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวนยางที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (Asbestos) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง

3) สายไฟฟ้าที่ใช้ในสถานที่อันตราย ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งสายไฟในสถานที่อันตรายของ วสท.

4) สายไฟฟ้าที่ใช้เดินในอาคารชั้นใต้ดิน สำหรับวงจรที่ต้องการความปลอดภัยปกติให้ใช้สายชนิด Flame Retardant, Low Smoke, Zero Halogen (LSOH) และฉนวนของสายไฟต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 90°C และจะต้องได้มาตรฐาน IEC 60332-3C, 60754-1,2, 601034-2 และจะต้องมีผลการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น LPCB ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาประกอบการขออนุมัติ

5) สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รถไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนหรือกรณีที่คุณงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวน พีวีซี สองชั้น ตาม มอก. 11-2553 ชนิด VCT หรือ VCT-GRD

6) สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

7) สายไฟชนิด CV ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60228 และ 60502-1 สายไฟจะต้องมีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น XLPE ขนาดแรงดัน 600/1000V. อุณหภูมิใช้งาน 90 C มีเปลือกนอกเป็น PVC

6.3 สายไฟฟ้าแรงต้านไฟ (Fire Resistant Cable)

1) ความต้องการทั่วไป

ในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ สายนำไฟฟ้าจะต้องยังคงรักษาสภาพการนำไฟฟ้าที่แรงดันและกระแสในสภาวะที่ปกติ และวัสดุที่ใช้ทำสายไฟฟ้า จะต้องไม่เอื้ออำนวยต่อการ ติดไฟ , ลามไฟ และสายไฟจะต้องไม่ก่อการเน็ดปริมาณควันที่เป็นอันตราย และรวมถึงแก๊สพิษและกรดแก๊สจากธาตุในหมู่ Hologen

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 6-3/6

2) ลักษณะของสายไฟ

สายไฟฟ้าชนิดอ่อน ติดตั้งได้สะดวก ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502 มีตัวนำแกนทองแดงชนิด Strand (IEC228 Class 2) ที่พันหุ้มด้วย Glass Mica เป็นฉนวนกันไฟภายใน และหุ้มอีกชั้นด้วยสารเรณวนวนอ่อนตัว ชนิดไม่หลอมละลาย ติดไฟ เมื่ออยู่ในเพลิง สายไฟจะต้องมีรัศมีดัดโค้งไม่เกิน 6-8 เท่าของรัศมีความโตของสายไฟนั้น วัสดุที่หุ้มจะต้องไม่แปรสภาพใด ๆ เมื่อตัวนำไฟฟ้าต้องนำกระแสไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่อเนื่องสูง 90 oC ตามมาตรฐาน IEC 216 และสายได้ทั้งหมดจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากลดังนี้

2.1) สามารถนำไฟฟ้าอย่างหนึ่งได้เป็นปกติในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน BS 6387 C.W.Z. โดยมีผลทดสอบแยกกันดังนี้

- ข้อกำหนด C ที่อุณหภูมิ 950 oC เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

- ข้อกำหนด W ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 650 oC เป็นเวลา 15 นาที แล้ว พ่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 15 นาที

- ข้อกำหนด Z สายไฟต้องยังสามารถนำไฟฟ้าได้เป็นปกติขณะที่กระทำด้วย แรงกลจากภายนอกที่อุณหภูมิ 950 oC เป็นเวลา 15 นาที

2.2) สายไฟมีค่าแรงดัน 0.6/1 KV (เพาเวอร์/คอนโทรล)

2.3) สายไฟมีค่าแรงดัน 300/500 (สายสื่อสาร)

2.4) สายไฟต้องผ่านการทดสอบที่แสดงว่าไม่เอื้ออำนวยต่อการลามไฟของสายไฟตามมาตรฐาน

- IEC 332-1

- IEC 332-3 A B C

- VDE 0472 Part 804/C

2.5) ปริมาณควันไฟ เมื่อสายถูกเผาไฟไหม้ ควันที่เกิดขึ้นจะต้องยอมให้ปริมาณแสงผ่านได้ไม่น้อยกว่า 70% (IEC 1034-2)

2.6) ปริมาณ Halogen เป็นศูนย์ (IEC 754-1)

2.7) ค่าความเป็นกรด ต่างที่เหมาะสม (IEC 754-2)

2.8) ไม่มีแก๊สพิษต่าง ๆ

- NFC20-454

- NES 713

2.9) ความสามารถต่อการลัดวงจร และการใช้เกินกระแสพิกสายไฟจะต้องทนที่อุณหภูมิ 250 C เป็นเวลา 5 วินาที

2.10) การควบคุมคุณภาพ บริษัทผู้ผลิตสายไฟเหล่านี้ จะต้องได้รับการยอมรับตามมาตรฐานประกันคุณภาพ ISO 9001

2.11) อุปกรณ์ขั้วต่อสาย จะต้องมีการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยจะต้องมีคุณสมบัติทนไฟเหมือนกับสาย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 6-4/6

6.4 สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ MIC (Mineral Insulated Cable)

1) ความต้องการทั่วไป

สายไฟฟ้าทนไฟต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่น แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรหรือผู้ว่าจ้าง

2) ลักษณะของสายไฟ

- ตัวนำไฟฟ้าเป็นสายทองแดงเส้นเดี่ยว หรือ สายทองแดงตีเกลียว ตามมาตรฐาน IEC 60702-2
- สายไฟฟ้าทนไฟชนิด MI Cable และชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนประเภท Magnesium Oxide Insulation ในกรณีที่ เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multicore Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Fille หรือ Magnesium Oxide เพื่อความแข็งแรงของสาย
- สายไฟฟ้าทนไฟชนิด MI Cable เปลือกหุ้มภายนอกจะหุ้มด้วยท่อทองแดง (Seamless Copper Tube) สามารถสัผัสได้

3) คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ

- คุณสมบัติด้านการ นำ กระแสไฟฟ้าเป็นไปตาม มาตรฐาน การติดตั้งทางไฟฟ้า EIT Standard 2001-56 สายไฟฟ้าทนไฟชนิด MI Cable ใช้ ตารางที่. 5-34 และ 5-35
- ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ให้วิศวกรพิจารณาประกอบการขออนุมัติด้วย

4) การติดตั้ง

- สายไฟฟ้าทนไฟชนิด MI Cable การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า EIT Standard 2001-56
- ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดทางด้านเทคนิค Current Ampere Rating ตลอดจน Test Report หรือ รายละเอียดอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานเรียกขอเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งใช้งาน

6.5 การติดตั้ง

1) การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว ในแต่ละช่วงโดยปลายท่อทั้งสองด้านต้องเป็นกล่องพักสาย กล่องดึงสาย หรือกล่องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า

ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

ง. การดัดโค้งหรือขอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และไม่น้อยกว่าคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า (ถ้ามี)

จ. การต่อสายใต้ดินหรือบริเวณที่เปียกชื้น หรือโดนน้ำได้ต้องหุ้มด้วยสารกันความชื้นมิให้เข้าไปในหัวต่อได้ เช่น สารประเภทซิลิโคน หรือ Epoxy

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 6-5/6

2) การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้นห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด หรือให้ต่อสายได้ในช่วงที่สามารถเข้าตรวจสอบได้โดยง่าย สำหรับการเดินสายในรางวางสายชนิดต่าง ๆ

ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์

ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้า ที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทปพี.วี.ซี. อีกชั้นหนึ่ง

ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

ฉ. การต่อสายไฟฟ้าชนิดพิเศษที่มีข้อกำหนดเฉพาะ ให้เป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้านั้นๆ

3) การเดินสายใต้ดิน

ถ้าหากมิได้ระบุเป็นอื่นใดในแบบ สายไฟฟ้าที่ใช้จะต้องเป็นสายแดงชนิดแกนเดี่ยว หรือหลายแกนหุ้มฉนวน PVC หรือมีเปลือกนอกทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้สูงสุด 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก.11-2553 โดยการเดินสายใต้ดินต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

3.1) สายฝังดินโดยตรง ท่อร้อยสายหรือเครื่องห่อหุ้มสายไฟฟ้าประเภทอื่นที่ได้รับการรับรองแล้วความลึกในการติดตั้งต้องเป็นไปตามตารางต่อไปนี้

ความลึกในการติดตั้งใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ

วิธีการเดินสาย	ความลึกน้อยสุด (เซนติเมตร)
เคเบิลฝังดินโดยตรง	60
ท่อโลหะหนัก	15
ท่อโลหะหนาปานกลาง	15
ท่อที่ไม่ใช่โลหะซึ่งได้รับการรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้ โดยไม่ต้องมีคอนกรีตหุ้ม	45
ท่ออื่นๆซึ่งได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้า	45

- ข้อยกเว้นที่ 1 ถ้าไม่ใช่ท่อ IMC หรือ RSC แล้ว หากมีแผ่นคอนกรีตหนา 5 ซม. วางอยู่เหนือสาย อนุญาตให้ลดความลึกลงได้อีก 10 ซม.

- ข้อยกเว้นที่ 2 ข้อกำหนดสำหรับความลึกนี้ไม่ใช่บังคับ สำหรับการติดตั้งใต้อาคารหรือใต้พื้นคอนกรีตซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม.

- ข้อยกเว้นที่ 3 บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่านความลึกต้องไม่น้อยกว่า 60 ซม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 6-6/6

3.2) สายใต้ดินที่ติดตั้งใต้อาคาร ต้องติดตั้งอยู่ในท่อร้อยสาย และท่อร้อยสายต้องยาวเลยผนังด้านนอกอาคารออกไป

3.3) สายที่โผล่ขึ้นจากดินต้องมีการป้องกันด้วยสิ่งห่อหุ้ม หรือท่อร้อยสายซึ่งฝังจมลึกลงไป在地ตามที่กำหนดในข้อ 3.1 และส่วนที่โผล่เหนือดินต้องไม่น้อยกว่า 180 ซม.

3.4) ต้องมีหมุดบอกแนวสายไฟฟ้าใต้ดินแสดงแนวสายไฟฟ้าใต้ดิน โดยวางห่างกันประมาณ 10 เมตร ตลอดแนวการเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน

6.6 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างานนี้

1) สำหรับวงจรแสงสว่างและเตารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี

2) สำหรับ Feeder และ Sub Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี

3) การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาทีต่อเนื่องกัน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 7-1/7

7. โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

7.1 ความต้องการทั่วไป

1) โคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ โดยทั่วไปเป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้าแรงดัน 230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต

2) วัสดุ-อุปกรณ์ ต้องมีกรรมวิธีการผลิต และ/หรือมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ และไม่ขัดต่อมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่เกี่ยวข้องดังนี้

ก. มอก. 344-2549	ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และขั้วรับสตาร์ทเตอร์
ข. มอก. 819-2531	ขั้วรับหลอดไฟฟ้าแบบเกลียว
ค. มอก. 4 เล่ม 1-2549	หลอดไฟฟ้า
ฆ. มอก. 236-2548	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขั้วคู่
ง. มอก. 902-2557	ดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป
จ. มอก. 902-2557	ดวงโคมไฟฟ้าฝัง
ฉ. มอก. 1955-2551	ดวงโคมไฟฟ้าสำหรับให้แสงสว่างบนถนน
ช. มอก. 1955-2551	ดวงโคมไฟฟ้าเสาแสง
ซ. มอก. 1955-2551	โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินชุดเบ็ดเสร็จ
ณ. มอก. 1955-2551	โคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน

7.2 รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ

1) ขั้วหลอด (Lamp Holder) และ ขั้วยึดสตาร์ทเตอร์ (Starter Holder) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องมีขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดง หรือทองแดงชุบโลหะอื่น เช่น เงิน ดีบุก เป็นต้น เพื่อผลทางด้านการสัมผัสทางไฟฟ้า และการป้องกันสนิมทองแดงส่วนฉนวนไฟฟ้าที่หุ้มรอบนอก (Body) และ/หรือส่วนที่เป็นฉนวนอื่นๆ ต้องเป็นสาร Polycarbonate หรือสารอื่นที่มีความทนทานไม่กรอบหรือเปราะง่าย และควรได้รับการรับรองคุณภาพจาก "UL" (UL Listed)

2) ขั้วหลอดสำหรับหลอดชนิดที่เกิดความร้อนสูงขณะใช้งาน เช่น หลอดไส้ (Incandescent Lamp) หลอดความดันไอ (Gas Discharge Lamp) เป็นต้น ให้ขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดง หรือทองแดงชุบโลหะอื่นที่เหมาะสม เพื่อผลทางไฟฟ้าและป้องกันสนิมทองแดง ส่วนตัวฉนวนหุ้ม (Body) ต้องเป็นวัสดุกระเบื้องเคลือบ (Porcelain) หรือวัสดุอื่นที่ทนความร้อนสูง (ทนไฟ)

3) สายไฟฟ้าภายใน และ/หรือสายไฟฟ้าที่ติดมากับดวงโคมไฟฟ้า โดยปกติต้องการให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร เว้นแต่กรณีมีข้อกำหนดในการยึดสายไฟฟ้า ให้ใช้สายที่มีขนาดเล็กกว่ากำหนดนี้ได้ แต่ต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตารางมิลลิเมตร โดยชนิดของสายต้องมีฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และทนอุณหภูมิใช้งานของตัวนำไม่น้อยกว่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 7-2/7

4) ขั้วต่อสาย (Terminal Block) ซึ่งใช้สำหรับต่อสายไฟฟ้าจากภายนอกเข้าดวงโคม ต้องมีตัวนำเป็นทองแดง หุ้มด้วยฉนวน Polythene หรือ Polymid สำหรับโคมไฟฟ้าทั่วไปและหุ้มด้วยฉนวนกระเบื้องเคลือบ (Porcelain) Block Type สำหรับโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดมีความร้อนสูง ขั้วต่อสายนี้ต้องยึดติดกับตัวโคม

5) เสาสำหรับติดตั้งโคมไฟถนน หรือ Floodlight จะต้องผลิตตามมาตรฐาน DIN EN 40 ทำจาก Tapered Tubular Steel ป้องกันสนิมด้วยวิธี Hot Dipped Galvanized ทั้งภายในและภายนอก ต้องมี Service Door ซึ่งยึดด้วย Stainless Screw และมีช่องสำหรับเดินสายไฟเข้าที่ใต้พื้น

6) ขาหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นชนิด Spring Rotate Lock Lamp Holders หรือตามมาตรฐาน BS VDE DIN NENA และ JIS ซึ่งจะต้องได้มาตรฐานรวมกันแล้วไม่น้อยกว่า 2 มาตรฐาน.

7) โคมฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งติดตั้งฝังเรียบกับเพดาน จะต้องแขวนยึดจากพื้นคอนกรีตเหนือฝ้าด้วย hanger rod เพื่อไม่ให้น้ำหนักของโคมไฟกดลงบนโครงฝ้าเพดาน และจะต้องสามารถปรับแต่งระดับและตำแหน่งของโคมไฟเพื่อให้สอดคล้องกับฝ้าได้

7.3 วัสดุ และการสร้างโคมไฟฟ้า

โคมไฟฟ้าที่ติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างทั่วไป ต้องใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิตตามข้อกำหนดในรายละเอียดนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดในแบบให้เป็นอย่างอื่น

7.3.1 โคมไฟภายในอาคารที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้เป็นไปตามกำหนดดังนี้

1) ตัวโคมต้องพบบนรูปจากแผ่นเหล็กชนิด Electro galvanized หรือแผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิมด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสมเคลือบด้วยฟอสเฟต แล้วพ่นด้วยสีฝุ่น Epoxy หรือพ่นด้วย Stove Enamel Paint ปกติให้เป็นสีขาว

2) แผ่นเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร สำหรับโคมที่ติดตั้งหลอดไฟฟ้า ได้ไม่เกิน 2 หลอด นอกนั้นให้ใช้เหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร

3) รูปทรงของโคม ต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางแสงสูงสุด และตัวโคมมีความแข็งแรงเพียงพอในการติดตั้ง

4) โคมชนิดที่กำหนดให้มีแผ่นกรองแสง (Diffuser) ต้องเป็นชนิด Prismatic ขึ้นรูปเป็นขนาดที่เหมาะสม และยึดติดกับตัวโคม) กำหนดให้แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมบริสุทธิ์ผิวมันหนาไม่น้อยกว่า 0.4 มิลลิเมตรตัดโค้งพาราบอลิก (Parabolic Mirror Aluminium Reflector) ตลอดความยาวหลอดค่าสัมประสิทธิ์แสงโดยรวมไม่น้อยกว่า 95%

5) โคมไฟที่ใช้หน้ากากตะแกรง (Louver) กำหนดให้แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมบริสุทธิ์ผิวมันหนาไม่น้อยกว่า 0.4 มิลลิเมตรตัดโค้งพาราบอลิก (Parabolic Mirror Aluminium Reflector) ตลอดความยาวหลอดค่าสัมประสิทธิ์แสงโดยรวมไม่น้อยกว่า 95% ส่วนตัวหน้ากากให้มีครีบบตามความยาวหลอด ทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบอลิก (Parabolic Mirror Aluminum Louvre) และครีบบตามขวางทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมมีลายเส้น (Profiled Lamellae) เพื่อลด Glare

6) โคมโรงงานพร้อมแผ่นสะท้อนแสงอลูมิเนียมเงาค่าสัมประสิทธิ์แสงโดยรวมไม่น้อยกว่า 95%

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 7-3/7

7.3.2 หลอดไฟฟ้า (หรือตามแบบระบุ)

1) หลอด LED ชนิด T8 จะต้อง มี Rated Lamp Wattage ตามที่ระบุในแบบและมีคุณสมบัติในการให้แสงสว่างเป็นพิเศษที่ wattage เท่ากันตามรายละเอียดดังนี้

WATTAGE	LUMENS	WATTAGE	LUMENS
8-12 (DAYLIGHT)	ไม่น้อยกว่า 1050	16-18 (DAYLIGHT)	ไม่น้อยกว่า 2500
8-12 (COOLWHITE)	ไม่น้อยกว่า 1050	16-18 (COOLWHITE)	ไม่น้อยกว่า 2500
8-12 (WARMWHITE)	ไม่น้อยกว่า 1050	16-18 (WARMWHITE)	ไม่น้อยกว่า 2500

7.4 เครื่องเป่าอัตโนมัติ (Electronic hand dryer)

เครื่องเป่ามือแห้งอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับติดตั้งในห้องน้ำ ทำงานโดยสวิตช์อัตโนมัติเมื่อยื่นมือเข้าไปใต้ช่องเป่าลม และหยุดทำงานเมื่อดึงมือออก ตัวเครื่องภายนอกทำด้วยพลาสติกแข็ง ทนแรงกระแทก ภายในประกอบด้วยพัดลม กังหัน และเครื่องทำความร้อน ซึ่งทำงานร่วมกันด้วยประสิทธิภาพสูง และเงียบเชียบ มีขนาดกะทัดรัด กระแสไฟ 1.1 kw/220 V 50 cycles

7.5 โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินชุดเบ็ดเสร็จ (Automatic Emergency Light)

1. โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินฯ ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน วสท.021004-22 มาตรฐานระบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และมาตรฐานรับรองผลิตภัณฑ์ดังนี้
 - มอก. 1955-2551 (ประสิทธิภาพส่องสว่างและประสิทธิภาพที่คล้ายกัน: ชี้ดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ)
2. โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินฯ ต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ Solid State ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจรเมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่เป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่ (Low Voltage Cut-off)
3. แบตเตอรี่ใช้เป็นชนิด Sealed Lead Acid Battery, 12VDC หรือ แบตเตอรี่ Lithium iron phosphate, 3.2VDC ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟ LED 2x12W สามารถสำรองไฟได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง พร้อมมาตรฐานรับประกันคุณภาพ และ กระบวนการผลิตโดย ISO9001, และ UL
4. ดวงโคมและหลอดไฟเพื่อให้แสงสว่างฉุกเฉิน หลอดไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ใช้หลอด LED กำลังหลอดไฟที่ 2x12W

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 7-4/7

5. Housing ส่วนที่รับน้ำหนักผลิตจากโลหะหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร มีการพันเคลือบสีฝุ่น เพื่อป้องกันสนิม
6. วงจรควบคุมโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
 - ควบคุมและสั่งงานด้วยระบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ยูนิต
 - Constant Voltage Limit Current เครื่องประจุแบตเตอรี่แบบควบคุมแรงดันและจำกัดกระแสไฟฟ้า ต้องสามารถประจุได้เต็มภายใน 24 ชั่วโมง
7. วงจรทดสอบรายเดือน
 - ระบบทดสอบตัวเครื่องแบบอัตโนมัติ Automatic Testing โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินต้องสามารถทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติ เพื่อจำลองความล้มเหลวของแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติ ทุก 30 วัน หรือ 4 สัปดาห์ เป็นเวลา 120 นาที
8. ระบบทดสอบตัวเครื่องระยะไกล Remote Infrared Testing
 - สามารถใช้リモコンสั่งการทำงานที่ตัวเครื่องโคมไฟฟ้าฯ ได้ในระยะ
 - ปุ่มทดสอบ
 - ปุ่มยกเลิกการทดสอบ
9. ระบบป้องกัน
 - AC Fuse ป้องกันการช็อตเซอร์กิตทางด้าน Input 220VAC
 - DC Fuse ป้องกันการช็อตเซอร์กิตทางด้าน Output
 - Low Voltage Cut-off ป้องกันการใช้ประจุแบตเตอรี่และแรงดันของแบตเตอรี่จนไปถึงขีดที่ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่จะเป็นอันตราย
 - Timer Delay ชุดป้องกันหลังระบบไฟฟ้าหลักเข้าสู่สภาวะปกติ โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินจะต้องให้แสงสว่างสำรองต่อเนื่องอีกประมาณ 5 วินาที เพื่อป้องกันกรณีหลอดไฟฟ้าแสงสว่างปกติยังทำงานไม่สมบูรณ์
 - Surge Protection วงจรมีระบบป้องกันไฟฟ้ากระชาก ฟาผ่า และป้องกันระบบไฟฟ้าสูงช่วงขณะหนึ่ง เช่น Metal Oxide Varistor (MOV) เป็นต้น เพื่อป้องกันความเสียหายกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.
10. Indicating Lamp แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้
 - สถานะของ Input Line (AC)
 - สถานะการประจุแบตเตอรี่ (Charge and Full)
 - สถานะผลการทดสอบ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 7-5/7

7.6 โคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน (Exit Light & Fire Exit Light)

1. โคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉินเป็นชนิดที่ต้องบรรจุแบตเตอรี่ไว้ภายใน ชนิด นิกเกิล เมทัลไฮไดรด์ (Nickel Metal Hydride) หรือ แบตเตอรี่ Lithium iron phosphate, 3.2VDC โดยควบคุมการชาร์จด้วย Automatic Solid State System แบบแรงดันคงที่และจำกัดกระแสไฟฟ้า โดยมีแรงดันไฟเข้าเครื่องเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220โวลต์ 50เฮิรตซ์+/-10% จ่ายแสงสว่างตลอดช่วงระยะเวลาระบบไฟฟ้าปกติ และระบบไฟฟ้าดับอย่างน้อย 3 ชั่วโมง โดยระบบควบคุม Micro Controller Unit
2. โคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉินมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 1955-2551
3. Housing ส่วนที่รับน้ำหนักผลิตจากโลหะหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร มีการพันเคลือบสีฝุ่น เพื่อป้องกันสนิม
4. ระบบชาร์จแบตเตอรี่เป็นแบบ Constant Voltage Limit Current ควบคุมแรงดันและจำกัดกระแสไฟฟ้า ที่สามารถประจุแบตเตอรี่ได้เต็มภายใน24ชั่วโมง
5. มีการทดสอบตัวเครื่องแบบอัตโนมัติ Automatic Testing สามารถทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติ เพื่อจำลองความล้มเหลวของแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติ ทุก30วัน หรือ 4 สัปดาห์ เป็นเวลา 120 นาที และกลับสู่สภาพปกติโดยอัตโนมัติ
6. ระบบทดสอบตัวเครื่องระยะไกล Remote Infrared Testing
 - สามารถใช้รีโมทสั่งการทำงานที่ตัวเครื่องโคมไฟฯ ได้ในระยะ
 - ปุ่มทดสอบ
 - ปุ่มยกเลิกการทดสอบ
7. Indicating Lamp แสดงสถานะการทำงาน
 - สถานะ Input Line (power “on”)
 - สถานะการประจุของแบตเตอรี่ (Charge and Fully Charge)
 - สถานะผลการทดสอบ
8. ระบบการป้องกัน
 - AC Fuse ป้องกันการช็อตเซอร์กิตทางด้าน Input 220VAC
 - DC Fuse ป้องกันการช็อตเซอร์กิตทางด้าน Output
 - Low Voltage Cut-off ป้องกันการใช้ประจุแรงดันของแบตเตอรี่จนไปถึงขีดที่อันตราย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 7-6/7

9. ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นวัสดุโปรงแสง โดยเครื่องหมายสัญลักษณ์สามารถมองเห็นชัดเจน สัญลักษณ์คนและลูกศรสูงไม่น้อยกว่า 100 มม. (สำหรับระยะห่างป้าย ไม่เกิน 24 เมตร) โดยป้ายนี้อาจมีได้ถึง 2 ด้านของตัวโคม ขึ้นอยู่กับสถานที่ติดตั้ง
10. การติดตั้งเป็นไปตามกำหนดในแบบ และ/หรือ ตามความเหมาะสม ตามกฎข้อบังคับของหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง (ในกรณีติดตั้งระดับสูง ขอบล่างของโคมแสงสว่างป้ายทางออกต้องสูงจากพื้นระหว่าง 2.0-2.7 เมตร)

7.7 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินแบบส่วนกลาง (Central Unit Emergency Lamp)

ตู้ CENTRAL UNIT

1. ระบบไฟฉุกเฉินแบบส่วนกลาง เป็นชนิดไฟตรง 12 VDC หรือ 24 VDC ตามที่ระบุในแบบ
2. มีระบบควบคุมอัตโนมัติทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและคายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจร เมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
3. สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า 220 - 240 Vac / 50 Hz
4. แบตเตอรี่ใช้เป็นชนิด SEALED LEAD ACID BATTERY หรือ แบตเตอรี่ Lithium iron phosphate ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
5. มีระบบป้องกันการต่อขั้วแบตเตอรี่กลับขั้ว เช่น ขั้วต่อที่กันการสลับ หรือ ป้องกันด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น
6. ให้มี INDICATING LAMP แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้
 - สถานะการประจุแบตเตอรี่ (CHARGE และ FULL CHARGE)
 - สถานะของ INPUT LINE มีไฟเข้าหรือไม่
 - สถานะแสดงผลการทดสอบ
7. เครื่องประจุแบตเตอรี่ได้เต็ม ต้องสามารถประจุภายในเวลา 24 ชั่วโมง
8. HOUSING เฉพาะส่วนที่รับน้ำหนักควรทำจากแผ่นโลหะเช่น เหล็ก หรืออลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี

7.8 การขออนุมัติ

ก่อนการจัดหา หรือสั่งซื้อโคมไฟฟ้าทุกชนิด ต้องได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างโดยต้องส่งรายละเอียดประกอบการพิจารณาดังนี้

- 1) รายละเอียดของ วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใช้ รวมทั้งกรรมวิธีการป้องกันสนิม หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้าง เรียกขอ
- 2) ส่งรายละเอียดวิธีการติดตั้ง เพื่อประกอบการพิจารณาความเหมาะสมกับสภาพที่ติดตั้งใช้งาน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 7-7/7

3) ต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ/อุปกรณ์ ตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเรียกขานนี้เมื่อได้รับการอนุมัติ และได้ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว หากคณะกรรมการตรวจการจ้างพบว่าเคเบิลไฟฟาที่ได้นำเข้าติดตั้งนั้นไม่ตรงตามที่ได้ขออนุมัติไว้ หรือไม่ตรงตามข้อกำหนด ต้องนำมาเปลี่ยนหรือทดแทนให้ถูกต้อง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 8-1/8

8. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

8.1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสาร อื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณ วิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

8.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

8.2.1) ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดโลหะ ท่อโลหะต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน มอก. 770 - 2533 และ/หรือ ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

1) ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ดินติดตั้งลอย หรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้ เป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 348

2) ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและห้ามใช้ ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC Article 345

3) ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุก ประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรง ตามกำหนดใน NEC Article 346

4) ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่อง ไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมพิวเตอร์ แสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ขึ้นและนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตาม ข้อกำหนดใน NEC Article 350

5) ท่อโลหะอ่อนชนิด HDPE จะต้องเป็นท่อที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้า และสายสัญญาณ ผลิตจากวัตถุดิบโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง มีสีดำ คุณสมบัติทนแรงกด แรงดึง แรงกระแทกได้ดี มีความยืดหยุ่น สูงไม่แตกกร้าวไม่หักง่าย ในกรณีที่เกิดการกดทับ ผงกลบ หรือมีการหลุดตัวของพื้นดิน ผิวภายนอกและภายในมีความลื่น เรียบมัน เหมาะสำหรับการใช้งานร้อยสายไฟฟ้า และสายสัญญาณ และจะต้องได้มาตรฐาน มอก. 982-2548

6) อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock NUT, Bushing และ Service Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector

8.2.2) ท่อ พี.วี.ซี. (PVC Conduit)

1) ท่อ พี.วี.ซี. ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. และ/หรือ BS 6099 คงทนต่อการกัดกร่อนจากน้ำมัน, ไขมัน, กรด และ Inorganic Acid ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ

2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร และไม่เกิน 50 มิลลิเมตร ความหนาของผนังท่อ ต้องไม่น้อยกว่า 1.8 มิลลิเมตร

3) ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ดินติดตั้งลอย, ซ่อนในฝ้าเพดาน, ฝังในคอนกรีต และบริเวณที่จะไม่ได้รับความเสียหายเชิงกล (Mechanical Damage)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 8-2/8

4) อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ เช่น Coupling, Bushing, Junction Box และ Connector ต้องเหมาะสมกับสภาพการติดตั้งและการใช้งานจะต้องเป็นสีเดียวกันกับท่อ

5) ท่ออ่อน (Flexible Conduit) เป็นท่ออ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น โคมไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ขึ้นและลงอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ

6) การติดตั้งท่อ พี.วี.ซี. ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

8.2.3) การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

- 1) ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
- 2) การดัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
- 3) ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- 4) ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

5) การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่

6) การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

7) แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเป็นแต่ละกรณีไป

8) ท่อ Conduit จะต้องถูกยึดตรึงอย่างมั่นคง (Securely Fastened) กับผนังของโลหะของ Outlets, Junction และ Pull Boxes ด้วย Galvanized Lock Nut, Bushing การขันยึดจะต้องสังเกตว่าเกลียวของท่อทั้งหมดจะต้องผ่าน Bushing, Lock Nut จะต้องขันตรึง Bushing นั้น ให้สัมผัสแน่นเป็นตัวนำไฟฟ้า (Firm Electrical Contact) ไปยังผนังโลหะนั้น

9) จะต้องมีการระมัดระวังไม่ให้ภายในท่อ Conduit สะสมน้ำ เศษวัสดุ หรือเศษคอนกรีตอยู่ ถ้ามีสิ่งแปลกปลอมอยู่ในท่อ ผู้รับเหมา จะต้องทำความสะอาดท่อนก่อน ถ้าสิ่งแปลกปลอมนี้ไม่สามารถนำออกมาได้ ก็จะต้องเปลี่ยน Conduit นั้นใหม่

10) ท่อร้อยสายทั้งหมดที่เดินลอยให้ทำสีทาเครื่องหมายไว้ทุก ๆ 2 เมตร

8.2.4) การเดินสายบนผิวหรือเดินสายเกาะผนัง (Surface Wiring)

อนุญาตให้ใช้ได้กับการเดินสายภายในอาคารทั่วไป ยกเว้น ที่ได้ระบุว่าห้ามใช้ในเรื่อนั้นๆ โดยสายไฟฟ้าที่ใช้จะต้องเหมาะสมกับสภาพที่ติดตั้งด้วย

1) การเดินสายผ่านผนังหรือสิ่งก่อสร้างต้องมีการป้องกันความเสียหาย เนื่องจากฉนวนหรือเปลือกนอกถูกบาดด้วยสิ่งแหลมคม

2) สิ่งจับยึดเพื่อติดตั้งต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่ทำให้ฉนวนของสายชำรุด ระยะห่างระหว่างจุดจับยึด ไม่เกิน 20 เซนติเมตร

3) การต่อและการต่อแยกให้ทำได้เฉพาะในกล่องสำหรับงานไฟฟ้าตามที่ได้อนุญาต

4) ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อกำหนดการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 8-3/8

- 5) การเดินสายให้ติดตั้งเรียงเป็นชั้นเดียว ห้ามติดตั้งซ้อนกัน
- 6) ไม่อนุญาตให้ใช้การเดินสายบนผิวในกรณีดังต่อไปนี้
 - 6.1) ในบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ
 - 6.2) ในสถานที่อันตราย นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่นในเรื่องนั้น
 - 6.3) ในระบบแรงสูง

8.3 Wireway

- 1) รางเดินสายโลหะ (Metal Wireways)
 - 1.1) รางเดินสายโลหะมีลักษณะเป็นรางทำจากแผ่นโลหะพับมีฝาปิด-เปิดได้เพื่อใช้สำหรับเดินสายไฟฟ้า อาจจะมีช่องระบายอากาศด้วยก็ได้
 - 1.2) รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทย และได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO9001: 2015 ซึ่งได้ผลิต รางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายไฟแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ เห็นได้ชัดเจน
 - 1.3) รางเดินสายต้องผลิตจากเหล็กมาตรฐานชนิดทำการชุบด้วยวิธี Hot Dip Galvanized (HDG) ความหนาที่กำหนดให้เป็น 80 ไมครอน ความยาวแนะนำในการผลิตของรางเดินสายมีขนาด 2.4 หรือ 3.0 เมตร
 - 1.4) ขนาดรางเดินสายโลหะที่แนะนำในการผลิตมีขนาดตามตารางดังนี้

ตาราง ขนาดรางเดินสายโลหะที่แนะนำในการผลิต

ขนาดความสูง x กว้าง (มม.)	ความหนาต่ำสุด (มม.)
50 x 50	1.00
50 x 75	1.00
50 x 100	1.00
100 x 100	1.20
100 x 150	1.20
100 x 200 หรือ 150 x 200	1.60
100 x 300 หรือ 150 x 300	1.60
100 x 400 หรือ 150 x 400	1.60

- 2) การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตาม NEC Article 300 และ Article 362
- 3) Wireway ที่ติดตั้งในแนวตั้ง (Vertical) จะต้องมีการมี Supporting Bar อยู่ภายใน Wireway เพื่อยึดสายเคเบิลทุกๆ ระยะ 40 เซนติเมตร
- 4) รางร้อยสายที่ทำขึ้นสำหรับใช้ภายนอกอาคาร จะต้องมียุติภัณฑ์กันน้ำได้ โดยผู้ผลิตต้องแสดงเครื่องหมายหรือข้อความบอกไว้ที่ตัวรางร้อยสาย
- 5) จำนวนพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าทั้งหมดต้องไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของขนาดพื้นที่หน้าตัดของรางร้อยสาย และห้ามบรรจุสายไฟที่นำกระแส ลงในรางร้อยสายมากกว่า 30 เส้น โดยสายสำหรับวงจรสัญญาณหรือระบบควบคุมไม่ถือว่าเป็นสายไฟที่นำกระแส

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 8-4/8

6) รางร้อยสายจะต้องยึดให้มั่นคงทุกระยะไม่เกิน 1.5 ม. แต่ถ้าเป็นแนวตั้งต้องยึดให้มั่นคงทุกระยะไม่เกิน 3.0 ม. และต้องไม่มีการต่อรางร้อยสายมากกว่า 1 แห่งระหว่างช่วงยึด การติดตั้งผ่านผนังให้ส่วนที่ไม่มีรอยต่อผ่านทะลุผนังเท่านั้น และปลายสุดของรางร้อยสายต้องมีฝาปิด

7) ระหว่างรางเดินสาย จะต้องต่อข้อักราวด์ระหว่างพอนด้วย

8.4 รางเคเบิล (Cable Tray)

- 1) รางเคเบิลแบบด้านล่างที่บดและแบบมีช่องระบายอากาศ
- 2) รางเคเบิลมีลักษณะเป็นรางเปิด แผ่นเหล็กพื้น พับเป็นลูกฟูก
- 3) ความยาวแนะนำในการผลิตของรางเคเบิลมีขนาด 2.4 หรือ 3.0 เมตร และความสูงขนาด 150 มม.
 - 1.1.1 ด้านข้าง (SIDERAIL) สูง 150 mm.ด้านตัดเป็นรูปตัวอี (E-SHAPE) ความหนาเหล็ก 2.0 mm.
 - 1.1.2 ด้านพื้น (BOTTOM PLATE) เป็นโลหะลูกฟูกมีระบายอากาศ (VENTILATED AND CORRUGATED) ไม่น้อยกว่า 30% ของพื้นที่ด้านพื้นทั้งหมด
 - 1) ความหนาเหล็ก 1.2 mm. สำหรับความกว้าง 200 - 500 mm.
 - 2) ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 mm.
- 4) กรณีติดตั้งภายนอกอาคารให้มีฝาคอกรางด้วย
- 5) การติดตั้ง ใช้งานรางเคเบิล (Cable Tray) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. หัวข้อการเดินสายในราง

เคเบิล (Cable Tray)

6) รางเดินสาย จะต้องทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันและกำจัดสนิมโดยวิธี hot dip galvanized ความหนา 80 ไมครอนเป็นอย่างต่ำขนาดตามที่ระบุในแบบ รางเดินสายจะต้องมีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักสายได้เต็มที่โดยไม่บิดเบี้ยว ขอบข้างรางและชั้นของรางจะต้องเรียบ โดยไม่มีความคมของขอบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายเคเบิล อันเนื่องจากการติดตั้ง

7) รางเดินสายจะต้องมีการต่อเนื่องถึงกันตลอดของเส้นทางตลอดดิน เพื่อไม่ให้เกิดการขาดตอนได้ข้อต่อระหว่างรางเดินสายแต่ละช่วงจะต้องแน่นสนิท รางเดินสายจะต้องมีความต้านทานกระแสไฟฟ้าต่ำตลอดทาง และ ต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการลัดวงจรได้อย่างปลอดภัย

8) รางเดินสายจะต้องเดินในแนวขนานกับโครงสร้างของอาคารและมีความสูงเหนือรางพอเพียงสำหรับการวางสาย

9) การเดินสายในรางเดินสายที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอน จะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคงและสายจะต้องมีความยาวตลอดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าถึงอุปกรณ์ไฟฟ้า ห้ามมีการต่อสายในรางเดินสาย

10) ระยะจับยึดรางไม่เกิน 1.5 เมตร

8.5 รางเคเบิลแบบบันได (Cable Ladders)

1) รางเคเบิลแบบบันไดมีลักษณะเป็นรางเปิด โดยมีบันได (Rung) ขอบมนไม่คมทุกๆ ระยะ 30 ซม. หรือน้อยกว่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 8-5/8

2) วัสดุที่ใช้ทำรางเคเบิลเป็นแผ่นเหล็กชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) ความหนา 80 ไมครอนเป็นอย่างต่ำ

3) ความยาวแนะนำในการผลิตของรางเคเบิลแบบบันไดมีขนาด 2.40 หรือ 3.0 เมตร และความสูงรางมีขนาด 100 หรือ 150 มม.

4) รางเดินสาย จะต้องทำจากแผ่นเหล็กที่มีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักสายได้เต็มที่โดยไม่บิดเบี้ยว ขอบข้างรางและชั้นของรางจะต้องเรียบ โดยไม่มีความคมของขอบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายเคเบิล อันเนื่องจากการติดตั้ง

4.1) ด้านข้าง (SIDERAIL) สูง 100 mm.หรือสูง150 mm.ด้านตัดเป็นรูปตัวซี (E-SHAPE)

1) ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 - 500 mm.

2) ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 mm.

4.2) ลูกชิ้น (RUNG) ขนาด 400 x 200 mm. ด้านตัดเป็นรูปตัวซี (C - SHAPE) เพื่อการรับน้ำหนักตามมาตรฐานกำหนด

1) ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 - 500 mm.

2) ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 mm.

5) รางเดินสายจะต้องมีการต่อเนื่องถึงกันตลอดของเส้นทางต่อลงดิน เพื่อให้ไม่ให้เกิดการขาดตอนได้ข้อต่อระหว่างรางเดินสายแต่ละช่วงจะต้องแน่นสนิท รางเดินสายจะต้องมีความต้านทานกระแสไฟฟ้าต่ำตลอดทาง และต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการลัดวงจรได้อย่างปลอดภัย

6) รางเดินสายจะต้องเดินในแนวนานกับโครงสร้างของอาคารและมีความสูงเหนือรางพอเพียงสำหรับการวางสาย

7) การเดินสายในรางเดินสายที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอน จะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคงและสายจะต้องมีความยาวตลอดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าถึงอุปกรณ์ไฟฟ้า ห้ามมีการต่อสายในรางเดินสาย

8) การติดตั้งรางเดินสาย การเดินสายในรางเดินสายรวมทั้งขนาดและจำนวนสายที่เดินในรางเดินสายให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดที่ระบุใน วสท.

9) ระยะจับยึดรางไม่เกิน 1.5 เมตร

8.6 ทางเดินสาย (BUSWAYS)

1) มาตรฐาน

มาตรฐานวิธีการติดตั้ง การผลิต รวมถึงการรองรับบัสเวย์ และอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน UL857 หรือ IEC 61439-6 : 2012 Busbar Trunking System (Busway) และโรงงานผู้ผลิตต้องได้รับการตรวจสอบรับรองการรักษาคุณภาพการผลิตทุกปี (YEARLY INSPECTION by KEMA KEUR) พร้อมทั้งแนบ Certificate ผลการทดสอบทุกปีกักกระแสที่เสนอให้กับโครงการ เพื่ออนุมัติก่อนส่งผลิต

2) ข้อกำหนดทั่วไป

1) บัสเวย์ทั้งชนิด Feeder และ/หรือ Plug-in ที่ใช้ต้องประกอบด้วยบัสบาร์ที่ทำด้วยทองแดง หรือ อลูมิเนียม ตามที่กำหนดในแบบ อยู่ภายในกล่องหุ้มปิด (Totally Enclosed non-ventilated Housing) เพื่อป้องกันฝุ่นและความเสียหายทางกล

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 8-6/8

2) ท่อน (Section) ของบัสเวย์ทั้งชนิด Plug-in และ Feeder สามารถติดตั้งโดยต่อกัน หรือสลับแทนกันได้ (Interchangeable) โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษช่วย การติดตั้งต้องใช้ท่อนที่มีความยาวมาตรฐานให้มากที่สุด และใช้ท่อนที่มีความยาวพิเศษตามที่จำเป็น เพื่อเป็นไปตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง

3) บัสเวย์ที่ติดตั้งในแนวนอนต้องมีที่รองรับ (Hanger) ทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร และไม่เกิน 4.8 เมตร ในแนวดิ่ง

4) บัสเวย์ที่ติดตั้งภายในอาคารและภายนอกอาคาร ต้องมีค่าการป้องกันบัสเวย์ ดังนี้

4.1 บัสเวย์ที่ติดตั้งภายในอาคารจะต้องมีระดับการป้องกันน้ำไม่น้อยกว่า IP54 บัสเวย์ที่ติดตั้งทะเลทราย หรือผืนดินไฟต้องมีวัสดุกันไฟลาม (Fire Stop, Fire Barrier) ติดตั้ง ปลายของบัสเวย์ทั้งหมดต้องมีฝาครอบปิด (End Cap)

4.2 บัสเวย์ที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันน้ำ (Weather Proof) โดยมีระดับการป้องกันน้ำไม่น้อยกว่า IP66 พร้อมติดตั้ง CANOPY จากโรงงานผู้ผลิตเดียวกับบัสเวย์

5) บัสเวย์ต้องติดตั้งในสถานที่ที่ได้พิจารณาแล้วว่า ไม่เกิดความเสียหายทางกายภาพแก่บัสเวย์ จุดต่อ (Joint) ต่าง ๆ ของบัสเวย์ต้องสามารถเข้าไปบำรุงรักษาได้

6) บัสเวย์ทั้งชนิด Feeder และ Plug ต้องเป็นแบบ 3P 5W 100%N with 50% Ground Bar

7) อุณหภูมิของบัสเวย์ขณะใช้งานเต็มพิกัด (Rated load Current) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61439-6 : 2012 Busbar Trunking System (Busway)

8) BUSDUCT จะต้อง มี Thermal indicator เพื่อใช้ในการตรวจสอบอุณหภูมิเบื้องต้นของ BUSDUCT

9) บัสเวย์ จะต้องทดสอบ Temperature Rise ตามมาตรฐาน IEC 61439-6 ทั้งในแนว Vertical และ Horizontal

3) การทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจร

1) บัสเวย์ทุกชนิด และทุกขนาดต้องทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ได้ไม่น้อยกว่าตามที่ระบุในแบบ

4) บัสบาร์ (Busbar)

1) บัสบาร์ต้องทำด้วยทองแดง (98%) Conductivity) หรืออลูมิเนียม (55% Conductivity)

2) บัสบาร์ทั้งชนิดทองแดง และชนิดอลูมิเนียมต้องเคลือบดีบุก หรือเงิน ด้วยไฟฟ้า โดยหุ้มฉนวน Class B (130 องศาเซลเซียส) ตลอดความยาวของบัสบาร์ ยกเว้นส่วนที่เป็นหน้าสัมผัส

4) ก่อ (Housing)

1) ก่อหุ้มของบัสเวย์ต้องทำมาจาก Extruded Aluminum เพื่อป้องกันการผุกร่อนที่เกิดเนื่องจากความชื้นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบบัสเวย์ ต้องผ่านการเคลือบเพื่อป้องกันการผุกร่อน

2) ก่อหุ้มบัสเวย์ต้องปิดสนิท โดยที่อากาศไม่สามารถเข้าออกได้ เพื่อป้องกันการสะสมของฝุ่นละออง

3) บัสเวย์แบบ Plug-in ท่อนมาตรฐานจะต้องมีช่องเปิดสำหรับนำกระแสไปใช้งาน เป็นชนิดฝาปิดอย่างน้อย 3 ช่องต่อความยาว 10 ฟุต

5) จุดต่อ (Joint)

1) จุดต่อสำหรับบัสเวย์ให้ใช้สลักเกลียวชนิด Double Headed Bolt ร้อยทะลุผ่านบัสเวย์

2) จุดต่อของบัสเวย์ต้องสามารถปรับระยะได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 8-7/8

3) การขึ้น และการตรวจสอบความตึงของสลักเกลียว สามารถทำจากด้านหน้าได้ โดยที่ไม่ต้องดับไฟบัสเวย์ แต่ละช่วงสามารถถอดออกได้ โดยไม่ต้องรื้อถอนช่วงอื่น ๆ

6) ช่องเดิน (Plug-in-Opening)

1) ช่องเปิดของบัสเวย์ต้องมีอุปกรณ์รองรับที่แข็งแรงพอจะรับกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ การติดตั้งที่รองรับ (Hanger) สำหรับบัสเวย์ชนิด Plug-In ต้องไม่กีดขวาง หรือปิดบังช่องเปิดของบัสเวย์ ถึงแม้ว่าช่องเปิดนั้น ๆ จะไม่มี Plug-In-Unit มาต่อด้วย

7) Plug-In-Unit

- 1) Plug-In Unit ต้องเป็นชนิด และขนาดตามที่กำหนดในแบบ และต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอยู่ภายใน
- 2) Plug-In-Unit ต้องเป็นชนิดที่ตัวกล่องสามารถต่อลงดิน ก่อนที่จะสัมผัสกันของแผ่นสายเฟส เพื่อความปลอดภัยของผู้ทำงาน
- 3) Plug-In-Unit ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการใส่ หรือการถอด ในขณะที่สวิตช์อยู่ในตำแหน่ง ON และต้องสามารถล็อกกุญแจฝากล่อง เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องมาเปิดฝากล่อง
- 4) Plug-In-Unit ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการเปิดฝา ในขณะที่เซอร์กิตเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่ง ON และต้องมีอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้สับสวิตช์เข้า ในขณะที่เปิดฝาดูอยู่
- 5) Plug-In-Unit ต้องเป็นชนิดที่มีการปลด และต่อวงจรแบบ Quick-make, Quick-break โดยใช้ Hook Stick

8) ประสิทธิภาพการติดตั้งและการรับประกัน

บัสเวย์ที่ติดตั้งในโครงการ จะต้องมียุทธศาสตร์การติดตั้งภายในประเทศมาแล้วไม่น้อยกว่า 50 โครงการ เป็นตัวแทนจำหน่ายถาวรโดยไม่เปลี่ยนแปลงมาไม่น้อยกว่า 5 ปี และจะต้องมีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 2 ปี

8.7 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องตัวรับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต่อสาย ต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- 1) กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 2) กล่องต่อสายที่มีปริมาณใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- 3) กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UL Listed)
- 4) ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 373
- 5) กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 8-8/8

6) การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบ ให้มีรหัสสีภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

7) กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์ และเต้ารับแบบกันน้ำฝนได้ที่ใช้ติดเกาะผนังใช้ชนิดโลหะหล่อ (DIB Cost) ฟันสี่และอบ

8) กล่องต่อสายที่ใช้เป็น outlet box สำหรับสวิตช์ เต้าเสียบและดวงโคมที่ติดตั้งแบบฝังเรียบกับผนังจะต้องจัดให้ตั้งได้ฉากกับโครงสร้างอาคาร

8.8 การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

8.9 การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-1/19

9. ระบบ DATA IT NETWORK & IP PHONE

รายละเอียดทั่วไป

ระบบเครือข่ายที่ผู้เสนอราคาเสนอให้กับผู้ว่าจ้าง ต้องเป็นระบบที่มีอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอด 24 ชั่วโมง 365 วันต่อปีโดยไม่หยุดชะงัก แม้ว่าอุปกรณ์จะติดตั้งอยู่ในห้องที่ควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างดีแต่ต้องสามารถทำได้ได้ตามปกติในกรณีที่ระบบควบคุมสภาพแวดล้อม เช่น เครื่องปรับอากาศขัดข้องเป็นระยะเวลาพอสมควร

มาตรฐานการติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายและเชื่อมโยงให้สามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดของโครงการ และอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์อื่นใดนอกเหนือจากระบุไว้ในข้อกำหนดนี้เพื่อให้ระบบเครือข่ายสามารถทำงานได้ตามที่ระบุในเอกสารนี้ ผู้รับจ้างการประกวดราคาต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้อุปกรณ์เครือข่ายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องเขียนแบบแปลนแสดงตำแหน่งที่จะติดตั้งอุปกรณ์ การวางท่อร้อยสาย แนวท่อและแนวสายต่างๆ อย่างละเอียด โดยมีอัตราส่วนที่เหมาะสม และเสนอให้คณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้างของทางผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อน จึงจะดำเนินการได้ การเปลี่ยนแปลงใดๆ ต้องได้รับความเห็นชอบคณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้างก่อนเสมอ

สาย UTP, เต้ารับ (outlet), แผงพักสาย (patch panel) และสายเชื่อมต่อสัญญาณ (patch cable) ที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติขึ้นต่ำตามข้อกำหนด CAT6A

การเดินสาย UTP สำหรับอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายนั้นให้เดินสายแบบ full patch คือปลายสายด้านหนึ่งให้เป็นเต้ารับ ส่วนปลายสายด้านหนึ่งให้ติดตั้งเข้ากับ patch panel ที่อยู่ในตู้อุปกรณ์มาตรฐาน 19 นิ้วโดยการเดินสาย UTP นั้นต้องเดินอยู่ในท่อโลหะหรือรางโลหะหรือรางพลาสติกตลอดความยาวสายเพื่อป้องกันความเสียหาย

ผู้รับจ้างต้องจัดการเตรียมท่อร้อยสายและเดินสายตามแบบที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้าง โดยสายทุกเส้น (สาย UTP, หรือสายอื่นๆ (ถ้ามี)) ต้องมีป้าย (label) ที่ปลายทั้งสองและระบุจุดเชื่อมโยงอย่างชัดเจน

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการติดตั้งวางร้อยสาย การวางสายและการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ หรือความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างและต้องดำเนินการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพเดิมโดยเร็ว

9.1 ขอบข่ายของงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ และทำให้อุปกรณ์ตัวนั้นใช้งานได้และทำงานร่วมกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์เดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดดังนี้

1. ติดตั้งอุปกรณ์และเดินสาย Cable ชนิดต่างๆ ตามแบบระบบเครือข่ายและกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ Outlet LAN และ อุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย (access point)
2. เดินสายสัญญาณคอมพิวเตอร์แบบ UTP CAT6A ไปยังจุดต่อ Outlet ทั้งโทรศัพท์ คอมพิวเตอร์และ Access Point (Wi-Fi) ตามแบบระบุ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-2/19

3. จัดหาอุปกรณ์ประกอบ Rack, Switch HUB และอื่นๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบและมีคุณสมบัติเฉพาะขั้นต่ำของอุปกรณ์ รวมทั้งอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น ตามข้อกำหนด

4. ทดสอบการทำงานของระบบเครือข่ายฯ ต้องทำการทดสอบทั้งตัวอุปกรณ์ที่ติดตั้งและสาย Cable ที่ติดตั้ง โดยใช้เครื่องมือเฉพาะด้านสำหรับงานทดสอบโดยเฉพาะ การทดสอบสายสามารถตรวจสอบการเข้าสายได้ถูกต้อง และต้องสามารถวัดความยาวของสายแต่ละเส้น จดบันทึกเป็นรายงานในเอกสารส่งงาน การติดตั้งและ Configuration ค่าในตัวอุปกรณ์ Switch ให้เป็นไปตามที่เจ้าหน้าที่ฝ่ายสารสนเทศของทางผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำหนด

5. ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายฯและเชื่อมโยงให้สามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดของโครงการ และอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์อื่นใดนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้เพื่อให้ระบบเครือข่ายสามารถทำงานได้ตามที่ระบุในเอกสารนี้ ผู้รับจ้างการประกันราคาต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้อุปกรณ์เครือข่ายฯทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9.2 มาตรฐานงานติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่าย CAT 6A

9.2.1 สายทองแดงตีเกลียว (CAT 6A CABLE) มีคุณสมบัติดังนี้

1) เป็นเป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว CATEGORY 6A ชนิด 4 คู่สาย มีตัวนำเป็นทองแดงขนาดไม่เล็กกว่า 23 AWG เป็นสายนำสัญญาณที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ANSI/TIA-568.2-D Category 6A, ISO/IEC 11801 Class EA ,EN 50173-1, IEC61034-2, IEC 60332-1-2, และ IEC 60754-1 เป็นอย่างน้อย

2) ไม่มีเปลือกนอก (JACKET) ชนิดป้องกันการลามไฟและไม่เกิดควันพิษเมื่อมีเหตุอัคคีภัย LSZH หรือ LSOH เหมาะสำหรับติดตั้งภายในอาคาร

3) รองรับการใช้งาน 10GBASE-T, 1000 BASE-T, 100 BASE-TX, 622Mbps, 1.2Gbps ATM, 4/16 Mbps Token Ring, POE, ISDN, VoIP, Analog & Digital Voice, Digital & Analog Video เป็นอย่างน้อย

4) มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังนี้

4.1) มีค่า Insertion Loss(max nom) ไม่เกิน 45.3 dB ที่ 500 MHz

4.2) มีค่า NEXT(max nom) ไม่น้อยกว่า 33.8 dB ที่ 500 MHz

4.3) มีค่า PSNEXT(max nom) ไม่น้อยกว่า 31.8 dB ที่ 500 MHz

4.4) มีค่า PS A ACRF(max nom) ไม่น้อยกว่า 10.8 dB ที่ 500 MHz

4.5) มีค่า RL(max nom) ไม่น้อยกว่า 13.0 dB ที่ 500 MHz

4.6) มีแถบความกว้างของความถี่ใช้งาน (BANDWIDTH) ไม่น้อยกว่า 500 MHz

5) ระบบเครือข่ายสายสัญญาณที่นำเสนอ ต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

9.2.2 เตารับสายสัญญาณตัวเมีย (RJ 45 modular Jack) CAT 6A มีคุณสมบัติดังนี้

1) RJ 45 modular Jack เป็นชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ 110 IDC

2) รองรับมาตรฐานการเข้าสายได้ทั้ง T568A และ T568B

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-3/19

- 3) การ Terminate สายตั้งแต่ขนาด 22-26 AWG
- 4) Modular Jack ต้องสามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งส่วน Outlet และ Patch Panel ได้โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อความสะดวกและประสิทธิภาพที่ดีที่สุด
- 5) MODULAR JACK CAT 6A ต้องผ่านเงื่อนไขข้อกำหนดตามมาตรฐานอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - 5.1) ANSI/TIA-568.2-D Category 6A, ISO/IEC 11801 Class EA
 - 5.2) IEC 60603-7
 - 5.3) RoHS Compliant
- 6) วัสดุที่ใช้ผลิต
 - 6.1) Jack Contacts ทำจาก Phosphor Bronze เคลือบทองหนา 50-60 micro-inches หรือ $1.27\ \mu\text{m}$
- 7) ความคงทนและประสิทธิภาพ (durability):
 - 7.1) Modular Jack เท่ากับ 750 Mating Cycles
 - 7.2) re-terminate ได้ไม่น้อยกว่า 200 ครั้ง
 - 7.3) รองรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 89N
- 8) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้า และผลิตจากผู้ผลิตรายเดียวกัน กับสายทองแดงแบบตีเกลียว CATEGORY 6A

9.2.3 รางที่ใช้เดินตามพื้นต้องใช้ชนิด อลูมิเนียมสำหรับวางพื้นหรือตามแบบกำหนด

- 1) รางที่ใช้เดินผนังใช้ PVC Wire Way ที่ผ่านมาตรฐาน ISO9002 หรือตามแบบกำหนด
- 2) จากข้อ 1) ต้องเดินรางเข้ามุมฉากให้สนิท
- 3) การเดินสาย UTP เข้าหัวต่อ RJ-45 จะต้องเรียงลำดับสายตามมาตรฐาน EIA/TIA-568B ต้องใส่ Color Formula Boot และ Cable Maker สำหรับแสดงแฉกสีและตำแหน่งสายในการแยกแยะการติดตั้งของจุดเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกจุด
- 4) ต้องทดสอบค่าสูญเสียและการลดทอนของสัญญาณพร้อมทั้งส่งเป็นเอกสาร
- 5) ต้องเขียนแบบการติดตั้งทั้งหมดด้วยระยะจริงพร้อมแผ่น CD-ROM
- 6) ต้องมี Patch Panel และ Wire Management Cable ทุกตู้

9.3 มาตรฐานงานสายสัญญาณเครือข่าย ชนิด Fiber Optics

9.3.1 คุณสมบัติทางด้านเทคนิค สายใยแก้วนำแสงชนิด SINGLE MODE ติดตั้งภายนอกอาคาร มีคุณสมบัติดังนี้

สายใยแก้วนำแสง Single mode ชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร แบบ Armored จำนวน 12 หรือ 24 Core

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-4/19

1) เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Single mode ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801, ANSI/TIA-568.3-D, Telcordia (Bell core) GR-20-CORE, ANSI/ICEA 640, IEC 60793, IEC 60794-1-2, ITU-T G.652D เป็นอย่างน้อย

2) เป็นสายใยแก้วนำแสงติดตั้งภายนอกอาคารแบบไม่มีสลิง สามารถติดตั้งแขวนกับเสาไฟฟ้าและร้อยท่อฝังดิน โดยมีโครงสร้างที่สามารถป้องกันสัตว์กัดแทะได้

3) มีคุณสมบัติ Geometrical Performance ดังนี้

3.1) มีค่า Max. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 1310 nm ไม่เกิน 0.40 dB/km

3.2) มีค่า Max. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 1550 nm ไม่เกิน 0.40 dB/km

4) มีโครงสร้างเป็นแบบ โดย Loose Tube และภายใน Loose tube มี Thixotropic Jelly Compound เพื่อป้องกันความชื้น

5) มีชั้น Strength Member

6) มีRipcord เพื่อช่วยในการลอกสาย

7) โครงสร้างมีชั้นป้องกันการกรัดกัดทับและสัตว์กัดแทะทำจากวัสดุ Corrugated chrome steel tape

8) เปลือกนอกของสายเป็นสีดำผลิตจาก PE เพื่อป้องกันรังสี UVและทนต่อสภาพแวดล้อม

9) สามารถทนอุณหภูมิขณะใช้งาน, ขณะติดตั้งตั้งแต่ -40°C ถึง 70°Cและขณะเก็บรักษาตั้งแต่ -40°C ถึง 75°C

10) สามารถรับแรงดึงขณะติดตั้งได้ไม่น้อยกว่า 1500 N, และขณะใช้งานไม่น้อยกว่า 800 N

11) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับกล่องเก็บสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Distribution Unit), สายเชื่อมต่อใยแก้วนำแสงแบบ Pigtail และสายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord)

9.3.2 สายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายนอก/ภายในอาคาร(Outdoor/Indoor) แบบ LSZH (Low Smoke Zero Halogen)

1) เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Single mode ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801, ANSI/TIA-568.3-D, Telcordia(Bell core) GR-409-CORE, Telcordia (Bell core) GR-20-CORE ,ANSI/ICEA 696, ANSI/ICEA 596, IEC 61034-2, IEC 60754-2, ITU-T G.652DและRoHS เป็นอย่างน้อย

2) สายใยแก้วนำแสงสามารถติดตั้งภายนอกอาคารและภายในอาคารได้

3) เป็นสายใยแก้วนำแสงจำนวน 6 หรือ 12 Core

4) มีคุณสมบัติ Geometrical Performance ดังนี้

Items		Specifications
Fiber Type		9/125 μm (OS2)
Max. Attenuation	1310 nm	≤ 0.40
	1550 nm	≤ 0.40

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-5/19

- 5) มีโครงสร้างเป็นแบบ Loose tube ซึ่ง Loose tube และภายใน Loose tube มี Jelly Compound เพื่อป้องกันความชื้น
- 6) มี Strength Member ทำด้วยวัสดุ E-Glass Yarn หรือ FRP เพื่อรับแรงดึงและเพิ่มความยืดหยุ่น
- 7) มี Water blocking tape เพื่อป้องกันความชื้น
- 8) มี Rip Cord เพื่อช่วยในการลอกสาย
- 9) เปลือกนอกของสายทำด้วยวัสดุ LSZH เพื่อป้องกันรังสี UV และไม่เกิดควันพิษเมื่อเกิดอัคคีภัย
- 10) มีรัศมีการโค้งงอของสายขณะติดตั้งไม่เกิน 20 เท่า และขณะใช้งานไม่เกิน 10 เท่า
- 11) สามารถทนอุณหภูมิขณะใช้งาน, ขณะติดตั้งตั้งแต่ -40°C ถึง 70°C และขณะเก็บรักษาตั้งแต่ 40°C ถึง 75°C
- 12) สามารถรับแรงดึงขณะติดตั้งได้ไม่น้อยกว่า 1,500 N และขณะใช้งาน 600 N
- 13) มีรหัสสีบอก Fiber และ Loose tube ตามมาตรฐาน TIA/EIA-598 เพื่อสะดวกในการเรียงสายเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ Connector, Pigtail และ FDU

9.3.3 หัวเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงชนิด SNAP-IN ADAPTER PLATE มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นหัวต่อสายใยแก้วนำแสงชนิด Snap-In Adapter Plate สามารถติดตั้งใช้งานได้กับแผงพักสาย Fiber Optic
- 2) มีจำนวนหัวต่อแบบ [SC, LC Single mode Connector] ขนาด 6 หรือ 12 หัวต่อ ต่อหนึ่ง Adapter Plate
- 3) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายใต้เครื่องหมายการค้าและผู้ผลิตเดียวกับสายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร
- 4) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

9.3.4 สายเชื่อมต่อ ใยแก้วนำแสง FIBER OPTIC PATCH CORD มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นสายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงที่มีหัวต่อที่สามารถเชื่อมต่อใช้งานได้กับ FIBER OPTIC PATCH PANEL ที่นำเสนอ และเป็นสายสำเร็จรูปที่ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตรายเดียวกันกับสาย Fiber Optic
- 2) ประกอบด้วย Single mode Fiber Optic Connector ที่ปลายทั้งสองด้านของสาย และ Ferrules ของ Connector ต้องเป็นวัสดุที่ผลิตจาก Ceramics หรือ Zirconia และมีเปลือกเป็นแบบ OFNR , ตามมาตรฐาน UL, CSA หรือ LSZH และ หรือ RoHS Compliant.
- 3) เป็นสายเชื่อมต่อที่มีหัวต่อ SC หรือ LC ที่ปลายทั้งสองด้านหรือเป็น Connector ต่างชนิดกันที่ปลายทั้งสองด้าน ตามความเหมาะสมใช้งานกับ Fiber Patch Panel
- 4) มีค่า Return Loss ไม่น้อยกว่า 20 dB

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-6/19

- 5) มีความยาวของสายอย่างน้อย 3 เมตร
- 6) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย
- 7) ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดเก็บปลายสายและอุปกรณ์ให้เรียบร้อยตามมาตรฐาน และคุณลักษณะของสาย โดยให้จัดเก็บภายใน Fiber Optic Shelf ซึ่งติดตั้งอย่างเป็นระเบียบภายใน Rack Cabinet มาตรฐานงานตู้ Rack และ อุปกรณ์

9.4 ตู้ Rack ตั้งพื้น และ อุปกรณ์

9.4.1 ตู้ Rack ตั้งพื้น และ อุปกรณ์ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized Sheet Steel หรือ cold rolled steel ความหนา ไม่น้อยกว่า 1.2 มม. ป้องกันสนิมได้ 100%
- 2) โรงงานผลิตได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001 โดยออกแบบและผลิตตรงตามมาตรฐาน ANSI/EIA 310D-1992 (Rev.EIA-310-C), IEC 60297-1, IEC 60297-2, BS 5954: Part 2, DIN 41494 ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล ที่ใช้ในอเมริกาและยุโรป
- 3) ออกแบบทุกชิ้นส่วนเป็นระบบ Modular Knock Down เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย
- 4) โครงตู้ และ เสาแนวตั้งสำหรับยึดอุปกรณ์ทำจากแผ่นเหล็ก Electro Galvanized Steel หรือ cold rolled steel มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และ 2 มม. เพื่อความแข็งแรง และสามารถปรับเข้า - ออกได้ตามต้องการ
- 5) เสาแนวตั้งสำหรับยึดอุปกรณ์ ทั้ง 4 ด้าน เสาเจาะรูสี่เหลี่ยมไว้สำหรับยึดอุปกรณ์ ชุดเน็ตและสกรู
- 6) ประตูหน้า Front Door เป็นโครงเหล็ก และ ผังแผ่น Acrylic หรือ Tempered door มีกุญแจล็อก
- 7) ประตูหลัง Rear Door เป็นประตูเหล็ก มีกุญแจล็อก
- 8) ประตูด้านข้าง Side Panels เป็นเหล็ก สามารถถอดประกอบได้เช่นกัน มีกุญแจล็อกเพื่อความปลอดภัยทุกด้าน
- 9) เพดานตู้เสริมช่องพร้อมแผ่นปิดกันฝุ่นที่สามารถถอดออก หลังคามีช่องร้อยสายเพื่อติดตั้งพัดลมระบายอากาศได้ ตั้งแต่ 1-6
- 10) ฐานตู้ด้านล่างมีความแข็งแรง และสามารถรับน้ำหนักได้เป็นอย่างดี มีช่องร้อยสายไฟ
- 11) ขาตั้งทำจากเหล็กที่มีความแข็งแรง ยึดติดกับชุดล้อ สามารถปรับขึ้น-ลงได้ โดยฐานของขาตั้งทั้ง 4 ขา ได้เป็นอย่างดี
- 12) ลูกล้อ เป็นแบบแผ่นหมุน 360 องศา สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายไม่แตกหัก ไม่ทำความเสียหายบนเนื้อไม้ พื้นหิน กระเบื้อง และสามารถเคลื่อนย้ายได้ โดยไม่เป็นรอยขีดข่วน
- 13) สีของตู้ เป็นสี 2 โทน ขาว - ดำ หรือ ขาวหรือดำ ผิวทราयीใช้กระบวนการพ่นสีและอบสีชนิด Powder Coatings ด้วยระบบ Electro-Static หรือ Electrostatic เพื่อความเนียนเรียบ และการยึดเกาะของสีคงทน
- 14) ชุดเน็ตสกรูประกอบด้วยสกรู M6 Screw พร้อมแป้นยึดตัวเมีย มีให้พร้อมครบชุดตามขนาดของตู้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-7/19

15) ทุกรุ่นของ Rack สมบูรณ์แบบด้วยระบบ Grounding

U	Dimension (wxd)
15 U	600 x 400 mm.
	600 x 800 mm.
	600 x 600 mm.
27 U	600 x 600 mm.
	600 x 800 mm.
	600 x 900 mm.
37 U	600 x 600 mm.
	600 x 800 mm.
	600 x 1000 mm.
42 U	600 x 600 mm.
	600 x 800 mm.
	600 x 1100 mm.
45 U	800 x 800 mm.
	800 x 1000 mm.
	800 x 600 mm.
45 U	600 x 600 mm.
	600 x 800 mm.
	800 x 800 mm.
45 U	800 x 800 mm.
	800 x 1000 mm.
	800 x 600 mm.

9.4.2 19" Premises Wall Mount Rack Specification

- ผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized Sheet Steel หรือ cold rolled steel และป้องกันสนิมได้ 100%
- โรงงานผลิตได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001 โดยออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน ANSI/EIA 310D-1992 (Rev.EIA-310-C), IEC 60297-1, IEC 60297-2, BS 5954 Part 2, DIN 41494
- โครงตู้ และเสาแนวตั้งสำหรับยึดอุปกรณ์ทำจากแผ่นเหล็ก Electro Galvanized Sheet Steel หรือ cold rolled steel เพื่อความแข็งแรง และสามารถปรับเข้า-ออกได้ตลอดแนวตามต้องการ
- เสาแนวตั้งสำหรับยึดอุปกรณ์ทั้ง 4 ด้าน
- ประตูหน้า Front Door เป็นโครงเหล็ก และฝังแผ่น Acrylic หรือ Tempered door พร้อมกุญแจล็อก
- เพดานตู้เสริมช่องติดตั้งอุปกรณ์เสริม หลังคา มีช่องร้อยสายสามารถติดตั้งพัดลมระบายอากาศได้ 1-2 ตัว รางไฟขนาด 6 ช่อง และ Fix Shelf

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-8/19

- 7) ด้านบนหรือด้านล่าง มีช่องสำหรับเปิดร้อยสายไฟและสายสัญญาณ
- 8) สีของตู้ เป็นสี 2 โทน ขาว – ดำ หรือ ขาวหรือดำ ผิวทราयीใช้กระบวนการพ่นสีและอบสีชนิด Powder Coatings ด้วยระบบ Electro-Static เพื่อความเนียนเรียบ และการยึดเกาะของสีคงทน
- 9) ชุดน็อตสกรูประกอบด้วยสกรู M6 Screw พร้อมแป้นยึดตัวเมีย มีให้พร้อมกับทู้ ตามขนาดของตู้
- 10) ทุกรุ่นของ Wall Rack สมบูรณ์แบบด้วยระบบ Grounding ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรและกระแสไฟฟ้าช็อตเนื่องจากฟ้าผ่า

U	Dimension (wxd)
6 U	600 x 400 mm.
	600 x 500 mm.
	600 x 600 mm.
9 U	600 x 400 mm.
	600 x 500 mm.
	600 x 600 mm.
12 U	600 x 400 mm.
	600 x 500 mm.
	600 x 600 mm.

9.4.3 19" Premises Rack Accessories

AC Power Distribution

- ผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized หรือ Aluminum alloy สีดำเข้มสวยงาม
- มีกำลังไฟขนาด 15 แอมป์ 220 โวลต์, 50 เฮิรซ์
- พร้อมอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากและตัดไฟเมื่อมีการใช้ไฟเกิน (Circuit Breaker)
- มีหลอดไฟแสดงสถานะการใช้งาน ON/OFF
- ปลั๊กไฟแบบยูนิเวอร์แซล (Universal) มี 3 ขา พร้อม ระบบ Grounding
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับกับตู้แร็ค

Description
AC Power Distribution w/circuit breaker 6 outlets (รางปลั๊กไฟ 6 ช่อง)
AC Power Distribution w/circuit breaker 12 outlets (รางปลั๊กไฟ 12 ช่อง)
AC Power Distribution w/circuit breaker 20 outlets (รางปลั๊กไฟ 20 ช่อง)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-9/19

Horizontal Cable Management

- แผงสำหรับจัดเก็บและจัดระเบียบสายสัญญาณในแนวนอน
- ขนาด 1 U สำหรับใช้งานร่วมกับแผงกระจายสายสัญญาณ
- มีฝาด้านหน้าสามารถถอดเข้า – ออกได้

Description
Horizontal Cable Management Panel with Cover (1U)

Blank Panel

- แผ่นปิดช่องว่างหน้าตู้ เพื่อป้องกันฝุ่นและทำให้ตู้เป็นระเบียบ สวยงาม

Description
Blank Panel Size 1U (แผ่นปิดหน้าตู้ขนาด 1.75")

9.5 อุปกรณ์กระจายสายสัญญาณ (CAT 6A Patch Panel) มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นอุปกรณ์กระจายสายสัญญาณแบบ CAT 6A (CAT 6A Patch Panel) มีตัวเมียที่สามารถเข้าสายได้แบบ CAT6A RJ45 Jack แยกมาให้ในชุดเพื่อความสะดวกในการติดตั้ง
- 2) เป็นแผงกระจายสายมี 24 พอร์ตสามารถใช้งานร่วมกับตัวเมีย CAT6A RJ45 Jack ยี่ห้อเดียวกันได้
- 3) ต้องผ่านเงื่อนไขข้อกำหนดตามมาตรฐานอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - 3.1) ANSI/TIA-568.2-D Category 6A, ISO/IEC 11801 Class EA
 - 3.2) IEC 60603-7
 - 3.3) RoHS Compliant
- 4) วัสดุที่ใช้ผลิต
 - 4.1) Jack Contacts ทำจาก Phosphor Bronze เคลือบทองหนา 50-60 micro-inches หรือ 1.27 μm
- 5) ความคงทนและประสิทธิภาพ (durability):
 - 5.1) Modular Jack เท่ากับ 750 Mating Cycles หรือแบบ Operating life ไม่น้อยกว่า 750 insertions
 - 5.2) รองรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 89N
- 6) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย
- 7) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้า และผลิตจากผู้ผลิตรายเดียวกัน กับสายทองแดงแบบตีเกลียว CAT 6A
- 9) คุณสมบัติทางด้านเทคนิค แผงกระจายสาย FIBER OPTIC PATCH PANEL มีคุณสมบัติดังนี้
 - 9.1) สามารถติดตั้งภายในตู้ Rack ขนาด 19 นิ้ว 1 U ได้ มีลักษณะ Drawer Style สามารถเลื่อนเข้าออก เพื่อความสะดวกในการติดตั้งสาย Fiber Optic

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-10/19

9.2) สามารถรองรับหัวต่อ Fiber (Connector) ชนิด SC ได้ไม่น้อยกว่า 36 หัวต่อ และ LC ได้ไม่น้อยกว่า 72 หัวต่อ

9.3) Enclosure ผลิตจากโลหะ

9.4) สามารถรองรับแผงหัวต่อ Fiber (Adapter Plate) ชนิดถอดเปลี่ยนได้ (Snap-in) SC,LC Snap-In Adapter Plate หรือ MPOจำนวน 3 ชุด หรือดีกว่า

9.5) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายใต้เครื่องหมายการค้าและผู้ผลิตเดียวกับสายใยแก้วนำแสงชนิด [ติดตั้งภายนอกอาคาร, ภายในอาคาร]

9.6) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

10) อุปกรณ์ที่ใช้ในจัดสายภายในอาคาร (Wire Management)

10.1) ใช้สำหรับจัดสายสัญญาณต้องมีฝาปิด-เปิด สะดวก

10.2) ที่ใช้ต้องสลับระหว่าง อุปกรณ์กระจายสัญญาณและอุปกรณ์พักสายเสมอสายเชื่อมต่อ (CAT 6A TRANSPARENT BOOT CABLE) มีคุณสมบัติดังนี้

10.2.1) มีคุณสมบัติเป็นสายเชื่อมต่อ UTP PATCH CABLE CAT 6A (CAT 6A PATC CORD) ประกอบด้วยสาย UTP แบบ STRANDED WIRE ขนาด 24 AWG จำนวน 4 คู่สาย ซึ่งมีฉนวนที่ผลิตจาก PVC

10.2.2) เป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต มี BOOT TRANSPARENT มีลักษณะโปร่งใส หรือ molded snag proof boot

10.2.3) สายเชื่อมต่อสำเร็จรูป ต้องผ่านเงื่อนไขข้อกำหนดตามมาตรฐานอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- ANSI/TIA-568.2-D, ISO/IEC 11801 CLASS EA.
- FCC PART 68 SUBPART F. หรือ flame retardance according to IEC 60332-1-2
- RoHS Compliant.

10.3) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

10.4) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าและผลิตจากผู้ผลิตรายเดียวกันกับสายทองแดงแบบตีเกลียว ENHANCED CATEGORY 6A

9.6 หน้ากากสำหรับเต้ารับ (FACEPLATE KIT) มีคุณสมบัติดังนี้

1) เป็นหน้ากากที่สามารถติดตั้งใช้งาน RJ45 Modular Jack ได้

2) เป็นหน้ากากที่ผลิตจากวัสดุชนิด ABS และผ่านเงื่อนไขข้อกำหนด RoHS COMPLIANT เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งานและผู้ติดตั้ง

3) มีรหัสโค้ดสี (Colour Code) หรือ ICON รูปคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์ เพื่อบอกการใช้งานอย่างชัดเจน ให้เลือกใช้งานพร้อมแผ่น LABEL เพื่ออำนวยความสะดวกการทำ LABELING

4) หน้ากากมีจำนวนช่องสำหรับใช้งาน 1, 2 ช่องต่อหนึ่ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-11/19

5) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

6) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายใต้เครื่องหมายการค้าและผู้ผลิตเดียวกับสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP CABLE

9.7 คุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์

1. อุปกรณ์กระจายสัญญาณ Core Switch 10/100/1000 ระดับ Layer 3 มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

- 1.1 มีพอร์ต Ethernet แบบ 10/100/1000 จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
- 1.2 เสนอพร้อม SPF module ชนิด 10 Gb จำนวนไม่น้อยกว่า 8 port พร้อม SFP 10G ตามจำนวนที่ใช้ต่อเชื่อมกับระบบ
- 1.3 มี Switching capacity ไม่น้อยกว่า 208 Gbps
- 1.4 มี Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 154 Mpps
- 1.5 มีหน่วยความจำแบบ DRAM ไม่น้อยกว่า 8 GB และ Flash Memory ไม่น้อยกว่า 16 GB
- 1.6 เสนอพร้อมสาย Power Supply
- 1.7 เสนอพร้อมสาย Stack cable
- 1.8 รองรับ MAC Addresses VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 32,000 Addresses
- 1.9 สนับสนุนมาตรฐาน IEEE 802.3ab, IEEE 802.1D, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s IEEE 802.1p และ IEEE 802.1Q
- 1.10 สนับสนุนการทำ VLAN IDs ได้ไม่น้อยกว่า 4,000
- 1.11 รองรับการใช้งานบริการ User Based VLAN Assignment และ Guest VLAN ได้ โดยทำงานร่วมกับ IEEE802.1x
- 1.12 สนับสนุนการ IPv4 Routing Protocol อย่างน้อยดังนี้ RIP และ RIP2
- 1.13 สนับสนุนการทำงาน Differentiated Services Code Point (DSCP) และสามารถเลือกที่จะกำหนด policing ได้ทั้งข้อมูลขาเข้าและขาออก
- 1.14 สนับสนุนการทำงานแบบ Control Plane Policing (CoPP) เพื่อป้องกันการโจมตีหน่วยประมวลผลกลางได้
- 1.15 สนับสนุนการเข้าไปจัดการอุปกรณ์ได้ดังต่อไปนี้ SSH, SNMP, RMON และ Web-based
- 1.16 สามารถติดตั้งในตู้ Rack ขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วได้
- 1.17 ผ่านการรับรอง หรือ ทดสอบตามมาตรฐาน FCC, UL
- 1.18 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

2. อุปกรณ์ Access Switch 24 port 10/100/1000 และ 4 port 10G Uplink แบบ POE Full Port

- 2.1 เป็นอุปกรณ์ Ethernet Switch ที่มีจำนวนพอร์ตไม่น้อยกว่า ดังนี้
 - 24 10/100/1000 ports
 - 4 10G SFP slots

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-12/19

2.2 สนับสนุนมาตรฐาน ได้อย่างน้อยดังนี้

- IEEE802.1d ,IEEE802n.1s,IEEE802.1p, IEEE802.1q, IEEE802.1x, IEEE802.1w
- IEEE802.3u,IEEE802.3x, IEEE802.3z, IEEE802.3ab, IEEE802.3ad,

2.3 มี Switching capacity และ forwarding rate

- Capacity in Millions of Packets per Second (64-byte packets) 95.23 mpps
- Switching Capacity in Gigabits per Second 128.0 Gbps

2.4 ต้องสามารถจ่ายไฟแบบ POE ได้ไม่น้อยกว่า 370 watt

2.5 มี MAC Address Table ไม่น้อยกว่า 16 K

2.6 สามารถทำ VLAN ID ได้ไม่น้อยกว่า 255 VLANs

2.7 สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN /

Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย

2.8 สามารถรองรับ Jumbo frames Frame ขนาด 9 KB

2.9 สามารถทำ VLAN ID ได้ไม่น้อยกว่า 4096 VLANs

2.10 สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN /

Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย

2.11 สามารถรองรับ Jumbo frames Frame ขนาด 9 KB

2.12 สามารถทำ Static route (IPv4) ได้อย่างน้อย 512 เส้นทาง

2.13 สามารถทำ Link Aggregation ได้ไม่น้อยกว่า 8 กลุ่ม และในแต่ละกลุ่มสามารถมีจำนวนพอร์ตได้ไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต และสามารถมี 16 candidate ports เพื่อทำแบบ Dynamic

2.14 สามารถทำ Port และ VLAN Mirroring ได้เป็นอย่างน้อย

2.15 สามารถทำ DHCP option เช่น 66, 67, 82, 129, และ 150 เป็นอย่างน้อย

2.16 สามารถทำ IGMP v1/v2/v3 Snooping และ Storm Control ได้เป็นอย่างน้อย

2.17 สามารถทำ SNMP version 1, 2c, 3 และ RMON ได้เป็นอย่างน้อย

2.18 มี Hardware Queues ไม่น้อยกว่า 8 Queues เพื่อสนับสนุนการทำ QoS

2.19 สามารถทำ Rate limiting แบบ Ingress policer; egress shaping and rate control; per VLAN, per port, and flow based

2.20 สามารถรองรับ RADIUS/TACACS+ ได้

2.21 สามารถทำ DoS prevention

2.22 สามารถทำ Congestion avoidance

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-13/19

2.23 สามารถบริหารจัดการตัวอุปกรณ์ผ่านทาง Web Base configuration (HTTP/HTTPS) และ Telnet ได้เป็นอย่างดี

2.24 อุปกรณ์สามารถทำได้ดังนี้ Traceroute; single IP management;SSH; RADIUS; port mirroring; TFTP upgrade; DHCP client; BOOTP; SNTP; Xmodem upgrade; cable diagnostics; ping; syslog; Telnet client (SSH secure support)

2.25 อุปกรณ์ได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CE, UL และ CSA เป็นอย่างน้อย

2.26 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกันกับ Core switch เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์

2.27 ผู้ที่นำเสนอต้องได้รับใบแต่งตั้งการสนับสนุน เรื่องการบริการหลังการขายทั้งอะไหล่ และการรับประกันของอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

3. อุปกรณ์ Access Switch 24 port 10/100/1000 และ 4 port 10G Uplink

3.1 เป็นอุปกรณ์ Ethernet Switch ที่มีจำนวนพอร์ตไม่น้อยกว่า ดังนี้

- 24 10/100/1000 ports
- 4 10G SFP slots

3.2 สนับสนุนมาตรฐาน ได้อย่างน้อยดังนี้

- IEEE802.1d ,IEEE802n.1s,IEEE802.1p, IEEE802.1q, IEEE802.1x, IEEE802.1w
- IEEE802.3u,IEEE802.3x, IEEE802.3z, IEEE802.3ab, IEEE802.3ad,

3.3 มี Switching capacity และ forwarding rate

- Capacity in Millions of Packets per Second (64-byte packets) 95.23 mpps
- Switching Capacity in Gigabits per Second 128.0 Gbps

3.4 มี MAC Address Table ไม่น้อยกว่า 16 K

3.5 สามารถทำ VLAN ID ได้ไม่น้อยกว่า 255 VLANs

3.6 สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN /

Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย

3.7 สามารถรองรับ Jumbo frames Frame ขนาด 9 KB

3.8 สามารถทำ VLAN ID ได้ไม่น้อยกว่า 4096 VLANs

3.9 สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN /

Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย

3.10 สามารถรองรับ Jumbo frames Frame ขนาด 9 KB

3.11 สามารถทำ Static route (IPv4) ได้อย่างน้อย 512 เส้นทาง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-14/19

3.12 สามารถทำ Link Aggregation ได้ไม่น้อยกว่า 8 กลุ่ม และในแต่ละกลุ่มสามารถมีจำนวนพอร์ตได้ไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต และสามารถมี 16 candidate ports เพื่อทำแบบ Dynamic

3.13 สามารถทำ Port และ VLAN Mirroring ได้เป็นอย่างดีน้อย

3.14 สามารถทำ DHCP option เช่น 66, 67, 82, 129, และ 150 เป็นอย่างน้อย

3.15 สามารถทำ IGMP v1/v2/v3 Snooping และ Storm Control ได้เป็นอย่างดีน้อย

3.16 สามารถทำ SNMP version 1, 2c, 3 และ RMON ได้เป็นอย่างดีน้อย

3.17 มี Hardware Queues ไม่น้อยกว่า 8 Queues เพื่อสนับสนุนการทำ QoS

3.18 สามารถทำ Rate limiting แบบ Ingress policer; egress shaping and rate control; per VLAN, per port, and flow based

3.19 สามารถรองรับ RADIUS/TACACS+ ได้

3.20 สามารถทำ DoS prevention

3.21 สามารถทำ Congestion avoidance

3.22 สามารถบริหารจัดการตัวอุปกรณ์ผ่านทาง Web Base configuration (HTTP/HTTPS) และ Telnet ได้เป็นอย่างดีน้อย

3.23 อุปกรณ์สามารถทำได้ดังนี้ Traceroute; single IP management; SSH; RADIUS; port mirroring; TFTP upgrade; DHCP client; BOOTP; SNTP; Xmodem upgrade; cable diagnostics; ping; syslog; Telnet client (SSH secure support)

3.24 อุปกรณ์ได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CE, UL และ CSA เป็นอย่างน้อย

3.25 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกันกับ Core switch เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์

3.26 ผู้ที่นำเสนอต้องได้รับใบแต่งตั้งการสนับสนุน เรื่องการบริการหลังการขายทั้งอะไหล่ และการรับประกันของอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

4. อุปกรณ์ Access Switch 48 port 10/100/1000 และ 4 port 10G Uplink

4.1 เป็นอุปกรณ์ Ethernet Switch ที่มีจำนวนพอร์ตไม่น้อยกว่า ดังนี้

- 48 10/100/1000 ports
- 4 x 10G SFP slots

4.2 สนับสนุนมาตรฐาน ได้อย่างน้อยดังนี้

- IEEE802.1d ,IEEE802.1s,IEEE802.1p, IEEE802.1q, IEEE802.1x, IEEE802.1w
- IEEE802.3u,IEEE802.3x, IEEE802.3z, IEEE802.3ab, IEEE802.3ad,

4.3 มี Switching capacity และ forwarding rate

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-15/19

- Capacity in Millions of Packets per Second (64-byte packets) 130.94 mpps
- Switching Capacity in Gigabits per Second 176.0 Gbps

4.4 มี MAC Address Table ไม่น้อยกว่า 16 K

4.5 สามารถทำ VLAN ID ได้ไม่น้อยกว่า 255 VLANs

4.6 สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN /

Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย

4.7 สามารถรองรับ Jumbo frames Frame ขนาด 9 KB

4.8 สามารถทำ VLAN ID ได้ไม่น้อยกว่า 4096 VLANs

4.9 สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN /

Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย

4.10 สามารถรองรับ Jumbo frames Frame ขนาด 9 KB

4.11 สามารถทำ Static route (IPv4) ได้อย่างน้อย 512 เส้นทาง

4.12 สามารถทำ Link Aggregation ได้ไม่น้อยกว่า 8 กลุ่ม และในแต่ละกลุ่มสามารถมีจำนวนพอร์ตได้ไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต และสามารถมี 16 candidate ports เพื่อทำแบบ Dynamic

4.13 สามารถทำ Port และ VLAN Mirroring ได้เป็นอย่างน้อย

4.14 สามารถทำ DHCP option เช่น 66, 67, 82, 129, และ 150 เป็นอย่างน้อย

4.15 สามารถทำ IGMP v1/v2/v3 Snooping และ Storm Control ได้เป็นอย่างน้อย

4.16 สามารถทำ SNMP version 1, 2c, 3 และ RMON ได้เป็นอย่างน้อย

4.17 มี Hardware Queues ไม่น้อยกว่า 8 Queues เพื่อสนับสนุนการทำ QoS

4.18 สามารถทำ Rate limiting แบบ Ingress policer; egress shaping and rate control; per VLAN, per port, and flow based

4.19 สามารถรองรับ RADIUS/TACACS+ ได้

4.20 สามารถทำ DoS prevention

4.21 สามารถทำ Congestion avoidance

4.22 สามารถบริหารจัดการตัวอุปกรณ์ผ่านทาง Web Base configuration (HTTP/HTTPS) และ Telnet ได้เป็นอย่างน้อย

4.23 อุปกรณ์สามารถทำได้ดังนี้ Traceroute; single IP management; SSH; RADIUS; port mirroring; TFTP upgrade; DHCP client; BOOTP; SNTP; Xmodem upgrade; cable diagnostics; ping; syslog; Telnet client (SSH secure support)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-16/19

4.24 อุปกรณ์ได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CE, UL และ CSA เป็นอย่างน้อย

4.25 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกันกับ Core switch เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์

4.26 ผู้ที่นำเสนอต้องได้รับใบแต่งตั้งการสนับสนุน เรื่องการบริการหลังการขายทั้งอะไหล่ และการรับประกันของอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

5 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (access point) มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

5.1 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุในการรับส่งข้อมูลโดยใช้งานย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5GHz

5.2 สนับสนุนการทำงานร่วมกับ Wireless Lan Controller

5.3 ความสามารถของ 802.11 ac

5.3.1 รองรับการเชื่อมต่อแบบ 4x4 MIMO downlink MU-MIMO with four spatial streams

5.3.2 มีอัตราส่วนแบบ MRC

5.3.3 รองรับ 802.11ac beamforming

5.3.4 มีช่องรับส่งสัญญาณที่ 20 MHz, 40 MHz , 80 MHz และ 160 MHz

5.3.5 มีอัตราการส่งข้อมูล PHY ถึง 3.47 Gbps (160 MHz,5GHz)

5.3.6 มี Pocket aggregation แบบ A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx)

5.3.7 สามารถเลือกความถี่แบบ Dynamic Frequency Selection (DFS) ได้

5.3.8 รองรับ Cyclic shift diversity (CSD)

5.4 ความสามารถของ 802.11 ax

5.4.1 4x4 uplink/downlink MU-MIMO with four spatial streams

5.4.2 Uplink/downlink OFDMA

5.4.3 TWT

5.4.4 BSS coloring

5.4.5 มีอัตราส่วนแบบ MRC

5.4.6 รองรับ 802.11ax beamforming

5.4.7 มีช่องรับส่งสัญญาณที่ 20 MHz, 40 MHz , 80 MHz และ 160 MHz

5.4.8 มีอัตราการส่งข้อมูล PHY data rates up to 5.38 Gbps (160 MHz with 5 GHz and 20 MHz with 2.4 GHz)

5.4.9 มี Pocket aggregation แบบ A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx)

5.4.10 สามารถเลือกความถี่แบบ 802.11 DFSได้

5.4.11 รองรับ Cyclic shift diversity (CSD)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-17/19

- 5.5 เข้ารหัสข้อมูลมาตรฐาน WPA WPA2 และ WPA3 ได้
- 5.6 มีเสาอากาศ Integrated Antenna แบบรอบทิศทาง กำลังขยายไม่น้อยกว่า 3 dBi ที่ความถี่ 2.4GHz และ 4 dBi ที่ความถี่ 5GHz
- 5.7 เชื่อมต่อด้วยความเร็ว 10/100/1000base-T autosensing แบบ RJ45
- 5.8 มี LED แสดงสถานะการทำงาน
- 5.9 รองรับมาตรฐาน UL 60950-1, CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1, UL 2043, IEC 60950-1, EN 60950-1
- 5.10 รองรับการจ่ายไฟแบบ Power inline ตามมาตรฐาน 802.3at
- 5.11 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันกับ Core switch และ Access Switch เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์
- 5.12 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

6 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 3 KVA มีคุณลักษณะ

- 6.1 เครื่องสำรองไฟที่มีขนาด 3000VA/2700 Watt
- 6.2 ใช้เทคโนโลยี Online Double Conversion
- 6.3 สามารถทดสอบแบตเตอรี่โดยอัตโนมัติทุกครั้งที่เปิดเครื่องใช้งาน (Automatic Self-Test)
- 6.4 เครื่องสำรองไฟมีลักษณะ Auto Restart/Auto Charge
- 6.5 เครื่องสำรองไฟมีสวิตซ์ปิดการทำงานฉุกเฉิน Emergency Power Off
- 6.6 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง 190 ~ 300 VAC
- 6.7 โครงสร้างของแบตเตอรี่เป็นแบบ Rack/Tower
- 6.8 ระดับเสียงรบกวนที่เกิดจากเครื่อง Audible Noise = 45dBA ที่ 1.5 meters
- 6.9 ได้รับการรับรองมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ISO 9001:2000, ISO 14000
- 6.10 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, PCT และ RoHS

7 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 2 KVA มีคุณลักษณะ

- 7.1 เครื่องสำรองไฟที่มีขนาด 2000VA/1800 Watt
- 7.2 ใช้เทคโนโลยี Online Double Conversion
- 7.3 สามารถทดสอบแบตเตอรี่โดยอัตโนมัติทุกครั้งที่เปิดเครื่องใช้งาน (Automatic Self-Test)
- 7.4 เครื่องสำรองไฟมีลักษณะ Auto Restart/Auto Charge

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-18/19

- 7.5 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง 190 ~ 300 VAC
- 7.6 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ในช่วง $208 \pm 1\%$, $220 \pm 1\%$, $230 \pm 1\%$, $240 \pm 1\%$ VAC
- 7.7 ชนิดของแบตเตอรี่เป็นชนิด Sealed Lead-acid
- 7.8 โครงสร้างของแบตเตอรี่เป็นแบบ Rack/Tower
- 7.9 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, EAC และ RoHS

8 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 KVA มีคุณลักษณะ

- 8.1 เครื่องสำรองไฟที่มีขนาด 1500VA/1350Watt
- 8.2 ใช้เทคโนโลยี Online Double Conversion
- 8.3 เครื่องสำรองไฟมีสวิตช์ปิดการทำงานฉุกเฉิน Emergency Power Off
- 8.4 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง $230 \pm 10\%$, VAC
- 8.5 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ในช่วง $208 \pm 1\%$, $220 \pm 1\%$, $230 \pm 1\%$, $240 \pm 1\%$ VAC
- 8.6 ชนิดของแบตเตอรี่เป็นชนิด Sealed Lead-acid
- 8.7 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, EAC และ RoHS

9 ตู้แร็คขนาด 42 U มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้

- 9.1 เป็นตู้แร็คขนาด 42 U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร
- 9.2 มีรางไฟฟ้าที่มีตัวรับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 12 Outlet
- 9.3 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 9.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

10 ตู้แร็คขนาด 12 U มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้

- 10.1 เป็นตู้แร็คขนาด 12 U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร
- 10.2 มีรางไฟฟ้าที่มีตัวรับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 6 Outlet
- 10.3 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 10.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

11. รายชื่อ ผู้จำหน่ายระบบ คอมพิวเตอร์ เน็ตเวิร์ค

- 11.1 Cisco
- 11.2 COM
- 11.3 ALLIED TELESIS

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 9-19/19

9.8 การตรวจรับ

ผู้รับจ้างต้องทำหนังสือแจ้งส่งมอบ เพื่อตรวจรับให้ผู้ว่าจ้างทราบอย่างน้อย 7 วันก่อนการตรวจรับ ผู้รับจ้างต้องจัดทำเอกสารระบุอุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ คู่มือ หรือสิ่งอื่นใดที่จะตรวจรับ โดยระบุ ชนิด ยี่ห้อ จำนวน หมายเลขประจำอุปกรณ์ (serial number) สถานที่ติดตั้งหรือรายละเอียดอื่นใดที่จำเป็นในการตรวจรับให้กับผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างต้องส่งมอบแผนผังการติดตั้งจริง (As-built) ในรูปแบบไฟล์ AutoCAD และกระดาษ ขนาดไม่เล็กกว่า A1 อย่างน้อย 3 ชุด โดยแผนผังการติดตั้งจริงจะต้องแสดงจุดติดตั้ง หมายเลขจุดติดตั้ง พร้อมแนวการเดินสาย ตลอดจนรายละเอียดอื่นใดที่จำเป็น

ผู้รับจ้างต้องส่งมอบคู่มือการใช้งาน โปรแกรมประกอบการใช้งาน (ถ้ามี) ของอุปกรณ์ทุกชิ้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 10-1/3

10. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (The Fire Alarm System)

10.1. กฎและมาตรฐาน

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นแบบ Presignal Non Code System, 2-Wire Loop with End of Line Resistance ระบบและอุปกรณ์ที่ใช้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ National Fire Protection Association หรือ Japanese Fire Service Law หรือข้อกำหนดของสถาบันอื่นที่ผู้ว่าจ้างยอมรับรวมทั้งการติดตั้งเป็นตามกฎหมายของสถาบันดังกล่าว , การไฟฟ้าและ NEC Article 760

10.2. การทำงานของระบบ

2.1 เมื่อมีสัญญาณเพลิงไหม้ส่งมาจากโซนใด Digital Zone Indicator ของโซนนั้นที่ Fire Alarm Control Panel (FCP) จะติด ขณะเดียวกัน FCP จะตรวจสอบว่าเป็นสัญญาณเพลิงไหม้จริงหรือไม่ โดยจะหน่วงเวลาไว้ 10 วินาที สำหรับ Heat Detector และ 60 วินาที สำหรับ Smoke Detector ภายในช่วงเวลาดังกล่าว ถ้าไม่ใช่สัญญาณเพลิงไหม้จริง FCP จะ Reset ตัวเองโดยอัตโนมัติ แต่ถ้าเป็นสัญญาณเพลิงไหม้จริง Zone Lamp ของโซนที่เกิดเพลิงไหม้ที่ FCP และ Fire Annunciator จะติดพร้อมทั้งมีเสียงสัญญาณดังขึ้นที่ FCP และ Fire Annunciator

2.2 หากผู้ควบคุมต้องการส่งเสียงสัญญาณไปยังโซนที่เกิดเพลิงไหม้ หรือทุกโซนพร้อมกันหมดก็สามารถเลือกทำได้ โดยการเปิดสวิตช์ Local Alarm Silencing SW. และ All Local Alarm Operating SW. ที่ FCP ตามลำดับ

2.3 ผู้ควบคุมปิดเสียงสัญญาณในข้อ 2.1 และ 2.2 ได้ แต่หลอดไฟ Zone Lamp, Local Alarm Silencing Lamp จะยังติดอยู่ จนกว่าจะกลับสู่เหตุการณ์ปกติ และกด Reset SW.

2.4 ระบบต้องมี Portable Telephone สำหรับติดต่อกันระหว่าง Manual Alarm Box หรือ Fire Annunciator กับ FCP

2.5 ระบบสามารถแยกการแจ้งเตือนเพลิงไหม้ระหว่างอุปกรณ์ Detector กับอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Alarm Box) โดยแสดงที่ Manual Alarm Lamp ที่หน้าตู้ควบคุม

2.6 ระบบจะต้องมี Spare Indicator Lamp อย่างน้อย 3 ชุด เพื่อรับสัญญาณจากระบบภายนอกอื่นๆ และแสดงเสียงเตือนและไฟสัญญาณที่ตู้ควบคุมฯ

2.7 ระบบต้องสามารถยกเลิกฟังก์ชันการหน่วงเวลาด้วยการกดปุ่ม Alarm Verification Release และถ้าต้องการกลับไปฟังก์ชันการหน่วงเวลาให้กดปุ่มเดิมอีกครั้ง

2.8 ระบบสามารถตั้งโปรแกรมในการกำหนดโซนอุปกรณ์ตรวจจับที่ไม่ใช้งานและโซนอุปกรณ์ตรวจจับที่ไม่ต้องการหน่วงเวลาได้

2.9 ระบบสามารถตั้งโปรแกรมการทำงานของโซนเสียงสัญญาณแจ้งเตือนทำงานสัมพันธ์กับโซนอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆได้

2.10 อุปกรณ์จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งระบบ

10.3. อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ ประกอบด้วย

- Fire Alarm Control Panel (FCP)
- Fire Annunciator

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 10-2/3

- Signal Initiating Devices
- Audible Alarm Devices

อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่นำมาใช้ทั้งหมด เป็นผลิตภัณฑ์ของ NOHMI, TYY, PANASONIC หรือเทียบเท่า

3.1 Fire Alarm Control Panel (FCP)

ต้องมีจำนวนโซนไม่ต่ำกว่าที่ระบุในแบบ ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน

3.1.1 FCP จะต้องมีสัญญาณไฟสำหรับแสดงสถานะต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

- Zone Lamp แสดงโซนที่เกิดเพลิงไหม้ พร้อม Nameplate สำหรับติดต่อชื่อโซน
- Digital Zone Indicator สำหรับแสดงโซนที่ได้รับสัญญาณเพลิงไหม้และเหตุขัดข้องของระบบ
- Manual Alarm Lamp แสดงการแจ้งเตือนเกิดจากอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ
- Switch Position Warning Lamp แสดงว่ามีสวิตช์ควบคุมไม่อยู่ในตำแหน่งปกติ
- Alarm Verification Lamp แสดงว่ากำลังตรวจสอบสัญญาณเพลิงไหม้
- Auxiliary Power Test Lamp แสดงการทดสอบทำงานของ Battery
- Telephone Lamp แสดงว่ามีการเรียกทางโทรศัพท์
- Trouble Lamp แสดงเหตุขัดข้องของระบบ เช่น สายขาดหรือหลุดจากวงจร, Battery ไม่ได้ต่อเข้ากับระบบ, ไฟ AC ดับ, วงจรภายในขัดข้อง เป็นต้น
- Spare Indicator Lamp ไม่น้อยกว่า 3 จุด เพื่อแสดงสถานะอุปกรณ์แจ้งเตือนจากระบบอื่นๆ เพิ่มเติม

3.1.2 FCP จะต้องมีสวิตช์ควบคุมการทำงานอย่างน้อย ดังนี้

- Main Alarm / Local Alarm Silencing SW.
- Alarm Reset SW.
- All Local Alarm Operating SW.
- Auxiliary Power Test SW.
- Alarm Signal Cut-off SW.
- Automatic / Test Reset SW.
- Zone Selection SW.
- Zone Selection Clear SW.
- Execution SW.

3.1.3 ต้องมี Battery สำรองชนิด Ni-Cd 24 V.DC เพื่อใช้จ่ายไฟในกรณีไฟ Main ขัดข้อง

3.2 Fire Annunciator

เป็นแผนภูมิสำหรับบอกตำแหน่งที่เกิดเพลิงไหม้ โดยแสดงผลเป็นโซนจะเป็นแผนผังอาคารมีหลอดไฟ LED แสดงตำแหน่งชั้นหรือโซนที่เกิดเหตุขึ้นๆ ซึ่ง Annunciator นี้จะอยู่ตามตำแหน่งที่ระบุในแบบนั้น มีสวิตช์สำหรับทดสอบ Lamp และสวิตช์สำหรับตัดเสียงเตือนประกอบหน้าตู้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 10-3/3

3.3 Signal Initiating Devices

- 3.3.1 Smoke Detector เป็นชนิด Photoelectric มี Response Lamp สำหรับแสดงสถานะเมื่อ Detector ทำงาน Ambient Temperature -10°C to 50°C
- 3.3.2 Smoke Detector ตรวจจับระยะไกลชนิด Project Beam Type ประกอบด้วยชุดส่ง และรับสัญญาณ แสง สามารถตรวจจับได้ระยะทางตั้งแต่ 5 ถึง 100 เมตร Ambient Temperature -10°C to 50°C มี Response Lamp แสดงสถานะทำงานเช่น Power-on , Testing , Fire alarm , Trouble
- 3.3.3 Heat Detector ชนิด Rate-of-Rise Temperature ใช้สำหรับตรวจจับความร้อนที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเกินกว่าอัตรา 15°C ต่อนาที มี Response Lamp สำหรับแสดงสถานะเมื่อ Detector ทำงาน Ambient Temperature -10°C to 50°C
- 3.3.4 Heat Detector ชนิด Fixed Temperature ทำงานที่อุณหภูมิ 65°C มี Response Lamp สำหรับแสดงสถานะเมื่อ Detector ทำงาน Ambient Temperature -10°C to 45°C
- 3.3.5 Manual Alarm Box แบบกลมทำด้วยโลหะ หรือวัสดุ Polycarbonate resins สีแดง ปุ่มกดอยู่ใต้แผ่น Acrylic Plastic ไม่คมไม่เป็นอันตรายต่อผู้กด สามารถ Reset ได้โดยไม่ต้องถอดฝา มี Response Lamp และ Telephone Jack สำหรับติดต่อกับ FCP

3.4 Audible Alarm Devices

เป็นกระดิ่ง (Bell) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. ชนิด Motor-Driven Method ตัวกระดิ่งทำด้วย Aluminum Alloy สีแดง ใช้กับแรงดัน 24 V.DC. 10 mA. ระดับความดังไม่น้อยกว่า 90 dB ที่ระยะ 1 เมตร

10.4. การติดตั้ง

- 4.1 สายไฟฟ้าใช้สาย มอก. 11 ชนิด 75°C 250 V. ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 มม^2 สำหรับวงจร Signal Initiating Devices และสายทนไฟ (Fire resistance cable :FRC) ขนาด 2.5 มม^2 สำหรับวงจร Audible Alarm Devices คำแนะนำของผู้ผลิต สายให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC หรือตามที่กำหนดในแบบ
- 4.2 เมื่อติดตั้งระบบเสร็จแล้วต้องมีการทดสอบการทำงานของระบบให้ครบถ้วนตามมาตรฐานของผู้ผลิต โดยมีตัวแทนผู้ว่าจ้างเข้าร่วมด้วย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 11-1/2

11. ระบบป้องกันฟ้าผ่า

11.1 ความต้องการทั่วไป

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารในโครงการนี้ให้ใช้ระบบดั้งเดิม (Faraday Conventional System) โดยอุปกรณ์และการติดตั้งระบบต้องเป็นไปตามรายละเอียดและตามที่ระบุในแบบซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงดังต่อไปนี้

ก. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าของอาคารเพื่อให้เกิดความปลอดภัยสำหรับผู้อาศัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

ข. International Electro technical Commission (IEC 62305-3)

ค. National Fire Protection Association (NFPA) NO.78

11.2 ความต้องการด้านเทคนิค

1) หลักสายดิน (Ground Rod) ให้ใช้ Copper Clad Steel Ground Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 14.2 มิลลิเมตร (5/8 นิ้ว) ยาว 3 เมตร (10 ฟุต) จำนวนตั้งแต่ 3 ต้นขึ้นไปจนกว่าจะได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์มในแต่ละชุด

2) ตัวนำลงดิน (Down Conductor) ให้ใช้เป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร เดินภายในท่อ พี.วี.ซี.

3) ตัวนำบนหลังคา (Roof Conduct) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ตัวนำบนหลังคาซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้าให้ต่อเนื่องถึงกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมดเป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร

4) หลักล่อฟ้า (Air Terminal) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าเป็นแท่งทองแดง (Solid Copper) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (5/8 นิ้ว) ยาว 60 เซนติเมตร (2 ฟุต) ติดตั้งที่สูงสุดของอาคาร หรือตามระบุในแบบ

5) ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนว ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า โดยปกติให้ใช้ตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร โดยฝังในคอนกรีตตามแนวและระดับที่กำหนดในแบบ หรือใช้เหล็กเสริมพื้นตามกำหนดในแบบ

6) การเชื่อม (Welding) การเชื่อมต่อโลหะ ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ามีวิธีการต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ และสภาพของงาน โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดง หรือตัวนำทองแดงกับเหล็ก ให้เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding เว้นแต่ในกรณีจำเป็นให้ใช้วิธีเชื่อมด้วยทองเหลืองโดยใช้แก๊ส และเชื่อมระหว่างเหล็กกับเหล็กให้ใช้ลวดเชื่อมเหล็ก ตามกรรมวิธีที่กำหนดโดยผู้ออกแบบโครงสร้าง

7) วัสดุหรืออุปกรณ์ทุกชนิดที่มีส่วนประกอบเป็นโลหะที่อยู่บนหลังคาของอาคาร หรืออยู่ใกล้กับ Down Conductor ในระยะ 6 ฟุต จะต้องเชื่อมเข้ากับระบบป้องกันฟ้าผ่าด้วยตัวนำทองแดงขนาดไม่น้อยกว่า 50 ตร.มม.

8) การเปลี่ยนแนวทางเดินของสายนำกระแสฟ้าผ่าจะยินยอมให้มีการหักโค้งได้ไม่น้อยกว่า 90 องศา และรัศมีมีความโค้งไม่น้อยกว่า 20 ซม.

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 11-2/2

11.3 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่อ้างถึงข้างต้น โดยต้องบันทึกการวัดค่าความต้านทานของการต่อลงดินทุกจุดเสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 12-1/5

12. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System)

12.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ ระบบโทรทัศน์วงจรปิดตามที่ แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด ให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง โดยระบบต่างๆ เป็นไปตามมาตรฐาน

12.2 ขอบข่าย

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ในระบบอย่างน้อย ดังนี้

- 1) กล้องและเลนส์พร้อมอุปกรณ์ครอบกล้อง (Camera, Lens and Housing)
- 2) แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit)
- 3) ท่อร้อยสาย, สายสัญญาณ และสายไฟฟ้าต่างๆ
- 4) ตู้ Rack และอุปกรณ์อื่นๆตามแบบกำหนด
- 5) เครื่องบันทึกภาพ (Network Video Recorder)

12.3 คุณสมบัติทางด้านเทคนิคของระบบโทรทัศน์วงจรปิด (IPCCTV)

1. กล้องวงจรปิด IP CAMERA แบบ BULLET Bullet Network Camera มีคุณสมบัติดังนี้

1. กล้องมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ใช้เทคโนโลยี IR-Cut filter หรือ Infrared Cut-off Removable (ICR) สำหรับการบันทึกภาพได้ทั้งกลางวันและกลางคืนโดยอัตโนมัติ
2. มีขนาดตัวรับภาพ (Image Sensor) ไม่น้อยกว่า 1/3"
3. มีผลต่างค่าความยาวโฟกัสต่ำสุดกับค่าความยาวโฟกัสสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.4 มิลลิเมตร
4. สามารถปรับ Shutter Time ได้ตั้งแต่ 1/2 วินาที ถึง 1/10,000 วินาที หรือดีกว่า
5. มีความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
6. มี frame rate ไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาที (frame per second)
7. สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีความแตกต่างของแสงมาก (Wide Dynamic Range หรือ Super Dynamic Range) ได้
8. มีความไวแสงน้อยสุด ไม่มากกว่า 0.1 LUX สำหรับการแสดงภาพสี (Color) และไม่มากกว่า 0.04 LUX สำหรับการแสดงภาพขาวดำ (Black/White)
9. ระยะทำการของหลอด IR ไม่น้อยกว่า 30 เมตร หรือดีกว่า
10. สามารถปรับค่าฟังก์ชัน Rotate Mode, Brightness, Contrast, Sharpness โดยผ่าน client software หรือ web browser
11. สามารถส่งสัญญาณภาพได้ตามมาตรฐาน H.265 เป็นอย่างน้อย
12. ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum)
13. สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวอัตโนมัติ (Motion Detection) ได้
14. มีช่องสำหรับบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำแบบ SD Card หรือ MicroSD Card หรือ Mini SD Card

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 12-2/5

15. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้
16. มีฟังก์ชันHLC ที่ช่วยลดแสงไฟสว่างจากสปอร์ตไลท์หน้ารถยนต์
17. สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IPv4 และ IPv6 ได้
18. สามารถใช้งานกับมาตรฐาน HTTP, HTTPS, "NTP หรือ SNTP", SNMP, RTSP, IEEE802.1X ได้เป็นอย่างดี
19. สามารถส่งสัญญาณภาพ (Streaming) ไปแสดงได้อย่างน้อย 2 แหล่ง
20. สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -10 °C ถึง 50 °C เป็นอย่างน้อย
21. ตัวกล่องได้มาตรฐาน IP66 หรือติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับหุ้มกล่อง (Housing) ที่ได้มาตรฐาน IP66 หรือดีกว่า
22. ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน เช่น ULหรือCE
23. ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง
24. ผู้เสนอราคามีการรับประกันสินค้าที่นำเสนอไม่น้อยกว่า 2 ปี

2. กล้องวงจรปิด IP CAMERA แบบ Dome Network Camera มีคุณสมบัติดังนี้

1. กล้องมีลักษณะเป็นทรงโดม ใช้เทคโนโลยี IR-Cut filter หรือ Infrared Cut-off Removable (ICR) สำหรับการบันทึกภาพได้ทั้งกลางวันและกลางคืนโดยอัตโนมัติ
2. มีขนาดตัวรับภาพ (Image Sensor) ไม่น้อยกว่า 1/3"
3. มีผลต่างค่าความยาวโฟกัสต่ำสุดกับค่าความยาวโฟกัสสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.4 มิลลิเมตร
4. สามารถปรับ Shutter Time ได้ตั้งแต่ 1/2 วินาที ถึง 1/10,000 วินาที หรือดีกว่า
5. มีความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
6. มี frame rate ไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาที (frame per second)
7. สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีความแตกต่างของแสงมาก (Wide Dynamic Range หรือ Super Dynamic Range) ได้
8. ระยะทำการของหลอด IR ไม่น้อยกว่า 30 เมตร หรือดีกว่า
9. สามารถปรับค่าฟังก์ชัน Rotate Mode, Brightness, Contrast, Sharpness โดยผ่าน client software หรือ web browser
10. สามารถส่งสัญญาณภาพได้ตามมาตรฐาน H.265 เป็นอย่างน้อย
11. ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum)
12. สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวอัตโนมัติ (Motion Detection) ได้
13. มีช่องสำหรับบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำแบบ SD Card หรือ MicroSD Card หรือ Mini SD Card
14. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้
15. มีฟังก์ชันHLC ที่ช่วยลดแสงไฟสว่างจากสปอร์ตไลท์หน้ารถยนต์

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 12-3/5

16. สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IPv4 และ IPv6 ได้
17. สามารถใช้งานกับมาตรฐาน HTTP, HTTPS, "NTP หรือ SNTP", SNMP, RTSP, IEEE802.1X ได้เป็นอย่างน้อย
18. สามารถส่งสัญญาณภาพ (Streaming) ไปแสดงได้อย่างน้อย 2 แหล่ง
19. สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -10 °C ถึง 50 °C เป็นอย่างน้อย
20. ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน เช่น UL หรือ CE
21. ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง
22. ผู้เสนอราคามีการรับประกันสินค้าที่นำเสนอไม่น้อยกว่า 2 ปี

12.4 อุปกรณ์ ACCESS SWITCH Layer 2 (POE) แบบ 24 พอร์ตมีคุณลักษณะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

1. ทำงานได้ในระดับ Layer 2 ได้เป็นอย่างน้อย
2. มี CPU memory ไม่น้อยกว่า 512 MB และ Flash memory ไม่น้อยกว่า 256 MB
3. มีพอร์ตแบบ Gigabit Ethernet ชนิด 10/100/1000 Base-T ไม่น้อยกว่า 24 ports
4. มีพอร์ตแบบ Gigabit Ethernet ชนิด 1/10G (SFP+) จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ports
5. มีขนาดของ Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 128 Gbps และสามารถส่งผ่านข้อมูล Throughput ได้ไม่น้อยกว่า 95.23 Mbps
6. สามารถรับจำนวน MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 MAC Address
7. สามารถจ่ายไฟได้ตามมาตรฐาน 802.3af ไม่น้อยกว่า 195 Watt
8. สามารถบริหารจัดการผ่าน Web browser และ Mobile app ได้เป็นอย่างน้อย
9. ตัวอุปกรณ์สามารถทำการ Monitor ระบบผ่าน Cloud ได้โดยไม่มีค่าบริการ
10. สามารถดูแลและจัดการอุปกรณ์ตามมาตรฐาน SNMP v1,2c,v3 และ RMON
11. สามารถทำ Routing ได้ไม่น้อยกว่า 32 Static route
12. สนับสนุนการทำงานแบบ Access Control Lists (ACLs) ได้เป็นอย่างน้อย
13. สนับสนุนการทำงานแบบ Spanning Tree Protocol แบบ STP, RSTP และ MSTP ได้
14. รองรับมาตรฐาน IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1x, IEEE 802.1D, IEEE 802.1W, IEEE 802.1s, IEEE 802.3ad
15. สามารถทำ IGMP Snooping v1,v2, Multicast filtering ได้เป็นอย่างน้อย
16. สามารถทำ DHCP Snooping และ Auto voice vlan ได้เป็นอย่างน้อย
17. สามารถทำ STP BPDU port protection ได้
18. ได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, UL และ EN เป็นอย่างน้อย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 12-4/5

19. มีการรับประกันตัวอุปกรณ์แบบ Lifetime Warranty โดยมีหนังสือรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่มีสาขาอยู่ในประเทศไทย

12.5 เครื่องบันทึกภาพแบบ Network Video Recorder (NVR)

1. สามารถบันทึกและบีบอัดภาพได้ตามมาตรฐาน MPEG4 หรือ H.264 หรือดีกว่า
2. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
3. สามารถบันทึกภาพและส่งภาพเพื่อแสดงผลที่ความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
4. สามารถใช้งานกับมาตรฐาน "HTTP หรือ HTTPS", SMTP, SNMP ได้เป็นอย่างดี
5. ต้องติดตั้งหน่วยจัดเก็บข้อมูลสำหรับกล้องวงจรปิดโดยเฉพาะ (Surveillance Hard Disk) ชนิด SATA โดยเครื่องสามารถรองรับหน่วยจัดเก็บข้อมูล ขนาดความจุรวมไม่น้อยกว่า 24 TB
6. มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
7. สามารถแสดงภาพที่บันทึกจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดผ่านระบบเครือข่ายได้
8. ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ

12.6 ฮาร์ดดิสก์ 6 TB สำหรับเครื่องบันทึกภาพ จำนวน 1 ลูก มีคุณสมบัติดังนี้

1. เป็นฮาร์ดดิสก์ขนาดไม่น้อยกว่า 6 TB ชนิด SATA หรือดีกว่า
2. เป็นฮาร์ดดิสก์สำหรับอุปกรณ์บันทึกภาพโดยเฉพาะ
3. ต้องติดตั้งฮาร์ดดิสก์ในเครื่องบันทึกภาพ 1 เครื่องนั้นสามารถเก็บบันทึกได้อย่างน้อย 1 เดือน

12.7 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

1. เป็นเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง UPS ขนาดไม่ต่ำกว่า 1000VA/630 Watts พร้อมปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ AVR (Automatic Voltage Regulation)
2. สามารถรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า 160 - 290Vac, 45-65Hz (Auto-Sensing)
3. สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออก 220Vac +/- 10% (Inv Mode)
4. มีสัญญาณแสดงสถานะการทำงานของเครื่องเป็นแบบ LCD และสัญญาณเสียง ซึ่งสามารถแสดงสถานะของ UPS และแจ้งเตือนสถานะผิดปกติต่างๆ ได้
5. มีเต้ารับให้กับอุปกรณ์ต่อพ่วงแบบ Thailand Socket ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
6. มี Module box ที่สามารถ แจ้งเตือนสถานะอุปกรณ์ UPS เมื่อระบบไฟฟ้ามีปัญหาผ่านระบบ Line Application และ E-mail ได้ และสามารถเข้าดูสถานะ USP เช่น UPS Online, power outage, battery

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 12-5/5

testing, input voltage, input frequency, output voltage, output frequency, battery voltage, battery level และ load ผ่านระบบ LAN ได้ (ผ่าน Module box) โดยแสดงผลเป็นกราฟฟิคที่เข้าใจง่าย

7. มีระบบ Advanced Discharge Battery Management เพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่
8. ใช้ Battery แบบ Sealed, Maintenance free lead Acid (VRLA) Type โดยไม่ต้องบำรุงรักษามีขนาดไม่น้อยกว่า 12Vdc/7AH
9. ผู้ผลิตต้องได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001-2015 และ ISO 14001-2015

12.8 มาตรฐานงานติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่าย

12.8.1 สายทองแดงตีเกลียว (UTP CAT 6A CABLE)

ให้อ้างอิงตามข้อกำหนดมาตรฐานงานติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่ายของโครงการ

12.8.2 มาตรฐานงานตู้ Rack และ อุปกรณ์

ให้อ้างอิงตามข้อกำหนดมาตรฐานงานติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่ายของโครงการ

12.8.3 แผงกระจายสาย UTP (Patch Panel) CAT6A

ให้อ้างอิงตามข้อกำหนดมาตรฐานงานติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่ายของโครงการ

12.9. มาตรฐานการติดตั้ง

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ ไม่ถูกใช้งานมาก่อนและอยู่ในสภาพดี
2. ทุกแห่งที่เป็นปลายสุดของท่อ ต้องใช้กล่องหรืออุปกรณ์ปิดปลายท่อ ที่มีขนาด และชนิดที่เหมาะสมเพื่อป้องกันสัตว์ และแมลงกัดแทะสายสัญญาณ
3. ในกรณีที่จุดต่อสายออก และไม่สามารถติดตั้งกล่องหรืออุปกรณ์ปิดปลายท่อได้ ผู้เสนอราคาจะต้องอุดปากท่อทั้งต้นทาง และปลายทางด้วย Silicone หรือยางกันซึม เพื่อป้องกันสัตว์ และแมลงกัดแทะสายสัญญาณ
4. ผู้เสนอราคาต้องดำเนินการทดสอบสายสัญญาณทั้งหมดที่ติดตั้งโดยใช้อุปกรณ์ทดสอบสายที่ได้มาตรฐาน และแสดงค่า ต่างๆ ที่จำเป็นทางไฟฟ้า ทั้งนี้ให้อ้างอิงผลการทดสอบสายตามสัญลักษณ์ที่ติดตั้งไว้ จัดส่งรายงานผลการทดสอบสาย ทุกเส้นเพื่อเป็นหลักฐาน
5. การติดตั้ง จะต้องประเมินเตรียมพร้อมเป็นไปตามหลักวิชาชีพไฟฟ้า/สื่อสารและตรงตามข้อกำหนดของผู้ผลิต หากมีข้อโต้แย้งใดๆ ให้ยึดถือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ฉบับล่าสุด เป็นข้อยุติ

12.10 การรับประกัน

ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันคุณภาพของระบบสายสัญญาณที่ติดตั้งเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี ให้เริ่มนับตั้งแต่วันตรวจรับ โดยการให้บริการ ผู้เสนอราคา จะต้องทำการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนใหม่โดยให้ยืมเวลาที่แจ้งซ่อม หรือขอรับบริการเป็นสำคัญ โดยที่ผู้ว่าจ้างไม่ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น นอกเสียจากความเสียหายนั้นเกิดจากภัยธรรมชาติ หรือมีข้อพิสูจน์ว่าความเสียหายที่เกิดขึ้น ไม่ได้เกิดจากคุณภาพของอุปกรณ์

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 13-1/3

คุณสมบัติทางเทคนิค
ระบบควบคุมแสงสว่างภายใน
อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ (มรภ.อยุธยา)

1. เครื่องรีไฟชนิดดิจิทัล ชนิดยูนิเวอร์แซล **จำนวน 2 ชุด**

คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นเครื่องรีไฟชนิดดิจิทัลขนาด 1 กิโลวัตต์ 4 ช่อง
- มีระบบควบคุมการทำงานของวงจรที่แม่นยำด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
- สามารถตั้งโปรแกรมได้ 32 โปรแกรม
- มีระบบป้องกันความเสียหายจากไฟฟ้าเกินหรือลัดวงจรด้วย MCB. ตามมาตรฐาน IEC/EN 60898
- สามารถปรับตั้ง การรีไฟให้เป็นทั้งชนิด Trailing Edge , Leading Edge , Dim 0-10Vdc.อิสระทุกวงจร.
- มีวงจรป้องกันการเสียหายของ Power Mosfet จากการ Short circuit และ Over load .
- อุปกรณ์ภาคจ่ายไฟเป็นชนิด Power Mosfet Phase Control System
- มีระบบระบายความร้อนด้วย Heatsink
- มีระบบป้องกันข้อมูลภายในสูญหายด้วย “E² PROM” (ไม่ต้องใช้ Battery back-up)
- มีระบบ By pass การทำงานของเครื่อง
- สามารถตั้งโปรแกรมได้จากด้านหน้าเครื่องและอุปกรณ์ต่อพ่วง Hand Held Programmable.
- สามารถเรียกใช้โปรแกรมได้จากด้านหน้าเครื่องและรีโมทคอนโทรล
- มีฟังก์ชันในการทดสอบ Load
- สามารถตั้งค่าการทำงานเป็น Dim หรือ Non-Dim ได้อย่างอิสระทุก Channel
- สามารถตั้งค่า Start Dimming ของแต่ละ Channel ได้อิสระ (0-100%)
- สามารถตั้งค่า Start Non-Dim ของแต่ละ Channel ได้อิสระ (0-100%)
- สามารถตั้งค่า Preheat ของแต่ละ Channel ได้อิสระ (0-20%)
- สามารถตั้งค่า Output Limit ของแต่ละ Channel ได้อิสระ (0-100%)
- สามารถตั้งค่า Fade Time ของแต่ละ Channel ได้อิสระ 0-60 นาที
- มีฟังก์ชัน Lock key เพื่อป้องกันการใช้งานที่ผิดพลาด
- ติดตั้งแบบติดฝาผนัง (Wall Mounted) และ Cable Tray
- สามารถรับสัญญาณควบคุมได้ทั้งแบบ DMX-512 และ Lunar protocol (RS-485)
- สามารถใช้ได้กับไฟ 1-Phase, 2 Wires 200-240 V.AC. 50Hz.
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Dimsense , Lutron , Tridonic หรือเทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 13-2/3

2. เครื่องควบคุมแสงสว่างชนิดรีเลย์ ขนาด 2 กิโลวัตต์ 4 ช่อง จำนวน 2 ชุด

คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นเครื่องควบคุมแสงสว่างชนิดรีเลย์ ขนาด 2 กิโลวัตต์ 4 ช่อง
- มีระบบควบคุมการทำงานของวงจรที่แม่นยำด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
- สามารถตั้งโปรแกรมได้ 32 โปรแกรม
- มีระบบป้องกันความเสียหายจากไฟฟ้าเกินหรือลัดวงจรด้วย MCB. ตามมาตรฐาน IEC/EN 60898
- มีระบบความปลอดภัยในการใช้งานด้วยการแยกแรงดันไฟฟ้าด้านควบคุมกับแรงดันไฟฟ้าภาคจ่ายกำลังด้วย Opto-Isolator ที่มีค่าการทนแรงดันไฟฟ้า AC ด้าน Output ที่ 7,500 โวลท์
- มีระบบระบายความร้อนด้วย Heatsink
- มีระบบภาคจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบ Relay
- มีระบบป้องกันข้อมูลภายในสูญหายด้วย “E2 PROM” (ไม่ต้องใช้ Battery back-up)
- มี Analog Output 0-10 V.DC
- มีไฟแสดงสถานะการทำงานของ Load
- มีระบบ By pass การทำงานของเครื่อง
- สามารถใช้กับหลอดไฟแบบ Incandescent, Halogen, Halogen low voltage, Fluorescent, LED and other.
- สามารถตั้งโปรแกรมได้จากด้านหน้าเครื่องและอุปกรณ์ต่อพ่วง Hand Held
- สามารถเรียกใช้โปรแกรมได้จากด้านหน้าเครื่องและรีโมทคอนโทรล
- มีฟังก์ชันในการทดสอบ Load
- สามารถดูค่าความสว่างของแสงได้จากด้านหน้าเครื่อง
- สามารถตั้งค่า Start Non-Dim ของแต่ละ Channel ได้อิสระ (0-100%)
- สามารถตั้งค่า Fade Time ของแต่ละ Channel ได้อิสระ 0-60 นาที
- มีฟังก์ชัน Lock key เพื่อป้องกันการใช้งานที่ผิดพลาด
- ติดตั้งแบบติดฝาผนัง (Wall Mounted) และ Cable Tray
- สามารถรับสัญญาณควบคุมได้ทั้งแบบ DMX-512 และ Lunar protocol (RS-485)
- สามารถใช้ได้กับไฟ 1-Phase, 2 Wires 200-240 V.AC. 50Hz.
- ได้รับรองมาตรฐานเยอรมัน CE
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Dimsense , Lutron , Tridonic หรือเทียบเท่า

3. เครื่องควบคุมแสงสว่างชนิด 8 โปรแกรม จำนวน 2 ชุด

คุณสมบัติทางเทคนิค

- มีระบบควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- สามารถเรียกใช้โปรแกรมมาใช้งานได้ 8 ถึง 32 โปรแกรม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 13-3/3

- มีปุ่มในการเรียกใช้งาน 8 ปุ่ม
- สามารถปรับโปรแกรมการใช้งานในลักษณะ Up หรือ Down และบันทึกได้
- มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงานของแต่ละโปรแกรมที่ทำงานอยู่
- สามารถแก้ไขค่า Time Fade ได้แต่ละโปรแกรมอิสระ
- มีระบบป้องกันการใช้งานด้วย Function Lock Key.
- สามารถต่อร่วมกับระบบ Fire Alarm และ Emergency ได้
- การสื่อสารข้อมูลเป็นชนิดดิจิทัล Lunar protocol.(RS-485)
- ใช้ Power Supply 24 Vdc.
- ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ Dimsense , Lutron , Tridonic หรือเทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-1/38

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ขอบเขตงานติดตั้งอุปกรณ์ตามงบประมาณ (TOR)

14. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงานระบบเสียง

14.1 ห้อง ศว 102, 201, 202, 206, 216, 301, 302, 305, 306, 314, 401, 402, 405, 406, 414,

รวมห้องทั้งหมด 15 ห้อง

1. ไมโครโฟนไร้สาย ผ่าน UHF

ชนิดมือถือ คุณสมบัติทั่วไป

เครื่องรับสัญญาณ

- ประกอบด้วย Rack-Mount 1 ชุด, เครื่องรับสัญญาณ 2 ช่อง, เครื่องส่งสัญญาณ body pack 1 ตัว ไมโครโฟนมือถือ 1 ตัว
- การทำงานแบบดิจิตอล 24 บิต/48 kHz
- ความถี่ 2.4 GHz
- สามารถเลือกความถี่ได้อัตโนมัติ

เครื่องรับสัญญาณ

- เป็นโมดูลดิจิตอล 24 บิต/48 kHz ที่ทำงานในช่วง 2.4 GHz พร้อมเครื่องส่ง/ไมโครโฟน
- ตัวรับสัญญาณไร้สายดิจิตอลแบบยัดแร็ค (2.4 GHz)
- โมดูลตัวรับ ติดตั้งง่ายโมดูลนี้ยังสามารถใช้จากระยะไกลและเชื่อมต่อผ่านสายอีเทอร์เน็ต และใช้งานได้ห่างจากแชสซีสูงสุด 328 ฟุต มีเสาอากาศ 2 ต้นพร้อมที่ยึดตัวรับสัญญาณ 1 อัน
- ไมโครโฟนแบบมือถือจำนวน 2 ตัว
- ทำงานในช่วง 2.4 GHz
- เป็นไมโครโฟนชนิดไดนามิก
- มีไฟแสดงสถานะเปิด/ปิด/ปิดเสียง/แบตเตอรี่แสดงสถานะการทำงาน และแจ้งเมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมด หหมด หรือติดตั้งไม่ถูกต้อง
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

2. ไมโครโฟนไร้สาย แบบมือถือ (ใช้สาย)

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไมโครโฟนแบบมือถือชนิด Dynamic
- มุมรับเสียงชนิด Cardioid

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-2/38

- มีค่าความไว Open Circuit Sensitivity เท่ากับ -55dB (1.7 mv) re 1v at 1Pa
- ความต้านทาน 300 โอห์ม
- มีสวิตช์เปิด/ปิดไมโครโฟน แบบ MagnaLock
- มีขั้วต่อสัญญาณแบบ XLRM
- แม่เหล็กที่เลือกใช้เป็นแบบชนิด neodymium magnet
- คอจับไมโครโฟนเป็นอุปกรณ์มาตรฐาน
- มีสายพร้อมปลั๊กยาว 4.5 เมตร มาพร้อมไมโครโฟน
- ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 90Hz – 16,000Hz
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

3. ขาตั้งไม้ค้ำตั้งโต๊ะ

คุณสมบัติทั่วไป

- ขาตั้งไมโครโฟนป้องกันการกระแทก
- ขาตั้งโต๊ะสำหรับไมโครโฟนคอห่าน XLR พร้อมสวิตช์ปิดเสียงและไฟ LED แสดงสถานะ
- ช่องเสียบอินพุต/เอาต์พุต XLR - ชนิด, XLRM - ชนิด, สวิตช์พร้อมไฟ LED
- ใช้กับไฟ 24-48V DC, ทั่วไป 3 mA
- ความต้านทานอินพุต 360 โอห์ม
- เป็นสินค้าที่ห่อเดียวกับตัวไมโครโฟนโพเดียม

4. ขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งพื้น

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นขาตั้งไมโครโฟนชนิด 3 ขาพับเก็บได้
- ทำด้วยโลหะอย่างดี
- สามารถปรับระดับความสูงได้

5. เครื่องฉายภาพจากสัญญาณคอมพิวเตอร์และวีดีโอ

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถฉายภาพได้ตั้งแต่ขนาด 30 นิ้ว จนถึง 300 นิ้ว (0.76-7.62m)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-3/38

- ใช้ LCD Panel x 3 ขนาด 0.64" ความละเอียดของภาพ True WUXGA (1,920 x 1,200 Dots) อัตราส่วน 16:10
- ให้ความสว่างถึง 5,200 Lumens แหล่งกำเนิดแสงชนิด Laser Diodes
- ให้ Contrast Ratio: 3,000,000: 1 (all white / all black)
- แหล่งกำเนิดแสงสามารถใช้งานได้ถึง 20,000 ชั่วโมง / eco 24,000 ชั่วโมง และ อายุการใช้งาน Filter Replacement ถึง 20,000 ชั่วโมง
- ใช้เลนส์ ประเภท Manual Zoom 1.6x / Throw Ratio 1.09 – 1.77 :1
- สามารถแก้ไข Key Stone ในแนวตั้ง ได้ ± 25 องศา และแนวนอน ± 35 องศา
- ลำโพง Built – in Speaker 10 W
- สามารถเลื่อนภาพขึ้นโดยใช้ Manual Shift ทางแนวตั้ง +44% และ ทางแนวนอน $\pm 20\%$
- น้ำหนักเครื่องไม่เกิน 6.5 Kg. (รวม Standard Lens)
- รองรับสัญญาณความละเอียดแบบ 4K
- มีคำสั่งพิเศษ
 - Built-in Shutter Function
 - Free 360 องศา installation
 - Emulation Mode
 - Multi Monitoring & Control Software with optional early warning functions
 - startup Logo Function
 - ECO Management system with 0.5 W standby
- มีระบบ Daylight View Basic
- มีช่องสัญญาณ ดังนี้
 - "- HDMI IN 1/2 : HDMI 19 pin x 2(Compatible with HDCP, Deep Color,4K/30p signal input) , CEC supported "
 - "- Computer 1 IN: D-Sub HD 15-pin x1 (RGB or YPBPR / YCBCR) "
 - Computer 2 IN: D-Sub HD 15-pin x 1 (RGB or YPBPR / YCBCR)
 - AUDIO 1/2 IN : M3 stereo mini-jack x 2
 - VARIABLE AUDIO OUT : M3 stereo mini-jack x 1
 - USB (VIEWER/WIRELESS/DC OUT : USB (Type A) x1 (For MEMORY VIEWER / Power Supply DC 5 V)
 - DIGITAL LINK / LAN : RJ-45 X 1 for network and Digital Link, HDBase-T , HDCP,Deep Color ,4K/30p signal input
 - USB (VIEWER/WIRELESS/DC OUT)
 - LAN/DIGITAL LINK RJ-45 x 1 for network and DIGITAL LINK connection (video/network/serial control)
 - ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001
 - มีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้จัดจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-4/38

- มีหนังสือรับรองการสำรองอะไหล่ 5 ปี รับประกันคุณภาพสินค้า 3 ปี แหล่งกำเนิดแสงแบบ Laser Light Source 20,000 ชั่วโมง หรืออย่างใดอย่างหนึ่งถึงก่อน
(เอกสารฉบับจริงระบุหน่วยงานจากเจ้าของผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์ของการบริการ หลังการขาย)

6. จอรับภาพ 120 นิ้ว

คุณสมบัติทั่วไป

- จอรับภาพมีขนาดไม่น้อยกว่า 120 นิ้ว วัดจากเส้นทแยงมุม ควบคุมการขึ้นลงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- จอรับภาพเป็นแบบ 16:10
- เนื้อจอสีขาว ชนิด Matte White เป็นชั้นเดียวไม่มีรอยต่อ มีขอบจอสีดำและด้านหลังจอเคลือบสีดำทนต่อการขีดข่วน
- สามารถป้องกันการติดไฟ น้ำ และเช็ดทำความสะอาดได้
- ควบคุมการขึ้นลงของจอรับภาพ และหมุนเก็บด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นแบบชนิดที่สามารถหมุนย้อนกลับได้
- มีสวิตช์ควบคุมชนิด 3-Position เพื่อควบคุมการขึ้นลงและหยุดของจอภาพ
- กล่องจอรับภาพทำด้วยวัสดุเหล็กอย่างดี ให้ความแข็งแรงทนทาน
- สามารถติดตั้งจอได้ทั้งแบบแขวนเพดานหรือยึดติดกับผนัง
- ใช้งานได้กับไฟฟ้า 220 VAC 50Hz
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่น่าเชื่อถือครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ใน การให้บริการหลังการขาย

7. ขาแขวนจอรับภาพ

คุณสมบัติทั่วไป

- ชุดขาแขวนโปรเจคเตอร์
- วัสดุทำจากโลหะแข็งแรงเคลือบสารป้องกันสนิม
- สามารถรับน้ำหนักได้สูงถึง 8 กก.
- ขาปรับระดับได้
- พร้อมฝาครอบติดเพดานปิดอุปกรณ์ยึดเจาะ
- ติดตั้งได้กับโปรเจคเตอร์หลากหลายยี่ห้อ
- มีฐานล้อรูปแบบใหม่ที่กว้างและเพิ่มความมั่นคงในการยึดกับแกนมากขึ้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-5/38

8. เครื่องผสมสัญญาณเสียงผ่านชุดขยายเสียง

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถเลือกโซนได้ 5 โซน
- USB/ SD/ FM / Recorder
- 4 Mic / 2 Aux (สามารถเลือก Mic 4 หรือ Aux 1 ได้)
- ปรับเสียงท้ม – เสียงแหลมได้
- กำลังขับ 120W / 240W / 480W
- ใช้งานกับระบบ 100V Line หรือ 4 โอห์ม
- ระบบพัดลมป้องกันความร้อน Overheat
- การควบคุมโทนเสียง เสียงเบส: ± 10 dB ที่ 100 Hz เสียงแหลม: ± 10 dB ที่ 10 kHz
- MIC 1: ปิดเสียงสัญญาณอินพุตอื่นๆ ด้วยการลดทอน 0-30 dB
- ความเพี้ยนฮาร์โมนิกรวม ต่ำกว่า 1% ที่ 1 kHz, กำลังพิกัด 1/3
- การตอบสนองความถี่ 50 - 20,000 เฮิร์ตซ์
- สามารถใช้ร่วมกับ EC-380 AS ผ่านสาย RJ45 (Lan) มาพร้อมเสียง Chime ในตัวโมด
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่น่าเชื่อถือครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ใน การให้บริการหลังการขาย

9. ทีวีขนาด 65 นิ้ว UHD 4K พร้อมขาแขวน

คุณสมบัติทั่วไป

- จอภาพแบบ LED TV ขนาดไม่ต่ำกว่า 65 นิ้ว
- Real 4K ความละเอียดภาพคมชัดระดับ 4K (3840X2160p)
- Alpha 5 AI Processor 4K Gen6 ชิปปประมวลผลที่ยกระดับภาพ 4K
- Active HDR รองรับภาพ HDR ทั้งแบบ HDR 10 Pro และ HLG
- Refresh rate 60Hz แสดงภาพ 60 ภาพต่อวินาที
- LG ThinQ AI & webOS 23 ใช้งานง่าย รองรับการใช้งานด้วยเสียง
- Apple Airplay2 แชนจ์คอนเทนต์จาก iOS สู่อุปกรณ์
- 2.0 Ch. / 20W พลังเสียง 20 วัตต์ พร้อมระบบเสียง 2.0 Ch
- AI Sound Pro ยกระดับเสียงสู่ระบบ 5.1.2 อย่างอัจฉริยะ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-6/38

Input / Convenience : Wi-Fi, Bluetooth 5.0, HDMI 2.0 : 3 ช่อง, USB 2 ช่อง มีชุดขาแขวน

10. แผงรับส่งสัญญาณภาพผ่านสาย Lan (HDBT)

คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับ HDMI 2.0b, HDCP 2.2 และ Display Port 1.2a compliant
- รองรับ Video Bandwidth 18Gbps สำหรับสัญญาณ HDMI
- และรองรับ Video Bandwidth สำหรับสัญญาณ 5.4Gbps
- รองรับความละเอียดสัญญาณภาพได้ถึง 4K2K@50/60Hz 4:4:4
- สัญญาณขาออก HDBaseT สามารถขยายระยะการส่งสัญญาณวิดีโอได้สูงสุด 230 ฟุต / 70 ม. สำหรับ 1080P@60 หรือ 131 ฟุต / 40 ม. สำหรับ 4K@60 ผ่านสายเคเบิลชนิด CAT6/6a/7
- รองรับ 3D, HDR10 และ Dolby Vision
- รูปแบบ Audio รองรับ HDMI: LPCM, Dolby Digital/Plus/EX, Dolby True HD, DTS, DTS-EX,DTS-96/24, DTS High Res, DTS-HD Master Audio, DSD
- รองรับสัญญาณขาเข้าชนิด HDMI และ USB-C
- พอร์ตชาร์จชนิด USB-C
- เฟรมชนิด US one-gang
- การเลือกสัญญาณขาเข้ารองรับ automatic mode และ manual mode
- รองรับ POE function (จาก Receiver ไป Transmitter เท่านั้น) เครื่องส่งสัญญาณ
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDBaseT Out 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง (สำหรับชาร์จแบตเตอรี่เท่านั้น)
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง เครื่องรับสัญญาณ
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - HDBaseT IN 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDMI OUT 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - AUDIO OUT [Phoenix jack] 1 ช่อง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-7/38

- เครื่องรับสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง
- เครื่องขยายสัญญาณภาพ ชนิดเข้า 1 ออก 2 ช่อง คุณสมบัติทั่วไป
- รองรับ HDMI 2.0b, HDCP 2.2 compliant
- รองรับ Video Bandwidth 18Gbps
- รองรับความละเอียดสัญญาณภาพได้ถึง 4K2K@60Hz with 24bit RGB/YCBCR 4:4:4
- รองรับ VESA format ได้ถึง QSXGA@60Hz
- รองรับ LPCM 7.1CH, Dolby TrueHD และ DTS-HD Master Audio
- รองรับ Smart EDID, STD(1080p) mode and TV(copy OUT1) mode
- ใช้กำลังไฟฟ้า 2W
- ช่องขาเข้ามี
 - HDMI 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
- ช่องขาออกมี
 - HDMI 2 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)

11. ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาดเล็กติดผนัง (สินค้าในประเทศ)

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้เก็บอุปกรณ์แบบมาตรฐาน ขนาด 12 U
- มีรางเก็บสายไฟและเต้าเสียบเหมาะสมกับจำนวนอุปกรณ์
- ทำด้วยวัสดุที่เป็นโลหะ อบสีอย่างดี
- มีระบบพัดลมระบายความร้อน

12. แผงรับสัญญาณ HDMI พร้อมสาย

- เป็นแผงเชื่อมต่อHDMI ตัวแผงเป็นกรอบสแตนเลส เท่ากับปลั๊กไฟฟ้าในงาน
- มีจุดต่อที่ได้มาตรฐาน

12.1 แผงรับสัญญาณไมโครโฟน คุณสมบัติทั่วไป

- ใช้เพลทมาตรฐานตามยี่ห้อที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้
- คอนเนคเตอร์ภายใต้ยี่ห้อ AMPHENOL, NEUTRIK, LINK

12.2 ลำโพงตู้ ขนาด 6 นิ้ว คุณสมบัติทั่วไป

- ประกอบด้วยตัวขับเคลื่อนเบสขนาด 6 นิ้วพร้อมส่วนความถี่สูงที่ติดตั้งแบบโคแอกเซียล 19 มม. (0.75 นิ้ว)
- ได้รับการรับรองการป้องกันน้ำและฝุ่นตามมาตรฐาน IP64 และขณะนี้อยู่ระหว่างรอสถานะ UL Listed (UL- 1480 และ UL-2043)
- ติดตั้งหม้อแปลงไลน์ไว้ภายในสำหรับแอปพลิเคชันเสียงแบบกระจาย 70V หรือ 100V

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-8/38

- การกระจายตัวของทรงกรวยที่ควบคุมได้ 90 องศา
- ตัวตู้เป็นวัสดุ ABS มีสไลด์และทันทันมีให้เลือกทั้งสีดำและสีขาว
- การตอบสนองความถี่ (-3dB) (1) 80เฮิรตซ์ – 20เฮิรตซ์
- ช่วงความถี่ (-10dB) (1) 65เฮิรตซ์ – 30เฮิรตซ์
- ความไวของระบบ (1W @ 1m) (2) 88dB
- ครอสโอเวอร์ 4.3kHz (LF)
- ขั้วต่อเป็นชนิดขั้วต่อล็อคแบบถอดได้ชนิด Euroblock พร้อมขั้วต่อสกรูพร้อมระบบ "ต่อพ่วง"
- ความต้านทานที่กำหนดในโหมด LO อิมพีแดนซ์ 6 โอห์ม
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

12.3. ค่าติดตั้งอุปกรณ์ การติดตั้งทั่วไป

- งานระบบเสียงใช้สายสัญญาณเสียงที่มีมาตรฐานภายใต้ยี่ห้อ BELDEN,CAROL,LINK
- ,AMPHENOL คอนเนคเตอร์ภายใต้ยี่ห้อ AMPHENOL,NEUTRIK, LINK
- งานระบบภาพภายใต้ยี่ห้อ CM,VAVE, BELDEN,CAROL,LINK, KRAMER
- สายไฟฟ้าใช้ภายใต้ยี่ห้อ THAIYASAKI
- งานระบบไฟฟ้าเมนไฟฟ้าผู้ติดตั้งต้องแจ้งความต้องการของกระแสไฟฟ้าโดยเป็นตาราง
- LOAD ไฟฟ้าเพื่อส่งมอบให้ผู้ออกแบบเตรียมไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม
- ผู้รับเหมาจะต้องติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ เพื่อแยกวงจรการใช้ไฟภายใต้ยี่ห้อ SCHNEIDER
- SAFE T CUT หรือต้องมีมาตรฐานอุตสาหกรรมรองรับ
- การโปรแกรม ในงานระบบหากมีการโปรแกรมต้องใช้โปรแกรมที่มีไลเซนส์ที่ถูกต้องเท่านั้น

14.2 ห้อง ศว103, ศว 105 , ศว 110, ศว205, ศว 209 , ศว 211, ศว307, ศว 311 , ศว408, ศว 409 รวม ทั้งหมด 10 ห้อง

1. ไมโครโฟนไร้สาย ผ่าน UHF ชนิดมือถือ คุณสมบัติทั่วไป

เครื่องรับสัญญาณ

- ประกอบด้วย Rack-Mount 1 ชุด, เครื่องรับสัญญาณ 2 ช่อง, เครื่องส่งสัญญาณ body pack 1 ตัว ไมโครโฟน มือถือ 1 ตัว
- การทำงานแบบดิจิตอล 24 บิต/48 kHz
- ความถี่ 2.4 GHz
- สามารถเลือกความถี่ได้อัตโนมัติ เครื่องรับสัญญาณ
- เป็นโมดูลดิจิตอล 24 บิต/48 kHz ที่ทำงานในช่วง 2.4 GHz พร้อมเครื่องส่ง/ไมโครโฟน
- ตัวรับสัญญาณไร้สายดิจิตอลแบบยืดหยุ่น (2.4 GHz)
- โมดูลตัวรับ ติดตั้งง่ายโมดูลนี้ยังสามารถใช้จากระยะไกลและเชื่อมต่อผ่านสายอีเธอร์เน็ต และใช้งานได้ห่างจาก แอสซี

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-9/38

สูงสุด 328 ฟุต มีเสาอากาศ 2 ต้นพร้อมที่ยึดตัวรับสัญญาณ 1 อัน

- ไมโครโฟนแบบมือถือจำนวน 2 ตัว
- ทำงานในช่วง 2.4 GHz
- เป็นไมโครโฟนชนิดไดนามิก
- มีไฟแสดงสถานะเปิด/ปิด/ปิดเสียง/แบตเตอรี่แสดงสถานะการทำงาน และแจ้งเมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมด หหมด หรือ ติดตั้งไม่ถูกต้อง
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่น่าเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขา ผู้ผลิตหรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ ในการให้บริการหลังการขาย

2. ไมโครโฟนไร้สาย แบบมือถือ (ใช้สาย) คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไมโครโฟนแบบมือถือชนิด Dynamic
- มุมรับเสียงชนิด Cardioid
- มีค่าความไว Open Circuit Sensitivity เท่ากับ -55dB (1.7 mv) re 1v at 1Pa
- ความต้านทาน 300 โอห์ม
- มีสวิตช์เปิด/ปิดไมโครโฟน แบบ MagnaLock
- มีขั้วต่อสัญญาณแบบ XLRM
- แม่เหล็กที่เลือกใช้เป็นแบบชนิด neodymium magnet
- คอจับไมโครโฟนเป็นอุปกรณ์มาตรฐาน
- มีสายพร้อมปลั๊กยาว 4.5 เมตร มาพร้อมไมโครโฟน
- ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 90Hz – 16,000Hz
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่น่าเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขา ผู้ผลิตหรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ ในการให้บริการหลังการขาย

3. ขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งโต๊ะ คุณสมบัติทั่วไป

- ขาตั้งไมโครโฟนป้องกันการกระแทก
- ขาตั้งโต๊ะสำหรับไมโครโฟนคอห่าน XLR พร้อมสวิตช์ปิดเสียงและไฟ LED แสดงสถานะ
- ช่องเสียบอินพุต/เอาต์พุต XLR - F - ชนิด, XLRM - ชนิด, สวิตช์พร้อมไฟ LED
- ใช้กับไฟ 24-48V DC, ทั่วไป 3 mA
- ความต้านทานอินพุต 360 โอห์ม
- เป็นสินค้าที่ห่อเดียวกับตัวไมโครโฟน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-10/38

4. ขาดังไมโครโฟนแบบตั้งพื้น คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นขาดังไมโครโฟนชนิด 3 ขาพับเก็บได้
- ทำด้วยโลหะอย่างดี
- สามารถปรับระดับความสูงได้

5. แผงรับสัญญาณไมโครโฟน คุณสมบัติทั่วไป

- ใช้เพลทมาตรฐานตามยี่ห้อที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้
- คอนเนคเตอร์ภายใต้ยี่ห้อ AMPHENOL, NEUTRIK, LINK

9. ทีวีขนาด 65 นิ้ว UHD 4K ขาแขวนจอภาพ คุณสมบัติทั่วไป

- จอภาพแบบ LED TV ขนาดไม่ต่ำกว่า 65 นิ้ว
- Real 4K ความละเอียดภาพคมชัดระดับ 4K (3840X2160p)
- Alpha 5 AI Processor 4K Gen6 ชิปประมวลผลที่ยกระดับภาพ 4K
- Active HDR รองรับภาพ HDR ทั้งแบบ HDR 10 Pro และ HLG
- Refresh rate 60Hz แสดงภาพ 60 ภาพต่อวินาที
- LG ThinQ AI & webOS 23 ใช้งานง่าย รองรับการทำงานด้วยเสียง
- Apple Airplay2 แชนจ์คอนเทนต์จาก iOS สู่อจอทีวี
- 2.0 Ch. / 20W พลังเสียง 20 วัตต์ พร้อมระบบเสียง 2.0 Ch
- AI Sound Pro ยกกระดับเสียงสู่ระบบ 5.1.2 อย่างอัจฉริยะ
- Input / Convenience : Wi-Fi, Bluetooth 5.0, HDMI 2.0 : 3 ช่อง, USB 2 ช่อง
- มีชุดขาแขวน

10. เครื่องฉายภาพจากสัญญาณคอมพิวเตอร์และวีดีโอ คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถฉายภาพได้ตั้งแต่ขนาด 30 นิ้ว จนถึง 300 นิ้ว (0.76-7.62m)
- ใช้ LCD Panel x 3 ขนาด 0.64" ความละเอียดของภาพ True WUXGA (1,920 x 1,200 Dots) อัตราส่วน 16:10
- ให้ความสว่างถึง 5,200 Lumens แหล่งกำเนิดแสงชนิด Laser Diodes
- ให้ Contrast Ratio: 3,000,000: 1 (all white / all black)

คุณสมบัติทั่วไป

- แหล่งกำเนิดแสงสามารถใช้งานได้ถึง 20,000 ชั่วโมง / eco 24,000 ชั่วโมง และ อายุการใช้งาน Filter Replacement ถึง 20,000 ชั่วโมง
- ใช้เลนส์ ประเภท Manual Zoom 1.6x / Throw Ratio 1.09 – 1.77 :1
- สามารถแก้ไข Key Stone ในแนวตั้ง ได้ ± 25 องศา และแนวนอน ± 35 องศา
- ลำโพง Built – in Speaker 10 W

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-11/38

- สามารถเลื่อนภาพขึ้นโดยใช้ Manual Shift ทางแนวตั้ง +44% และ ทางแนวนอน $\pm 20\%$
- น้ำหนักเครื่องไม่เกิน 6.5 Kg. (รวม Standard Lens)
- รองรับสัญญาณความละเอียดแบบ 4K
- มีคำสั่งพิเศษ
 - Built-in Shutter Function - Free 360 องศา installation
 - Emulation Mode - Multi Monitoring & Control Software with optional early warning functions
 - startup Logo Function - ECO Management system with 0.5 W standby
- มีระบบ Daylight View Basic
- มีช่องสัญญาณ ดังนี้
 - "- HDMI IN 1/2 : HDMI 19 pin x 2(Compatible with HDCP, Deep Color,4K/30p signal input) , CEC supported "
 - "- Computer 1 IN: D-Sub HD 15-pin x1 (RGB or YPBPR / YCBCR) "
 - Computer 2 IN: D-Sub HD 15-pin x 1 (RGB or YPBPR / YCBCR)
 - AUDIO 1/2 IN : M3 stereo mini-jack x 2
 - VARIABLE AUDIO OUT : M3 stereo mini-jack x 1
 - USB (VIEWER/WIRELESS/DC OUT : USB (Type A) x1 (For MEMORY VIEWER / Power Supply DC 5 V)
 - DIGITAL LINK / LAN : RJ-45 X 1 for network and Digital Link, HDBase-T , HDCP,Deep Color ,4K/30p signal input
 - USB (VIEWER/WIRELESS/DC OUT)
 - LAN/DIGITAL LINK RJ-45 x 1 for network and DIGITAL LINK connection (video/network/serial control)
 - ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001
 - มีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้จัดจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์
 - มีหนังสือรับรองการสำรองอะไหล่ 5 ปี รับประกันคุณภาพสินค้า 3 ปี แหล่งกำเนิดแสงแบบ Laser Light Source 20,000 ชั่วโมง หรือ อย่างใดอย่างหนึ่งถึงก่อน (เอกสารฉบับจริงระบุหน่วยงานจากเจ้าของผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์ของการบริการ หลังการขาย)

11. จอรับเครื่องฉายภาพ 120 นิ้ว คุณสมบัติทั่วไป

- จอรับภาพมีขนาดไม่น้อยกว่า 120 นิ้ว วัดจากเส้นทแยงมุม ควบคุมการขึ้นลงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- จอรับภาพเป็นแบบ 16:10
- เนื้อจอสีขาว ชนิด Matte White เป็นชั้นเดียวไม่มีรอยต่อ มีขอบจอสีดำและด้านหลังจอเคลือบสีดำ ทนต่อการฉีกขาด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-12/38

- สามารถป้องกันการติดไฟ น้ำ และเข็ดทำความสะอาได้
- ควบคุมการขึ้นลงของจอรับภาพ และม้วนเก็บด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นแบบชนิดที่สามารถหมุนย้อนกลับได้
- มีสวิตช์ควบคุมชนิด 3-Position เพื่อควบคุมการขึ้นลงและหยุดของจอภาพ
- กล่องจอรับภาพทำด้วยวัสดุเหล็กอย่างดี ให้ความแข็งแรงทนทาน
- สามารถติดตั้งจอได้ทั้งแบบแขวนเพดานหรือยึดติดกับผนัง
- ใช้งานได้กับไฟฟ้า 220 VAC 50Hz
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่น่าเชื่อถือครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขา ผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ใน การให้บริการหลังการขาย

12. ขาแขวนรองรับจอเครื่องฉายภาพ คุณสมบัติทั่วไป

- ชุดขาแขวนโปรเจคเตอร์
- วัสดุทำจากโลหะแข็งแรงเคลือบสารป้องกันสนิม
- สามารถรับน้ำหนักได้สูงถึง 8 กก.
- ขาปรับระดับได้
- พร้อมฝาครอบติดเพดานปิดอุปกรณ์ยึดเจาะ
- ติดตั้งได้กับโปรเจคเตอร์หลากหลายยี่ห้อ
- มีฐานล้อรูปแบบใหม่ที่กว้างและเพิ่มความมั่นคงในการยึดกับแกนมากขึ้น

13. เครื่องผสมสัญญาณเสียงผ่านชุดขยายเสียง คุณสมบัติทั่วไป

- USB/ SD/ FM / Recorder
- 4 Mic / 2 Aux (สามารถเลือก Mic 4 หรือ Aux 1 ได้)
- ปรับเสียงทุ้ม – เสียงแหลมได้
- กำลังขับ 120W / 240W / 480W
- ระบบพัดลมป้องกันความร้อน Overheat (เฉพาะรุ่น 240 W และ 480 W)
- สามารถจ่ายไฟ Phantom Power +21V DC , Mute function (Mic 1)
- มี 1 ช่องสัญญาณขาออกเพื่อบันทึก Rec Out
- มีเครื่องเล่นไฟล์ MP3 ผ่าน USB/SD พร้อมด้วย FM Tuner
- สามารถใช้งานได้ทั้งแบบ 100V Line High Impedance หรือ 4Ω low Impedance
- สามารถเชื่อมต่อแบบไร้สายด้วย Bluetooth 4.2
- มี 1 ช่องสัญญาณขาออกเพื่อบันทึก (Rec Out)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-13/38

- สามารถเลือกการใช้งานได้ทั้งแบบ 100V Line หรือ 4 Ω
- ใช้ไฟเลี้ยง 230V AC
- สามารถใช้ร่วมกับ EC-380 AS ผ่านสาย RJ45 (Lan) มาพร้อมเสียง Chime ในตัวไม้ค้
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่น่าเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิต หรือสาขา ผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทย เท่านั้น เพื่อประโยชน์ใน การให้บริการหลังการขาย

14. เครื่องขยายสัญญาณภาพ ชนิดเข้า 1 ออก 2 ช่อง คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับ HDMI 2.0b, HDCP 2.2 และ Display Port 1.2a compliant
- รองรับ Video Bandwidth 18Gbps สำหรับสัญญาณ HDMI
- และรองรับ Video Bandwidth สำหรับสัญญาณ 5.4Gbps
- รองรับความละเอียดสัญญาณภาพได้ถึง 4K2K@50/60Hz 4:4:4
- สัญญาณขาออก HDBaseT สามารถขยายระยะการส่งสัญญาณวิดีโอได้สูงสุด 230 ฟุต / 70 ม. สำหรับ 1080P@60 หรือ 131 ฟุต / 40 ม. สำหรับ 4K@60 ผ่านสายเคเบิลชนิด CAT6/6a/7
- รองรับ 3D, HDR10 และ Dolby Vision
- รูปแบบ Audio รองรับ HDMI: LPCM, Dolby Digital/Plus/EX, Dolby True HD, DTS, DTS-EX,DTS-96/24, DTS High Res, DTS-HD Master Audio, DSD
- รองรับสัญญาณขาเข้าชนิด HDMI และ USB-C
- พอร์ตชาร์จชนิด USB-C
- เฟรมชนิด US one-gang
- การเลือกสัญญาณขาเข้ารองรับ automatic mode และ manual mode
- รองรับ POE function (จาก Receiver ไป Transmitter เท่านั้น) เครื่องส่งสัญญาณ
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDBaseT Out 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง (สำหรับชาร์จแบตเตอรี่เท่านั้น)
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง เครื่องรับสัญญาณ
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - HDBaseT IN 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-14/38

- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDMI OUT 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - AUDIO OUT [Phoenix jack] 1 ช่อง
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง

15. ลำโพงตู้ ขนาด 6 นิ้ว คุณสมบัติทั่วไป

- ประกอบด้วยตัวขับเคลื่อนเบสขนาด 6 นิ้วพร้อมส่วนความถี่สูงที่ติดตั้งแบบโคแอกเซียล 19 มม. (0.75 นิ้ว)
- ได้รับการรับรองการป้องกันน้ำและฝุ่นตามมาตรฐาน IP64 และขณะนี้อยู่ระหว่างรอสถานะ UL Listed (UL-1480 และ UL-2043)
- ติดตั้งหม้อแปลงไลน์ไว้ภายในสำหรับแอปพลิเคชันเสียงแบบกระจาย 70V หรือ 100V
- การกระจายตัวของทรงกรวยที่ควบคุมได้ 90 องศา
- ตัวตู้เป็นวัสดุ ABS มีสโตนและทนทานมีให้เลือกทั้งสีดำและสีขาว
- การตอบสนองความถี่ (-3dB) (1) 80เฮิร์ต – 20เฮิร์ต
- ช่วงความถี่ (-10dB) (1) 65เฮิร์ต – 30เฮิร์ต
- ความไวของระบบ (1W @ 1m) (2) 88dB
- ครอสโอเวอร์ 4.3kHz (LF)
- ขั้วต่อเป็นชนิดขั้วต่อล็อกแบบถอดได้ชนิด Euroblock พร้อมขั้วต่อสกรูพร้อมระบบ "ต่อพ่วง"
- ความต้านทานที่กำหนดในโหมด LO อิมพีแดนซ์ 6 โอห์ม
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานจากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการ ให้บริการหลังการขาย

16. แผงรับ ส่ง สัญญาณภาพผ่านสาย LAN (HDBT) คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับ HDMI 2.0b, HDCP 2.2 และ Display Port 1.2a compliant
- รองรับ Video Bandwidth 18Gbps สำหรับสัญญาณ HDMI
- และรองรับ Video Bandwidth สำหรับสัญญาณ 5.4Gbps
- รองรับความละเอียดสัญญาณภาพได้ถึง 4K2K@50/60Hz 4:4:4
- สัญญาณขาออก HDBaseT สามารถขยายระยะการส่งสัญญาณวิดีโอได้สูงสุด 230 ฟุต / 70 ม. สำหรับ 1080P@60 หรือ 131 ฟุต / 40 ม. สำหรับ 4K@60 ผ่านสายเคเบิลชนิด CAT6/6a/7
- รองรับ 3D, HDR10 และ Dolby Vision

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-15/38

- รูปแบบ Audio รองรับ HDMI: LPCM, Dolby Digital/Plus/EX, Dolby True HD, DTS, DTS-EX,DTS-96/24, DTS High Res, DTS-HD Master Audio, DSD
- รองรับสัญญาณขาเข้าชนิด HDMI และ USB-C
- พอร์ตชาร์จชนิด USB-C
- เฟรมชนิด US one-gang
- การเลือกสัญญาณขาเข้ารองรับ automatic mode และ manual mode
- รองรับ POE function (จาก Receiver ไป Transmitter เท่านั้น) เครื่องส่งสัญญาณ
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDBaseT Out 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง (สำหรับชาร์จแบตเตอรี่เท่านั้น)
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง เครื่องรับสัญญาณ
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - HDBaseT IN 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDMI OUT 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - AUDIO OUT [Phoenix jack] 1 ช่อง
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง

17. เครื่องรับส่งสัญญาณภาพผ่านโปรโตคอล HDBaseT 120 เมตร คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับ HDCP 2.2 / HDCP 1.4 and DVI 1.0 compliant
- รองรับ Video Bandwidth 18Gbps สำหรับสัญญาณ HDMI
- ระยะการส่งสัญญาณวิดีโอสามารถขยายระยะทางได้สูงสุด 394 ฟุต / 120 ม. สำหรับสัญญาณ 4K2K และ 492 ฟุต/ 150 ม. สำหรับสัญญาณ 1080P ผ่านสายเคเบิลชนิด Cat5e/6
- รองรับสัญญาณขาออกชนิด one HDMI loop บนตัวส่งสัญญาณ
- รองรับ Audio de-embedded ผ่าน analog stereo output บนตัวรับสัญญาณ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-16/38

รูปแบบ Audio รองรับ HDMI: LPCM 2.0/2.1/5.1/6.1/7.1, Dolby Digital, Dolby TrueHD, Dolby Digital Plus(DD+), DTS-ES, DTS HD Master, DTS HD-HRA, DTS-X

- มีระบบส่งสัญญาณผ่าน bi-directional IR, RS-232 and CEC
- รองรับ HDR, HDR10+, Dolby Vision and HLG function
- รองรับ PoC (Power over Cable) function เครื่องส่งสัญญาณ
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDMI OUT 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - HDBaseT Out 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - IR IN [3.5mm Stereo Mini-jack] 1 ช่อง
 - IR OUT [3.5mm Stereo Mini-jack] 1 ช่อง
 - RS-232 [Phoenix jack] 1 ช่อง
 - SERVICE [Mini-USB, Update port] 1 ช่อง เครื่องรับสัญญาณ
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDMI OUT 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - AUDIO OUT [3.5mm Stereo Mini-jack] 1 ช่อง
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - IR IN [3.5mm Stereo Mini-jack] 1 ช่อง
 - IR OUT [3.5mm Stereo Mini-jack] 1 ช่อง
 - RS-232 [Phoenix jack] 1 ช่อง
 - SERVICE [Mini-USB, Update port] 1 ช่อง

18. ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาดเล็กติดผนัง (สินค้าในประเทศ) คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้เก็บอุปกรณ์แบบมาตรฐาน ขนาด 12 U
- มีรางเก็บสายไฟและเต้าเสียบเหมาะสมกับจำนวนอุปกรณ์
- ทำด้วยวัสดุที่เป็นโลหะ อบสีอย่างดี
- มีระบบพัดลมระบายความร้อน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-17/38

19. ค่าติดตั้งอุปกรณ์ การติดตั้งทั่วไป

- งานระบบเสียงใช้สายสัญญาณเสียงที่มีมาตรฐานภายใต้ยี่ห้อ BELDEN,CAROL,LINK
- ,AMPHENOL คอนเนคเตอร์ภายใต้ยี่ห้อ AMPHENOL,NEUTRIK, LINK
- งานระบบภาพภายใต้ยี่ห้อ CM,VAVE, BELDEN,CAROL,LINK, KRAMER
- สายไฟฟ้าใช้ภายใต้ยี่ห้อ THAIYASAKI
- งานระบบไฟฟ้าเมนไฟฟ้าผู้ติดตั้งต้องแจ้งความต้องการของกระแสไฟฟ้าโดยเป็นตาราง
- LOAD ไฟฟ้าเพื่อส่งมอบให้ผู้ออกแบบเตรียมไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม
- ผู้รับเหมาจะต้องติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ เพื่อแยกวงจรการใช้ไฟภายใต้ยี่ห้อ SCHNEIDER
- SAFE T CUT หรือต้องมีมาตรฐานอุตสาหกรรมรองรับ
- การโปรแกรม ในงานระบบหากมีการโปรแกรมต้องใช้โปรแกรมที่มีไลเซนส์ที่ถูกต้องสิทธิ์เท่านั้น

14.3 ห้องประชุม ศว. 111

1. สมาร์ท ทีวี่ ขนาด 86 นิ้ว 4 เค พร้อมขาแขวนทีวี คุณสมบัติทั่วไป

- Real 4K ความละเอียดภาพคมชัดระดับ 4K (3840X2160p)
- Alpha5 AI Processor 4K Gen7 ชิปประมวลผลยกระดับภาพ 4K
- Active HDR ภาพ HDR ทั้งแบบ HDR 10 Pro และ HLG
- webOS24 ใช้งานง่าย รองรับการใช้งานด้วยเสียง
- 2.0 Ch/20W พลังเสียง 20 วัตต์ ระบบเสียง 2.0 Ch
- พร้อมขาแขวน

2. แผงรับส่งสัญญาณภาพ ผ่านสาย Lan HDBT คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับ HDMI 2.0b, HDCP 2.2 และ Display Port 1.2a compliant
- รองรับ Video Bandwidth 18Gbps สำหรับสัญญาณ HDMI และรองรับ Video Bandwidth สำหรับสัญญาณ 5.4Gbps
- รองรับความละเอียดสัญญาณภาพได้ถึง 4K2K@50/60Hz 4:4:4
- สัญญาณขาออก HDBaseT สามารถขยายระยะการส่งสัญญาณวิดีโอได้สูงสุด 230 ฟุต / 70 ม. สำหรับ 1080P@60 หรือ 131 ฟุต / 40 ม. สำหรับ 4K@60 ผ่านสายเคเบิลชนิด CAT6/6a/7
- รองรับ 3D, HDR10 และ Dolby Vision
- รูปแบบ Audio รองรับ HDMI: LPCM, Dolby Digital/Plus/EX, Dolby True HD, DTS, DTS-EX,DTS-96/24, DTS High Res, DTS-HD Master Audio, DSD
- รองรับสัญญาณขาเข้าชนิด HDMI และ USB-C
- พอร์ตชาร์จชนิด USB-C
- เฟรมชนิด US one-gang

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-18/38

- การเลือกสัญญาณขาเข้ารองรับ automatic mode และ manual mode
- รองรับ POE function (จาก Receiver ไป Transmitter เท่านั้น) เครื่องส่งสัญญาณ
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDBaseT Out 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง (สำหรับชาร์จแบตเตอรี่เท่านั้น)
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง เครื่องรับสัญญาณ
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - HDBaseT IN 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDMI OUT 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - AUDIO OUT [Phoenix jack] 1 ช่อง
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง

3. เครื่องควบคุมการประชุม พร้อมสาย คุณสมบัติทั่วไป

- มีสวิตช์เลือกเพื่อกำหนดจำนวนของชุดผู้ร่วมประชุมที่ใช้งานพร้อมกันได้ 0,1,2,3
- ไมโครโฟนจะปิดเองอัตโนมัติ หากไม่มีการพูดภายใน 30 วินาที (เลือกสวิตช์ได้)
- มีปุ่มปรับควบคุมระดับความดังของเสียงในระบบ
- มีช่องสำหรับต่อแยกไปยังไมโครโฟนชุดประชุมได้ 24 ชุด
- การทดสอบการทำงานมีสวิตช์สำหรับตรวจสอบการติดตั้งของระบบ (Test Switch)
- สามารถเลือกใช้ช่องสำหรับต่อไมโครโฟนหรือสัญญาณขาเข้า และสามารถปรับระดับความดังได้
- มีช่องสำหรับต่อขาออก : -20 dB, 10 k Ω , unbalanced, RCA jack
- มีเสียง chime เมื่อประธานกดตัดเสียง
- ใช้ไฟ AC 220V, 50/60 Hz
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในเอกสารการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขา

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-19/38

ผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

4. ไมโครโฟนชุดประชุม (ชุดประธาน พร้อมก้านไมค์) คุณสมบัติทั่วไป

- มีลำโพงในตัวซึ่งจะถูกตัดเสียงโดยอัตโนมัติเมื่อเปิดไมโครโฟน
- มีสวิทช์ตัดการสนทนาเมื่อกดจะมีเสียงเตือน ไมโครโฟนของผู้ร่วมประชุมอื่นจะถูกตัดและมีเพียงชุดประธานเท่านั้นที่สามารถพูดได้
- มีช่องสำหรับเสียบหูฟังสเตอริโอ 1 ช่อง ซึ่งสามารถต่อสัญญาณเข้ากับหูฟังหรือเครื่องบันทึกเสียง โดยถ้ามีการเสียบหูฟัง ลำโพงในตัวเครื่องจะถูกตัดเสียงโดยอัตโนมัติและมีโวลุ่มปรับเพิ่มลดเสียง
- ตัวลำโพงภายในตัวเครื่องความต้านทาน 130 โอห์ม ที่ 200 มิลลิวัตต์
- มีค่า Operating Humidity Under 90% RH
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อไปยังชุดผู้ร่วมประชุมตัวถัดไป พร้อมมีสายยาว 2 เมตร
- ก้านไมโครโฟนสามารถถอดได้และมี Connector แบบ XLR
- วัสดุทำด้วย ABS resin
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานจากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

5. ไมโครโฟนชุดประชุม (ชุดผู้ร่วมประชุม พร้อมก้านไมค์) คุณสมบัติทั่วไป

- มีลำโพงในตัวซึ่งจะถูกตัดเสียงโดยอัตโนมัติเมื่อเปิดไมโครโฟน
- มีสวิทช์ตัดการสนทนาเมื่อกดจะมีเสียงเตือน ไมโครโฟนของผู้ร่วมประชุมอื่นจะถูกตัดและมีเพียงชุดประธานเท่านั้นที่สามารถพูดได้
- มีช่องสำหรับเสียบหูฟังสเตอริโอ 1 ช่อง ซึ่งสามารถต่อสัญญาณเข้ากับหูฟังหรือเครื่องบันทึกเสียง โดยถ้ามีการเสียบหูฟัง ลำโพงในตัวเครื่องจะถูกตัดเสียงโดยอัตโนมัติและมีโวลุ่มปรับเพิ่มลดเสียง
- ตัวลำโพงภายในตัวเครื่องความต้านทาน 130 โอห์ม ที่ 200 มิลลิวัตต์
- มีค่า Operating Humidity Under 90% RH
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อไปยังชุดผู้ร่วมประชุมตัวถัดไป พร้อมมีสายยาว 2 เมตร
- ก้านไมโครโฟนสามารถถอดได้และมี Connector แบบ XLR
- วัสดุทำด้วย ABS resin
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานจากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-20/38

6. เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล
- มีช่องเสียงอินพุต INPUT สัญญาณ Mic balanced จำนวน 4 ช่อง
- มีช่องเสียงอินพุต INPUT สัญญาณ Mic/Line จำนวน 2 ช่อง และ 1 Stereo
- มีสัญญาณขาออก Output 1 Stereo และ 2 mono
- มีฟังก์ชัน AEC processing
- สามารถควบคุมการทำงานผ่านระบบ Web
- ความถี่ตอบสนอง 20 Hz – 20 kHz
- THD 1kHz : 0.03%,
- อัตราส่วนสัญญาณรบกวน Signal to noise : >90 dB
- มีแอปพลิเคชัน IOS Mixer สำหรับ iPad สามารถควบคุมระบบมิกเซอร์ทั้งหมดผ่านทาง Wi-fi
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอนี้ อยู่ในรายการการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานจากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

7. เครื่องขยายเสียง 200 วัตต์ คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องขยายเสียง 2 ช่องสัญญาณแบบ 200 วัตต์ output
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ ที่ 16 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ ที่ 8 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ ที่ 4 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ ที่ 2 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ ที่ 70 และ 100 โวลท์
- ตอบสนองความถี่ 2 Hz – 40 kHz
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 112dBA
- มีค่าความไวของสัญญาณด้านเข้า (Input Sensitivity) ที่ 8 โอห์ม ไม่น้อยกว่า 4dBu
- มีค่าความต้านทานด้านเข้า (Input Impedance) 20,000 โอห์ม
- มีสวิตช์เปิด-ปิด อยู่ด้านหลังเครื่องพร้อมมีไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- มีวอลุ่มปรับระดับเสียงอยู่ด้านหลังเครื่อง
- มี DIP SWITCH อยู่ด้านหลังเครื่อง
- มีพัดลมระบายความร้อน
- มีระบบ PROTECTION ป้องกันความเสียหายของเครื่อง
- ตัวเครื่องมีขนาด 1U

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-21/38

- สามารถยึดกับตู้แร็คมาตรฐาน 19 นิ้วได้
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอนี้ อยู่ในรายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานจากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

8. ลำโพงแบบติดฝ้า เพดาน ขนาด 6 นิ้ว คุณสมบัติทั่วไป

- ลำโพงเสียงทุ้มขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว จำนวน 1 ตัว ชนิด โพลีโพรพิลีน
- ลำโพงเสียงแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 0.75 นิ้ว จำนวน 1 ตัว coaxially mounted
- Frequency Response (-3dB) ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 79Hz - 21,000Hz
- Frequency Range (-10 dB) ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 60Hz - 24,000Hz
- Sensitivity (SPL @ 1w/1m) ระดับความดังของเสียงวัดที่ 1 วัดต่อ 1 เมตร ไม่น้อยกว่า 91 dB
- Power Handling ทนกำลังขยาย (Program) ไม่น้อยกว่า 120 วัตต์
- Power Handling ทนกำลังขยาย (Peak) ไม่น้อยกว่า 240 วัตต์
- มีค่า Directivity Factor (Q) ไม่น้อยกว่า 7.7 Averaged 1kHz to 6kHz
- มีค่า Directivity Index (DI) ไม่น้อยกว่า 8 Averaged 1kHz to 6kHz
- ตัดความถี่เสียงที่ 2.5 kHz
- ความต้านทาน Nominal Impedance 6 โอห์ม
- สามารถต่อได้ทั้งแบบ 70V และ 100V line ได้
- มีมาตรฐานไม่น้อยกว่า UL-1480 , UL-2043 , CE
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอนี้ อยู่ในรายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานจากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

9. ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาดเล็กติดผนัง (สินค้าในประเทศ) คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้เก็บอุปกรณ์แบบมาตรฐาน ขนาด 12 U
- มีรางเก็บสายไฟและเคเบิลที่เหมาะสมกับจำนวนอุปกรณ์
- ทำด้วยวัสดุที่เป็นโลหะ อบสีอย่างดี
- มีระบบพัดลมระบายความร้อน

10. ค่าติดตั้งงานระบบภาพและเสียง คุณสมบัติทั่วไป

- การติดตั้งทั่วไป
- งานระบบเสียงใช้สายสัญญาณเสียงที่มีมาตรฐานภายใต้ยี่ห้อ BELDEN,CAROL, LINK
- ,AMPHENOL คอนเนคเตอร์ภายใต้ยี่ห้อ AMPHENOL,NEUTRIK, LINK

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-22/38

- งานระบบภาพภายใต้ยี่ห้อ CM,VAVE, BELDEN,CAROL, LINK, KRAMER
- สายไฟฟ้าใช้ภายใต้ยี่ห้อ THAIYASAKI
- งานระบบไฟฟ้าเมนไฟฟ้าผู้ติดตั้งต้องแจ้งความต้องการของกระแสไฟฟ้าโดยเป็นตาราง
- LOAD ไฟฟ้าเพื่อส่งมอบให้ผู้ออกแบบเตรียมไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม
- ผู้รับเหมาจะต้องติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ เพื่อแยกวงจรการใช้ไฟภายใต้ยี่ห้อ SCHNEIDER
- ,SAFE T CUT หรือต้องมีมาตรฐานอุตสาหกรรมรองรับ

14.4 ห้องประชุม ศว. 108

1. สมาร์ททีวีขนาด 86 นิ้ว 4 เค พร้อมขาตั้ง คุณสมบัติทั่วไป

- Real 4K ความละเอียดภาพคมชัดระดับ 4K (3840X2160p)
- Alpha5 AI Processor 4K Gen7 ชิปปประมวลผลยกกระดับภาพ 4K
- Active HDR ภาพ HDR ทั้งแบบ HDR 10 Pro และ HLG
- webOS24 ใช้งานง่าย รองรับการใช้งานด้วยเสียง
- Magic Remote ใช้งานได้เสมือนเมาส์ไร้สาย
- 2.0 Ch/20W พลังเสียง 20 วัตต์ ระบบเสียง 2.0 Ch
- พร้อมขาแขวน

2. แผงรับส่งสัญญาณภาพ ผ่านสาย Lan HDBT คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับ HDMI 2.0b, HDCP 2.2 และ Display Port 1.2a compliant
- รองรับ Video Bandwidth 18Gbps สำหรับสัญญาณ HDMI และรองรับ Video Bandwidth สำหรับสัญญาณ 5.4Gbps
- รองรับความละเอียดสัญญาณภาพได้ถึง 4K2K@50/60Hz 4:4:4
- สัญญาณขาออก HDBaseT สามารถขยายระยะการส่งสัญญาณวิดีโอได้สูงสุด 230 ฟุต / 70 ม. สำหรับ 1080P@60 หรือ 131 ฟุต / 40 ม. สำหรับ 4K@60 ผ่านสายเคเบิลชนิด CAT6/6a/7
- รองรับ 3D, HDR10 และ Dolby Vision
- รูปแบบ Audio รองรับ HDMI: LPCM, Dolby Digital/Plus/EX, Dolby True HD, DTS, DTS-EX,DTS-96/24, DTS High Res, DTS-HD Master Audio, DSD
- รองรับสัญญาณขาเข้าชนิด HDMI และ USB-C
- พอร์ตชาร์จชนิด USB-C
- เฟรมชนิด US one-gang
- การเลือกสัญญาณขาเข้ารองรับ automatic mode และ manual mode
- รองรับ POE function (จาก Receiver ไป Transmitter เท่านั้น)
- เครื่องส่งสัญญาณ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-23/38

- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDBaseT Out 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง (สำหรับชาร์จแบตเตอรี่เท่านั้น)
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง
- เครื่องรับสัญญาณ
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - HDBaseT IN 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDMI OUT 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - AUDIO OUT [Phoenix jack] 1 ช่อง
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง

3. เครื่องผสมสัญญาณเสียงผ่านชุดขยายเสียง คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถเลือกโซนได้ 5 โซน
- USB/ SD/ FM / Recorder
- 4 Mic / 2 Aux (สามารถเลือก Mic 4 หรือ Aux 1 ได้)
- ปรับเสียงทุ้ม – เสียงแหลมได้
- กำลังขับ 120W / 240W / 480W
- ใช้งานกับระบบ 100V Line หรือ 4 โอห์ม
- ระบบพัดลมป้องกันความร้อน Overheat
- การควบคุมโทนเสียง เสียงเบส: ± 10 dB ที่ 100 Hz เสียงแหลม: ± 10 dB ที่ 10 kHz
- MIC 1: ปิดเสียงสัญญาณอินพุตอื่นๆ ด้วยการลดทอน 0-30 dB
- ความเพี้ยนฮาร์โมนิกรวม ต่ำกว่า 1% ที่ 1 kHz, กำลังพิกัด 1/3
- การตอบสนองความถี่ 50 - 20,000 เฮิรตซ์

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-24/38

- สามารถใช้ร่วมกับ EC-380 AS ผ่านสาย RJ45 (Lan) มาพร้อมเสียง Chime ในตัวไมค์
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

4. ลำโพงตู้ ขนาด 6 นิ้ว คุณสมบัติทั่วไป

- ประกอบด้วยตัวขับเคลื่อนเบสขนาด 6 นิ้วพร้อมส่วนความถี่สูงที่ติดตั้งแบบโคแอกเซียล 19 มม. (0.75 นิ้ว)
- ได้รับการรับรองการป้องกันน้ำและฝุ่นตามมาตรฐาน IP64 และขณะนี้อยู่ระหว่างรอสถานะ UL Listed (UL-1480 และ UL-2043)
- ติดตั้งหม้อแปลงไลน์ไว้ภายในสำหรับแอปพลิเคชันเสียงแบบกระจาย 70V หรือ 100V
- การกระจายตัวของทรงกรวยที่ควบคุมได้ 90 องศา
- ตัวตู้เป็นวัสดุ ABS มีสไตรล์และทนทานมีให้เลือกทั้งสีดำและสีขาว
- การตอบสนองความถี่ (-3dB) (1) 80 เฮิร์ต – 20 เฮิร์ต
- ช่วงความถี่ (-10dB) (1) 65 เฮิร์ต – 30 เฮิร์ต
- ความไวของระบบ (1W @ 1m) (2) 88dB
- ครออสโอเวอร์ 4.3kHz (LF)
- ขั้วต่อเป็นชนิดขั้วต่อล็อกแบบถอดได้ชนิด Euroblock พร้อมขั้วต่อสกรูพร้อมระบบ "ต่อพ่วง"
- ความต้านทานที่กำหนดในโหมด LO อิมพีแดนซ์ 6 โอห์ม
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

5. แผงรับสัญญาณ HDMI พร้อมสายต่อ คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นแผงเชื่อมต่อHDMI ตัวแผงเป็นกรอบสแตนเลส เท่ากับปลั๊กไฟในงาน
- มีจุดต่อที่ได้มาตรฐาน

6. ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาดเล็กติดผนัง (สินค้าในประเทศ) คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้เก็บอุปกรณ์แบบมาตรฐาน ขนาด 12 U
- มีรางเก็บสายไฟและเคเบิลเสียบเหมาะสมกับจำนวนอุปกรณ์
- ทำด้วยวัสดุที่เป็นโลหะ อบสีอย่างดี
- มีระบบพัดลมระบายความร้อน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-25/38

7. ค่าติดตั้งงานระบบภาพและเสียง คุณสมบัติตัวไป

- การติดตั้งทั่วไป
- งานระบบเสียงใช้สายสัญญาณเสียงที่มีมาตรฐานภายใต้ยี่ห้อ BELDEN,CAROL, LINK
- ,AMPHENOL คอนเนคเตอร์ภายใต้ยี่ห้อ AMPHENOL,NEUTRIK, LINK
- งานระบบภาพภายใต้ยี่ห้อ CM,VAVE, BELDEN,CAROL, LINK, KRAMER
- สายไฟฟ้าใช้ภายใต้ยี่ห้อ THAIYASAKI
- งานระบบไฟฟ้าเมนไฟฟ้าผู้ติดตั้งต้องแจ้งความต้องการของกระแสไฟฟ้าโดยเป็นตาราง
- LOAD ไฟฟ้าเพื่อส่งมอบให้ผู้ออกแบบเตรียมไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม
- ผู้รับเหมาจะต้องติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ เพื่อแยกวงจรการใช้ไฟภายใต้ยี่ห้อ SCHNEIDER
- ,SAFE T CUT หรือต้องมีมาตรฐานอุตสาหกรรมรองรับ

14.5 ห้องประชุม ศว.101, ศว.100 ระบบเสียง

1. ไมโครโฟนไร้สาย ผ่าน UHF ชนิดมือถือ คุณสมบัติตัวไป

เครื่องรับสัญญาณ

- ประกอบด้วย Rack-Mount 1 ชุด, เครื่องรับสัญญาณ 2 ช่อง, เครื่องส่งสัญญาณ body pack 1 ตัว ไมโครโฟนมือถือ 1 ตัว
- การทำงานแบบดิจิตอล 24 บิต/48 kHz
- ความถี่ 2.4 GHz
- สามารถเลือกความถี่ได้อัตโนมัติ
- เครื่องรับสัญญาณ
- ปีนโมดูลดิจิตอล 24 บิต/48 kHz ที่ทำงานในช่วง 2.4 GHz พร้อมเครื่องส่งไมโครโฟน
- ตัวรับสัญญาณไร้สายดิจิตอลแบบยืดหยุ่น (2.4 GHz)
- โมดูลตัวรับ ติดตั้งง่ายโมดูลนี้ยังสามารถใช้จากกระยะไกลและเชื่อมต่อผ่านสายอีเธอร์เน็ต และใช้งานได้ห่างจากแชสซี สูงสุด 328 ฟุต มีเสาอากาศ 2 ต้นพร้อมที่ยึดตัวรับสัญญาณ 1 อัน
- ไมโครโฟนแบบมือถือจำนวน 2 ตัว
- ทำงานในช่วง 2.4 GHz
- เป็นไมโครโฟนชนิดไดนามิก
- มีไฟแสดงสถานะเปิด/ปิด/ปิดเสียง/แบตเตอรี่แสดงสถานะการทำงาน และแจ้งเมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมด หหมด หรือติดตั้งไม่ถูกต้อง
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่น่าเชื่อถือครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-26/38

2. ไมโครโฟนไร้สาย แบบมือถือ (ใช้สาย) คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไมโครโฟนแบบมือถือชนิด Dynamic
- มุมรับเสียงชนิด Cardioid
- มีค่าความไว Open Circuit Sensitivity เท่ากับ -55dB (1.7 mv) re 1v at 1Pa
- ความต้านทาน 300 โอห์ม
- มีสวิตช์เปิด/ปิดไมโครโฟน แบบ MagnaLock
- มีขั้วต่อสัญญาณแบบ XLRM
- แม่เหล็กที่เลือกใช้เป็นแบบชนิด neodymium magnet
- คอจับไมโครโฟนเป็นอุปกรณ์มาตรฐาน
- มีสายพร้อมปลั๊กยาว 4.5 เมตร มาพร้อมไมโครโฟน
- ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 90Hz – 16,000Hz
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานจากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

3. เครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องปรับแต่งสัญญาณระบบดิจิทัลขนาด 8 input / 8 output และ 8 Channel input หรือ output
- มีระบบประมวลผลแบบ 24-bit/AD/DA converters
- สามารถเชื่อมต่อ Audio USB ได้ถึง 16 Channel
- รองรับ Network Audio ได้สูงสุด 128x128 ช่อง
- มีซอฟต์แวร์ Acoustics Echo Cancellation (AEC)
- สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับ ระบบโทรศัพท์ ระบบ อนาล็อก (POTS telephone Interface)
- สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับ ระบบโทรศัพท์ ระบบ ดิจิตอล (VoIP Softphone Interface)
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานจากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิตหรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

คุณสมบัติทางเทคนิค

- Input Frequency Response(20Hz-20kHz @ +21dBu): +0.05 dB / -0.5 dB
- THD +N(20Hz-20KHz @ -10dBu) line level : < 0.0006%
- Dynamic Range(20Hz-20KHz ,@ -10 dBu) : > 104.6 dB
- Crosstalk (@ 1KHz) line level : > 110 dB
- Input Impedance : 5K ohms
- Input Gain Range : -39dBu to +21dBu

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-27/38

- Output Impedance : 220 ohms
- Sampling Rate : 24bit
- A/D - D/A converter :24 bit
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

4. โปรแกรม คำสั่งสำหรับเครื่องควบคุม คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไบนารีสำหรับ (ไปเซสเซอร์) / เครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล
- เป็นสินค้าที่ห่อหุ้มเกี่ยวกับเครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงแบบดิจิทัลSCRIPTING ENGINE

5. โปรแกรม ซอฟต์แวร์ สำหรับเครื่องควบคุม คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไบนารีสำหรับ (ไปเซสเซอร์) / เครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล
- เป็นสินค้าที่ห่อหุ้มเกี่ยวกับเครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงแบบดิจิทัลUCI DEPScripting

6. ตู้ลำโพง 2 ทาง แบบมีเครื่องขยายในตัว ลำโพง 12 นิ้ว คุณสมบัติทั่วไป

- ตู้ลำโพงมีแอมป์ขยายในตัว 2,500 วัตต์ 2 ทาง ขนาด 12 นิ้ว และดอกลำโพงทวิตเตอร์ ขนาด 1 นิ้ว
- มีระบบการประมวลผลโดยใช้ KLARK TEKNIK DSP ควบคุมการทำงานทั้งหมด
- มีช่องสัญญาณขาเข้า 1 ช่อง แบบ Combojack/XLR
- มีช่องสัญญาณขาออก 1 ช่อง แบบ XLR
- มีช่องต่อ ULTRANET รองรับการใช้งาน เชื่อมต่อสายสัญญาณเสียง อีเธอร์ 16 ช่อง 24-bit digital ผ่านสาย LAN
- จอแสดงผลเป็น LCD ขนาด 128 x 32, blue, backlit แสดงสถานการณ์ทำงานชัดเจนและปรับได้ง่ายดาย
- มีช่องต่อ USB สำหรับเชื่อมต่อผ่านคอมพิวเตอร์
- ตู้ลำโพงทำจากไม้หนา 15 มิล อย่างดี
- ตัวลำโพงขับเคลื่อนด้วยตัวนำหนักที่เบา
- มีตะแกรงเหล็กปิดที่ด้านหน้าเต็ม ป้องกันด้านหน้าลำโพง
- มีจุดสำหรับเสียบเสา
- มีจุดสำหรับแขวนได้
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-28/38

7. ตู้ลำโพง 6 เฟส 15 นิ้ว แบบมีเครื่องขยายในตัว คุณสมบัติทั่วไป

- ตู้ลำโพงพร้อมขยายเสียง ขับรูปเฟรเควนซีด้านหน้า 3000 วัตต์ 15"
- กำลังขับสูงสุดที่ 3,000 วัตต์
- ตอบสนองความถี่ ที่ 45 Hz - 150 Hz ± 3 dB, 38 Hz - 150 Hz ± 10 dB
- 1 x แจ็ค/INPUT XLR, 1 x OUTPUT XLR, Neutrik powerCON* Mains In, USB, ULTRANET In และ Thru
- ความดังต่อเนื่อง 126 dB, สูงสุด 132 dB
- ตู้ไม้อัดเบียร์ขนาด 18 มม. (3/4 นิ้ว) เคลือบสีดำกึ่งด้านที่ทนทาน
- รีโมทคอนโทรล USB ผ่านพีซีหรือคอมพิวเตอร์ Mac
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่น่าเชื่อถือครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

8. เครื่องขยายเสียง ขนาด 200 วัตต์ คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องขยายเสียง 2 ช่องสัญญาณแบบ 200 วัตต์ output
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ ที่ 16 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ ที่ 8 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ ที่ 4 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ ที่ 2 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ ที่ 70 และ 100 โวลท์
- ตอบสนองความถี่ 2 Hz – 40 kHz
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 112dBA
- มีค่าความไวของสัญญาณด้านเข้า (Input Sensitivity) ที่ 8 โอห์ม ไม่น้อยกว่า 4dBu
- มีค่าความต้านทานด้านเข้า (Input Impedance) 20,000 โอห์ม
- มีสวิตช์ปิด-เปิด อยู่ด้านหลังเครื่องพร้อมมีไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- มีขอลุ่มปรับระดับเสียงอยู่ด้านหลังเครื่อง
- มี DIP SWITCH อยู่ด้านหลังเครื่อง
- มีพัดลมระบายความร้อน
- มีระบบ PROTECTION ป้องกันความเสียหายของเครื่อง
- ตัวเครื่องมีขนาด 1U
- สามารถยึดกับตู้แร็คมาตรฐาน 19 นิ้วได้
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่น่าเชื่อถือครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งาน จากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-29/38

การให้บริการหลังการขาย

9. เครื่องเชื่อมสัญญาณ Network ขนาด 8 ช่อง คุณสมบัติทั่วไป

- มีพอร์ต Ethernet แบบ 10/100/1000Mbps ขนาด 8 ช่อง หรือดีกว่า
- มีพอร์ต SFP Slots แบบ 1000Mbps หรือดีกว่า
- สนับสนุนการทำ VLAN ได้หรือดีกว่า
- รองรับการทำงานจ่ายไฟแบบ POE ไม่น้อยกว่า 53 วัตต์
- มีพอร์ตมาตรฐาน IEEE 802.3af รองรับ
- กำลังการเชื่อมสัญญาณ 20Gbps.

10. กล่องขยายสัญญาณ คุณสมบัติทั่วไป

- Dual Band Gigabit
- มาตรฐานไร้สาย : IEEE 802.11ac/n/g/b/a
- อัตราสัญญาณ : ไร้สาย 5 GHz: สูงสุด 867 Mbps 2.4 GHz: สูงสุด 300 Mbps
- อินเทอร์เฟซ : Gigabit Ethernet (RJ-45) (รองรับ IEEE802.3af PoE)
- พาวเวอร์ซัพพลาย : 802.3af/A PoE
- ประเภทเสาอากาศ : 2 Omni ภายใน (2.4GHz: 4dBi , 5GHz: 4dBi)
- Band Steering ย้ายอุปกรณ์คู่เชื่อมไปยังแบนด์ 5GHz ที่กว้างขึ้นโดยอัตโนมัติ เพื่อการเชื่อมต่อที่รวดเร็วยิ่งขึ้น
- มาตรฐาน IEEE 802.11ac/n/g/b/a
- เสาอากาศ 3 Omni ภายใน, 2.4GHz: 4dBi, 5GHz: 5dBi
- ช่วงความถี่ 2.4GHz และ 5GHz
- กำลังส่งไร้สาย CE: $\leq 20\text{dBm}(2.4\text{GHz}, \text{EIRP}), \leq 23\text{dBm}(5\text{GHz}, \text{EIRP})$
- อัตราข้อมูล 5GHz : สูงสุด 867Mbps, 2.4GHz : สูงสุด 450Mbps
- รองรับระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์ วินโดวส์ XP, วิสต้า, วินโดวส์ 7, วินโดวส์ 8, วินโดวส์ 10, ลินุกซ์

11. แผงควบคุมแบบสัมผัสไร้สายขนาด 10.9 นิ้ว คุณสมบัติทั่วไป

จอภาพ

- จอภาพ Liquid Retina
- จอภาพ Multi-Touch แตะไฉท์แบบ LED ขนาด 10.9 นิ้ว (แนวทแยง) พร้อมเทคโนโลยี IPS
- ความละเอียด 2360 x 1640 พิกเซล ที่ 264 พิกเซลต่อนิ้ว (ppi)
- การแสดงผลแบบ True Tone
- ความสว่าง 500 นิต

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-30/38

- เคลือบสารกันรอยนิ้วมือ
- รองรับ Pencil (USB-C)
- จอภาพ มีมุมมน และเมื่อวัดเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากในแนวทแยงแล้ว หน้าจอ
- จะมีขนาด 10.86 นิ้ว พื้นที่สำหรับการดูจริงมีขนาดน้อยกว่า
- จับคู่และชาร์จ โดยใช้อะแดปเตอร์ USB-C เป็น Apple Pencil

ชิป

- 46 ชิป A14 Bionic
- CPU แบบ 6-core
- กราฟิกแบบ 4-core
- Neural Engine แบบ 16-core กล้อง
- กล้องไวด์ 12MP, รูรับแสงขนาด $f/1.8$
- ซูมดิจิทัลได้สูงสุด 5 เท่า
- ซูมเลนส์ 5 ขั้ว
- ขอได้โฟกัสด้วย Focus Pixels
- พาโนรามา (สูงสุด 63MP)
- HDR อัจฉริยะ 3
- แแนข้อมูลพิกัดตำแหน่งในภาพถ่าย
- ระบบป้องกันภาพสั่นไหวอัตโนมัติ
- โหมดภาพถ่ายต่อเนื่อง
- รูปแบบไฟล์ภาพที่บันทึก: HEIF และ JPEG การบันทึกวิดีโอ
- บันทึกวิดีโอระดับ 4K ที่ 24 fps, 25 fps, 30 fps หรือ 60 fps
- บันทึกวิดีโอระดับ HD 1080p ที่ 25 fps, 30 fps หรือ 60 fps
- บันทึกวิดีโอระดับ HD 720p ที่ 30 fps หรือ 60 fps
- รองรับวิดีโอสโลว์โมชั่น 1080p ที่ 120 fps หรือ 240 fps
- ระบบป้องกันภาพวิดีโอสั่นไหวในคุณภาพระดับภาพยนตร์ (1080p และ 720p)
- วิดีโอขอได้โฟกัสแบบต่อเนื่อง
- ซูมขณะเล่น
- รูปแบบไฟล์วิดีโอที่บันทึก: HEVC และ H.264 กล้องหน้า
- กล้องอัลตราไวด์ 12MP ในแนวนอน, มุมมองภาพ 122°
- รูรับแสงขนาด $f/2.4$
- HDR อัจฉริยะ 3
- บันทึกวิดีโอระดับ HD 1080p ที่ 25 fps, 30 fps หรือ 60 fps

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-31/38

- ช่วงไดนามิกกว้างขึ้นสำหรับวิดีโอที่มีอัตราความเร็วของเฟรมสูงสุด 30 fps
- ระบบป้องกันภาพวิดีโอสีในคุณภาพระดับภาพยนตร์ (1080p และ 720p) การปรับแก้เลนส์
- Retina Flash
- ระบบป้องกันภาพสีในจออัตโนมัติ
- โหมดภาพถ่ายต่อเนื่อง
- FaceTime แบบวิดีโอ
- คุณสมบัติจัดให้อยู่ตรงกลาง ลำโพง
- ลำโพงสเตอริโอในแนวนอน
- ไมโครโฟนคู่สำหรับการโทร การบันทึกวิดีโอ และการบันทึกเสียง

12. เครื่องส่งสัญญาณภาพแบบไร้สาย คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับ 3.5 mm Aux out
- Plug and Play ไม่จำเป็นต้องใช้ไดรเวอร์เพิ่มเติม
- รองรับ single display mode และ dual display mode
- สามารถควบคุมโฮสต์จากเครื่องรับสัญญาณผ่านเมาส์หรือจอยสติ๊กด้วย reverse-control function (ไม่รองรับ Mac OS)
- รองรับ WIDI / Miracast / DLNA / Airplay
- ระยะการส่งสัญญาณแบบไร้สายสูงสุด 98 ฟุต/ 30 ม. (ไม่มีสิ่งกีดขวาง) ด้วยความละเอียด 1080p หรือ 4K30Hz ความถี่ในการส่งผ่าน WIFI 5GHz
- ระบบที่สามารถทำงานร่วมกันได้: Windows 7/8.1/10/11/MasOS/Smart Phone IOS/Android

13. แผงรับส่งสัญญาณ ภาพผ่านสาย LAN (HDBT) คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับ HDMI 2.0b, HDCP 2.2 และ Display Port 1.2a compliant
- รองรับ Video Bandwidth 18Gbps สำหรับสัญญาณ HDMI
- และรองรับ Video Bandwidth สำหรับสัญญาณ 5.4Gbps
- รองรับความละเอียดสัญญาณภาพได้ถึง 4K2K@50/60Hz 4:4:4
- สัญญาณขาออก HDBaseT สามารถขยายระยะการส่งสัญญาณวิดีโอได้สูงสุด 230 ฟุต / 70 ม. สำหรับ 1080P@60 หรือ 131 ฟุต / 40 ม. สำหรับ 4K@60 ผ่านสายเคเบิลชนิด CAT6/6a/7
- รองรับ 3D, HDR10 และ Dolby Vision
- รูปแบบ Audio รองรับ HDMI: LPCM, Dolby Digital/Plus/EX, Dolby True HD, DTS, DTS-EX,DTS-96/24, DTS High Res, DTS-HD Master Audio, DSD
- รองรับสัญญาณขาเข้าชนิด HDMI และ USB-C

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-32/38

- พอร์ตชาร์จชนิด USB-C
- เฟรมชนิด US one-gang
- การเลือกสัญญาณขาเข้ารองรับ automatic mode และ manual mode
- รองรับ POE function (จาก Receiver ไป Transmitter เท่านั้น)
- เครื่องส่งสัญญาณ
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDBaseT Out 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
 - USB-C 1 ช่อง (สำหรับชาร์จแบตเตอรี่เท่านั้น)
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง
- เครื่องรับสัญญาณ
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - HDBaseT IN 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDMI OUT 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - AUDIO OUT [Phoenix jack] 1 ช่อง
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - RS-232 [3-pin phoenix connector] 1 ช่อง
 - FW [Micro USB, Update port] 1 ช่อง

14. กล้องรับส่งสัญญาณผ่าน HDBT คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับ HDCP 2.2 / HDCP 1.4 and DVI 1.0 compliant
- รองรับ Video Bandwidth 18Gbps สำหรับสัญญาณ HDMI
- ระยะการส่งสัญญาณวิดีโอสามารถขยายระยะทางได้สูงสุด 394 ฟุต / 120 ม. สำหรับสัญญาณ 4K2K และ 492 ฟุต / 150 ม. สำหรับสัญญาณ 1080P ผ่านสายเคเบิลชนิด Cat5e/6
- รองรับสัญญาณขาออกชนิด one HDMI loop บนตัวส่งสัญญาณ
- รองรับ Audio de-embedded ผ่าน analog stereo output บนตัวรับสัญญาณ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-33/38

- รูปแบบ Audio รองรับ HDMI: LPCM 2.0/2.1/5.1/6.1/7.1, Dolby Digital, Dolby TrueHD, Dolby Digital Plus(DD+), DTS-ES, DTS HD Master, DTS HD-HRA, DTS-X
- มีระบบส่งสัญญาณผ่าน bi-directional IR, RS-232 and CEC
- รองรับ HDR, HDR10+, Dolby Vision and HLG function
- รองรับ PoC (Power over Cable) function
- เครื่องส่งสัญญาณ
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDMI OUT 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - HDBaseT Out 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
- เครื่องส่งสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - IR IN [3.5mm Stereo Mini-jack] 1 ช่อง
 - IR OUT [3.5mm Stereo Mini-jack] 1 ช่อง
 - RS-232 [Phoenix jack] 1 ช่อง
 - SERVICE [Mini-USB, Update port] 1 ช่อง
- เครื่องรับสัญญาณ
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 1 ช่อง (RJ45, 8-pin ตัวเมีย)
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องขาออกมี
 - HDMI OUT 1 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - AUDIO OUT [3.5mm Stereo Mini-jack] 1 ช่อง
- เครื่องรับสัญญาณ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - IR IN [3.5mm Stereo Mini-jack] 1 ช่อง
 - IR OUT [3.5mm Stereo Mini-jack] 1 ช่อง
 - RS-232 [Phoenix jack] 1 ช่อง
 - SERVICE [Mini-USB, Update port] 1 ช่อง

15. เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก คุณสมบัติทั่วไป

- Windows 11 Home + Microsoft Office Home & Student 2021
- โปรเซสเซอร์ Intel Core i7-1355U (1.7GHz ถึง 5.0GHz, Intel Smart Cache 12MB)
- หน้าจอแสดงผล 15.6" 1920x1080 (FHD), WVA, 120Hz, 250nits

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-34/38

- ป้องกันแสงสะท้อน, แบ็คไลท์ LED, จอแสดงผลขอบแคบ
- หน่วยความจำหลัก 8GB (8GB x1) DDR4 2666MHz
- พื้นที่จัดเก็บ 512GB PCIe NVMe M.2 SSD
- กล้องเว็บ เว็บแคม Widescreen HD 720P ในตัวพร้อมอาร์เรย์ไมโครโฟนดิจิทัลคู่
- พอร์ต 1x พอร์ต HDMI 1.4, 1x พอร์ต USB 3.2 Gen 1, 1x พอร์ต USB 3.2 Gen 1 (Type-C), 1x พอร์ต USB 2.0

16. แผงรับสัญญาณไมโครโฟน คุณสมบัติทั่วไป

- ใช้เพลทมาตรฐานตามยี่ห้อที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้
- คอนเนคเตอร์ภายใต้ยี่ห้อ AMPHENOL, NEUTRIK, LINK

17. แผงต่อลำโพงมอนิเตอร์ คุณสมบัติทั่วไป

- ใช้เพลทมาตรฐานตามยี่ห้อที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้
- คอนเนคเตอร์ภายใต้ยี่ห้อ AMPHENOL, NEUTRIK, LINK

18. เครื่องสลับสัญญาณภาพและเสียง คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับ HDCP 2.2
- รองรับ Video Bandwidth 18Gbps โดย HDMI 2.0
- รองรับความละเอียดสัญญาณภาพได้ถึง 4K2K@60Hz 4:4:4
- HDMI audio รองรับ : LPCM, Dolby Digital/Plus/EX, Dolby True HD, DTS, DTSEX, DTS-96/24, DTS High Res, DTS-HD Master Audio
- สลับสัญญาณภาพแบบไร้รอยต่อ
- มีระบบภาพหลายมุมมองแบบกำหนดได้ 12 รูปแบบ และภาพประกอบใน video wall ได้ 9 รูปแบบ
- รองรับ CEC control และ multiple video resolution output
- มีระบบการจัดการ EDID
- ควบคุมผ่านปุ่มหน้าเครื่อง, Remote Control , RS-232, และ Web GUI
- เครื่องสลับภาพ ช่องขาเข้ามี
 - HDMI IN 4 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - ช่อง L/R AUDIO ขาเข้า 4 ช่อง (3.81mm, 3pin Phoenix Connector)
- เครื่องสลับภาพ ช่องขาออกมี
 - HDMI Out 4 ช่อง (Type A, 19-pin ตัวเมีย)
 - ช่อง L/R AUDIO ขาออก 4 ช่อง (3.81mm, 3pin Phoenix Connector)
 - OPTICAL OUTPUT [S/PDIF] 4 ช่อง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-35/38

- เครื่องสลับภาพ ช่องสัญญาณควบคุมมี
 - TCP/IP [RJ45] 1 ช่อง
 - RS-232 [D-Sub 9] 1 ช่อง
 - IR EXT [3.5mm Stereo Mini-jack] 1 ช่อง
 - IR INPUT [3.5mm, Stereo Mini-jack] 4 ช่อง
 - IR OUTPUT [3.5mm, Stereo Mini-jack] 4 ช่อง

19. ลำโพงแบบติดฝ้า เพดาน ขนาด 6 นิ้ว คุณสมบัติทั่วไป

- ลำโพงเสียงทุ้มขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว จำนวน 1 ตัว ชนิด โพลีโพรพิลีน
- ลำโพงเสียงแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 0.75 นิ้ว จำนวน 1 ตัว coaxially mounted
- Frequency Response (-3dB) ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 79Hz - 21,000Hz
- Frequency Range (-10 dB) ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 60Hz - 24,000Hz
- Sensitivity (SPL @ 1w/1m) ระดับความดังของเสียงวัดที่ 1 วัดต่อ 1 เมตร ไม่น้อยกว่า 91 dB
- Power Handling ทนกำลังขยาย (Program) ไม่น้อยกว่า 120 วัตต์
- Power Handling ทนกำลังขยาย (Peak) ไม่น้อยกว่า 240 วัตต์
- มีค่า Directivity Factor (Q) ไม่น้อยกว่า 7.7 Averaged 1kHz to 6kHz
- มีค่า Directivity Index (DI) ไม่น้อยกว่า 8 Averaged 1kHz to 6kHz
- ตัดความถี่เสียงที่ 2.5 kHz
- ความต้านทาน Nominal Impedance 6 โอห์ม
- สามารถต่อได้ทั้งแบบ 70V และ 100V line ได้
- มีมาตรฐานไม่น้อยกว่า UL-1480 , UL-2043 , CE
- มีหนังสือรับรองสินค้าที่นำเสนอครั้งนี้ อยู่ในการสายการผลิตเป็นของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานจากผู้ผลิตหรือสาขาผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องตามกฎหมายภายในประเทศไทยเท่านั้น เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

20. ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาดกลาง (สินค้าในประเทศ) คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้เก็บอุปกรณ์แบบมาตรฐาน ขนาด 27 U
- มีรางเก็บสายไฟและเต้าเสียบเหมาะสมกับจำนวนอุปกรณ์
- ทำด้วยวัสดุที่เป็นโลหะ อบสีอย่างดี
- มีระบบพัดลมระบายความร้อน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-36/38

21. ค่าติดตั้งระบบเสียงและเดินสายสัญญาณ คุณสมบัติทั่วไป

- การติดตั้งทั่วไป
- งานระบบเสียงใช้สายสัญญาณเสียงที่มีมาตรฐานภายใต้ยี่ห้อ BELDEN,CAROL, LINK ,AMPHENOL คอนเนคเตอร์ภายใต้ยี่ห้อ AMPHENOL,NEUTRIK, LINK
- งานระบบภาพภายใต้ยี่ห้อ CM,VAVE, BELDEN,CAROL, LINK, KRAMER
- สายไฟฟ้าใช้ภายใต้ยี่ห้อ THAIYASAKI
- งานระบบไฟฟ้าเมนไฟฟ้าผู้ติดตั้งต้องแจ้งความต้องการของกระแสไฟฟ้าโดยเป็นตาราง
- LOAD ไฟฟ้าเพื่อส่งมอบให้ผู้ออกแบบเตรียมไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม
- ผู้รับเหมาจะต้องติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ เพื่อแยกวงจรการใช้ไฟภายใต้ยี่ห้อ SCHNEIDER,SAFE T CUT หรือต้องมีมาตรฐานอุตสาหกรรมรองรับ

ระบบภาพ

22. จอภาพแอลอีดี ชนิด SMD ประเภท พี 1.56 ขนาดจอ 4.40 x 1.80 ม คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นจอแอลอีดี แบบติดตั้งภายใน ขนาดพิชไม่เกิน P1.56 มม. (P1.56)
- เป็นจอแอลอีดีโมดูลแบบ Types Module Display & Cabinet
- ต้องเป็นหลอดประเภท LED Mini COB เทคโนโลยี Fip-chip COB ต้องมาจากผู้ผลิตที่มีมาตรฐานสูงและน่าเชื่อถือ
- พร้อมเอกสารรับรองตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต
- มีระบบชิปปรับเทียบสีบนโมดูล (Color Calibration Chip on Module)
- มีค่าความสว่างที่แตกต่างกันแต่ละโมดูล (Deviation of Led Luminance, after calibration below 396) ไม่เกิน 3%
- จอภาพเป็นการซ่อมบำรุงจากด้านหน้า และด้านหลัง (Front & Rear)
- ขนาดความหนาแน่นพิกเซลของ cabinet (กว้าง x สูง) ไม่น้อยกว่า 640 x 360 dots
- ขนาดของโมดูล (กว้าง x สูง) ขนาดไม่น้อยกว่า 200 x 150 มม.
- ขนาดความหนาแน่นพิกเซลของโมดูล (กว้าง x สูง) ไม่น้อยกว่า 160 x 180 dots
- Module ต้องถูก Coating Nano-optical material เพื่อป้องกันรอยขีดข่วน แรงกระแทก และทำความสะอาดได้ ด้วย
- Board ประกอบไปด้วย PSU, HUB, Receiving Card Build on Board
- น้ำหนักของตู้ (Cabinet) ไม่มากกว่า 6 กิโลกรัมต่อโมดูล
- ความหนาแน่นของพิกเซลไม่ต่ำกว่า 1,155,625 พิกเซลต่อตารางเมตร
- มีมาตรฐานไอพี 54 (IP) ป้องกันฝุ่นได้ ป้องกันน้ำละอองน้ำได้จากทุกทิศทาง
- หลอดแอลอีดีต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 100,000 ชั่วโมง
- อัตราการรีเฟรช ไม่น้อยกว่า 3,840 เฮิร์ตซ์ และรองรับอัตราเฟรมเรทไม่น้อยกว่า 60 เฮิร์ตซ์
- ความสม่ำเสมอของแสงไม่น้อยกว่า 97%
- จอแสดงภาพมีค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 600 NITs (แคนเดลาต่อตารางเมตร)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-37/38

- อัตราความคมชัดไม่น้อยกว่า 10000 : 1

23. เครื่องควบคุมจอภาพ คุณสมบัติทั่วไป

- อุปกรณ์ควบคุมจอแสดงผล LED (ชุดคอนโทรล)
- เครื่องควบคุมจอ LED
- รองรับการควบคุมระบบจอแสดงผล (LED Full Color)
- สามารถแสดงผลตามสัดส่วนที่กำหนด และแสดงผลเต็มพื้นที่จอแสดงผล (full screen display)
- สามารถปรับตั้งค่าแสงสว่างจอ LED และสามารถปรับเทียบสี LED
- แต่ละดวงได้ (Chroma calibration on each LED)
- มีระบบตรวจสอบ (Test Mode) หน้าจอแสดงผล แดง เขียว ฟ้า ขาว
- สำหรับการตรวจสอบเดดพิกเซล (DEAD Pixels) จากคอนโทรลเลอร์โดยตรง
- สามารถรองรับการเชื่อมต่อ Fiber Optic ชนิด Single Mode
- สามารถรองรับความละเอียดภาพได้ไม่น้อยกว่า 4K x 1K@60Hz Resolution/ 3.9 ล้าน พิกเซล
- มีช่องสัญญาณขาเข้าทั้งหมด 1ช่อง 3G-SDI/ 2 ช่อง (HDMI 1.8)/ 1ช่อง 10G Optical fiber
- มีช่องสัญญาณขาออกทั้งหมด ETHERNET: 6 ช่อง
- LAN RJ45 Signal Maximum 100m./ 1ช่อง HDMI1.3

24. ค่าเดินสายสัญญาณ และ ตู้ไฟ คุณสมบัติทั่วไป

- โครงสร้างเป็นเหล็กพ่นสีอย่างดี
- ยึดเกาะกับกำแพงและโครงสร้างฝ้าเพดาน
- ด้านข้างขอบจอมีกรอบเป็นคอมโพสิต หรือขอบอลูมิเนียม
- เดินสาย Lan และติดตั้งเดินสายสายพาวเวอร์และตู้เมนไฟฟ้า 3 เฟส

25. จอทีวีขนาด 43 นิ้ว 4 เค พร้อมชุดขาแขวนจอ คุณสมบัติทั่วไป

- พลังชิปประมวลผล Crystal Processor 4K
- ภาพคมชัดด้วยความละเอียดระดับ 4K (3,840 x 2,160) Refresh Rate 60 Hz
- พลังเสียงรวมถึง 20 วัตต์ ชัดเจนด้วยทิศทางเสียง 2.0 ch
- รองรับการเชื่อมต่อด้วย Wi-Fi 5 และ Bluetooth 5.2
- รองรับการเชื่อมต่อHDMI2.0 : 4K@60Hz ทั้ง 3 ช่อง และรองรับ USB จำนวน 1 ช่อง
- มีช่องรับEthernet (LAN) 1 ช่อง , Digital Audio Out 1 ช่อง
- เข้าถึงคอนเทนท์จาก Netflix และ Browser ได้ง่ายๆ ด้วยปุ่มบนรีโมท
- ภาพมีความละเอียด : 3,840 x 2,160, 4K

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 14-38/38

26. ค่าติดตั้งจอ คุณสมบัติทั่วไป

- คำนวณโครงสร้างการติดตั้งจอได้ เพื่อให้รองรับน้ำหนักจอได้ตามมาตรฐาน
- วิศวกรคำนวณโครงสร้างจอได้มีใบประกอบการเขียนแบบ
- เหล็กที่ใช้ในการติดตั้งต้องได้มาตรฐาน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 15-1/5

15. ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ On Grid system

1. ความต้องการทั่วไป

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบไม่มีแบตเตอรี่ขนาดไม่น้อยกว่า 40 kW เพื่อเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าปกติเป็นการลดค่าใช้ไฟฟ้าในเวลากลางวันที่มีแสงแดด การเชื่อมต่อบริษัทผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์ เซลล์นั้นจะถูกแปลงจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับด้วยอินเวอร์เตอร์กริด (Grid Tie Solar Inverter) แล้วต่อเข้ากับเบรกเกอร์ย่อยของผู้ไฟฟ้าย่อยของอาคาร ระบบดังกล่าวได้รับการออกแบบให้ผลิตไฟฟ้าแล้วจ่ายเข้าสู่ระบบโดยตรง โดยไม่มีการเก็บกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่ (On Grid system)

2. ระบบต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลักอย่างน้อยดังนี้

- 2.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV module)
- 2.2 โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV module support)
- 2.4 อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Tie Solar Inverter)
- 2.5 ชุดอุปกรณ์ตัดตอนและระบบป้องกันไฟฟ้าที่ผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์ (AC/DC Panel & Protection)
- 2.6 ระบบท่อ สายไฟฟ้า ระบบกราวด์ และระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้อง (Balance Of Systems)
- 2.7 ระบบเฝ้าดูการทำงาน (Monitoring System)

3. การทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ของโครงการ

- 3.1 ในเวลากลางวัน แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตไฟฟ้ากระแสตรง
- 3.2 เครื่องแปลงไฟฟ้าจะเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าตรงให้เป็นกระแสไฟฟ้าสลับทันที(ไม่มีการใช้แบตเตอรี่)

3.3 ไฟฟ้ากระแสสลับจะไหลไปสู่ระบบไฟฟ้าของอาคารตามวงจรที่ต่อเชื่อมไว้กรณีที่โหลดของวงจรดังกล่าวกินกระแสไฟมากกว่าที่ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ของโครงการผลิตได้กระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าจะจ่ายเสริมให้เพียงพอโดยอัตโนมัติตามที่ออกแบบไว้ ในกรณีที่ระบบไฟฟ้าอาคารมีความต้องการพลังงานน้อยกว่าพลังงานที่ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ต้องปรับลดปริมาณหรือตัดระบบการผลิตพลังงานแบบอัตโนมัติเพื่อไม่ให้มีพลังงานส่วนเกินไหลย้อนเข้าสู่ระบบการไฟฟ้าฯ ตามประกาศเรื่องมาตรฐานการต่อขนานไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

4. การรับประกันระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

4.1 รับประกันระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 25 ปี (Linear Power output warranty) โดยที่

- กำลังไฟฟ้าเอาต์พุตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในสิ้นปีที่ 10 จะไม่น้อยกว่า 93%ของค่าในแคตตาล็อก
- กำลังไฟฟ้าเอาต์พุตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในสิ้นปีที่ 30 จะไม่น้อยกว่า 84%ของค่าในแคตตาล็อก

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 15-2/5

- 4.2 รับประกันความไม่บกพร่องอื่นๆของแผงโซลาร์เซลล์ไม่น้อยกว่า 15 ปี (Product Warranty)
- 4.3 รับประกันเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 5 ปี
- 4.4 รับประกันวัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ ไม่น้อยกว่า 2 ปี

5. ข้อมูลทางเทคนิค

5.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module) ชนิด Mono Crystalline silicon จะต้องมีความพิสัยการผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 540 Wp และมีเครื่องหมายการค้าและรุ่นเดียวกัน
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผ่านการรับรองมาตรฐาน มอก. 1843 หรือมาตรฐาน IEC 61215 IEC 61730
- ค่าแรงดันไฟฟ้ากำลังเปิด (Voc) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องไม่น้อยกว่า 41 Vdc และแรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด Vmp ไม่น้อยกว่า 35 Vdc และค่า Temperature Coefficient of Power Maximum ไม่น้อยกว่า -0.35 เปอร์เซ็นต์ต่อองศาเซลเซียส เมื่อทดสอบที่สภาวะ Standard Test Condition (STC) ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ 1,000 วัตต์/ตร.ม. ณ อุณหภูมิแผงเซลล์ฯ 25 องศาเซลเซียส, Air mass 1.5G
- ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction Box) หรือหัวต่อสาย(Terminal Box) ที่มีการปิดผนึกหรือมีฝาที่ปิดล็อกได้อย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดี และต้องมีวัสดุป้องกันการซึมของน้ำ ภายในกล่องต่อสายไฟต้องมีหัวต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรง ทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้และมีอายุการใช้งานเทียบเท่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- กรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องทำจากวัสดุที่ทำจากโลหะปลอดสนิม มีความมั่นคงแข็งแรงเหมาะสมสำหรับติดตั้งบนอาคาร/หลังคาอาคาร
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอราคาจะต้องได้รับการรับรองประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 25 ปี และรับประกันกำลังการผลิตไฟฟ้าจะไม่น้อยกว่า 84% ภายใน 25 ปี จากเจ้าของผลิตภัณฑ์
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นยี่ห้อที่มีสำนักงานใหญ่อยู่ใน ยุโรป เอเชีย หรือไทยเท่านั้น
- มีตัวแทนจำหน่ายตั้งอยู่ในประเทศไทย พร้อมแนบหลักฐานเอกสารการแต่งตั้งตัวแทนไม่เกิน 6 เดือน

6. โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

- วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด เช่น L-feet , Clip Lock , Mid Clamp , End Clamp และ ตัวต่อราง(Rail Splice) ต้องทำจากอลูมิเนียมเกรด 6005-T5 ที่มีการชุบด้วยอโนไดซ์ โดยรอบชิ้นงาน รวมทั้งบริเวณรอยตัดของชิ้นงานด้วยความหนาไม่น้อยกว่า 10 ไมครอน (Anodized AL6005-T5) หรือดีกว่า
- อุปกรณ์สำหรับต่อรางที่ใช้รองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หรือ ตัวต่อราง (Rail Splice) ต้องมีลักษณะเป็นแผ่นประกบ 2 ชิ้น ยึดอยู่ภายในรางกับภายนอกรางด้วย Bolt และต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร เพื่อช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้างทั้งระบบ
- ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ออกแบบ สำหรับใช้กับการติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยเฉพาะ และผลิตสำเร็จจากโรงงาน สามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนย่อยๆ และประกอบได้อย่าง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 15-3/5

สะดวก มีความมั่นคง แข็งแรง และโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีน้ำหนักเบา ไม่สร้างความเสียหายต่อความแข็งแรงของโครงสร้างของหลังคาและอาคารที่ติดตั้ง สามารถต้านทานแรงลมปะทะที่มีความเร็วไม่น้อยกว่า 42 เมตรต่อวินาที

- ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีการทดสอบการรับแรง จากสถาบันที่เชื่อถือได้และมีการรับประกันสินค้าไม่ต่ำกว่า 12 ปี
- ต้องมีรูปแบบ และรายการคำนวณพร้อมลงนามรับรองความถูกต้อง โดยวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร (กว.) ระดับสามัญหรือสูงกว่าที่มีความชำนาญงาน แนบมากับการเสนอราคาในครั้งนี้ด้วย

7. อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ถูกต้องแบบสำหรับเชื่อมต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) ได้โดยตรง และมีขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 20 kWac ต่อตัว
- เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการขึ้นทะเบียนและสามารถใช้ในโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในเขตพื้นที่ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือการไฟฟ้านครหลวง
- รองรับกระแสไฟฟ้าต่อ MPPT ไม่น้อยกว่า 20A หรือ 30% DC Over loading
- แรงดันไฟฟ้าขาออก (Output voltage) 3 Phase 400Vac 50 Hz 90Amp สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง
- ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมของกระแส (Total Harmonic Distortion – THDi) ไม่เกิน 3%
- ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor) ไม่น้อยกว่า 0.8 Lead/Lag
- มีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะ (Surge Protection Device) Class II ในตัว
- สภาพแวดล้อมในการทำงาน Operating Temperature : -25°C - +60°C หรือสูงกว่า
- European Efficiency (EU) ไม่น้อยกว่า 98%
- Degree protection ไม่น้อยกว่า IP68
- ระบบติดตามจุดที่ให้กำลังผลิตสูงสุด (Maximum Power Point Tracking) ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- แสดงสถานะการทำงานของอินเวอร์เตอร์ เช่น สถานะการทำงานปกติ, สถานะการรั่วไหลที่ผิดปกติ, สถานะการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์, สถานะการรื้อการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า
- มีจอแสดงผล LCD ที่สามารถแสดงค่าต่าง ๆ
- มีตัวแทนจำหน่ายตั้งอยู่ในประเทศไทย พร้อมแนบหลักฐานเอกสารการแต่งตั้งตัวแทนไม่เกิน 6 เดือน

8. ชุดอุปกรณ์เชื่อมโยงการตรวจวัดพลังงาน และ เครื่องประมวลผล

- (1) สามารถต่อเชื่อมกับ เครื่องวัดดิจิทัลทุกตัวในโครงการ
- (2) เป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทย และสามารถ Customize ได้ โดยมีผลงานการติดตั้งและใช้งานในหน่วยงานราชการหรือสถาบันการศึกษา ไม่ต่ำกว่า 3 แห่ง โดยแนบผลงานการติดตั้ง ประกอบการขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์
- (3) สามารถบันทึกค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ (ขึ้นกับคุณสมบัติของ Power Meter)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 15-4/5

- กระแสต่อเฟส, กระแสรวม
- แรงดันต่อเฟส, แรงดันเฟสต่อนิวตรอน
- กิโลวัตต์ (+, -)
- เพาเวอร์แฟคเตอร์
- ความถี่
- กิโลวัตต์ชั่วโมง (+, -)

(4) สามารถบันทึกค่า ประมวลผล Parameter ต่างๆ ทางไฟฟ้า และ ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในช่วงเวลา 15 นาที หรือช่วงเวลาทุก 1 นาที ของกิโลวัตต์ (Demand) ได้ โดยบันทึกที่ตัวอุปกรณ์ได้เอง มีชิพ Broadcom BCM2837 64-bit Quad-Core ARM Cortex-A53 ARMv8 ความเร็ว 1.2 GHz หน่วยความจำภายในแบบ LPDDR 2 SDRAM ขนาด 1 GB และสามารถเพิ่มหน่วยความจำภายนอกได้แบบ MicroSD Card ไม่น้อยกว่า 16 GB และรองรับการเชื่อมต่อ อุปกรณ์ในเครือข่ายได้ไม่ต่ำกว่า 5 อุปกรณ์

(5) สามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ PLC ได้โดยใช้ระบบ Internet และ/หรือ พอร์ต RS485 เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูลได้โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่างๆ เช่น โปรแกรมของผู้ผลิตที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วไป

(6) มี USB Port ไม่น้อยกว่า 4 Ports

(7) มีระบบเชื่อมต่อสัญญาณ wireless LAN และ Bluetooth 4.1

(8) มี Network Interface เป็นแบบ Ethernet 10 Base / 100 Base TX

(9) มี Software Power Monitoring สำหรับประมวลผลการใช้พลังงานโดยมีคุณสมบัติดังนี้

- Software เป็น web based มีหน้า login ในการเข้าดูข้อมูล และแสดงผลแบบออนไลน์ และออนไลน์ได้

- สามารถดูข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละ Power Meter แบบ Real time ได้
- สามารถดูข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดย้อนหลัง 7 วันได้
- สามารถดูข้อมูลการใช้ไฟฟ้า kWh ประจำเดือนได้
- สามารถดูข้อมูลค่าไฟฟ้า (บาท) ประจำเดือนได้
- สามารถดูข้อมูลการใช้ไฟฟ้าประจำวันได้ (Real time)
- สามารถเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ไฟฟ้า KWh และ kW ได้ในแต่ละ Meter ได้
- สามารถเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ไฟฟ้าสูงสุด kW ของสัปดาห์ย้อนหลัง 30 วัน
- สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงานและสัดส่วนการใช้พลังงานทั้ง ค่า kWh, kW และ

จำนวนเงิน ในช่วงเวลารายวันและรายสัปดาห์ได้

- สามารถเปรียบเทียบสัดส่วนการผลิต และ ใช้พลังงานไฟฟ้าได้ทั้งค่า kWh, kW
- สามารถออกรายงานยอดรวมการใช้พลังงานรายเดือนโดยจำแนกตามมิเตอร์ได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 15-5/5

9. อุปกรณ์ป้องกันไฟย้อนเข้าระบบการไฟฟ้า

- เป็นไปตามข้อกำหนด และมาตรฐานการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และสามารถวัดพลังงานไฟฟ้ารวมของ โรงงานที่รับจากการไฟฟ้าและส่งค่าเข้าระบบแสดงผลของระบบผลิตไฟฟ้าฯ เพื่อเทียบการใช้พลังงาน แบบต่อเนื่อง พร้อมระบบควบคุมการผลิตไฟฟ้า Zero Export
- อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าไหลย้อนเข้าระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า ให้เป็นไปตามข้อกำหนด และมาตรฐานการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือการไฟฟ้านครหลวง
- ติดตั้งเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) เพื่อวัดปริมาณไฟฟ้าที่ระบบฯ สามารถผลิตได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 16-1/10

16. รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์แนะนำให้ใช้

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ และการพิจารณาของผู้ว่าจ้างที่จะอนุมัติหรือไม่ถือเป็นที่ยึดเหนี่ยว อย่างไรก็ตามผู้ว่าจ้างเป็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

16.1 Low Voltage Main and Distribution Board Manufacturer

- Asefa
- PMK
- Siam Industry
- SCI
- TIC
- ABB
- SMBE
- BTE
- Sangchai
- SPE
- UMS
- AVATAR
- หรือเทียบเท่า

16.2 Low Voltage Circuit Breaker

- ABB
- GE
- Legrand
- Eaton
- Mitsubishi
- Siemens
- Schneider Electric
- หรือเทียบเท่า
-

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 16-2/10

16.3 Panel board/Consumer Unit

- ABB
- Eaton
- GE
- Mitsubishi
- Siemens
- Schneider Electric
- หรือเทียบเท่า

16.4 Safety Switch

- Eaton
- GE
- Legrand
- Siemens
- Schneider Electric
- ABB
- Bticino
- หรือเทียบเท่า

16.5 Digital Power Meter

- Crompton Instruments
- Circutor
- E-power
- Janitza
- Lovato
- Siemens
- Schneider Electric
- Socomec
- ABB
- RTR
- หรือเทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 16-3/10

16.6 Surge Protection Device

- Dehn
- Phoenix Contact
- Schneider Electric
- Socomec
- หรือเทียบเท่า

16.7 LV Power Cable & Control Cable

- Bangkok Cable
- CTW
- Draka
- Phelps Dodge
- Thai Yazaki
- หรือเทียบเท่า

16.8 Fire Resistance Cable & Flame Retardant Cable

- Draka
- Prysmian
- Studer
- หรือเทียบเท่า

16.9 Wire way & Cable Tray

- Asefa
- BSM
- SCI
- SMC
- TST
- TAS
- TIC
- UI
- หรือเทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 16-4/10

16.10 Conduit (Metallic)

- ABSO
- Arrow Pipe
- BSM
- Panasonic
- RSI
- PAT
- TAS
- UI
- หรือเทียบเท่า

16.11 Conduit (Non Metallic)

- Clipsal
- Eflex
- SCG
- TAP
- Thai Pipe
- HACO
- PBP
- TGG
- หรือเทียบเท่า

16.12 Switch and Outlet

- Bticino
- Legrand
- MK
- Panasonic
- Schneider Electric
- Siemens
- HACO
- หรือเทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 16-5/10

16.13 Luminaire

- Delight
- EYE
- Hilight
- L&E
- Ligman
- Philips
- Panasonic
- Syivania
- Vinic
- Victor
- หรือเทียบเท่า

16.14 Emergency Light & Fire Exit

- Delight
- Max Bright – CEE
- Sunny
- Safeguard
- EML
- DYNO
- หรือเทียบเท่า

16.15 Data Terminal (Patch Panel)

- Commscope
- Krone
- Schneider Electric
- 3M
- Belden
- Panduit
- Link
- หรือเทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 16-6/10

16.16 Rack Enclosure

- APC
- Cyber Rack
- Commscope
- Krone
- Link
- German Rack
- หรือเทียบเท่า

16.17 Network Switches

- Cisco
- HP
- Allied Telesis
- Extreme
- Siemen
- LINK
- หรือเทียบเท่า

16.18 Data Outlet

- Commscope
- Krone
- Schneider Electric
- 3M
- Belden
- Panduit
- Panasonic
- Bticino
- Siemens
- Link
- AMP
- หรือเทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 16-7/10

16.19 Data Cable

- Commscope
- Belden
- Krone
- Panduit
- Schneider Electric
- 3M
- Link
- AMP
- หรือเทียบเท่า

16.20 Fire Barrier System

- Bio fireshield
- Hilti
- STI
- 3M
- metacaulk
- หรือเทียบเท่า

16.21 Earthing & Lightning Protection System

- ATSTORM
- Biral
- Kumwell
- PREVISTORM
- Dehn
- Axis
- หรือเทียบเท่า

16.22 Fire Alarm System

- Cerberus
- Honeywell
- Johnson Control

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 16-8/10

- Edwards
- Notifier
- Pyrotronic
- Simplex
- Hochiki
- Nohmi
- Secutron
- หรือเทียบเท่า

16.23 IP Camera (CCTV System)

- Axis
- Bosch
- Honeywell
- Vandebuilt
- GE
- Pelco
- Avigilon
- Mobotix
- Sony
- Panasonic
- Hikvision
- หรือเทียบเท่า

16.24 Network Video Recorder (NVR)

- Axis
- Bosch
- Honeywell
- Vandebuilt
- GE
- Pelco
- Avigilon

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 16-9/10

- Mobotix
- Sony
- Panasonic
- Hikvision
- หรือเทียบเท่า

16.25 Monitor (CCTV System)

- LG
- Panasonic
- Sharp
- Sony
- Samsung
- หรือเทียบเท่า

16.26 Access Control System

- Andover
- AMAG
- Bosch
- Gallagher
- Galaxy
- Johnson Control
- PAC
- HID
- Honeywell
- Siemens
- Avigilon
- Anviz
- ZKTeco
- Suprema
- HIP
- HIKVISION

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-E/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	Page 16-10/10

- หรือเทียบเท่า

16.27 Emergency Switch for Disabled Toilet

- Aiphone
- Schrack Seconet
- Bitcare
- หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด
จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
1. ข้อกำหนดทั่วไปงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	
1.1 ความต้องการทั่วไป	1-1/7
1.2 มาตรฐาน	1-1/7
1.3 ขอบเขตของงาน	1-2/7
1.4 วัสดุและอุปกรณ์	1-2/7
1.5 การติดตั้ง	1-3/7
1.6 เครื่องมือ	1-3/7
1.7 การประสานงาน	1-3/7
1.8 การตรวจสอบแบบและรายการ	1-3/7
1.9 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ และวัสดุอุปกรณ์	1-4/7
1.10 การขนส่งและการนำวัสดุเข้ายังหน้างาน	1-4/7
1.11 การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์	1-4/7
1.12 แบบใช้งาน (Shop Drawing)	1-4/7
1.13 บัญชีและเครื่องหมายของวัสดุและอุปกรณ์	1-5/7
1.14 การทดสอบเครื่องและระบบ	1-5/7
1.15 การป้องกันการผุกร่อน	1-5/7
1.16 การเจาะตัด	1-5/7
1.17 การจัดทำแท่นเครื่องโดยงานอาคาร	1-5/7
1.18 การเตรียมการในการซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์	1-5/7
1.19 การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร	1-6/7
1.20 ความปลอดภัยในการทำงาน	1-6/7
1.21 การทาสี	1-6/7
1.22 แบบก่อสร้างจริง (As Built Drawings)	1-6/7
1.23 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง	1-6/7
1.24 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์	1-6/7
1.25 การประกัน	1-7/7
1.26 การทดสอบเครื่อง (WITNESS PERFORMANCE TEST)	1-7/7

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page

เรื่อง	หน้า
1.27 การบริการ	1-7/7
1.28 การส่งมอบงาน	1-7/7
2. เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ (VRF)	
2.1 ความต้องการทั่วไป	2-1/4
2.2 เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)	2-1/4
2.3 เครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT)	2-2/4
2.4 ระบบท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้ง (Refrigerant and Drain Piping System)	2-3/4
2.5 การทดสอบ	2-3/4
2.6 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	2-4/4
3. เครื่องปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE AIR CONDITIONING UNIT	
3.1 ความต้องการทั่วไป	3-1/4
3.2 เครื่องส่งลมเย็นและเครื่องจ่ายลมเย็น	3-1/4
3.3 เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)	3-2/4
3.4 การติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ (SPLIT TYPE SYSTEM)	3-2/4
3.5 การทดสอบ	3-3/4
3.6 ระบบท่อน้ำยา (REFRIGERANT PIPING SYSTEM)	3-3/4
3.7 ระบบควบคุม (CONTROL SYSTEM)	3-3/4
3.8 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	3-4/4
4. พัดลมระบายอากาศ	
4.1 ความต้องการทั่วไป	4-1/4
4.2 พัดลมแบบหอยโข่ง (Centrifugal Fan)	4-1/4
4.3 พัดลมแบบ Axial Flow	4-2/4
4.4 พัดลมแบบ Propeller	4-2/4
4.5 พัดลมระบายอากาศแบบ Ceiling Mount	4-3/4
4.6 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	4-3/4
5. ระบบท่อลม	
5.1 งานท่อลมจากโลหะ (Metal Ductwork)	5-1/4
5.2 งานท่อลมจากวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ (Non-Metal Ductwork)	5-3/4
5.3 ความสะอาดท่อลม	5-3/4
5.4 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	5-4/4
6. ที่แขวนและรองรับสำหรับท่อน้ำและท่อลม	
6.1 ข้อกำหนดทั่วไป	6-1/6
6.2 การแขวนโยงท่อ และการยึดท่อ	6-1/6
6.3 ความต้องการเพิ่มเติมสำหรับท่อที่ติดตั้งในแนวตั้งและในแนวนอน	6-2/6

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page

เรื่อง	หน้า
6.4 การแขวนและรองรับน้ำหนักท่อน้ำ	6-3/6
6.5 การแขวนยึดท่อลม	6-5/6
7. หน้ากากลมและแผงกรองอากาศ	
7.1 หน้ากากลม	7-1/3
7.2 ระบบกรองอากาศ (Air Filtration System)	7-1/3
7.3 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	7-3/3
8. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าแรงต่ำ สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ และแผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์	
8.1 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	8-1/21
8.2 สายไฟฟ้าแรงต่ำ	8-4/21
8.3 แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์	8-8/21
8.4 ระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (Variable Speed Drive System)	8-13/21
8.5 ระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวล (SOFT START SYSTEM)	8-17/21
8.6 มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	8-20/21
8.7 รายการตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า	8-21/21
9. ระบบป้องกันเสียงและการสั่นสะเทือน	
9.1 อุปกรณ์และระบบลดแรงสั่นสะเทือน (Vibration Control)	9-1/2
9.2 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	9-2/2
10. ระบบวัสดุป้องกันไฟและควันลาม	
10.1 ขอบเขตของงาน	10-1/5
10.2 หน่วยงาน เอกสาร มาตรฐาน และวิธีการทดสอบอ้างอิง	10-1/5
10.3 วัสดุป้องกันไฟและควันลาม	10-4/5
10.4 การดำเนินการ	10-4/5
10.5 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	10-5/5
11. การทดสอบและการปรับแต่งระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	
11.1 ความต้องการทั่วไป	11-1/3
11.2 การบันทึกข้อมูลของการทดสอบ	11-1/3
11.3 การทดสอบระบบทำความเย็น	11-1/3
11.4 การทดสอบระบบท่อน้ำ	11-2/3
11.5 การทำความสะอาดระบบท่อน้ำ	11-2/3
11.6 การปรับปริมาณน้ำ	11-2/3
11.7 การทำความสะอาดท่อลม	11-3/3

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 1-1/7

1. ข้อกำหนดทั่วไปงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

1.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศพร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ ให้แล้วเสร็จตามข้อกำหนดเงื่อนไขและเพื่อให้ได้ผลงานก่อสร้างทั้งหมดที่มีมาตรฐานมีสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้ทันทีเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จมีฝีมือการทำงานที่ประณีตละเอียดและมีความถูกต้องตามหลักวิชาช่างที่ดี

1.2 มาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุและอุปกรณ์การประกอบและการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ข้อกำหนดมาตรฐานต่อไปนี้

1.2.1 มาตรฐานงานระบบวิศวกรรมเครื่องกลและปรับอากาศ

- ACAT สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
- EIT The Engineering Institute of Thailand (วสท.)
- TISI Thai Industrial Standard Institute (มอก.)
- ASHRAE American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers
- NEMA National Electrical Manufacturers Association
- ANSI American National Standard Institute
- AMCA Air Movement and Control Association International
- AHRI Air-conditioning, Heating, and Refrigeration Institute
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- NEC National Electrical Code
- UL Underwriter's Laboratories Inc.
- ASTM American Society of Testing Materials
- BS British Standard
- FM Factory Mutual
- NFPA National Fire Protection Association
- IEC International Electrotechnical Commissions
- MEA Metropolitan Electricity Authority (กฟน.)
- SMACNA Sheet Metal and Air-conditioning Contractors National Association Inc.
- MS Manufacturer's Standard

หมายเหตุ มาตรฐานและข้อบังคับต่างๆ ที่อ้างถึงครอบคลุมถึงฉบับล่าสุดที่ปรากฏให้มีผลบังคับใช้จนถึงวันทำการติดตั้งด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเอกสารนั้นๆ ประกอบเพื่อเสนอเรื่องให้พิจารณาต่อผู้ว่าจ้าง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 1-2/7

1.3 ขอบเขตของงาน

1.3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ดังแสดงไว้ในรูปแบบ และรายละเอียดเพื่อให้ใช้งานได้ตามสมรรถนะและถูกต้องตามความประสงค์ของการใช้งาน

1.3.2 เครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ได้มาตรฐานสากลไม่เคยผ่านการใช้งานที่ใดมาก่อน และอยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์จนถึงวันทำการติดตั้ง

1.3.3 ผู้รับจ้างรับผิดชอบในการจัดการเกี่ยวกับการขนส่งเครื่องและอุปกรณ์ถึงบริเวณสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการเก็บรักษา และป้องกันความเสียหายใด ๆ อันอาจจะเกิดขึ้น เช่น จากดิน ฟ้า อากาศ ภัยธรรมชาติจากมนุษย์หรือสัตว์ เป็นต้น จนถึงวันส่งมอบงาน

1.3.4 การติดตั้ง การขนส่ง การใช้แรงงาน การเก็บรักษา และการปฏิบัติการต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นในการดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปโดยเรียบร้อยถูกต้องตามข้อกำหนด และหลักวิชาการทางวิศวกรรม จนกระทั่งระบบปรับอากาศและระบายอากาศสามารถใช้งานได้

1.3.5 วัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับช่วยให้ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ใช้งานได้แม้ว่าจะไม่ได้ระบุไว้ในแบบรูปและรายการ แต่หากเป็นตรงกึ่งวิชาชีพอวิศวกรรมก็เป็นหน้าที่ของ ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้งในงาน เพื่อให้ได้ระบบที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้โดยการพิจารณาเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

1.3.6 ในกรณีที่มีการขัดแย้งระหว่างแบบรูปและรายการ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน ผู้ว่าจ้างทราบทันที และให้ผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นเบื้องต้นเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน ผู้ว่าจ้างเพื่อวินิจฉัย และถือเอาคำวินิจฉัยนั้นเป็นที่สิ้นสุด

1.3.7 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อสมรรถนะ และความสามารถของเครื่องและอุปกรณ์ที่นำมาใช้โครงการนี้ทั้งหมด เพื่อให้ได้จุดประสงค์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หากจะมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ จะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างทราบ และให้ผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นเบื้องต้นเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อวินิจฉัย และถือเอาคำวินิจฉัยนั้นเป็นที่สิ้นสุด

1.3.8 แบบรูปที่แสดงเป็นแบบไดอะแกรมแสดงไว้เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบถึงแนวทางและหลักการของระบบ รวมทั้งความต้องการของผู้ว่าจ้าง แบบรูปดังกล่าวได้แสดงแนวการเดินท่อต่าง ๆ และตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริง อย่างไรก็ตามในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบสถาปนิก แบบโครงสร้าง และแบบระบบงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด พร้อมทั้งจัดทำแบบ Shop Drawing ให้พิจารณาเห็นชอบก่อนทำการติดตั้งจริงทุกครั้ง เพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปได้โดยสะดวกไม่ขัดแย้งกับงานระบบอื่น

1.4 วัสดุและอุปกรณ์

1.4.1 ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารรายละเอียดวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ติดตั้ง พร้อมด้วยข้อมูลทางด้านเทคนิคให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างได้พิจารณาอนุมัติล่วงหน้าก่อนที่จะทำการจัดหา อย่างน้อย 15 วันก่อนที่จะนำไปทำการติดตั้ง

1.4.2 วัสดุ อุปกรณ์ใดซึ่งเสียหายในระหว่างการขนส่ง การติดตั้งหรือการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซมวัสดุ อุปกรณ์นั้นให้อยู่ในสภาพดี หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของ ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

1.4.3 ถ้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่เท่าที่กำหนดไว้ในรายการ ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 1-3/7

สถาบันที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยมีชักช้า

1.4.4 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน

1.4.5 หากมีความจำเป็นเกิดขึ้นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งในข้อกำหนดและ/หรือ แบบรูปแก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง และจะต้องจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์อื่นมาทดแทนแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องชี้แจงเปรียบเทียบรายการละเอียดของสิ่งดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์แก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อรับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างโดยเร็ว

1.5 การติดตั้ง

1.5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรที่มีประสบการณ์ ความสามารถ หัวหน้าช่าง และช่างที่มีฝีมือสูงเท่านั้นเข้ามาปฏิบัติงาน โดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอที่ปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1.5.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องเป็นวิศวกรเครื่องกล หรือวิศวกรสาขาอื่นที่มีประสบการณ์ตามที่ระบุในข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง (TOR) และได้ขึ้นทะเบียนเป็นวิศวกรควบคุมตาม พ.ร.บ.วิชาชีพวิศวกรรมเป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมการติดตั้งงานในระบบทั้งหมด

1.5.3 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนคนงานที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าปฏิบัติงานด้วยฝีมือที่ไม่ดีพอ หรืออาจเกิดการเสียหายหรืออันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาคนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนที่โดยทันที และค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้นอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.6 เครื่องมือ

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน และต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำในจำนวนที่เพียงพอ

1.7 การประสานงาน

ผู้รับจ้างจะต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับการประสานงานอย่างจริงจัง โดยจะต้องพยายามปรึกษาการติดตั้งระบบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้ก่อสร้างรายอื่นๆ เช่น งานโครงสร้างอาคาร งานระบบสุขาภิบาล งานระบบไฟฟ้า เป็นต้น เพื่อให้งานดำเนินไปโดยสะดวก

1.8 การตรวจสอบแบบและรายการ

1.8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรที่มีประสบการณ์ ความสามารถ หัวหน้าช่าง และช่างที่มีฝีมือสูงเท่านั้นเข้ามาปฏิบัติงาน โดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอที่ปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1.8.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายการข้อกำหนดต่าง ๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ โดยแจ้งชัด

1.8.3 เมื่อมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการ หรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการให้สอบถามจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างโดยตรง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 1-4/7

1.9 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ และวัสดุอุปกรณ์

1.9.1 การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบและรายการ อันเนื่องมาจากแบบและรายการขัดกันหรือความจำเป็นอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งแก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่ออนุมัติขอความเห็นชอบเสียก่อนจึงจะดำเนินการได้

1.9.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีลักษณะสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่กำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

1.10 การขนส่งและการนำวัสดุเข้ายังหน้างาน

1.10.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์มายังสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.10.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่ง วัสดุ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

1.10.3 ผู้รับจ้างจะต้องมีกำหนดการในการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังหน้างาน และแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบก่อนล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์อย่างถูกต้องล่วงหน้า โดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.10.4 เมื่อวัสดุและอุปกรณ์เข้าถึงหน้างาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นให้ถูกต้องตามที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ายังสถานที่เก็บรักษา

1.11 การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

1.11.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณก่อสร้างอาคารเอง เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าว จะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างเองทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อ การสูญหาย เสื่อมสภาพ หรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว

1.11.2 หากจะเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจาก ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ และในส่วนที่จะต้องขนวัสดุผ่าน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร

1.12 แบบใช้งาน (Shop Drawing)

ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบใช้งานแสดงรายละเอียดการติดตั้งของระบบต่าง ๆ ตามที่ได้ตรวจสอบสภาพที่ติดตั้งตามความเป็นจริง และจากการประสานงานกับงานระบบอื่น ๆ แล้ว แบบจะต้องจัดทำในมาตราส่วนที่เหมาะสมแต่ไม่เล็กกว่า 1:100 เสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติอย่างน้อย 2 ชุด ก่อนดำเนินการติดตั้งในเวลาอันสมควรแต่จะไม่น้อยกว่า 15 วัน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 1-5/7

1.13 บ้ายชื่อและเครื่องหมายของวัสดุและอุปกรณ์

1.13.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา หรือจัดทำป้ายชื่อ เป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายต่าง ๆ เพื่อแสดงชื่อและขนาดของ อุปกรณ์และการทำงาน โดยใช้ภาษาไทย และ/หรือ ภาษาอังกฤษ

1.13.2 ป้ายชื่อให้ทำด้วยวัสดุที่คงทนต่อสภาพแวดล้อม ป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องจัดหา ให้กับอุปกรณ์ต่อไปนี้คือ

ก. แผงควบคุมไฟฟ้าทั้งหมด

ข. เครื่องสูบน้ำและเครื่องจักรหลัก (Main Equipment) ทั้งหมด

1.13.3 สีที่ใช้พ่นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระป๋องได้

1.14 การทดสอบเครื่องและระบบ

1.14.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องจักรหลักต่าง ๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง รวมทั้งจัดเตรียมเอกสารข้อเสนอแนะจากผู้ผลิตในการทดสอบเครื่องเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างจำนวน 2 ชุด

1.14.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่องจักรหลัก การใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาเพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำ ถูกต้องตามแบบและรายการที่กำหนดทุกประการ โดยมีผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย

1.14.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

1.15 การป้องกันการผุกร่อน

วัสดุที่เป็นโลหะที่นำมาใช้ในโครงการนี้ทุกชนิด จะต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมและการผุกร่อนที่เหมาะสมมาแล้ว ทั้งสิ้น เช่น การพ่นอบสีจากโรงงาน การทำความสะอาดผิวโลหะและทาสีกันสนิม หรือสังกะสีตามความเหมาะสม หรือ ตามที่ได้ระบุไว้ หรือตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต (Manufacturer's Standard) หากใช้สีกันสนิมจะต้องเป็นสีกันสนิมชนิด Red Iron Oxide โดยจะต้องส่งสีดังกล่าวให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการ

1.16 การเจาะตัด

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการประสานงานตำแหน่งและขนาดเพื่อการตัดเจาะที่จำเป็นต่อการติดตั้งระบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เช่น การเจาะผนัง พื้น การเจาะตัดฝ้าเพดาน เป็นต้น การตัดเจาะต่าง ๆ จะต้องทำอย่างระมัดระวัง และรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร และไม่ทำให้ความเรียบร้อยของอาคารต้องเสียไป รวมทั้งจะต้อง แจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างทราบก่อนที่จะดำเนินการตัดเจาะด้วย

1.17 การจัดทำแท่นเครื่องโดยงานอาคาร (Concrete plinth; pad and foundation by Builder's work)

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการประสานงานแสดงขนาด ระยะตำแหน่ง และน้ำหนักเครื่องจักร อุปกรณ์ในการทำแท่น เครื่อง แท่นแผงไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น แก่ผู้รับจ้างงานอาคารตามความเหมาะสม และมีความแข็งแรง แท่นคอนกรีตจะต้องมีการ เสริมเหล็กให้ถูกต้องทางวิชาการ พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนติดตั้งอยู่ด้วย (ถ้าจำเป็น)

1.18 การเตรียมการในการซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

ในการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อให้แน่ใจว่าได้ติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์อย่างถูกต้อง สามารถทำการซ่อมบำรุง และสามารถเปลี่ยนทดแทนได้โดยสะดวก ระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้าง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 1-6/7

จะต้องเตรียมการและเตรียมช่องทางต่าง ๆ ในการนำเครื่องและอุปกรณ์เข้ายังสถานที่ติดตั้ง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขัดข้องกับการก่อสร้างอาคาร

1.19 การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร เช่น โครงเหล็กยึดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ หากจะใช้ Expansion Bolt จะต้องเป็น Expansion Bolt ที่ผ่านการรับรองแล้วว่าสามารถรับน้ำหนักตามที่ต้องการได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า (Safety Factor = 1.5)

1.20 ความปลอดภัยในการทำงาน

ผู้รับจ้างจะต้องให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงานติดตั้ง เพื่อให้เกิดอันตรายน้อยที่สุด และจะต้องรับผิดชอบต่ออันตรายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในส่วนที่ตัวเองรับผิดชอบทั้งสิ้น นอกจากนี้จะต้องจัดหาเครื่องดับเพลิงไว้ในบริเวณที่มีการเชื่อมอยู่เสมอ

1.21 การทาสี

ผู้รับจ้างจะต้องทาสีวัสดุและอุปกรณ์ตามที่ระบุ การทาสีให้ยึดถือการปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสี คุณภาพของสีจะต้องเทียบเท่ากับคุณภาพของสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดงานเครื่องกล ก่อนทาสีจะต้องเตรียมผิวโลหะให้สะอาด และก่อนทาสีจริงจะต้องมีสีรองพื้นเพื่อป้องกันการผุกร่อนเสมอ สีกันสนิมจะต้องทาอย่างน้อย 1 ชั้น

1.22 แบบก่อสร้างจริง (As Built Drawings)

1.22.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผังและแบบตามก่อสร้างจริง (As built drawings) แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์การติดตั้ง อุปกรณ์ตามที่เป็จริง รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งโดยการแก้ไขแบบใช้งาน (Shop Drawings) ให้ถูกต้องตามการติดตั้งจริง ภายใน 15 วัน หลังจากการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว เพื่อส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบความถูกต้องต่อไปทันที

1.22.2 แบบสร้างจริง จะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน รวมจำนวน 3 ชุดและแผ่น CD อีก 2 ชุด มีขนาดและมาตราส่วนเดียวกันกับแบบก่อสร้างหรือแบบใช้งาน

1.23 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

1.23.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องและรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้ และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

1.23.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่าง ๆ มาช่วยเดินเครื่องและควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 30 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

1.24 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยวิธีใช้ และระยะเวลาของการบำรุงรักษาเป็นภาษาไทย และ/หรือ ภาษาอังกฤษ สำหรับเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ จำนวน 3 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 1-7/7

1.25 การประกัน

1.25.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพและสมรรถนะของเครื่องภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่เครื่องติดตั้งแล้วเสร็จ และส่งมอบงาน

1.25.2 ภายในช่วงเวลาดังกล่าว หากเครื่องและอุปกรณ์เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ อันเนื่องมาจากโรงงานผลิต ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม โดยไม่ชักช้า และรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด

1.25.3 ผู้รับจ้างต้องรับประกันเปลี่ยน และ/หรือ แก้ไขวัสดุอุปกรณ์ และงานตามข้อกำหนดรวมทั้งข้อผิดพลาด ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบก่อนการตรวจรับงาน

1.25.4 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ของระบบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ทำการแก้ไขที่ไม่ถูกต้อง เปลี่ยนวัสดุและอุปกรณ์ที่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ รวมทั้งการบริการตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance Schedule) และในกรณีฉุกเฉินภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันส่งมอบงาน หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขและดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อย ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์จะดำเนินการเองแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

1.26 การทดสอบเครื่อง (WITNESS PERFORMANCE TEST)

การทดสอบด้านเทคนิคผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการทดสอบสภาพ PERFORMANCE และ EFFICICENCY ของเครื่อง โดยทำการเดินเครื่องจริงตาม CONDITION ในการใช้งาน ณ ประเทศผู้ผลิต โดยมีการทดสอบที่ FULL LOAD จำนวน 1 POINT และ PART LOAD ที่ 75%, 50% และ 25% จำนวน 3 POINTS ตามลำดับ ตามมาตรฐาน ARI STANDARD ฉบับล่าสุดของการทดสอบสมรรถนะเครื่อง และผู้รับจ้างจะต้องแจ้งกำหนดการทดสอบอุปกรณ์ล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 30 วัน เพื่อให้คณะกรรมการตรวจรับผู้ออกแบบหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างเดินทางไปทำการตรวจสอบและทดสอบ ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ในการเดินทางและค่าที่พักผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบทั้งสิ้น

1.27 การบริการ

1.27.1 ผู้รับจ้างต้องเตรียมช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้สำหรับการตรวจ ซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เป็นประจำตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันภายในระยะเวลา 2 ปี

1.27.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้งเสนอต่อ ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ

1.28 การส่งมอบงาน

1.28.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องจักรหลัก ตามที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ ทดสอบจนได้ผลว่าเครื่องจักรหลักและอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

1.28.2 รายการสิ่งของต่าง ๆ ต่อไปนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ

- แบบก่อสร้างจริง
- หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
- อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด (ถ้ามี) หรือ ตามที่ผู้ผลิตแนะนำให้จัดหาสำรองไว้
- รายงานผลการทดสอบเดินเครื่อง เครื่องจักรหลักขนาดใหญ่
- ตารางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 2-1/4

2. เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ (VRF)

2.1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ (Variable Refrigerant Flow, VRF) เป็นเครื่องปรับอากาศแบบขยายตัวรับความร้อนโดยตรง (Direct Expansion Type) โดยเครื่องปรับอากาศชุดหนึ่งๆ ประกอบด้วยคอนเดนซิ่งยูนิตที่เป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Condensing Unit) ซึ่งสามารถใช้คู่กับเครื่องส่งลมเย็นได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบและรายการประกอบแบบ โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- สภาวะอากาศก่อนเข้าคอยล์เย็น (Air Temperature Entering Cooling Coil) 27°CDB / 19°CWB
- สภาวะอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Ambient Entering Air Temperature) 35°CDB / 28.3°CWB

คอนเดนซิ่งยูนิตและสามารถทำงานได้ที่ 20% ของภาระความร้อนที่ต้องการและสามารถควบคุมได้จากระบบควบคุมกลาง (Central Control Unit) โดยคอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit) และเครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานภายใต้ลิขสิทธิ์จากประเทศไทย, ญี่ปุ่น, เกาหลี, สหรัฐอเมริกา หรือ ยุโรป ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน

ผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในโครงการจะต้องมีใช้แพร่หลายในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี และคิดเป็นจำนวนตันความเย็นไม่น้อยกว่า 1,500 ตัน ซึ่งใช้สารทำความเย็น R-410A

2.2 เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)

คอนเดนซิ่งยูนิตเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensing Unit) ที่มีการประกอบเรียบร้อยและผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบน ตามที่ระบุหรือแสดงในแบบ ใช้กับระบบน้ำยา R-410A

- โครงสร้างภายนอก (Casing) ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านขบวนการกันสนิมหรือ Fiberglass Reinforced Polyester และผ่านขบวนการเคลือบอบสี ซึ่งสามารถป้องกันการกัดกร่อนจากบรรยากาศภายนอกได้เป็นอย่างดี เหมาะสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน
- คอมเพรสเซอร์ เป็นแบบ Hermetic Scroll Compressor ระบายความร้อนด้วยน้ำยาและมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์หรือกระแสสูงเกินเกณฑ์ การทำงานของคอมเพรสเซอร์ควบคุมด้วย Microprocessor และสามารถปรับรอบการทำงานของมอเตอร์ด้วย Inverter ตามภาระความร้อนที่ต้องการได้ในกรณีที่คอนเดนซิ่งยูนิตมีจำนวนคอมเพรสเซอร์ตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไปนั้น ในแต่ละยูนิตของคอนเดนซิ่งยูนิตจะต้องมีคอมเพรสเซอร์ที่ใช้ Inverter ควบคุมอย่างน้อย 1 ชุด
- แผงระบายความร้อนของคอนเดนซิ่งยูนิตหรือคอยล์ร้อน ทำด้วยท่อทองแดงที่ถูกอัดติดเข้ากับครีบอลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type โดยต้องผ่านการทดสอบรอบรั้วและการขาดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต
- พัดลมของคอนเดนซิ่งยูนิตเป็นแบบใบพัด (Propeller) หรือแบบกรงกระรอก (Centrifugal) ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์เป็นชนิดที่มี External Static Pressure ไม่น้อยกว่า 0.20 นิ้วน้ำ และต้องได้รับการถ่วงดุลย์ (Static and Dynamic Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 2-2/4

- มอเตอร์พัดลมเป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบหล่อลื่น ตลับลูกปืนหรือแบบปลอกที่มีระบบหล่อลื่นอย่างระยะยาว
- ระบบควบคุม มีแมกเนติกคอนแทคเตอร์, เครื่องป้องกันเมื่อความดันสูงเกินเกณฑ์ (High Pressure Cut Out) และมีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม
- ระบบไฟฟ้า 380 V/3Ph/50Hz หรือตามที่ระบุในแบบ

2.3 เครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT)

เครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) ต้องถูกประกอบเรียบร้อยทั้งหมดมาจากโรงงานภายใต้ลิขสิทธิ์จากประเทศไทย, ญี่ปุ่น, สหรัฐอเมริกา หรือยุโรปและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อหุ้มด้วยคอนเดนซิงยูนิท โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เครื่องส่งลมเย็นต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าที่แสดงค่าในแบบมีอุปกรณ์ควบคุมน้ำยาเป็นแบบ Microprocessor ซึ่งเชื่อมโยงสัญญาณกับชุดควบคุมของคอนเดนซิงยูนิทมีชุด Liquid Electronic Expansion Valve เป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำยาโดยทำงานร่วมกับ Thermostat และชุดควบคุม
- โครงสร้างภายนอก (Casing) เป็นแบบที่ตกแต่งเสร็จ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบและอบสีหรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรงภายในบริเวณที่จำเป็นให้หุ้มด้วยฉนวนยางหรือฟองน้ำหรือวัสดุเทียบเท่า มีถาดน้ำทิ้งที่หุ้มด้วยฉนวนดังกล่าวในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวโครง
- พัดลมส่งลมเย็น เป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (Centrifugal Fan, Turbo Fan) หรือแบบใบพัดยาว (Cross Flow Fan) ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ ใบพัดและตัวพัดลมทำมาจากพลาสติกหรือเหล็กอาบสังกะสี ได้รับการถ่วงสมดุลทั้ง Static และ Dynamic ความดังของเสียงไม่เกิน 50 dBA เมื่อเดินที่รอบสูง (High)
- มอเตอร์พัดลมเป็นชนิด Permanent Split Capacitor สามารถปรับความเร็วรอบได้อย่างน้อย 2 จังหวะ (High -Low) และมีอุปกรณ์ภายในป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์ ใช้ระบบไฟฟ้า 220V./1Ph./50Hz.
- แผงระบายความร้อนของเครื่องส่งลมเย็นหรือคอยล์เย็น (Evaporator Coil) เป็นท่อทองแดงที่ถูกเชื่อมยึดติดกันอย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล (Mechanical Bonding) หรือถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมโดยต้องผ่านการทดสอบรอบรั้วและการขจัดความชื้นมาจากโรงงานผู้ผลิต
- ระบบควบคุม มีสวิทช์ เปิด/ปิด เครื่องและปรับความเร็วรอบพัดลม พร้อมทั้งสวิทช์เทอร์โมสแตต อยู่ที่เครื่องหรือเป็นชนิดแบบตั้งแยก Remote Type) ตามที่ระบุในแบบ
- แผงกรองอากาศเป็นแบบอลูมิเนียม , ใยสังเคราะห์ หรือ Resin Net ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้(ยกเว้นเครื่องส่งลมเย็นแบบติดตั้งในฝ้าต่อท่อลม)
- เครื่องส่งลมเย็นชนิด Cassette Type ทุกรุ่นจะต้องเป็นชนิดที่มีปั๊มน้ำทิ้งในตัวเครื่อง (Drain Lift Pump) และต้องสามารถยกระดับน้ำได้ไม่น้อยกว่า 20" จากระดับฝ้าเพดานพร้อมทั้งมีระบบตัดการทำงานของเครื่องส่งลมเย็นเมื่อปั๊มน้ำทิ้งมีปัญหาไม่ทำงาน มีระดับเสียงขณะ Pump ทำงานไม่เกิน 50 dBA
- คอยล์เย็นชนิดติดตั้งในฝ้าต่อท่อลม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 2-3/4

- คอยล์เย็นมีความหนาไม่เกิน 470 มม. สามารถปรับความแรงลมได้ 3 ระดับ และสามารถปรับความดันสถิตภายนอกได้ตั้งแต่ 30 Pa - 200 Pa
- ใช้มอเตอร์กระแสตรงในการขับเคลื่อนพัดลม โดยที่มอเตอร์นี้ต้องสามารถปรับเปลี่ยนความดันสถิตภายนอกได้ทั้งระดับปานกลางและระดับสูงเพื่อความสะดวกในการออกแบบและติดตั้งระบบ
- ถาดน้ำทิ้งต้องมีการเคลือบสารป้องกันแบคทีเรียที่ใช้ประจุเงินในการป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา แบคทีเรียและเมือกต่างๆที่เป็นต้นเหตุของการอุดตันและกลิ่นไม่พึงประสงค์
- คอยล์เย็นต้องมีปั๊มระบายน้ำติดตั้งมาเป็นอุปกรณ์เสริม และสามารถดันน้ำได้สูงไม่ต่ำกว่า 700 มม.
- คอยล์เย็นชนิดติดผนัง
- ใบพัดทิศทางลมต้องสามารถปรับได้ 5 ระดับในแนวระดับและสามารถปรับให้สายอัตโนมัติเพื่อให้การกระจายลมเป็นไปอย่างเหมาะสมได้โดยใช้รีโมทคอนโทรล และต้องกลับมาที่ตำแหน่งเดิมก่อนที่จะปิดเครื่องทุกครั้งที่เครื่องเริ่มทำงานขึ้นอีกครั้ง
- กรอบตัวเครื่องด้านนอกต้องเป็นแบบเรียบเพื่อให้ง่ายต่อการทำความสะอาด
- ตัวเครื่องต้องถูกออกแบบมาสำหรับต่อกับท่อระบายน้ำได้ทั้งทางด้ายซ้ายและขวาของตัวเครื่องเพื่อความสะดวกในการติดตั้ง
- คอยล์เย็นต้องมีปั๊มระบายน้ำเป็นอุปกรณ์เสริมสามารถดันน้ำได้สูงไม่ต่ำกว่า 1,000 มม.

2.4 ระบบท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้ง (Refrigerant and Drain Piping System)

- 1) ระบบท่อน้ำยาใช้ท่อทองแดง (Copper Tube Hard Drawn Type L) ท่อ Suction จะต้องหุ้มฉนวน Closed Cell Foamed Elastomer หนาไม่ต่ำกว่า 3/4 นิ้ว หรือตามที่ระบุในแบบ ท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกจากกันโดยมี Clamp รััดทุกๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รััด Clamp ให้สอดคล้องแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร หุ้มรอบฉนวนก่อนรััด Clamp และติดตั้งรางครอบท่อน้ำยาที่เดินภายนอก
- 2) การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวในอาคารให้ใส่ Pipe Sleeves ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ขนาด 475 มิลลิเมตร x 40 มิลลิเมตร x 5 มิลลิเมตร โดยเหล็กรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ Clamp ยึดท่อทั้งหมดได้
- 3) ท่อน้ำทิ้งจาก Floor Drain ของห้องเครื่องปรับอากาศต่อเข้ากับท่อน้ำฝนของอาคาร ผู้รับเหมาระบบปรับอากาศต้องดำเนินการหุ้มฉนวน Closed Cell Foamed Elastomer หนาไม่ต่ำกว่า 1/2" ตลอดแนวของท่อและติดตั้งรางครอบท่อที่เดินภายนอก
- 4) ต้องติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับระบบท่อน้ำยาสำหรับเครื่องปรับอากาศทุกชุดมีดังนี้

2.5 การทดสอบ

- 1) การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นการติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจุดติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ การติดตั้งเครื่องระบายความร้อนให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็กมีลูกยางกันกระแทกรองรับ ขึ้นส่วนที่เป็นเหล็กให้ทาสีกันสนิมและทาสีภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 2-4/4

2) การติดตั้งสวิทช์เปิด-ปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคารทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง

3) การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นให้มี Vibration Isolators รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน

2.6 รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์แนะนำให้ใช้

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ และการพิจารณาของผู้ว่าจ้างที่จะอนุมัติหรือไม่ถือเป็นที่ยึดถือ อย่างไรก็ตามหากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

1. เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณน้ำยาอัตโนมัติ (VRF) : DAIKIN, MITSUBISHI, TOSHIBA, HITACHI, FUJITSU, PANASONIC, LG

2. ท่อน้ำยาสารทำความเย็นเครื่องปรับอากาศ COPPER TUBE: KEMBLA, VALOR, CAMBRIDGE, O-TWO, NBC

3. ฉนวนหุ้มท่อน้ำยาและท่อคอนเดนเสทแอร์: AEROFLEX, MAX FLEX, KFLEX, ARMAFLEX, DURKFLEX

4. CONDENSATE DRAIN PIPE (PVC) CLASS 8.5 TIS.17-2561 : ตราช้าง, ท่อน้ำไทย หรือเทียบเท่า

5. รางครอบท่อน้ำยา : M&E หรือเทียบเท่า

6. FLEXIBLE PIPE CONECTION : MASON, METRAFLEX, TOZENหรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 3-1/4

3. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPLIT TYPE AIRCONDITIONING) INVERTER

3.1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศชุดหนึ่งๆประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานในต่างประเทศหรือประกอบในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น โดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Condensing Unit) ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่คุณผลิตแนะนำและมีหลักฐานยืนยันแล้ว จะต้องสามารถทำความเย็นรวม (Matching Capacity) ได้ตามข้อกำหนดในรายการอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Condenser Coil) ที่อุณหภูมิน้ำยาทางด้านดูดกลับ (Saturated Suction Temperature) ไม่เกิน 45 °F

สำหรับชนิดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ต้องมีอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานหรือเทียบเท่ากับค่าประหยัดพลังงาน SEER ต้องไม่น้อยกว่า 17.00 (สำหรับขนาดไม่เกิน 42,000 บีทียู/ชั่วโมง) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน มอก.1155-2557, มอก.2134-2553 สำหรับชนิดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีระดับเสียงไม่เกิน 46 dB สำหรับชุดคอยล์เย็นสำหรับชุดคอยล์ร้อน มีระดับเสียงไม่เกิน 51 dB

3.2 เครื่องส่งลมเย็นและเครื่องจ่ายลมเย็น (Fan Coil Unit & Air Handling Unit)

เครื่องส่งลมเย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถส่งลมเย็นได้ไม่น้อยกว่าจำนวนลมที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์พัดลมที่ใช้เป็นแบบ Centrifugal Blowerลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) หรือแบบกรงกระรอกสำหรับเครื่องแบบติดตั้งพัดลมตัวเดียวหรือสองตัวติดตั้งอยู่บนเพลาดียวกันมอเตอร์ขับเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 แรงม้าขึ้นไปต้องมีเครื่องช่วยสตาร์ทแบบ Direct-On-Line Starterหรือตามที่กำหนดในแบบมอเตอร์ขับเคลื่อนแบบ Direct-Drive หรือผ่านสายพาน มู่เล่ย์ตัวขับเคลื่อนเป็นแบบปรับความเร็วรอบด้วยสายพานได้(สำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่กว่า10 ตันความเย็นขึ้นไป) ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับทางด้าน Staticallyและ Dynamically Balanced มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิตตัวถังเครื่องส่งลมเย็นและเครื่องจ่ายลมเย็นทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม. หรือพลาสติก HIPS (High Impact Polystyrene) ฟันสีกันสนิมและสีภายนอกผ่านการอบแห้งอย่างดีภายในตัวเครื่องจะต้องหุ้มฉนวนความร้อนที่มีความหนาเพียงพอที่จะป้องกันการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศซึ่งสัมผัสกับโลหะได้ประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิตถาดน้ำทิ้งบุด้วยฉนวน Closed Cell Self Extinguishingหรือ PE Foamซึ่งกันน้ำได้มีความหนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตรส่วนคอยล์เย็น (Evaporator Coil) เป็นแบบ Direct Expansionทำด้วยท่อทองแดงอย่างแข็งมีครีบอลูมิเนียมอัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีทางกล (Mechanical Bonded) มีจำนวนแถวไม่น้อยกว่า 2 แถวจำนวนครีบน้อยกว่า 12 ครีบท่อความยาวหนึ่งนิ้วหรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้

- ก. Thermostatic Expansion Valve เฉพาะสำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 4 ตันความเย็นขึ้นไป
- ข. Capillary TUBE หรือ Orifice (อาจใช้สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 4 ตันความเย็นลงมา)
- ค. Overload ProtectionFor Fan Motor
- ง. DrainAnd Drain Pan
- จ. Thick Cleanable Type Air Filter (AluminiumType) หรือ Polyester Synthetic Fiber Filter

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 3-2/4

3.3 เครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit)

แบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย Compressor เป็นแบบWelded Shell Hermetic Type หรือ Semi-Hermetic Type Single or Dual Circuits of Refrigeration น้ำยาสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศให้ใช้น้ำยา R-32, R-410A, R-407C ต้องไม่เป็นสารที่ทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบโดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลง แปลงแรงดันไฟฟ้าอีกที่รายละเอียดอื่นๆ มีดังต่อไปนี้

- 1) Compressor แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรงและมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ
- 2) ตัวถังเครื่องระบายความร้อนทำด้วยเหล็กอบสังกะสีหรือเหล็กแผ่นพ่นสีกันสนิมและสีภายนอกอย่างดี ซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร
- 3) พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ Propeller Type หรือ Centrifugal ขับด้วยมอเตอร์ชนิด Weather Proof ใช้กับระบบไฟ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต
- 4) แผงระบายความร้อน (Condens Coil) ทำด้วยท่อทองแดงหรืออลูมิเนียม มีครีระบายความร้อนทำด้วยอะลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล จำนวนครีระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 12 ครี ต่อความยาวหนึ่งนิ้วฟุตหรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 5) อุปกรณ์อื่นๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้
 - Thermal Overload Protection Devices for Compressor
 - Overload Protection for Fan Motor
 - Compressor Contactor
 - Low Pressure Switch (สำหรับเครื่องขนาด 4 ตันความเย็นขึ้นไป)
 - Refrigerant Filter Drier (สำหรับเครื่องขนาด 4 ตันความเย็นขึ้นไป)
 - Sight Glass (สำหรับเครื่องขนาด 4 ตันความเย็นขึ้นไป)
 - Suction Line Shut-Off Valves (สำหรับเครื่องขนาด 4 ตันความเย็นขึ้นไป)
 - Liquid Line Shut-Off Valves (สำหรับเครื่องขนาด 4 ตันความเย็นขึ้นไป)
 - Hot Gas Line Shut-Off Valves (สำหรับเครื่องขนาด 4 ตันความเย็นขึ้นไป)
 - Refrigerant Charging Port
 - Time Delay Relay
 - Crankcase Heater (สำหรับเครื่องขนาด 4 ตันความเย็นขึ้นไป)
- 6) ผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศที่ใช้จะต้องได้รับมาตรฐาน มอก. หรือฉลากเบอร์ 5 จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

3.4 การติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ (SPLIT TYPE SYSTEM)

การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นการติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจุดติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของผู้คุมงานการติดตั้งเครื่องระบายความร้อนให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็กมีลูกยางกันกระเทือนรองรับขึ้นส่วนที่เป็นเหล็กให้ทาสีกันสนิมและทาสีภายนอกอีกชั้นหนึ่งการติดตั้งสวิทช์เปิด-ปิดและเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (THERMOSTAT) ให้ติดตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคารทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบผู้คุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้งการติดตั้ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 3-3/4

เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ที่ใช้สายพานขับให้มี VIBRATION ISOLATORS รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือนการติดตั้งระบบปรับอากาศให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วยโดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดังน้อยที่สุด

3.5 การทดสอบ

- 1) การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นการติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจุดติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้าง การติดตั้งเครื่องระบายความร้อนให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็กมีลูกยางกันกระเทือนรองรับขึ้นส่วนที่เป็นเหล็กให้ทาสีกันสนิมและทาสีภายนอกอีกชั้นหนึ่ง
- 2) การติดตั้งสวิทช์เปิด-ปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคารทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบคณะกรรมการตรวจการจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง
- 3) การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นให้มี Vibration Isolators รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน

3.6 ระบบท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้ง (Refrigerant and Drain Piping System)

- 1) ระบบท่อน้ำยาใช้ท่อทองแดง (Copper Tube Hard Drawn Type L) ท่อ Suction จะต้องหุ้มฉนวน Closed Cell Foamed Elastomer หนาไม่ต่ำกว่า 3/4 นิ้ว หรือตามที่ระบุในแบบท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกจากกันโดยมี Clamp รััดทุกๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 3.5 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รัด Clamp ให้สอดคล้องแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร หุ้มรอบฉนวนก่อนรัด Clamp
- 2) การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวในอาคารให้ใส่ Pipe Sleeves ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ขนาด 475 มิลลิเมตร x 40 มิลลิเมตร x 5 มิลลิเมตร โดยเหล็กยึดกับดาดฟ้าต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 3.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ Clamp ยึดท่อทั้งหมดได้
- 3) ท่อน้ำทิ้งจาก Floor Drain ของห้องเครื่องปรับอากาศต่อเข้ากับท่อน้ำฝนของอาคาร ผู้รับเหมาระบบปรับอากาศต้องดำเนินการหุ้มฉนวน Closed Cell Foamed Elastomer 0 3/4 ตลอดแนวของท่อ
- 4) ต้องติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับระบบท่อน้ำยาสำหรับเครื่องปรับอากาศทุกชุดมีดังนี้
 - 4.1) Filter Drier
 - 4.2) Thermostatic Expansion Valve (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 30,000 BTUH ขึ้นไป)
 - 4.3) Sight Glass
 - 4.4) อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น

3.7 ระบบควบคุม (Control System)

- 1) ระบบควบคุมใช้ระบบไฟฟ้า 24 โวลต์ รายละเอียดเป็นไปตามที่บริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศกำหนด เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) จะต้องมีส่วนที่ตั้งอุณหภูมิได้ติดตั้งตามจุดที่กำหนด ระบบปรับอากาศต้องมีระบบควบคุมเชื่อมโยงกัน (Interlocking System) ระหว่างเครื่องระบายความร้อนและเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่อง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 3-4/4

ระบายความร้อนทำงานเมื่อมอเตอร์พัดลมเย็นไม่ทำงาน หรือเครื่องระบายความร้อนทำงานก่อนเครื่องเป่าลมเย็นในวงจรควบคุมจะต้องมีการใส่ฟิวส์ไว้ด้วย

2) สวิตช์ปิด-เปิด เครื่องปรับอากาศขนาด 10 ตันขึ้นไปให้ใช้เป็นแบบ Push Button Switch พร้อมด้วยหลอดสัญญาณ (Pilot Lamp) ชนิด Neon Type แต่ละหลอดเพื่อแสดง เมื่อมอเตอร์ของเครื่องเป่าลมเย็นทำงานและเครื่องระบายความร้อนตามลำดับ

3) เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก (FCU) เป็นชนิด Wire Remote 3-Fan Speed, ON/OFF Switch และเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับเครื่องปรับอากาศ สำหรับเครื่องปรับอากาศใหญ่ (AHU Code) เป็นชนิด ON/OFF Switch

3.8 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไปการเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้จะต้องแสดงรายละเอียดและหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอแต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

1. เครื่องปรับอากาศ SPLIT TYPE : TRANE, CARRIER, TOSHIBA, DAIKIN, MITSUBISHI, HITACHI, FUJITSU, PANASONIC, LG
2. ท่อน้ำยาสารทำความเย็นเครื่องปรับอากาศ COPPER TUBE : KEMBLA, VALOR, CAMBRIDGE, O-TWO, NBC
3. ฉนวนหุ้มท่อน้ำยาและท่อคอนเดนเสทแอร์ : AEROFLEX, MAX FLEX, K-FLEX, ARMAFLEX

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 4-1/4

4. พัฒนาระบายอากาศ

4.1 ความต้องการทั่วไป

4.1.1 พัฒนาระบายอากาศที่ใช้จะต้องสามารถระบายอากาศได้ในปริมาตรที่ต้องการตามรายการอุปกรณ์และวัดค่าสมรรถนะจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน AMCA Standard 210 และระดับความดังของเสียงต้องเหมาะสมกับการใช้งาน โดยต้องแสดง Sound Power Level มาด้วย

4.1.2 ระดับความดังของเสียงจากพัดลมไม่ควรเกิน 75 dBa (AMCA 301 - 6) และพัดลมแบบ Free Blow ไม่ควรเกิน 55 dBa วัดห่างจากพัดลม 1.5 m. ถ้าตรวจพบว่ามีความดังของเสียงมากกว่าที่กำหนดผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบจัดการติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียง เพื่อให้ระดับของเสียงได้ตามต้องการ

4.1.3 พัดลมที่ใช้ประกอบกับท่อลมให้ต่อกับท่อด้วยหน้าแปลนพร้อมทั้งติดตั้งพัดลมที่ใช้ Flexible Duct Connection ไว้ด้านใกล้ที่สุดกับพัดลม

4.1.4 พัดลมที่ใช้ประกอบกับพัดลมซึ่งมีขนาดการระบายอากาศตั้งแต่ 1,500 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (CFM) ขึ้นไปให้ติดตั้ง Duct Smoke Detector ประกอบเพื่อให้สามารถตัดการทำงานของพัดลมได้เมื่อเกิดควันไฟขึ้นในระบบท่อลม

4.1.5 พัดลมสำหรับ Waste Treatment Plant ต้องเป็นแบบป้องกันสารเคมี (Chemical Proof Type) ตัวโครงสร้าง, ใบพัดและชิ้นส่วนอื่นที่สัมผัสกับกระแสลมควรทำด้วย PVC ชนิดแข็ง Fiberglass หรือแผ่นเหล็กเคลือบด้วยสี Epoxy เพล้าขัดทำด้วย Stainless Steel

4.1.6 พัดลมสำหรับครัว (Kitchen Hood Exhaust) ต้องเป็นแบบ Overhung Type และมีใบพัดชนิด Backward หรือ Airfoil Curve, มีช่องเปิดทำความสะอาดภายในได้อย่างสะดวก

4.1.7 การต่อสายไฟเข้าหามอเตอร์พัดลม ให้เดินในท่อเหล็กและเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าทุกประการท่อเหล็กแบบยัดหยุ่นจะใช้ได้เฉพาะการเดินท่อในระยะที่สั้นที่สุดเพื่อเชื่อมสำหรับตำแหน่งการติดตั้งพัดลมเท่านั้น

4.1.8 พัดลมทุกประเภทให้มีสวิตช์ตัดตอน สำหรับพัดลม Propeller ขนาดใบพัดเล็กกว่า 12 นิ้ว พัดลมหอยโข่งขนาดเล็กพัดลมระบายอากาศขนาดเล็กที่ต้องใช้เครื่องช่วยสตาร์ทซึ่งมีขนาดการส่งลมไม่มากกว่า 1,500 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ให้ต่อกับสวิตช์ปิดเปิดติดผนังเฉพาะที่มีไฟส่องแสงแสดงการทำงานของในตัว (Self Illumination) ว่าพัดลมทำงานอยู่ ส่วนพัดลมที่ต้องมีเครื่องช่วย สตาร์ท หรือพัดลมที่ใช้ประกอบท่อลมขนาดการส่งลมมากกว่า 1,500 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีให้มี circuit breakerตัดวงจรประกอบในตู้ไฟฟ้าติดตั้งไว้ในห้องเครื่องและมีสวิตช์ปิดเปิด (On-Off Switch) พัดลมติดตั้งอยู่ใกล้กับตำแหน่งใช้งานของผู้ใช้

4.1.9 พัดลมทุกประเภทต้องติดตั้งในลักษณะที่จะสามารถเปลี่ยนทดแทน ซ่อมแซมได้ง่าย สำหรับพัดลมขนาดเล็กต้องมีช่องที่สามารถนำพัดลมลงจากฝ้าเพดานได้ พัดลมขนาดใหญ่ต้องมีช่องบริการที่ติดตั้งกับฝ้าเพื่อซ่อมแซมพัดลมได้ทั้งตัวโดยช่องบริการและโครงต้องมีความแข็งแรงและเรียบร้อยทันทันไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับฝ้าเพดาน

4.2 พัดลมแบบหอยโข่ง (Centrifugal Fan)

4.2.1 Housing ทำด้วยเหล็กกล้า สามารถถอดออกเป็นส่วน ๆ ได้ เพื่อสะดวกในการติดตั้ง ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานของโรงงาน

4.2.2 Wheel เป็น single width, single inlet, forward curved blades หรือ backward curved blades ทำด้วยเหล็กกล้าหรืออลูมิเนียม ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานต้องได้สมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 4-2/4

- 4.2.3 Shaft ทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่รอบความเร็วไม่ต่ำกว่า 2 เท่าของความเร็วที่ใช้งาน
- 4.2.4 Bearing เป็นแบบ Self-aligning ball bearing การจัดการปีจะต้องทำได้โดยง่าย
- 4.2.5 Motor เป็นแบบ Induction squirrel cage totally enclosed fan cooled ระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 ไซเคิล หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ ความเร็วรอบของมอเตอร์ 1,450 รอบ/นาทีที่ห่อหุ้มโดยสายพานรูปตัววี Pulley เป็นแบบ variable pitch diameter และจะต้องมี belt guard ด้วยกรณีพัดลมไม่ใช่ Direct Drive
- 4.2.6 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมต้องไม่เกิน 1,600 ฟุตต่อวินาที
- 4.2.7 พัดลมขนาดเล็กที่ส่งลมไม่เกิน 800 ลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที อาจเลือกชุดขับเคลื่อนโดยตรง (Direct Drive) แต่ต้องเป็นรุ่น Low Noise
- 4.2.8 พัดลมจะต้องมีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบและต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำมีประสิทธิภาพ (Total Efficiency) ตาม Performance Curve ไม่น้อยกว่า 70%
- 4.2.9 พัดลมแบบตั้งพื้นจะต้องตั้งอยู่บน Anti-vibration fan base หรือจะมี Inertia base ร่วมด้วยก็ได้
- 4.2.10 พัดลมแบบแขวนที่ใช้มอเตอร์ 3 เฟส จะต้องใช้ Spring vibration isolators ติดตั้งที่ Hanger rods
- 4.3 พัดลมแบบ Axial Flow**
- 4.3.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยเหล็กกล้าผ่านกรรมวิธีกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- 4.3.2 ใบพัดเป็นแบบ Airfoil สามารถปรับตำแหน่งมุมใบพัดได้ (Adjustable Pitch) ทำด้วยเหล็กกล้าหรือ Aluminium alloy ได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
- 4.3.3 การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct-Drive หรือสายพาน มอเตอร์มี 4, 6 หรือ 8 Pole ตามรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต
- 4.3.4 พัดลมที่เลือกใช้งานต้องมีประสิทธิภาพ (Total Efficiency) ตาม Performance Curve ไม่น้อยกว่า 70%
- 4.3.5 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet) ต้องไม่เกิน 1,600 ฟุตต่อวินาที
- 4.3.6 Vibration Isolator เป็นแบบสปริง มี Acoustic Pad รอง และให้ Static Deflection ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 4.3.7 ต้องมีสายและหัวอัดจาระบี (Grease Fitting) ต่อออกมาจากตลับลูกปืนไปยังตัวถังในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย
- 4.3.8 ปากพัดลม (Inlet และ Outlet) ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรง (Screen) เหล็กไม่เป็นสนิม ช่องเปิดของตะแกรงไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ปากพัดลมทางเข้าที่ไม่ต่อกับท่อลมจะต้องประกอบด้วยชุด Bell Mount
- 4.4 พัดลมแบบ Propeller**
- 4.4.1 ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อนประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิตถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงามจะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้มีรูปร่างที่สวยงาม
- 4.4.2 Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออกขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทเป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 4-3/4

4.4.3 พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคารต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนังความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)

4.4.4 ใบพัดลมชนิดทำด้วยเหล็กหรืออลูมิเนียมต้องมีตะแกรงเหล็ก (Wire Guard) ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า และติดตั้ง Rain Hood ถ้าอยู่ในพื้นที่ที่มีโอกาสฝนสาดเข้าในอาคาร

4.4.5 ในกรณีที่กำหนดให้เป็นแบบ ให้เป็นพัดลมแบบ Chemical Proof ชั้นส่วนของพัดลมทั้งหมดที่สัมผัสกับอากาศที่ดูดออกต้องเคลือบด้วยสารที่ทนการกัดกร่อนของไอรก

4.5 พัดลมระบายอากาศแบบ Ceiling Mount

4.5.1 ใบพัดเป็นแบบ Propeller หรือ Centrifugal พร้อมทั้งมี Outlet Gravity Damper

4.5.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะและสามารถถอดออกซ่อมได้ โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ หน้ากากพัด (Inlet Grille) ทำด้วย อลูมิเนียมหรือเหล็ก หรือพลาสติกที่เป็นวัสดุทนความชื้นได้ดี

4.5.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลม และ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย

4.5.4 การปิดเปิดพัดลมเป็นแบบสวิตช์ที่มีแสงแสดงการทำงาน (Self Illumination) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

4.5.5 กรอบ สำหรับใช้ยึดพัดลมหรือช่องระบายลมสำหรับระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ ที่ต้องฝังหรือยึดติดกับผนัง ถ้าไม่ได้ระบุรูปแบบและชนิดของวัสดุไว้ในแบบโดยทั่วไปจะต้องทำด้วยเหล็กรูปพรรณ เช่น เหล็กฉาก เหล็กทรงน้ำ เป็นต้น มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร สำหรับขนาดพัดลมไม่เกิน 12 นิ้ว หรือช่องลมขนาดไม่เกิน 80 เซนติเมตร และมีความหนาไม่น้อยกว่า 4.5 มิลลิเมตร สำหรับขนาดพัดลมใหญ่กว่า 12 นิ้ว หรือช่องลมที่มีขนาดใหญ่กว่า 80 เซนติเมตรขึ้นไป กรอบที่ทำจากเหล็กรูปพรรณนี้จะต้องได้รับการประกอบขึ้นรูปโดยช่างฝีมือที่มีความชำนาญเพื่อให้ได้กรอบที่ได้ฉากไม่บิดเบี้ยว มีรอยเชื่อมที่เรียบร้อยทุกจุด และได้รับการขัดแต่งจนสวยงามโดยไม่เสียความแข็งแรง จากนั้นจึงทำความสะอาดพื้นผิวโลหะให้สะอาดก่อนที่จะทาพ่นด้วยสีกันสนิม 2 ชั้น และทาพ่นหน้าอีก 2 ชั้นด้วยสีน้ำมันคุณภาพสูง ที่มีสีใกล้เคียงกับผนังบริเวณที่จะต้องติดตั้ง กรอบดังกล่าวถ้าใช้ติดตั้งกับผนังภายนอกอาคารจะต้องติดตั้ง Rain Hood ที่มีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่า 60 องศา (เริ่มจากผนัง) และตะแกรงกันแมลงทำด้วยลวดสแตนเลสที่มีขนาด ช่องตะแกรงเท่ากับ 0.65 X 0.65 เซนติเมตร พร้อม Gravity Shutter ที่เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับพัดลม (ถ้าใช้กับพัดลม) ส่วนวัสดุที่ใช้ทำ Rain Hood จะต้องเป็นเหล็กแผ่นอบสังกะสีที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มิลลิเมตร หรือวัสดุอื่น ๆ ที่มีความทนทานต่อสภาพอากาศภายนอกได้ดี รายละเอียดรูปแบบการติดตั้งและวัสดุที่เลือกใช้ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อเสนอขออนุมัติจากวิศวกรก่อนการติดตั้งจริง

4.5.6 ภายหลังจากการติดตั้งพัดลมเป็นที่เรียบร้อยแล้ว พัดลมแบบหอยโข่งทุกชุดจะต้องได้รับการทดสอบในลักษณะเดียวกันกับเครื่องส่งลมเย็น

4.6 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไป การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

4.6.1 CENTRIFUGAL AND AXIAL FAN: PANASONIC, NICOTRA, KRUGER, CTW, TEB

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 4-4/4

- 4.6.2 PROPELLER AND CEILING FAN : TOSHIBA, MITSUBISHI, PANASONIC, NICOTRA, KRUGER, TEB
- 4.6.3 JET FAN : PANASONIC, PRO JET FAN, GREEN HECK
- 4.6.4 SMOKE EXHAUST FAN : PANASONIC, NICOTRA, GREENHECK, KRUGER
- 4.6.5 MOTOR FOR FAN : BROOK, U.S. MOTOR, SIEMENS, ABB, ELECTRIM

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 5-1/4

5. ระบบท่อลม

5.1 งานท่อลมจากโลหะ (Metal Ductwork)

5.1.1 ระบบท่อลมเติมอากาศ (Fresh Air Duct) และท่อลมระบายอากาศ (Exhaust Duct)

1) ข้อกำหนดทั่วไป

1.1) ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีที่มีความหนา วิธีการประกอบและการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และ/หรือ ASHRAE STANDARD

1.2) ให้ตรวจสอบขนาดและแนวทางการเดินท่อให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่น ๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง

1.3) ข้อโค้งงอ ต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีความโค้งที่กลางท่อไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉาก (Mitre Bend) มี Turning Vane ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้

1.4) ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ Cross Break และทุกทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ

1.5) ท่อลมที่จะเดินทะลุผ่านพื้น หรือกำแพงต้องมีวงกล (Duct Sleeve) ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ หรือติดไฟแต่ไม่ลุกลาม หน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน

1.6) ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวน และปรากฏแก่สายตา ต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวด การทาสี ป้องกันการผุกร่อนและรื้อสสี

1.7) ท่อลมที่ต่อกับพัดลมและเครื่องปรับอากาศ ต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Fiber Glass Cloth เคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่องข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว)

1.8) รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวภายนอกและ/หรือภายในท่อลมด้วยวัสดุอุดชนิดไม่ติดไฟ รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมกลับอ่อนกับท่อลมอ่อนหรือท่อลมกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียด หรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมผลิตขึ้น สำหรับใช้ต่อท่อลมกลมอ่อนโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อน และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

1.9) จะต้องมีส่วนเปิดบริการ (Access Door) ติดตั้งที่ด้านข้าง หรือด้านใต้ท่อลมขนาดประมาณ 300 มิลลิเมตร x 300 มิลลิเมตร (12 x 12 นิ้ว) ตำแหน่งตามความเหมาะสมสำหรับเปิดบริการ Fire Damper ทุกชุด Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดในโตกว่า 0.1 ตารางเมตร ทุกชุด Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) มี Sash Lock อย่างน้อยสองตัว มีขอบเป็นรูปหน้าแปลนและมีประเก็น Neoprene ติดที่ขอบโดยรอบกันอากาศรั่ว และ Access Door ที่ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้มทำเป็น 2 ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกันที่ใช้หุ้มท่อลม

1.10) ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาด และตำแหน่งของช่องเปิดบนผ้า เพื่อการตรวจซ่อม และบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำผ้า ค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างงานผ้าหรืองานสถาปัตย์

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 5-2/4

1.11) สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อลม จะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม

1.12) ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (Instrument Insert Holes) ท่อลม หรือ Plenum ส่วนใดที่ติดตั้ง Pilot Tubes หรือ เครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของอากาศ และ Balance ระบบลม นั้น ต้องทำช่องขนาดพอเหมาะไว้ตามแต่จะกำหนดหรือความจำเป็น ช่องดังกล่าวต้องหุ้มปิดด้วยฉนวน และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้เด่นชัด

2) วัสดุท่อลม

2.1) ท่อลมไม่ว่าจะเป็นท่อกลมหรือท่อรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี ปริมาณสังกะสีที่อบไม่น้อยกว่า 180 กรัมต่อตารางเมตร (ปอนด์ต่อตารางฟุต) ต่อรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อบไว้แตกหลุด จะต้องทาด้วย Zinc Chromate และทาสีภายนอก

2.2) แผ่นโลหะ (Sheet Metal) ท่อลมต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี ความหนาของแผ่นโลหะ น้ำหนักของสังกะสีที่ใช้ชุบ ขนาดและระยะห่างของเหล็กเสริมความแข็งแรงของท่อลมต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบโดยเคร่งครัด การเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษอาจจำเป็นขึ้นอยู่กับลักษณะการแขวน และรองรับท่อลม ความหนาแน่นของแผ่นโลหะขึ้นอยู่กับความกว้างของท่อลมดังต่อไปนี้

Largest Dimension US Gauge

12" and Less No.26

13" to 30" No.24

31" to 54" No.22

55" to 84" No.20

85" and Above No.18

3) Damper

3.1) Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสี ขนาดความหนาตามเบอร์เกจหนากว่าท่อลมช่วงนั้นอีกสองเบอร์ ความยาวของตัวใบประมาณ 1.10 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นเหล็กทาสี (Push Rod) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

3.2) Volume Damper เป็นแบบใบเดี่ยว (Single Blade) หรือหลายใบ (Multiple Balde) โดยใบปรับแต่ละใบของ Multiple Blade จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลม แต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างไม่ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขอบใบพับรอย (Hemmed) เป็นแบบ Inter-locking Edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมียึดด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุถึงสอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบพัดจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ Damper ชนิดที่มีหลายใบ จะต้องจัดใบเป็นแบบ Opposed Blade หรือ Gang Operated

4) อุปกรณ์ลดเสียง (Sound Absorber)

4.1) หากต้องการติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียงจะต้องมีโครงสร้างตามที่แสดงไว้ในแบบและรายละเอียดความเร็วลมที่ผ่านอุปกรณ์ลดเสียงต้องไม่เกิน 15 มิลลิเมตรต่อวินาที (3,000 ฟุตต่อนาที)

4.2) กล่อง (Casing) ของอุปกรณ์ลดเสียงพับทำขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี ขนาดความหนาใช้เบอร์เกจเดียวกันกับท่อลมที่ต่ออยู่ด้วยกัน แต่จะไม่บางกว่า 0.7 มิลลิเมตร

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 5-3/4

4.3) วัสดุอุดกั้นเสียง เป็นวัสดุพวกใยแก้ว ผิวของวัสดุอุดกั้นเสียงที่อยู่ในทางผ่านของลม (Air Flow Passage) จะต้องเคลือบผิวด้วยNeoprene และมีตาข่ายอลูมิเนียม หรือเหล็กชุบสังกะสีเป็นตารางขนาดประมาณ 8 x 8 มม. ปิดทับ

5.2 งานท่อลมจากวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ (Non-Metal Ductwork)

5.2.1 ท่อระบายอากาศ ท่อเติมอากาศและอุปกรณ์

1) ข้อกำหนดทั่วไป

1.1) ให้ตรวจสอบขนาดและแนวทางการเดินท่อให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่น ๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง

1.2) ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ Full Radius หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉากแทนได้ ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้

1.3) ท่อลมที่จะเดินทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมีวงกล (Duct Sleeve) ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟหรือติดไฟแต่ไม่ลุกลาม หน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน

1.4) ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้า เพื่การตรวจสอบและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำฝาค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

1.5) สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อลม จะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิมหรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม

1.6) ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (Instrument Insert Holes) ท่อลม หรือ Plenum ส่วนใดที่ติดตั้ง Pilot Tubes หรือ เครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของอากาศ และ Balance ระบบลมนั้น ต้องทำช่องขนาดพอเหมาะไว้ตามแต่จะกำหนดหรือความจำเป็น ช่องดังกล่าวต้องหุ้มปิดด้วยฉนวน และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้เด่นชัด

2.5.2 ท่อลมอ่อน (FLEXIBLE AIR DUCT)

ท่อลมอ่อนจะต้องประกอบขึ้นจากแผ่นอลูมิเนียมพอลิซันดรีที่ไม่ติดไฟอย่างน้อย 2 ชั้นโดยมีความหนารวมไม่น้อยกว่า 50 ไมครอน เสริมโครงด้วยลวดสปริงชุบโลหะกันสนิม ทนความดันได้ถึง 5,000 Pa หุ้มทับด้วยฉนวนหนาไม่น้อยกว่า 25 mm. ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 24 kg/m³ วัสดุที่ใช้ทั้งหมดต้องเป็นไปตามมาตรฐานการทนไฟ ASTM E84 Class A

5.3 ความสะอาดท่อลม

5.3.1 ในระหว่างการติดตั้งผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษขี้ฝุ่นเศษไม้และขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม

5.3.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาด ภายในท่อลมใช้เครื่องดูดฝุ่น หรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่นผงออกจากท่อลมให้หมด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 5-4/4

5.3.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อดมผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าหน้าที่โครงการ

5.4 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไป การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

- 5.4.1 PRE-INSULATED DUCT : PID, KINGSPAN, P3, EASY, GEKKO, TDT หรือเทียบเท่า
- 5.4.2 FLEXIBLE AIR DUCT : SIFLEX, AERODUCT, MAXFLEX, DUCT EXCEL, GENOS หรือเทียบเท่า
- 5.4.3 CLOSED CELL FOAMED : ARMAFLEX, AEROFLEX, MAXFLEX, K-FLEX หรือเทียบเท่า
- 5.4.4 GALVANIZE STEEL SHEET : BSI, SINGHA หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 6-1/6

6. ที่แขวนและรองรับสำหรับท่อน้ำและท่อลม

6.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 6.1.1 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและแรงงาน ในการติดตั้งที่แขวนท่อ หรือที่รองรับท่อ
- 6.1.2 ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing แสดงถึงลักษณะ ขนาดและความหนาของเหล็กที่ใช้เพื่อเสนอขอ อนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อนก่อนดำเนินการทำที่แขวนและที่รองรับท่อ
- 6.1.3 สำหรับที่แขวนและรองรับท่อน้ำและท่อลมสำเร็จรูป
ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเอกสารที่แสดงคุณสมบัติและตัวอย่างของที่แขวนและรองรับสำเร็จรูปแต่ละแบบ จากบริษัทผู้ผลิต ส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติตรวจสอบเห็นชอบตามความต้องการจะนำไปใช้งานในจุด ต่าง ๆ ของการก่อสร้าง
- 6.1.4 สำหรับที่แขวนและรองรับท่อน้ำและท่อลมที่ประกอบขึ้นเอง
ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม Shop Drawings ตลอดจนตัวอย่างของที่แขวนและรองรับ แต่ละชนิดและขนาด ที่ประกอบขึ้นเอง ส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติตรวจสอบเห็นชอบตามความต้องการที่จะนำไปใช้งาน
- 6.1.5 สำหรับการติดตั้งที่แขวนและรองรับท่อน้ำและท่อลม
ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawings ที่แสดงถึงแนวและระยะรวมทั้งชนิดหรือแบบของที่แขวนและ รองรับสำหรับท่อน้ำและท่อลมขนาดต่าง ๆ ตลอดจนตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างของบริเวณที่ มีการติดตั้งที่แขวนและรองรับว่าสามารถรับน้ำหนักของท่อน้ำและ/หรือท่อลมได้โดยไม่มีผลกระทบต่อความมั่นคงแข็งแรง ของโครงสร้างนั้น ๆ ส่งเพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง
- 6.1.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมและแข็งแรงในการยึดท่อน้ำท่อลมและอุปกรณ์ต่างๆกับ โครงสร้างอาคาร Insert, Anchor Bolt หรือ Expansion Bolt ที่นำมาใช้จะต้องผ่านการรับรองแล้วว่าสามารถรับน้ำหนักได้ ตามต้องการและมี Safety Factor ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า

6.2 การแขวนโยงท่อ และการยึดท่อ

- 6.2.1 ที่แขวนและที่รองรับท่อจะต้องรับน้ำหนักได้อย่างเพียงพอภายใต้ตำแหน่งที่ถูกต้องและสามารถใช้งานได้ ในสภาพการใช้งานปกติ
- 6.2.2 ท่อที่เดินภายในอาคารและไม่ได้ฝังจะต้องแขวนโยงหรือยึดติดไว้กับโครงสร้างของอาคารอย่างมั่นคง แข็งแรง โยกลอนแวงงไกวไม่ได้
- 6.2.3 ที่แขวนยึดถ้าใช้ที่รองรับฝังไว้กับคอนกรีตจะต้องผูกติดกับเหล็กเสริมคอนกรีตอย่างมั่นคงหรืออาจใช้ Expansion Bolt แทนก็ได้
- 6.2.4 การแขวนโยงท่อที่เดินตามแนวราบให้ใช้เหล็กรัดท่อตามขนาดของท่อรัดไว้แล้วให้แขวนยึดติดกับ โครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง
- 6.2.5 หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวราบขนานกันเป็นแพ จะใช้สายหรักรแขวนรับไว้ทั้งชุดแทนใช้เหล็กรัดท่อ แขวนแต่ละท่อก็ได้ที่แขวนท่อและสายหรักรดังกล่าวนั้นหากในแบบระบุไว้จะต้องมีชะเนาะ (Turnbuckle) ประกอบให้ได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 6-2/6

เสร็จเพื่อจัดท่อให้ได้ระดับเดียวกันได้ในกรณีที่ไม้อาจใช้ชนะเกาะเกลียวได้ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์อื่นที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากันมาใช้แทน

6.2.6 ที่แขวนรองรับและยึดท่อต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเป็นมาตรฐานเพื่อการแขวนรองรับหรือยึดท่อเท่านั้นห้ามมิให้ใช้การแขวนท่อด้วยโซ่ ลวดเชือกหรือสิ่งอื่นใดที่มีลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรงหรือเกิดจากการดัดแปลงมาใช้เป็นอันตราย

6.2.7 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ จะต้องสามารถปรับให้สูง - ต่ำได้ตามความต้องการที่เหมาะสม

6.2.8 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร แต่อยู่เหนือระดับพื้นดิน หรือติดตั้งอยู่บนสะพานเดินท่อ จะต้องเป็น Hot Dip Galvanized Steel นี้อต, สกรู แหวนและเหล็กยึดท่อจะต้องทำด้วย Cadmium Plated Steel

6.2.9 ในตำแหน่งที่มีการติดตั้ง Expansion Joints หรือ Expansion Loops จะต้องมียุกรณ์ยึดท่อไว้ให้แน่นหนาแข็งแรง ในตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อการขยายตัวหรือหดตัวของท่อน้ำ โดยไม่เกิดอันตรายกับท่อน้ำและอุปกรณ์ โดยที่ระหว่าง Expansion Joints หรือ Expansion Loops ต้องมี Anchor ติดตั้งไว้

6.2.10 อุปกรณ์ การยึดและแขวนท่อภายในอาคารทำด้วยเหล็กทาสีกันสนิมและทาสีจริง ภายนอกอาคารหรือฝังดินทำด้วยเหล็กชุบ Galvanized หรือ Stainless Steel แล้วทาสีตามรหัสและสัญลักษณ์สีตามหมวด “การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี”

6.2.11 ที่รองรับท่อที่เป็นเหล็กฉาก, เหล็กทรงน้ำ หรืออุปกรณ์รองรับท่อต่าง ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในรางคอนกรีต (Concrete Trench) จะต้องเป็น Hot-Dip Galvanized Steel นี้อต, สกรู แหวนและเหล็กยึดท่อจะต้องทำด้วย Hot Dip Galvanized Steel

6.2.12 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคารแต่ติดตั้งอยู่บริเวณที่มีความชื้นและการกัดกร่อน เช่น (ห้องแบตเตอรี่, ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ, ห้องเครื่องทำความเย็น, ห้องล้างจาน, ห้องครัว, และห้องซักรีด) เป็นต้น ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อจะต้องทาสี Epoxy Red Lead Primer 2 ชั้น และทาสีทับภายนอกอีก 1 ชั้นด้วย Epoxy Black Finishing Paint ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคารทั่ว ๆ ไปจะต้องทาสี Red Lead Primer 2 ชั้น และทาสีทับภายนอกอีก 1 ชั้น ด้วย Alkyd Grey Finishing Paint นี้อต, สกรู แหวนและอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ จะต้องทำด้วย Cadmium Plated Steel

6.2.13 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดหา วาง Concrete Insert และ Anchor Rod และทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งที่รับท่อต่าง ๆ

6.2.14 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ จะมีขนาดและรายละเอียดดังที่ระบุไว้ในแบบ แต่ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเพิ่มขนาดเหล็กแขวนท่อและความหนาของเหล็กเพื่อให้เหมาะสมกับน้ำหนักของท่อในส่วนที่จำเป็น

6.3 ความต้องการเพิ่มเติมสำหรับท่อที่ติดตั้งในแนวตั้งและในแนวนอน

6.3.1 ท่อที่ติดตั้งในแนวตั้งหรือแนวตั้ง (Vertical Run/Riser)

1) ท่อเหล็กอาบสังกะสี ท่อทองแดงชนิดแข็งตรง หรือท่อเหล็กดำที่มีขนาดตั้งแต่ 3" ขึ้นไป ทุก ๆ ระยะครึ่งหนึ่งของความยาวของท่อแต่ละท่อนจะต้องมีที่ยึด หรือแขวนหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง หรือระยะตามที่ระบุในแบบใช้งานที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบแล้ว

2) ท่อเหล็กอาบสังกะสี ท่อทองแดงชนิดแข็งตรง หรือท่อเหล็กดำที่มีขนาดตั้งแต่ 2 1/2" ลงมา ทุก ๆ ระยะไม่มากกว่า 1.50 ม. จะต้องมียึด หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 6-3/6

3) ท่อ PVC ท่อ HDPE และท่อ PP หรือท่ออื่น ๆ ที่อยู่ในประเภทเดียวกันทุก ๆ ระยะ 1.20 ม. และทุก ๆ รอยต่อจะต้องมีที่ยึดหรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง

4) ท่อเหล็กหล่อ จะต้องมียึดหรือรองรับท่อทุก ๆ ชั้นของอาคารหรือไม่น้อยกว่าทุกช่วงของความยาวท่อแต่ละท่อ และตรงฐานล่าง

5) ท่อลมที่ทำจากเหล็กแผ่นดำ หรือเหล็กแผ่นอบสังกะสีทุกขนาดจะต้องมียึดหรือรองรับท่อลม ทุก ๆ ช่วงของความยาวท่อลมแต่ละท่อน หรือให้เป็นไปตามที่แนะนำในมาตรฐาน SMACNA

6) Anchor รองรับท่อในแนวตั้งให้เป็นไปตามแบบรายละเอียดเพื่อป้องกัน Under Strain จะต้องเป็น Heavy Forged หรือ Welded Construction แยกต่างหากจาก Support

7) ท่อในแนวตั้งจะต้องเพิ่มการยึดตรงฐานของท่อบริเวณหักเลี้ยวทุกท่อด้วย

6.3.2 ท่อที่วางไว้ในแนวราบหรือแนวระดับ (Horizontal Run)

1) ท่อเหล็กอบสังกะสี ท่อทองแดงเส้นตรง หรือท่อเหล็กดำ จะต้องมียึด หรือแขวนหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่งตามระยะที่ระบุไว้ในตารางของข้อ 4

2) ท่อ PVC ท่อ HDPE และท่อ PP หรือท่ออื่น ๆ ที่อยู่ในประเภทเดียวกันทุก ๆ ระยะตามที่ระบุไว้ในตารางของข้อ 3 และทุก ๆ รอยต่อจะต้องมียึดหรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง

3) ท่อลมเหล็กแผ่นดำ หรือเหล็กแผ่นอบสังกะสีทุกขนาดจะต้องมียึดหรือรองรับท่อลมทุก ๆ ช่วงของความยาวท่อลมแต่ละท่อน หรือให้เป็นไปตามที่แนะนำในมาตรฐาน SMACNA

4) ท่อน้ำทุกชนิดที่วางอยู่ในดิน จะต้องวางอยู่บนพื้นที่อัดแน่นตลอดแนวความยาวของท่อ และเมื่อกลบดินแล้วจะต้องอัดดินเป็นชั้น ๆ

5) ท่อโลหะที่วางอยู่ในดิน จะต้องทาด้วยปลั๊กโค้ท 1 ชั้น ก่อนแล้วพ่นด้วยผ้าดิบ จากนั้นให้ทาทับด้วยพลาสติคโค้ท 1 ชั้นให้ทั่ว ทั้งนี้ให้รวมทั้งที่รองรับท่อด้วย หรือจะใช้ Epoxy Coalter แทนก็ได้แต่จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตสินค้านั้น ๆ

6) Anchor สำหรับรองรับท่อในแนวนอนเพื่อป้องกัน Strain จาก Offsets จะต้องเป็น Forged Wrought Iron Clamped ยึดอย่างแน่นหนา

6.4 การแขวนและรองรับน้ำหนักท่อ

ที่แขวน และที่รองรับท่อน้ำชนิด Pipe Rollers และประกบยึดท่อ (Clamps) ท่อน้ำทุกท่อ ต้องมีการรองรับอย่างแข็งแรง ท่อที่เดินตามแนวนอนให้ใช้ที่แขวนท่อแบบ Clevis หรือ Ring หรือ Split Ring ชนิดปรับได้ ยึดติดกับโครงสร้างอาคารด้วยก้านเหล็ก (Steel Rod) อย่างมั่นคง แต่อาจใช้ Trapeze hanger แทนได้ ในกรณีที่ท่อเดินขนานกันหลายท่อ ท่อที่เดินใกล้ระดับพื้นให้ใช้ Pipe Stanchions ที่มี Base Flanges และ Top Yokes ที่สามารถปรับระดับได้ หรือจะใช้ Roller Supports ตั้งบนฐานคอนกรีต หรือแบบอื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ท่อที่เดินใกล้กำแพงให้ใช้ท้าวแขวนเหล็กกล้า (Steel Bracket) ที่มีขนาดเหมาะสมรองรับ ท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1 1/2 นิ้ว หรือเล็กกว่า อาจใช้ประกบยึดท่อเพียงอันเดียว การแขวนหรือรองรับท่อต้องไม่เกินระยะ 0.50 เมตร จากอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมาก เช่น ข้อต่อ หรือวาล์ว สำหรับบริเวณท่อแยกทั้งต้นท่อ และปลายท่อต้องยึดห่างไม่เกิน 0.9 เมตร ส่วนบริเวณที่หักเลี้ยวต้องไม่มากกว่า 0.50 เมตร จากที่

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 6-4/6

แขวนหรือรองรับท่ออย่างน้อย 1 จุด และระยะห่างระหว่างที่แขวนและรองรับท่อจะต้องไม่ห่างเกินที่กำหนดในตารางต่อไป

ขนาดท่อ (Nominal Size) มิลลิเมตร (นิ้ว)	ระยะห่างสูงสุดของช่วงท่อ สำหรับท่อเหล็กดำและท่อเหล็ก อาบสังกะสี	ระยะห่างสูงสุดของช่วงท่อ สำหรับท่อพีวีซี
25 (1) และเล็กกว่า	2.00	1.20
32 (1 1/4) จนถึง 50 (2)	2.50	1.50
65 (2 1/2) จนถึง 100 (4)	2.50	2.00
125 (5) และใหญ่กว่า	3.00	3.00

6.4.1 ที่แขวน หรือรองรับท่อแต่ละอันต้องสามารถปรับระยะในแนวดิ่งไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว และจะต้องทำการป้องกันสนิมด้วยสีกันสนิมประเภท Red Iron Oxide หรือ Zinc Chromate สำหรับบริเวณภายนอกอาคารหรือที่ที่มีความชื้นสูง เช่น ในห้องเครื่องต่าง ๆ เป็นต้น บริเวณที่ปรากฏแก่สายตาจะต้องทาด้วยสีน้ำมันที่มีสีตามที่ผู้ออกแบบงานสถาปัตย์/ตกแต่งภายในกำหนด ก่อนใช้แขวนหรือรองรับท่อทุกครั้ง

6.4.2 Pipe hanger & Support ที่อยู่ใน Chiller Plant Room จะต้องมีการ Vibration Isolator ด้วย (มี Min. Static Deflection 1" หรือ durameter55) หาก Chiller plant room นั้นอยู่เหนือหรือใต้ Human occupied area

6.4.3 การรองรับท่อตามแนวดิ่ง (Vertical Piping Supports) จะต้องทำที่รองรับเพิ่มเติมที่ฐานของบริเวณข้อโค้ง (Elbow) หรือท่อแยก (Tee) ด้วย Pipe Stand ในบริเวณที่มีท่อเดินในแนวดิ่งอยู่ใกล้กันหลายท่ออาจจะใช้ Guide ที่เหมาะสมร่วมกันได้ Guide และ Spacers จะต้องทำด้วยเหล็กโครงสร้างและตรึงยึดให้อยู่กับโครงสร้างอาคารอย่างมั่นคง

6.4.4 ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักท่อโดยเด็ดขาด

6.4.5 การติดตั้งท่อที่มีการแขวนด้วย Vibration Isolator หรือท่อซึ่งจะต่อไปยังฐานแท่นเครื่องที่รองรับด้วย Vibration Isolator ให้คำนวณน้ำหนักน้ำในท่อ แล้วใช้แท่งน้ำหนักที่มีน้ำหนักเท่ากันถ่วงที่ท่อเพื่อให้ท่อมีระยะขยับตัว (Displacement) เสมือนกับมีน้ำอยู่ในท่อ หลังจากการติดตั้งระบบท่อทั้งหมดและเติมน้ำเข้าให้ทยอยปลดน้ำหนักถ่วงท่อจนเมื่อน้ำเต็มท่อก็ให้ปลดน้ำหนักถ่วงออกจนหมด แล้วทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับที่ถูกต้อง

6.4.6 ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวตั้ง และท่อแนวราบหรือแนวระดับให้ยึดแขวนตามระยะและขนาดหลักที่ระบุในตารางต่อไปนี้

ตารางสำหรับยึดแขวนท่อแสดงระยะห่างระหว่างจุดยึดแขวน (เมตร)

ขนาดท่อ	ขนาดเหล็กเส้น	ท่อเหล็ก		ท่อพีวีซี	
นิ้ว	มิลลิเมตร	แนวราบ	แนวดิ่ง	แนวราบ	แนวดิ่ง
1/2	9	2.0	2.4	0.9	1.2
3/4	9	2.4	3.0	1.0	1.2
1	9	2.4	3.0	1.0	1.2

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 6-5/6

1 1/4	9	2.4	3.0	1.2	1.8
1 1/2	9	3.0	3.6	1.3	1.8
2	9	3.0	4.5	1.5	1.8
2 1/2	12	3.0	4.5	1.8	2.4
3	12	3.6	4.5	2.4	2.4
4	15	4.0	4.5	2.4	2.4
6	22	4.8	4.5	2.4	3.0
8	22	6.0	4.8	3.0	3.6
10	22	6.0	4.8		
12	22	6.0	4.8		

6.5 การแขวนยึดท่อลม

6.5.1 การแขวนยึดท่อลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (Hanger Rod) และเหล็กรอง (Support) ตามที่ระบุไว้ในแบบการแขวนยึดท่อลมห้ามใช้ลวด (wire) ในการแขวนยึดท่อโดยเด็ดขาด

6.5.2 โครงเหล็กต่างๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนท่อลม เหล็กเสริมคอนกรีต, Insert, Expansion Bolt และอื่นๆ ที่ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบท่อลม

6.5.3 การแขวนยึดท่อ ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานสถานที่ติดตั้งและน้ำหนักของท่อรวมทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนท่อเป็นหลักในการพิจารณาเลือกชนิด และขนาดของอุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนการยึดกับคอนกรีตเสริมเหล็กให้ใช้ Expansion Bolt ห้ามใช้ปinned pin ยึด (Power Actuated Pin)

6.5.4 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม จะต้องสามารถปรับระดับให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้การทำเกลียวต้องยาวพอให้ปรับระดับ โดยมีเกลียวเหลือจากการขันน็อตปรับระดับแล้วไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และไม่ยาวเกินกว่าระดับต่ำสุดของ Support

6.5.5 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมสามารถยึดกับโครงเหล็กหรือคอนกรีตได้อย่างมั่นคงโดยท่อลมสามารถยึดและหลุดได้อย่างปลอดภัย

6.5.6 ท่อในแนวนอนหักงอขึ้นแนวดิ่งต้องมี Support รับน้ำหนักท่อใกล้ช่องรองรับท่อในแนวนอนและแนวดิ่ง

6.5.7 ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักโดยเด็ดขาด

6.5.8 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมจะต้องประกอบและทาสีมาจากโรงงาน

6.5.9 ที่รองรับท่อลม (Duct Supports) สำหรับท่อลมที่เดินตามแนวนอน และมีขนาดเล็กกว่า 54 นิ้ว จะต้องห่างไม่เกินช่วงละ 8 ฟุต ส่วนท่อลมที่มีขนาดใหญ่นั้นต้องรองรับทุก 4 ฟุต ท่อกิ่งที่เลี้ยวแยกออกมาต้องรองรับในลักษณะที่ให้น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอ และให้ทาสีกันสนิม Red Iron Oxide 2 ชั้นถ้าปรากฏแก่สายตาทั่วไปให้ทาทับด้วยสีน้ำมันอีก 2 ชั้น โดยมีสีตามที่ผู้ออกแบบงานสถาปัตย์/ตกแต่งภายในกำหนดก่อนใช้แขวนหรือรองรับท่อทุกครั้ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 6-6/6

6.5.10 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลม ซึ่งติดตั้งภายในอาคารตามบริเวณทั่วๆ ไป ที่ไม่มีความชื้นและกัดกร่อนจะต้องทาสีด้วย Red Lead Primer 2 ชั้น และทาทับด้วยสี Alkyd grey Finishing Paint อีก 1 ชั้น น็อต สกรู และแหวนปริงจะต้องเป็น Cadmium Plate Steel

6.5.11 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมที่ติดตั้งภายในอาคาร แต่ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ชื้นและถูกกัดกร่อนได้ง่าย (เช่น ห้องแบตเตอรี่, ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ, ห้องเครื่องปรับอากาศ, ห้องครัวและห้องซักрид เป็นต้น) จะต้องทาด้วย Epoxy Red Lead Primer 2 ชั้น และทาทับด้วยสี Epoxy Black Finishing Paint อีก 1 ชั้น

6.5.12 ถ้าอุปกรณ์เหล็กยึด เหล็กแขวนและรองรับท่อลมปรากฏแก่สายตาให้ทาทับด้วยสีน้ำมันอีก 2 ชั้นโดยมีสีตามที่ผู้ออกแบบงานสถาปัตย์/ตกแต่งภายในกำหนดก่อนใช้แขวนหรือรองรับท่อทุกครั้ง

6.5.13 หลังจากการติดตั้งระบบท่อลมทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับที่ถูกต้อง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 7-1/3

7. หน้ากากลมและแผงกรองอากาศ

7.1 หน้ากากลม

7.1.1 ตำแหน่งหน้ากากลมต่างๆ ให้พิจารณาตำแหน่งติดตั้งจริงจากแบบสถาปัตย์หรือแบบตกแต่งภายในประกอบ และหากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ใช้สีของหน้ากากตามลักษณะของผ้าเพดาน

7.1.2 หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser ไม่ว่าจะเป็นแบบกลม หรือแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทางตามที่ระบุในแบบทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบผ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือด้านขอบหน้ากากเป็นแบบยกขอบสูงให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่าย และมีก้านปรับปริมาณลมสามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

7.1.3 หน้ากากแบบ Supply Air Register ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกัน และสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบโดยอิสระใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวนอน (ADG-H) ส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวตั้ง จะต้องมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

7.1.4 หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser ทำด้วย Extrude Aluminium มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่องต้องมีขนาดไม่เกิน 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

7.1.5 หน้ากากลมกลับแบบ (Return Air Grille) ทำด้วย Extrude Aluminium มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา

7.1.6 หน้ากากลมกลับแบบ Transfer มีลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ ถ้าติดตั้งบนผนังหน้าต่างต้องมีหน้ากากติดตั้งสองด้านของผนัง

7.1.7 หน้ากากลมบริสุทธิ์ (Fresh Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับแต่จะเป็นชนิด Rain Tight พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลง ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

7.1.8 Outside Air Louver ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครงแนวนอนทำมุมประมาณ 45 องศาปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาดความหนาของโครงจะต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กปลอดสนิม มีขนาดรูตาข่ายไม่โตกว่า 5 ตารางเซนติเมตร (1 ตารางนิ้ว) และตาข่ายกันแมลงสามารถถอดล้างได้ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสองด้าน

7.1.9 หน้ากากลมระบายอากาศ (Exhaust Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับถ้าติดตั้งที่ผนังภายนอกอาคารจะต้องเป็นชนิด Rain Tight ด้วย

7.2 ระบบกรองอากาศ (Air Filtration System)

7.2.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศตามรายละเอียดที่ปรากฏในแบบรายการและตามข้อกำหนดที่จะกล่าวต่อไปนี้ แผงกรองอากาศต้องอยู่ในสภาพดีในขณะทำการติดตั้ง ทดสอบและส่งมอบ แผงกรองอากาศที่ใช้ทดสอบจะต้องเป็นคนละชุดกับที่ใช้ส่งมอบผู้รับจ้างต้องจัดหาแผงกรองอากาศสำหรับทดสอบในจำนวนที่เพียงพอสำหรับชุดที่ส่งมอบ หากตรวจพบภายหลังว่าแผงกรองอากาศอันใดอันหนึ่งรั่วหรือฉีกขาดผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนอันใหม่ที่มีสภาพดีกว่าให้ทันที

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 7-2/3

7.2.2 ประเภทของแผงกรองอากาศ

แผงกรองอากาศแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ตามการใช้งานดังนี้

(1) Pre Filter ความหนา 1 นิ้ว

ประเภทของแผงกรองอากาศ : Panel Filter

การใช้งาน : เป็น Filter สำหรับเครื่องปรับอากาศ หรือเครื่อง

ส่งลมเย็นขนาดเล็กที่มีขนาดทำความเย็นไม่เกิน

10.5 กิโลวัตต์ (36 MBH)

Media : Synthetic Fiber ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

Face Velocity : ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที)

Media Velocity : ไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที (300 ฟุต/นาที)

Efficiency : ไม่น้อยกว่า 65% Arrestance วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52.1

(2) Pre filter ความหนา 2 นิ้ว

ประเภทของแผงกรองอากาศ : Panel Filter หรือ Pleated type

การใช้งาน : เป็น Pre-filter สำหรับเครื่องปรับอากาศ หรือ

เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ที่มีขนาดทำความเย็น

เกิน 10.5 กิโลวัตต์ (36 MBH) หรือใช้เป็นแผง

กรองอากาศสำหรับระบายอากาศทั่วไป

Media : Synthetic Fiber ความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

Face Velocity : ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที)

Media Velocity : ไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที (300 ฟุต/นาที)

Initial Air Pressure Drop : ไม่เกิน 100 ปาสคาล (0.4 นิ้วของน้ำ)

Final Air Pressure Drop : ไม่เกิน 250 ปาสคาล (1.0 นิ้วของน้ำ)

Efficiency : ไม่น้อยกว่า 85% Arrestance วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52.1

7.2.3 โครงของแผงกรองอากาศ

แผงกรองอากาศที่นำมาประกอบกันเป็น Filter Bank จะต้องใช้โครง (Frame) ของแผงกรองอากาศที่เป็นอุปกรณ์มาตรฐานของแผงกรองอากาศยี่ห้อนั้น ๆ ในกรณีที่แผงกรองอากาศมีจำนวนมาก โครงของแผงกรองอากาศจะต้องมีการเสริมความแข็งแรง (Stiffener) ตามมาตรฐานของผู้ผลิต การเลือกโครงของแผงกรองอากาศจะต้องมีขนาดเหมาะสมกับแผงกรองอากาศชนิดนั้นๆ และต้องเลือกให้เหมาะสมกับที่ติดตั้งซึ่งรวมถึงความยากง่ายของการถอดหรือใส่ ซึ่งจะเป็นแบบ Front Service เมื่อนำแผงกรองอากาศประกอบเข้ากับโครงแล้วจะต้องแนบสนิทไม่มีรอยรั่วของอากาศแต่ประการใดโครงของแผงกรองอากาศจะต้องเป็นแบบ Spring Loaded Type

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 7-3/3

7.3 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไปการเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้จะต้องแสดงรายละเอียดและหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอแต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

- 7.3.1 DIFFUSER, GRILLE & LOUVER : FLOTHRU, KOMFORT, WATERLOO, ESCO, DUCT EXCEL หรือเทียบเท่า
- 7.3.2 SMOKE & FIRE DAMPER : GREENHECK, STREAM AIR, Q FLOW, RUSKIN หรือเทียบเท่า
- 7.3.3 AIR CLEANER : MICRO AIR, HONEY WELL, BIONAIRE, ENVIRCO หรือเทียบเท่า
- 7.3.4 AIR FILTER : AAF, AFPRO, CAMFIL, AEROFIL, LUFTFILTER หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาดจึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-1/21

8. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าแรงต่ำ สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟและแผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์

8.1 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

8.1.1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้าสื่อสาร อื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้อง ตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาระบบ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

8.1.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้อง เป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ผ่านกระบวนการชุบ Hot-Dip Galvanized ป้องกันการเกิดสนิมมีความหนาไม่น้อยกว่า 20 ไมครอน ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

1) ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) ผลิตมาจากเหล็กชุบสังกะสี ตามมาตรฐาน ANSI (80.3-1983) หรือ UL 797 หรือ TIS 770-2531 หรือเทียบเท่า มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณี ที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้ เป็นไปตามกำหนดใน วสท.

2) ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) ผลิตมาจากเหล็กชุบสังกะสี ทั้ง ภายในและภายนอก หรือทำมาจากเหล็กชุบสังกะสีผิวภายนอกเคลือบด้วย Chromate และผิวภายในเคลือบด้วย Epoxy resin ตามมาตรฐาน UL 6 ANSI (80.1-1983) หรือ TIS 770-2533 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้ เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในผนังหรือพื้น หรือเข้า-ออกจากแผงไฟฟ้า แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่ อันตรายตามกำหนดใน วสท.

3) ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) ผลิตมาจากวัสดุเช่นเดียวกับท่อ IMC ผลิตตาม มาตรฐาน UL 1242 สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรง ตามกำหนดใน วสท.

4) ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) ผลิตมาจากเหล็กชุบสังกะสี ผลิตตามมาตรฐาน ASTM หรือ เทียบเท่า ขนาดท่อใช้งานต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 1/2" เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้า ที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน วสท.

5) ท่อโลหะชนิด HDPE จะต้องเป็นท่อที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในงานร้อยสายไฟฟ้า และสายสัญญาณผลิตจาก วัสดุโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง มีสีดำ คุณสมบัติทนแรงกด แรงดึง แรงกระแทกได้ดี มีความยืดหยุ่นสูงไม่แตกร้าว ไม่หักง่าย ในกรณีที่เกิดการกดทับ ฝังกลบ หรือมีการหลุดตัวของพื้นดิน ผิวภายนอกและภายในมีความลื่น เรียบมัน เหมาะ สำหรับการใช้งานร้อยสายไฟฟ้า และสายสัญญาณ และจะต้องได้มาตรฐาน มอก. 982-2548

6) อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector และข้อต่อของท่อ EMT ทำจากเหล็กชุบสังกะสี ท่อ IMC และ RSC จะต้องทำเกลียวปลายทั้งสองด้านตามมาตรฐาน ANSI B2 20.1-1968 และ ANSI B1 20.1-1983 ตามลำดับหรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-2/21

7) การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

ข. การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ วสท.

ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

ง. ท่อแต่ละส่วน หรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน วสท. ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่

ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

ช. แนวการติดตั้งต้องเป็นแนวขนาน หรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอหากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

ซ. ท่อชนิด EMT, IMC และ RSC จะต้องมีความหนาตามกำหนดของ ANSI และได้รับการตรวจสอบจาก UL และได้รับมาตรฐาน มอก.

8) การต่อท่อร้อยสาย ท่อร้อยสายชนิดบางให้ใช้ Compression Type Coupling ส่วนท่อร้อยสาย ชนิดหนาให้ใช้ข้อต่อชนิดเกลียว และใช้ Electrical Pipe Joint Compound ทาที่เกลียวก่อนใส่ข้อต่อเพื่อป้องกันการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าของระบบท่อร้อยสาย

9) ท่อร้อยสาย จะต้องต่อถึงกันทางไฟฟ้าตลอดแนวจากปลายทางจนถึงแผงสวิตช์บอร์ด และจะต้องตรวจสอบความต่อเนื่องทางไฟฟ้าหลังการติดตั้งแล้วเสร็จ ปลายท่อที่ต่อเข้ากับแผงสวิตช์บอร์ดจะต้องต่อเข้ากับ Ground Terminal ของแผงสวิตช์บอร์ดนั้น

10) ท่อ Conduit จะต้องถูกยึดตรึงอย่างมั่นคง (Securely Fastened) กับผนังของโลหะของ Outlets, Junction และ Pull Boxes ด้วย Galvanized Lock Nut, Bushing การขันยึดจะต้องสังเกตว่าเกลียวของท่อทั้งหมดจะต้องผ่าน Bushing, Lock Nut จะต้องขันตรึง Bushing นั้น ให้สัมผัสแน่นเป็นตัวนำไฟฟ้า (Firm Electrical Contact) ไปยังผนังโลหะนั้น

11) ท่อ Conduit ทั้งหมดในระบบไฟฟ้าจะต้องยึดติดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง ท่อ Conduit เดี่ยวขนาด 1 1/4" หรือขนาดใหญ่กว่า เดินซ่อนในฝ้าจะต้องจับยึดด้วย Beam

Clam หรือ Spring Ring Conduit Hangers With Support Rod ท่อที่เดินด้วยกันไป สามารถจับรวมกลุ่มกันอย่างมีระเบียบเท่าที่สามารถทำได้ ท่อที่เดินในแนวดิ่งจะต้องยึดด้วย Steel Clamps สำหรับ Conduit ขนาด 1" และเล็กกว่าที่เดินซ่อนอยู่ในฝ้าสามารถจับยึด โดยตรงกับโครงสร้างอาคารด้วย Strap Hangers ระยะห่างของการจับยึดจะต้องไม่เกิน 1.20 เมตร

12) จะต้องมีการระมัดระวังไม่ให้ภายในท่อ Conduit สะสมน้ำ เศษวัสดุ หรือเศษคอนกรีตอยู่ ถ้ามีสิ่งแปลกปลอมอยู่ในท่อ ผู้รับเหมาฯ จะต้องทำความสะอาดท่อก่อน ถ้าสิ่งแปลกปลอมนี้ไม่สามารถนำออกมาได้ ก็จะต้องเปลี่ยน Conduit นั้นใหม่

13) ท่อร้อยสายทั้งหมดที่เดินลอยให้ทำสักร้อยหามายไว้ทุก ๆ 2 เมตร โดยใช้สีสักร้อย สำหรับท่อของระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง สีเขียวสำหรับท่อของระบบสื่อสารและสีเหลืองสำหรับท่อของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

14) การติดตั้ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-3/21

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอดเพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

15) การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วงตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

8.1.3 กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน วสท. รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

1) กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ใช้ติดตั้งภายในอาคาร จะต้องเป็นกล่องเหล็กอาบสังกะสี (Electro Galvanized) กล่องต่อสายแบบติดภายนอกอาคาร ต้องใช้ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอกอาคารอาจเป็นชนิดอลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อ ฝาครอบมีขอบยางอัดรอบ และกล่องต่อสายแบบฝังพื้นเป็นแบบโลหะหล่อมีฝาทองเหลือง มีเกลียวสามารถเปิดออกได้

2) กล่องดึงสาย (Pull box) ที่มีขนาดไม่เกิน 100 ลูกบาศก์นิ้ว ให้พับจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. ส่วนกล่องดึงสาย (Pull box) ที่มีขนาดเกิน 100 ลูกบาศก์นิ้ว ให้พับจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. ถ้าทำจากโลหะหล่ออื่น ๆ ก็จะต้องคำนึงถึงความแข็งแรงในการใช้งาน

3) ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีโค้งของสายตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 373

4) กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม รูของกล่องที่ไม่ได้ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อย

5) กล่องต่อสายที่ใช้เป็น outlet box สำหรับสวิตช์ เต้าเสียบและดวงโคมที่ติดตั้งแบบฝังเรียบกับผนัง จะต้องจัดให้ตั้งได้ฉากกับโครงสร้างอาคาร

6) การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบ ให้มีรหัสสีทาสีภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่อง ต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

7) กล่องต่อสาย จะต้องทำการติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า อื่น ๆ เช่น ท่อร้อยสาย ไฟฟ้า รางร้อยสาย เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้สมบูรณ์ และจะต้องมีการทดสอบว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าทุกช่วง ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน

8.1.4 รางร้อยสาย (WIREWAYS)

1) รางร้อยสายจะต้องทำจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มม. สำหรับความกว้างไม่เกิน 75 มม. และหนาไม่น้อยกว่า 1.20 มม. สำหรับความกว้างเกิน 75 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมขบสีแล้วอบแห้งหรือ hot dip galvanized ตามที่ระบุในแบบ ด้านหน้าจะต้องเปิดได้วางร้อยสาย และวัสดุที่ใช้ประกอบต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้โดยที่หมดเกลียว สลักเกลียวที่ใช้ต้องฝังเรียบกับพื้นและผนังของรางร้อยสาย ไม่มีส่วนคมอันจะเป็นอันตรายต่อสายไฟในระหว่างการติดตั้ง

2) รางร้อยสายที่ทำขึ้นสำหรับใช้ภายนอกอาคาร จะต้องมีลักษณะกันน้ำได้ โดยผู้ผลิตต้องแสดงเครื่องหมายหรือข้อความบอกไว้ที่ตัวรางร้อยสาย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-4/21

3) จำนวนพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าทั้งหมดต้องไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของขนาดพื้นที่หน้าตัดของรางร้อยสาย และห้ามบรรจุสายไฟฟ้าที่นำกระแส ลงในรางร้อยสายมากกว่า 30 เส้น โดยสายสำหรับวงจรสัญญาณหรือระบบควบคุมไม่ถือว่าเป็นสายไฟที่นำกระแส

4) รางร้อยสายจะต้องยึดให้มั่นคงทุกระยะไม่เกิน 1.5 ม. แต่ถ้าเป็นแนวดิ่งต้องยึดให้มั่นคงทุกระยะไม่เกิน 3.0 ม. และต้องไม่มีการต่อรางร้อยสายมากกว่า 1 แห่งระหว่างช่วงยึด การติดตั้งผ่านผนังให้ส่วนที่ไม่มีรอยต่อผ่านทะลุผนังเท่านั้น และปลายสุดของรางร้อยสายต้องมีฝาปิด

5) ภายใน Wire way ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 0.5 ม. (เฉพาะแนวดิ่ง)

6) ผลิตตามมาตรฐาน ASTM A570 & A611 หรือเทียบเท่าอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ข้อต่อ ข้อแยก และฝาปิด ต้องผลิตตามมาตรฐานโรงงานเท่านั้น

7) ระหว่างรางเดินสาย จะต้องต่อชั่วคราวระหว่างท่อนด้วย

8.1.5 รางเดินสาย (CABLE TRAY AND CABLE LADDER)

1) รางเดินสาย จะต้องทำจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของรางเดินสายพร้อมผ่านกรรมวิธีป้องกันและกำจัดสนิมโดยวิธี hot dip galvanized ขนาดตามที่ระบุในแบบ รางเดินสายจะต้องมีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักสายได้เต็มที่โดยไม่บิดเบี้ยว ขอบข้างรางและชั้นของรางจะต้องเรียบ โดยไม่มีความคมของขอบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายเคเบิล อันเนื่องจากการติดตั้ง

2) รางเดินสายจะต้องมีการต่อเนื่องถึงกันตลอดของเส้นทางต่อลงดิน เพื่อไม่ให้เกิดการขาดตอนได้ข้อต่อระหว่างรางเดินสายแต่ละช่วงจะต้องแน่นสนิท รางเดินสายจะต้องมีความต้านทานกระแสไฟฟ้าต่ำตลอดทาง และต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการลัดวงจรได้อย่างปลอดภัย

3) รางเดินสายจะต้องเดินในแนวขนานกับโครงสร้างของอาคารและมีความสูงเหนือรางพอเพียงสำหรับการวางสาย

4) การเดินสายในรางเดินสายที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอน จะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคงและสายจะต้องมีความยาวตลอดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าถึงอุปกรณ์ไฟฟ้า ห้ามมีการต่อสายในรางเดินสาย

5) Cable Tray ที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่มีช่องระบายอากาศ

6) การติดตั้งรางเดินสาย การเดินสายในรางเดินสายรวมทั้งขนาดและจำนวนสายที่เดินในรางเดินสายให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดที่ระบุใน วสท.

7) ระยะจับยึดรางไม่เกิน 1.5 เมตร

8.2 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

8.2.1 สายไฟฟ้าชนิดร้อยในท่อหรือรางเดินสาย

ถ้าหากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นใดในแบบ สายไฟฟ้าที่ใช้จะต้องเป็นสายทองแดงแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน PVC ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้สูงสุด 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. ใหม่ และมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าที่ปรับปรุงใหม่ รายละเอียดอื่น ๆ มีดังนี้

1) สายสำหรับวงจรไฟฟ้าต้องมีพื้นที่หน้าตัดสายไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สายต่อเข้าดวงโคมแต่ละดวงให้ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.

2) รหัสสี (Color Code) สำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-5/21

เฟส A - สีน้ำตาล (Brown)

เฟส B - สีดำ (Black)

เฟส C - สีเทา (Grey)

NEUTRAL - สีฟ้า (Blue)

สายดิน (Ground) - สีเขียว หรือ สีเขียวแถบเหลือง

ในกรณีสายมีขนาดใหญ่กว่า 10 ตร.มม. ซึ่งไม่มีสีของฉนวนตามระบุให้ใช้เทปสีตามรหัสพันทับที่สายนั้น ๆ หรือทาสีด้วยสีชนิดที่ไม่ทำความเสียหายต่อฉนวนไฟฟ้า ส่วนที่ขั้วหางปลาให้สวมด้วย Vinyl Wire End Cap โดยใช้รหัสสีเดียวกัน

3) สายไฟฟ้าต้องมีความยาวตลอดความยาวท่อ ห้ามตัดต่อสายภายในท่อ อนุญาตให้ต่อสายได้ในกล่องต่อสายเท่านั้น สำหรับสายขนาดไม่เกิน 6 ตร.มม. ให้ใช้ Wire Nut หรือ Scotch Lock ในการต่อสายส่วนสายขนาดใหญ่กว่านี้ให้ต่อกับ Split Bolt หรือ Compression Connector และพันทับด้วยเทปยางให้มีคุณสมบัติเทียบเท่าฉนวนไฟฟ้าเท่านั้น

4) การร้อยสายห้ามใช้น้ำมันหล่อลื่นทาเพื่อช่วยในการร้อยสาย ต้องใช้ Pulling Compound ที่ผลิตสำหรับการร้อยสายโดยเฉพาะเท่านั้น

5) ห้ามร้อยสายโทรศัพท์ หรือสายแรงดันต่ำพิเศษเข้าไปในท่อร้อยสายหรือกล่องต่อสายเดียวกันกับสายไฟฟ้า

6) สายไฟฟ้าแต่ละเส้นต้องมีการทำเครื่องหมายให้ทราบได้ถึงวงจร และหน้าที่ของสายไฟนั้นๆ เครื่องหมายเหล่านี้ให้ทำไว้ที่สาย ทั้งที่อยู่ในกล่องต่อสายและปลายสายที่เข้าอุปกรณ์

7) สายไฟฟ้าที่เดินเข้าในแผงจ่ายไฟหรืออุปกรณ์อื่นจะต้องจัดให้เป็นระเบียบโดยใช้ Self Locking Cable Ties รัดให้เป็นหมวดหมู่ สายต้องมีความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายตำแหน่งในแผงจ่ายไฟอนาคต

8.2.2 การเดินสายใต้ดิน

ถ้าหากมิได้ระบุเป็นอื่นใดในแบบ สายไฟฟ้าที่ใช้จะต้องเป็นสายแดงชนิดแกนเดี่ยว หรือหลายแกนหุ้มฉนวน PVC หรือมีเปลือกนอกทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้สูงสุด 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก.11-2553 โดยการเดินสายใต้ดินต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1) สายฝังดินโดยตรง ท่อร้อยสายหรือเครื่องหุ้มสายไฟฟ้าประเภทอื่นที่ได้รับการรับรองแล้วความลึกในการติดตั้งต้องเป็นไปตามตารางต่อไปนี้

ความลึกในการติดตั้งใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ

วิธีการเดินสาย	ความลึกน้อยสุด (เซนติเมตร)
เคเบิลฝังดินโดยตรง	60
ท่อโลหะหนา	15
ท่อโลหะหนานปานกลาง	15
ท่อที่ไม่ใช่โลหะซึ่งได้รับการรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้ โดยไม่ต้องไม่มีคอนกรีตหุ้ม	45
ท่ออื่น ๆ ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้า	45

- ข้อยกเว้นที่ 1 ถ้าไม่ใช่ท่อ IMC หรือ RSC แล้ว หากมีแผ่นคอนกรีตหนา 5 ซม.

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-6/21

วางอยู่เหนือสาย อนุญาตให้ลดความลึกลงได้อีก 10 ซม.

- ข้อยกเว้นที่ 2 ข้อกำหนดสำหรับความลึกนี้ไม่ใช้บังคับ สำหรับการติดตั้งใต้อาคาร หรือใต้พื้นคอนกรีต ซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม.
- ข้อยกเว้นที่ 3 บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่านความลึกต้องไม่น้อยกว่า 60 ซม.

2) สายใต้ดินที่ติดตั้งใต้อาคาร ต้องติดตั้งอยู่ในท่อร้อยสาย และท่อร้อยสายต้องยาวเลยผนังด้านนอกอาคารออกไป

3) สายที่โผล่ขึ้นจากดินต้องมีการป้องกันด้วยสิ่งห่อหุ้ม หรือท่อร้อยสายซึ่งฝังจมลึกลงไปดินตามที่กำหนดในข้อ 3.1 และส่วนที่โผล่เหนือดินต้องไม่น้อยกว่า 180 ซม.

4) ต้องมีหมุดบอกแนวสายไฟฟ้าใต้ดินแสดงแนวสายไฟฟ้าใต้ดิน โดยวางห่างกันประมาณ 10 เมตร ตลอดแนวการเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน

8.2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้เดินในอาคารชั้นใต้ดิน

สายไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารชั้น B สำหรับวงจรที่ต้องการความปลอดภัยปกติให้ใช้สายชนิด Flame Retardant, Low Smoke, Zero Halogen (LSOH) และฉนวนของสายไฟต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 90 °C และจะต้องได้มาตรฐาน IEC 60332-3C, 60754-1,2, 601034-2 และจะต้องมีผลการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น LPCB ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาประกอบการขออนุมัติ

8.2.4 สายไฟฟ้าที่ใช้เดินเข้าเครื่องจักร

สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวน พีวีซี สองชั้น ตาม มอก. 11-2553 ชนิด VCT หรือ VCT-GRD

8.2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้กับดวงโคมที่มีความร้อนสูง

สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

8.2.6 สายไฟฟ้าชนิด CV

สายไฟฟ้าชนิด CV ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60228 และ 60502-1 สายไฟจะต้องมีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น XLPE ขนาดแรงดัน 600/1000V. อุณหภูมิใช้งาน 90 °C มีเปลือกนอกเป็น PVC

8.2.7 สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (Fire Resistant Cable)

1) ความต้องการทั่วไป

ในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ สายนำไฟฟ้าจะต้องยังคงรักษาสภาพการนำไฟฟ้าที่แรงดันและกระแสในสภาวะที่ปกติ และวัสดุที่ใช้ทำสายไฟฟ้า จะต้องไม่เอื้ออำนวยต่อการ ติดไฟ , ลามไฟ และสายไฟจะต้องไม่ก่อกำเนิดปริมาณควันที่เป็นอันตราย และรวมถึงแก๊สพิษและกรดแก๊สจากธาตุในหมู่ Hologen

2) ลักษณะของสายไฟ

สายไฟฟ้าชนิดอ่อน ติดตั้งได้สะดวก ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502 มีตัวนำแกนทองแดงชนิด Strand (IEC228 Class 2) ที่พันหุ้มด้วย Glass Mica เป็นฉนวนกันไฟภายใน และหุ้มอีกชั้นด้วยสารแร่ฉนวนอ่อนตัว ชนิดไม่หลอม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-7/21

ละลาย ติดไฟ เมื่ออยู่ภายในเพลิง สายไฟจะต้องมีรัศมีดัดโค้งไม่เกิน 6-8 เท่าของรัศมีความโตของสายไฟนั้น วัสดุที่หุ้มจะต้องไม่แปรสภาพใด ๆ เมื่อตัวนำไฟฟ้าต้องนำกระแสไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่อเนื่องสูง 90 °C ตามมาตรฐาน IEC 216 และสายไฟทั้งหมดจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากลดังนี้

ก. สามารถนำไฟฟ้าอย่างเนื่องได้เป็นปกติในขณะเกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน BS 6387 C.W.Z. โดยมีผลทดสอบแยกกันดังนี้

- ข้อกำหนด C ที่อุณหภูมิ 950 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

- ข้อกำหนด W ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 650 °C เป็นเวลา 15 นาที แล้ว พ่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 15 นาที

- ข้อกำหนด Z สายไฟต้องยังสามารถนำไฟฟ้าได้เป็นปกติขณะที่กระทำด้วย แรงกลจากภายนอกที่อุณหภูมิ 950 °C เป็นเวลา 15 นาที

ข. สายไฟมีค่าแรงดัน 0.6/1 KV (เพาเวอร์/คอนโทรล)

ค. สายไฟมีค่าแรงดัน 300/500 (สายสื่อสาร)

ง. สายไฟต้องผ่านการทดสอบที่แสดงว่าไม่เอื้ออำนวยต่อการลามไฟของสายไฟตามมาตรฐาน

- IEC 332-1

- IEC 332-3 A B C

- VDE 0472 Part 804/C

จ. ปริมาณควันไฟ เมื่อสายถูกเผาไฟไหม้ ควันที่เกิดขึ้นจะต้องยอมให้ปริมาณแสงผ่านได้ไม่น้อยกว่า 70%

- IEC 1034-2

ฉ. ปริมาณ Halogen เป็นศูนย์

- IEC 754-1

ซ. ค่าความเป็นกรด ต่างที่เหมาะสม

- IEC 754-2

ฅ. ไม่มีแก๊สพิษต่าง ๆ

- NFC20-454

- NES 713

ณ. ความสามารถต่อการลัดวงจร และการใช้เกินกระแสพิกัดสายไฟจะต้องทนที่อุณหภูมิ 250 °C เป็นเวลา 5 วินาที

ญ. การควบคุมคุณภาพ บริษัทผู้ผลิตสายไฟเหล่านี้ จะต้องได้รับการยอมรับตามมาตรฐานประกันคุณภาพ ISO 9001

ฎ. อุปกรณ์ขั้วต่อสาย จะต้องมีการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยจะต้องมีคุณสมบัติทนไฟเหมือนกับสาย

8.2.8 การติดตั้ง

1) การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-8/21

- ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
- ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่นโดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- ง. การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในมาตรฐาน วสท.
- 2) การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า
- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในท่อโดยเด็ดขาด
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
- จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้ Terminal Block ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับการต่อสายไฟฟ้า ทำด้วยฉนวนไฟฟ้าอย่างดี มีแฉกกันระหว่าง Terminal Block และหมายเลข Terminal กำกับ
- 2.9 การทดสอบ 2.9.1 สายสำหรับวงจรแสงสว่างและเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุก ๆ กรณี
- 3) สำหรับ feeder และ sub-feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทางแล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4) การวัดค่าของฉนวนดังกล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

8.3 แผงสวิตช์ควบคุมมอเตอร์

8.3.1 SAFETY SWITCHES

เป็นอุปกรณ์สำหรับตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อความปลอดภัยในขณะที่ทำการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ๆ และต้องเป็นชนิด Quick Make, Quick Break, Heavy Duty มีขนาดพิกัดตามที่ระบุในแบบ

- 1) ตัวตู้ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันและกำจัดสนิม พร้อมทั้งเคลือบสีอย่างดีโดยมีระดับการป้องกัน NEMA 1 สำหรับติดตั้งในอาคารและ NEMA 3R สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร
- 2) ตัวสวิตช์จะต้องมีกระดิ่งลั่นคอกอยู่ เมื่อสวิตช์อยู่ในตำแหน่ง OFF จึงจะสามารถเปิดฝาได้
- 3) ขนาด Ampere Rating จำนวนขั้วสายและจำนวน Phase ให้เป็นไปตามระบุในแบบ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-9/21

4) ชุดที่กำหนดให้มี Fuse ให้ใช้ Fuse Clips เป็นแบบ Spring Reinforced โดยขนาดของ Fuse ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อที่ระบุข้างต้น

5) การติดตั้งให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 0.80 ม. ถึงระดับบนของสวิทช์หรือติดตั้งที่ความสูงตามที่ระบุในแบบ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนังหรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้ สวิทช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 0.80 ม. ถึงระดับบนของสวิทช์

8.3.2 CIRCUIT BREAKER

1) Circuit Breaker ทั้งหมดผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE, IEC, UL

2) เป็นชนิดที่ผลิตขึ้นมาต้องสามารถทนแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 240 Volt สำหรับ 1 เฟส และไม่น้อยกว่า 415 Volt สำหรับ 3 เฟส

3) ขนาดเฟรม (Frame size) ไม่เกิน 250 Amp. ต้องเป็นชนิด Molded Case Circuit Breaker, Thermal Magnetic or Solid State Trip 0.8 – 1.0 In, Ics = 100% Icu

4) ขนาดเฟรมมากกว่า 250 Amp. เป็นชนิด Molded case หรือ Open Frame โดยมี Releasing Device เป็นแบบ Solid State Trip Unit 0.4 – 1.0 In, Ics = 100% Icu

5) Main Circuit Breaker ที่มีพิกัดตั้งแต่ 1000 Amp. ขึ้นไป จะต้องมียระบบ Ground Fault Protection โดยมีค่าปรับตั้งแต่ไม่เกิน 1200 Amp. สำหรับ Ground Fault Current ตั้งแต่ 3000 Amp. ขึ้นไปและจะต้องปลด วงจรภายในเวลาไม่เกิน 1 วินาที

6) Mounting เป็นชนิดติดตั้งแบบ Fixed, Plug-In หรือ Draw-Out ตามที่ระบุในแบบ

ก. Fixed type เป็นแบบติดตั้งถาวรยึดติดกับโครงโลหะของตู้

ข. Draw-Out Type สำหรับเฟรมเกิน 400 Amp. ต้องติดตั้งบนรางเลื่อนเข้าออก โดยมี Hand Crank เพื่อช่วยผ่อนแรงและต้องมียระบบ Safety Trip Mechanism Circuit Breaker จะ trip ทันทีโดยอัตโนมัติถ้ามีการ Plug-In หรือ Draw-Out ในขณะที่ Circuit Breaker อยู่ในตำแหน่ง “On” โดยมีตำแหน่งเลื่อนเข้าออก 3 ตำแหน่ง คือ

- Connected : Circuit breaker อยู่ในตำแหน่งใช้งานปกติ

- Test : Main contact ไม่ต่ออยู่กับระบบแต่ชุด Control
ยังไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ

- Disconnected : Main Contact และชุด Control ถูกตัดขาดจากระบบ

7) Operating Mechanism ต้องเป็นชนิดใดชนิดหนึ่งตามที่ระบุในแบบดังนี้

- Manual Operated เป็นแบบสับเข้าและออกได้ด้วยมือ โดยวิธีบิดหรือสับขึ้นลง ซึ่งอาจจะเป็นแบบมีสปริง (Spring Loaded) ก็ได้

- Motor Operated เป็นแบบ Charge Spring ด้วยมอเตอร์และสับเข้าออกด้วย Solenoid หรือใช้มอเตอร์สับเข้าออกโดยตรงก็ได้ตามที่ระบุในแบบ แต่จะต้องมี Clearing Contact สำหรับจัดไฟจากมอเตอร์หรือ Solenoid เมื่อสับหรือปลดแล้ว

8.3.3 ชนิดของ ENCLOSURE

ชนิดของ ENCLOSURE (ตู้เหล็ก) ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ตามที่ระบุในแบบเป็นมาตรฐานของ NEMA ประเทศสหรัฐอเมริกา ชนิดของ ENCLOSURE ที่ใช้มีดังต่อไปนี้

NEMA TYPE 1 GENERAL PURPOSE สำหรับการติดตั้งภายในอาคาร

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-10/21

NEMA TYPE 3 R RAIN TIGHT สำหรับการติดตั้งภายนอกอาคารหรือกลางแจ้งเพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในตู้จากฝน

NEMA TYPE 4 WATER TIGHT สำหรับการติดตั้งภายในหรือภายนอกอาคารเพื่อป้องกัน

อุปกรณ์ภายในตู้จากฝน หรือน้ำซึ่งมีแรงดัน

NEMA TYPE 12 DUST TIGHT AND DRIP TIGHT สำหรับติดตั้งภายในอาคารเพื่อป้องกัน

อุปกรณ์ภายในตู้จากสิ่งแปลกปลอมภายนอก เช่น ฝุ่นละออง ผง หรือ หยดน้ำ

8.3.4 A/C MOTOR CONTROL CENTER (AMCC)

1) ความต้องการทั่วไป

- ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งผลิตขึ้นตามมาตรฐาน มอก 1436 – 2540, VDE, IEC, NEMA หรือ ANSI สำหรับระบบไฟฟ้า 380/220 volt 3 phase 4 wire 50 Hz Insulation Class 600V มีคุณสมบัติตามความต้องการของ NE CODE ARTICLE 384 และมีคุณสมบัติ/ลักษณะที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมให้ใช้งานได้

- สวิตช์หรือ Circuit Breaker ทุกชุดที่ใช้ในตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Main Switch, Main And Tie Circuit Breaker หรือ Automatic Transfer Switch อาจใช้ผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายอื่นได้ถ้าจำเป็น แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างก่อน

- สวิตช์ตัดตอนที่ใช้ในตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ ขนาดเฟรมต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนด และสามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ

2) รายละเอียดทางโครงสร้าง

- ตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำผ่านการทดสอบ Fully Type Test License หรือ Fully Type Test ตามมาตรฐาน IEC 439-1

- โครงตู้ทำด้วยเหล็กหนาอย่างน้อย 2 มม. หรือโครงตู้ทำด้วยเหล็กพับเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความแข็งแรงเชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักและเป็นเกลียวถ้าตู้มีหลายส่วนและตั้งเรียงติดกัน ต้องยึดติดกันด้วยสลักและเป็นเกลียว พร้อมมีแผ่นโลหะกันแยกส่วนภายในตู้ออกจากกัน

- แผ่นโลหะรอบนอกต้องทำจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ผ่านกรรมวิธีกำจัดและป้องกันสนิมโดยวิธี Electro Galvanize แล้วพ่นทับด้วยสีชนิดอบแห้งทั้งภายนอกและภายใน

- ตัวตู้ประกอบขึ้นเป็น Compartment Form 3 B ประกอบด้วย Busbars, Circuit Breaker, Cable และ Metering Compartment โดยมีแผ่นโลหะกั้นระหว่าง Compartment และต้องมีฐานสำหรับยึด Circuit Breaker ด้วย

- ตัวตู้ต้องสามารถเปิดได้ทั้งด้านหน้า ด้านหลัง ด้านบน และด้านข้างแผงประตูด้านหน้าของช่องใส่อุปกรณ์ ต้องติดบานพับชนิดซ่อน ด้านหลังและด้านข้างให้ทำเป็นแผง ๆ ละสองชิ้นพับขอบมีแผ่นยาง seal และยึดกับโครงสร้างของตู้โดยใช้สกรู

- ฝาด้านข้างและด้านหลัง จะต้องมียึดสำหรับระบายอากาศอย่างเพียงพอ โดยภายในช่องยึดให้บุด้วยตาข่ายกันแมลง (Insect Screen) และมี Filter สำหรับป้องกันฝุ่นด้วย

- ฝาด้านหน้าต้องมีป้ายชื่อทำด้วยพลาสติก พร้อมทั้ง Mimic Bus Diagram ติดให้เห็นอย่างชัดเจน และไม่หลุดง่าย

- ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีกำจัดและป้องกันสนิมโดยวิธี Electro Galvanize แล้วพ่นทับด้วยสีชนิดอบแห้ง (Stove-Enamelled Paint)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-11/21

- ฝ้าตู้ทุกบานที่มีบานพับปิดเปิดได้ ต้องมีการต่อลงดินด้วยสายดินชนิดลวดทองแดงถักต่อลงดินที่โครงตู้

- ตัวโครงสร้างจะต้องขันสกรูหรือเชื่อมอย่างแข็งแรง ตัวเมน Busbar และโครงสร้างจะต้องสามารถทนแรงบิดหากเกิดการลัดวงจรในระบบไฟฟ้า ได้อย่างต่ำ 50,000 แอมแปร์

- รูปแบบ (Form) ของเมนแรงต่ำให้มีการแบ่งแยกส่วนต่างๆ ภายในตู้รูปแบบ 3b (Form 3b)

3) รายละเอียดทางด้านเทคนิค

ก. BUSBAR ที่ใช้ต้องทำจากทองแดงมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดและ Ampacity ตามตารางที่แนบท้ายหมวดนี้ และจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ สะดวกต่อการเข้าสาย และมีระยะห่างจากฝ้าตู้เพียงพอสำหรับการเดินสายไฟฟ้า นอกจากนี้ต้องมี Ground Bus อยู่ด้านหลังมุมล่างและ Neutral Bus อยู่ด้านหลังมุมบนของตู้ หรือติดตั้งบริเวณอื่นของตู้แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน Bus ดังกล่าวจะต้องวางยาวตลอดความยาวของตู้และเจาะรูเตรียมสำหรับการต่อสายไว้

ข. การจัดเฟสของ Busbars เมื่อมองจากด้านหน้าให้อยู่ในลักษณะดังนี้ A,B,C เรียงจากหน้าตู้ไปหลังตู้จากบนล่าง หรือจากซ้ายไปขวา

ค. เมน Busbars เชื่อมระหว่างเมนกับ Circuit Breaker ต่าง ๆ จะต้องเป็นทองแดงขนาดโตพอสำหรับกระแสไฟฟ้า โดยไม่ทำให้อุณหภูมิของทองแดงสูงเกิน 70 องศาเซลเซียส

ง. BUSBARS ภายในแผงเมนไฟฟ้าแรงต่ำให้ทาสีหรือพ่นสีด้วยสีทนความร้อน เพื่อระบุเฟสดังนี้

- เฟส A - สีน้ำตาล (Brown)
- เฟส B - สีดำ (Black)
- เฟส C - สีเทา (Grey)
- NEUTRAL - สีฟ้า (Blue)
- สายดิน (Ground) - สีเขียว หรือ สีเขียวแถบเหลือง

จ. จุดต่อหรือจุดสัมผัสระหว่าง busbar กับ busbar หรือ busbar กับ terminal pad ให้ทาเคลือบจุดสัมผัสด้วย electrical compound เพื่อป้องกันการเกิดออกไซด์

ฉ. Ground Bus จะต้องทำด้วยทองแดงที่ทน Short Circuit ได้ไม่น้อยกว่า 50 KA

ช. Bolted Nut & Washer สำหรับต่อ Busbar ให้ใช้ชนิด High tension Steel Class (8.8) และ Busbar Support จะต้องมีความแข็งแรงที่จะยึดอุปกรณ์ โดยสามารถรองรับกระแส Short Circuit ที่ค่า Short Circuit Stress 50 KA.

ซ. ที่หางปลาเข้าสายให้สวมด้วย Vinyl Wire End Cap โดยเลือกขนาดให้เหมาะสมกับสายและหางปลาที่เข้า และใช้รหัสตามเฟสนั้น ๆ ไม่อนุญาตให้ใช้เทปสีพันแทน เพราะจะทำให้ไม่คงทนและหลุดง่าย

ณ. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า กับ Terminal Block ภายในแผงเมนไฟฟ้าแรงต่ำ ให้ใช้สายชนิด Stranded Annealed

Copper Wire 300V, 70deg.C PVC-INSULATED ขนาดของสายไฟ ต้องมีรหัสสีและต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังนี้

- CURRENT CIRCUIT : ใช้สายสีดำ ขนาด 4 ตร.มม.
- VOLTAGE CIRCUIT : ใช้สายสีแดง ขนาด 2.5 ตร.มม.

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-12/21

- AC. CONTROL CIRCUIT : ใช้สีเหลือง ขนาด 1.5 ตร.มม.
SLEEVE และ CAP หุ้มปลายสายก็ให้ใช้รหัสสีเดียวกับสายด้วย
- สายไฟทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางเดินสาย (Trunking) เพื่อความเรียบร้อย และเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน สายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดต่าง ๆ และห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด
- สาย Control ทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีเครื่องหมายกำกับเป็นระบบปลอกสวม (Ferrule) ซึ่งยากแก่การลอกหรือหลุดหายเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาภายหลัง
- สาย Control ที่แยกออกจาก Cable Trunking ต้องจัดหรือรัดสายด้วย Cable Tie ให้เป็นระเบียบ

CONTINUOUS CURRENT-CARRYING CAPACITY OF COPPER CONDUCTORS (IEC 439 - 1)

Copper conductors of rectangular cross-section indoor installations, ambient temperature 35 °C, temperature rise 70 °C conductor temperature 105 °C. Conductor width vertical, clearance between conducts equal to conductor thickness: with alternating current, phase centre-line distance >0.8 x clearance between phases.

Width x thickness mm	Continuous current in A AT Ambient temp. 35 °C and Conductor temp. 105 °C			
	bare			
	Number of bar / phase			
	1	2	3	4
12 x 3	212	373	487	-
12 x 5	286	546	786	-
12 x 10	468	923	1294	-
15 x 10	545	1046	1445	-
20 x 5	430	777	1072	-
20 x 10	787	1405	1863	-
25 x 5	513	910	1235	-
25 x 10	787	1405	1663	-
30 x 5	595	1044	1392	-
30 x 10	899	1564	2037	-
40 x 5	756	1298	1693	-
40 x 10	1122	1683	2386	-
50 x 5	1009	1716	2207	-
50 x 10	1337	2187	2706	-
60 x 5	1079	1786	2237	-
60 x 10	1552	2474	3012	-
80 x 5	1388	2252	2718	-
80 x 10	1945	3003	3578	-
100 x 5	1694	2687	3184	-
100 x 10	2336	3500	4114	-
120 x 10	2730	4009	4659	-
140 x 10	3110	4501	5191	-
150 x 10	3297	4724	5452	-
160 x 10	3483	4979	5710	-
200 x 10	4220	5929	6736	-

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-13/21

8.3.5 การทดสอบ

- 1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเครื่องมือ พนักงาน และดำเนินการทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งหมด โดยการทดสอบต่าง ๆ จะต้องกระทำผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- 2) หากการทดสอบแสดงความบกพร่องของวัสดุ หรืออุปกรณ์ หรือการติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเปลี่ยน แก้ไขอุปกรณ์หรือการติดตั้ง ดังนั้นแล้วจึงเริ่มทำการทดสอบ ใหม่จนเป็นที่ยอมรับผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- 3) การทดสอบระบบไฟฟ้าแรงต่ำจะประกอบด้วย
 - RESISTANCE TO GROUND ของระบบสายดิน
ผลการทดสอบที่ยอมรับ = ไม่สูงกว่า 5 โอห์ม
 - INSULATION RESISTANCE TEST
เมื่อใช้ INSULATION TESTER 500 VDC
ผลการทดสอบเป็นที่ยอมรับ :
 - ก. Minium Insulation Resistance To Earth = 1 เมกะโอห์ม
 - ข. Minium Insulation Resistance Between Phases = 1 เมกะโอห์ม
 - ค. Minium Insulation Resistance Between Live Part ของ Fixed Equipment กับ Frame (เมื่อปลดสายออก) = 0.5 เมกะโอห์ม
- 4) ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าทั้งหมดเพื่อให้ถูกต้องตามแบบและข้อกำหนด

8.4 ระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (Variable Speed Drive System)

8.4.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ พร้อมทั้งนำอุปกรณ์นี้เชื่อมต่อกับระบบ BAS ตามขอบเขตที่ระบุในแบบ

8.4.2 มาตรฐานอ้างอิง

- ANSI/NFPA 70 : National Electrical Code
- EN50178 : Electronic equipment for use in power installation
- CSA C22.2 No. 14-M91 : Industrial Control Equipment
- IEC 68 Part 2-3 : Basis Environmental Testing Procedures Part 2: Tests – -
Test Ca
: Damp Heat
- IEC 146.1 : Semiconductor Converters – General Requirements and
Line
- Commutated Converters Part 1-1 : Specifications of Basic Requirements
- IEC 664 : Insulation Coordination for Equipment Within Low-Voltage
Systems
- IEC 447 : Man-Machine Interface Actuating Principles

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-14/21

- IEC 439 Part 1 : Low Voltage Switch gear and Control gear Components
- IEC 364 : Electrical Installation of Buildings
- IEC 204/NFPA 79 : Electrical Equipment of Industrial Machines/Industrial Machinery
- IEC 106 : Guide for Specifying Environmental Conditions for Equipment Performance Rating
- IEC 529 : Degrees of protection Provided by Enclosure
- IEC 1000 : Electromagnetic Compatibility
- IEC 1800 : Adjustable speed Electrical power drive systems
- IEC 721 : Classification of Environmental Conditions
- IEC 255-8 : Overload Relays
- IEC 801-2,-3,-4,-5 : Immunity Tests
- NEMA ICS Part 4 : Overload Relays
- NEMA ICS7 : Industrial Control and Systems Variable Speed Drives
- UL 508C : UL Standard for Safety Power Conversion Equipment

8.4.3 คุณสมบัติทางสภาพแวดล้อม

- 1) ได้รับมาตรฐาน EMC immunity standards:
 - IEC 1000-4-2 / EN 61000-4-2 level 3
 - IEC 1000-4-3 / EN 61000-4-3 level 3
 - IEC 1000-4-4 / EN 61000-4-4 level 4
 - IEC 1000-4-5 / EN 61000-4-5 level 3
 - IEC 1800-3 / EN 61800-3, Environment 1 and 2
- 2) ได้รับมาตรฐาน EMC Conducted and Radiated Emissions:
 - IES 1800-3 / EN 61800-3, Environment 1 (Public Sector) and 2 (Industrial Sector)
 - EN55011 Class A as Standard
 - EN55022 Class B with Additional Filters
- 3) ได้ติดตั้ง Class A RFI filters ไว้ภายใน
- 4) ได้ติดตั้ง Line Choke เป็นมาตรฐานไว้ภายในเครื่อง
- 5) คุณสมบัติทางอุณหภูมิ
 - สามารถใช้งานได้ในที่มีอุณหภูมิแวดล้อมตั้งแต่ -10°C ถึง 40°C (14°F ถึง 104°F)
 - สามารถเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิ -25°C ถึง 70°C (-13°F ถึง 158°F)
- 6) ทนความชื้นสัมพัทธ์ ได้สูงสุด 93% โดยที่ไม่มีการเกาะตัวเป็นหยดน้ำ
- 7) สามารถใช้งานได้ในระดับที่มีความสูงจากพื้นดินจนถึง 1000 เมตร (3300 ฟุต)

สำหรับการใช้งานในระดับที่สูงกว่า 1000 เมตร (3300 ฟุต) จะต้องลดระดับค่ากระแสสูงสุดของเครื่องลง 1% ทุก 100 เมตร (330 ฟุต) ที่เพิ่มขึ้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-15/21

8) ได้รับมาตรฐาน IEC 60068-2-6 Operational Vibration Specification

8.4.4 คุณสมบัติทางไฟฟ้า

- 1) ใช้งานได้กับขนาดแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส ตั้งแต่ 380 ถึง 460 Vac +10%
- 2) ใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าที่มีช่วงความถี่ตั้งแต่ 49.5 ถึง 63 Hz
- 3) ขนาดของกำลังไฟฟ้าของ Variable Sped Drive System จะต้องไม่น้อยกว่ากำลังมอเตอร์
- 4) ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ได้ไม่น้อยกว่า 0.95 Lagging ภายใต้งานทุกๆ ความเร็วหรือสภาวะของโหลด
- 5) ค่าประสิทธิภาพที่ 100% ของความเร็วและสภาวะของโหลด มีค่าไม่น้อยกว่า 96%
- 6) สามารถให้แรงบิดได้สูงสุด 110% หรือมากกว่าของแรงบิดปกติของมอเตอร์เป็นเวลา 1 นาที
- 7) สามารถปรับค่าความถี่สวิตช์ได้ และสามารถปรับค่าความถี่ได้อัตโนมัติเมื่อเครื่องมีความร้อนสูงขึ้น

เพื่อลดเสียงรบกวนของมอเตอร์

8) ในกรณีที่อุณหภูมิของ Heatsink สูง ค่าความถี่สวิตช์ซึ่งสามารถปรับค่าลงได้อัตโนมัติเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวน ซึ่งจะยังคงรักษาความเร็วรอบของมอเตอร์ตามค่าความเร็วอ้างอิงได้

8.4.5 การป้องกัน

1) เมื่อจ่ายไฟเข้าระบบ ตัวเครื่องจะทำการตรวจสอบการทำงานของหน่วยความจำ, อนุาล็อกอินพุต, ระบบติดต่อสื่อสาร, ระบบจ่ายไฟ DC และระบบควบคุมอย่างอัตโนมัติ

- 2) สามารถใช้งานกับระบบที่ทนกระแสลัดวงจรได้สูงสุด 20,000 A rms
- 3) สามารถป้องกันการลัดวงจร (Short Circuits) ระหว่างเฟสเอาต์พุต และระหว่างเฟสกับกราวด์ได้
- 4) สามารถป้องกันมอเตอร์ ในกรณีที่เกิดเฟสของมอเตอร์หาย (Motor Phase Loss) ได้
- 5) สามารถตั้งฟังก์ชัน Auto Restart ซึ่งจะ Restart ได้หลังจากเกิด Fault ภายในเวลา 30 วินาที และสามารถ Restart ได้สูงสุดเป็นจำนวน 6 ครั้ง

6) มีฟังก์ชันที่สามารถบังคับให้ทำงาน (Forced Running) ในกรณีที่อุณหภูมิเกินเมื่อเกิด Fault ขึ้น

7) กรณีที่สัญญาณอ้างอิงอนุาล็อกหายไป สามารถที่จะตั้งโปรแกรมให้แสดงเป็น Fault เกิดขึ้นได้

8) มีการป้องกัน Overload Class 20 โดยการคำนวณค่า $I^2 t$ ตามมาตรฐาน IEC 60947 และสามารถปรับค่ากระแส overload ของมอเตอร์ได้ตั้งแต่ 0.25 ถึง 1.1% ซึ่งค่าสภาวะความร้อนของมอเตอร์จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ และจะลดลงได้เมื่อมีการ OFF ระบบไฟ

9) สามารถต่อกับ PTC Probes เพื่อป้องกันปัญหาความร้อนที่เกิดกับมอเตอร์ โดยต่อผ่านทาง I/O Extension Card with Analog Input

10) มีการตรวจสอบอุณหภูมิภายในตัวเครื่อง ด้วยการวัดอุณหภูมิที่ Heatsink ด้วย Thermistor ซึ่งเมื่อมีอุณหภูมิ สูงเกินไปจะเกิด Fault ขึ้น

11) สามารถป้องกันปัญหาการขาดเฟสไฟอินพุตหาย (Mains Phase Loss) ได้

12) มีช่วงความถี่ข้ามได้ 3 ช่วง ซึ่งสามารถโปรแกรมค่าความถี่ได้ และมีช่วงแบนวิดธ์ + 2.5 Hz เพื่อแก้ไขปัญหาเครื่องจักรสั่นจาก ความถี่ Resonance ทางกล ที่อาจเกิดขึ้นได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-16/21

13) มี Harmonic Fitter ประกอบเพื่อป้องกันและ/หรือลดคลื่น Harmonic โดยจะต้องคำนวณขนาดของ Harmonic ที่ติดตั้งลงไปทุกจุดที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบและทำการวัดทดสอบโดยอุปกรณ์วัดคลื่น Harmonic และทำการปรับปรุงแก้ไขจนค่าที่เกิดขึ้นอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เมื่ออุปกรณ์ทั้งหมดในอาคารถูกใช้งานในสภาพปกติทั่วไปแล้ว

8.4.6 การปรับค่า

- 1) สามารถตั้งค่าความเร็วของมอเตอร์ได้ตั้งแต่ 0.1 Hz ถึง 320 Hz หรือมากกว่า
- 2) ค่าอัตราเร่งและอัตราลดความเร็วสามารถตั้งค่าได้ตั้งแต่ 0.05 ถึง 999.9 วินาที หรือมากกว่าสามารถเก็บค่า Fault ที่เกิดขึ้นก่อนหน้าได้ไม่น้อยกว่า 8 ค่า
- 3) ในโปรแกรมมีฟังก์ชันประหยัดพลังงาน (Energy Saving) โดยจะทำการปรับค่าแรงดันของมอเตอร์สำหรับโหลดแบบแรงบิดแปรผันอย่างอัตโนมัติ โดยที่ยังมีแรงบิดเพียงพอกับโหลด และยังคงรักษาอัตราส่วน Volts/Hz ในช่วงเร่งความเร็วไว้
- 4) มีฟังก์ชันในปรับค่าอัตราเร่งความเร็วอย่างอัตโนมัติ โดยการยืดระยะเวลาในการลดความเร็วออกไปเมื่ออุปกรณ์ทางกลมีความผิดปกติขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการทริปได้
- 5) สามารถควบคุมการหยุดของมอเตอร์ได้ ในขณะที่เกิดไฟฟ้าดับขึ้น

8.4.7 การแสดงผล

- 1) มี Keypad Display ที่สามารถใช้ในการแสดงค่าทางไฟฟ้า, ปรับค่าพารามิเตอร์, กำหนด I/O, แสดง Faults, ควบคุมแบบ Local และสามารถเก็บค่าการปรับตั้งเป็น File ได้
- 2) สามารถที่จะติดตั้งอุปกรณ์ Keypad Display ที่หน้าตู้คอนโทรล (Remote) โดยต่อเป็นอุปกรณ์เพิ่มเติมได้
- 3) สามารถป้องกันการปรับค่าพารามิเตอร์ได้ด้วยการใส่ Password
- 4) สามารถที่จะเก็บค่าพารามิเตอร์ของผู้ใช้งานได้ถึง 4 ชุด
- 5) มีไฟ LED ติดตั้งหน้าเครื่อง เพื่อแสดงสถานะการทำงาน ซึ่งมีไฟสีเขียวแสดงว่ามีไฟเข้าระบบ และไฟสีแดงแสดงถึงความผิดปกติ (Fault)

8.4.8 การควบคุม

- 1) แหล่งจ่ายไฟภายใน (Power Supply) สามารถป้องกันการต่อผิดหรือ Short ได้ และ Transistor Logic Outputs มีวงจรลิมิต กระแสซึ่งจะไม่เกิดความเสียหายเมื่อมีการ Short ขึ้น
- 2) มี Relay Output 230 V ภายใน 2 ตัว: Contact ที่ 1 จะแสดงสถานะของเครื่อง (Fault), Contact ที่ 2 จะแสดงสถานะขณะ Run ซึ่งสามารถเลือกโปรแกรม (Programmable) ได้
- 3) มี Analog Input ที่สามารถโปรแกรมเลือกค่าต่างๆ ในการแสดงผลได้
 - Voltage input สามารถกำหนดรูปแบบการทำงานในช่วงความเร็วต่ำ (LSP) ได้ ในรูปแบบของ Pedestal หรือ Dead Band ได้
 - Current input สามารถโปรแกรมช่วงกระแสใช้งานได้ (X-Y mA) และมีการป้องกันเมื่อเกิดกระแสหายได้ (fault)
- 4) มี Analog Output เป็นค่ากระแสที่สามารถโปรแกรมได้ (X-Y Ma)
- 5) มี PI Regulator รวมไว้ภายในตัวเครื่อง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-17/21

6) สามารถใช้งานฟังก์ชัน Reference Switching เพื่อสลับแหล่งอินพุตอ้างอิง และ Automatic / Manual เมื่ออยู่ในโหมด PI regulator ได้

7) สามารถกำหนดช่วงเวลาการทำงานในช่วงความเร็วต่ำสุด (LSP) ได้
ซึ่งมอเตอร์จะหยุดเองเมื่อทำงานเป็นเวลานานเกินกว่าเวลาที่ตั้งไว้ (Sleep Mode) และมอเตอร์จะหมุนได้อีกครั้งเมื่อค่าความเร็วอ้างอิงมากกว่าค่าความเร็วต่ำสุด (LSP)

8) มีระบบสื่อสารแบบ Rs485 Multi-Drop และเป็น Modbus Protocol เป็นมาตรฐานในตัวเครื่อง

9) สำหรับระบบสื่อสารแบบอื่นๆ จะต้องใช้อุปกรณ์สื่อสารเพิ่มเติม ซึ่งระบบที่รองรับมีดังนี้

- Ethernet TCP/IP
- CAN Open Modbus Plus
- FIPIO Device Net
- Lonworks Profibus DP
- Johnson control N2
- Bacnet

8.4.9 การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ตามคำแนะนำของผู้ผลิต และตามผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างสมควร โดยมีผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเข้าร่วมทดสอบด้วย

8.5 ระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวล (SOFT START SYSTEM)

8.5.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวล พร้อมทั้งนำอุปกรณ์เชื่อมต่อกับระบบ BAS หรือ PLC ตามขอบเขตที่ระบุในแบบ การเริ่มและหยุดการทำงานของมอเตอร์อะซิงโครนัส 3 เฟส สามารถทำได้ทั้งแบบ IEC หรือ NEMA

8.5.2 มาตรฐานอ้างอิง

- 1) ระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวลได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของ EN/IEC60947-4-2
- 2) ได้รับ CE marked ซึ่งเข้ากันได้กับ harmonised standard EN/IEC 60947-4-2.
- 3) ความเข้ากันได้กับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) ในส่วนของการแผ่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตาม

มาตรฐาน EN/IEC 60947-4-2

- Class A level
- Class B level สำหรับรุ่นที่มีกระแสไม่เกิน 170 A ซึ่งต้องใช้ร่วมกับคอนแทคเตอร์ Bypass เมื่อ

มอเตอร์ สตาร์ทเสร็จแล้ว

- 4) ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL 508 และ CSA “Industrial Control Equipment”
- 5) โรงงานผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 version 2000 และ ISO 14001

8.5.3 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-18/21

- 1) หลักการทำงานของระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวลใช้หลักการลิมิตกระแสหรือ การปรับระดับแรงดัน และใช้หลักการควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ (Torque control) ซึ่งสามารถปรับระดับแรงบิดได้ตลอดช่วงการเร่งความเร็ว และสามารถปรับแรงบิดให้มีค่าคงที่ตลอดตั้งแต่ สตาร์ทจนถึงความเร็วสูงสุด
- 2) สำหรับระบบงานที่ใช้กับปั๊ม จะต้องสามารถลดการกระแทกของน้ำ (Water hammer) ได้ โดยการลดความเร็ว
- 3) มีระบบการป้องกันมอเตอร์โดยการวัดค่ากระแสจริงที่จ่ายออกจากตัวเครื่อง ด้วยวิธีการปรับแรงบิด
- 4) มีการเดินสายไฟเข้าทางด้านบนของเครื่อง และด้านล่างเป็นส่วนที่ต่อสายไปยังมอเตอร์
- 5) สามารถใช้งานร่วมกับคอนแทคเตอร์ Bypass ได้ โดยที่ฟังก์ชันการป้องกันมอเตอร์ โอเวอร์โหลด ความร้อน อันเดอร์โหลด) ยังทำงานได้ปกติ

- 6) มีการแยกระบบจ่ายไฟสำหรับวงจรควบคุมออกมาต่างหาก

8.5.4 คุณสมบัติของสภาพแวดล้อม

- 1) สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิภายนอกที่ -10 ถึง 40°C และยังสามารถทำงานที่อุณหภูมิ 40 ถึง 60°C โดยการลดระดับค่ากระแสสูงสุดของเครื่องลง 2% ทุกองศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิสูงกว่า 40°C
- 2) ทนความชื้นได้สูงสุด 95% โดยที่ไม่มีการเกาะตัวเป็นหยดน้ำ ตามมาตรฐาน IEC 60947-4-2
- 3) สามารถเก็บตัวเครื่องได้ในที่อุณหภูมิระหว่าง -25 ถึง 70°C
- 4) สามารถใช้งานได้ในระดับที่สูงจากพื้นดินสูงสุด 1000 เมตร (3280 ฟุต) โดยที่ต้องมีการลดระดับค่ากระแสสูงสุดของเครื่องลง 2.2% ทุก 100 เมตรที่เพิ่มขึ้น
- 5) มีเสียงรบกวนสูงสุดไม่เกิน 65 dBA
- 6) สามารถทนภาวะมลพิษสูงสุดได้ถึง ระดับ 3 ตามมาตรฐาน IEC 60664-1 (หรือ IEC 60947-4-2)

8.5.5 คุณสมบัติทางไฟฟ้า

- 1) The utilisation category of the starters will be AC 53a conforming to the product standard EN/IEC 60947-4-2.
- 2) ใช้งานได้กับระบบไฟหลายระดับ ตั้งแต่ 230 ถึง 415 V ($230 -15\%$ ถึง $415 +10\%$) หรือ 208 ถึง 690 V ($208 -15\%$ ถึง $690 +10\%$)
- 3) ระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวลจะต้องมีขนาดกระแสหรือกำลังไฟฟ้าเหมาะสมกับมอเตอร์
- 4) ใช้ได้กับระบบไฟความถี่ 50 และ 60 Hz ที่ความแตกต่าง $+5\%$ และยังสามารถปรับให้เป็น $+20\%$ เมื่อใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 5) ลอจิกอินพุต; มีให้ใช้งาน 4 อินพุต ใช้กับไฟ 24 Vdc
- 6) รีเลย์เอาต์พุต; มีให้ใช้งาน 3 รีเลย์ คอนแทคแบบปกติเปิด (N/O)
- 7) ลอจิกเอาต์พุต; มีให้ใช้งาน 2 เอาต์พุต ใช้กับไฟ 24 Vdc
- 8) อนาล็อกเอาต์พุต; มีให้ใช้งาน 1 เอาต์พุต มีทั้งแบบกระแส 0 - 20 mA หรือ 4 - 20 mA
- 9) มีแหล่งจ่ายไฟ 24 Vdc สำหรับลอจิกอินพุต/เอาต์พุต ภายในตัวเครื่อง

8.5.6 การป้องกัน

- 1) สามารถใช้งานร่วมกับหัววัดอุณหภูมิ (PTC probe) เพื่อป้องกันความร้อนของมอเตอร์

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-19/21

2) มีการคำนวณความร้อนของมอเตอร์อย่างต่อเนื่อง โดยคำนวณจากกระแสที่วัดจริง อีกทั้งยังสามารถใช้ระบบป้องกันความร้อนหลายระดับตามมาตรฐาน EN/IEC 60947-4-2 : ระดับ 10A, 10, 20, 30 นอกจากนั้นการคำนวณการป้องกันความร้อนยังสามารถทำได้ถึงแม้ว่าจะไม่มีไฟจ่ายให้กับตัวเครื่อง

3) สามารถตรวจจับการทำงานของมอเตอร์แบบไม่มีโหลด (Underload) โดยตรวจสอบจากแรงบิดที่เปลี่ยนแปลงไป และยังสามารถปรับระดับการตรวจจับของมอเตอร์ขณะไม่มีโหลด (Underload) ได้

4) สามารถตรวจจับการทำงานของมอเตอร์แบบโหลดเกิน (Overload) โดยตรวจสอบจากกระแสที่เพิ่มขึ้น และยังสามารถปรับระดับการตรวจจับของมอเตอร์ขณะโหลดเกิน (Overload) ได้

5) มีระบบป้องกันมอเตอร์หมุนกลับทาง และตรวจจับความผิดปกติของระบบไฟฟ้าของระบบจ่ายไฟ หรือของมอเตอร์

6) สามารถตรวจจับความผิดปกติภายนอกที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ตัวเครื่องหยุดการทำงานได้

7) ฟังก์ชันการป้องกันสามารถทำงานได้ปกติถึงแม้ว่าจะมีการใช้คอนแทคเตอร์ Bypass ก็ตาม

8.5.7 การสื่อสาร

1) มีพอร์ตสื่อสารแบบ Modbus แบบ RTU เป็นมาตรฐานทุกรุ่น ซึ่งสามารถต่อเป็นแบบ Multidrop ได้

2) สามารถสื่อสารผ่านทางระบบ Ethernet หรือระบบเน็ตเวิร์กอื่นๆ ซึ่งเป็นอุปกรณ์สื่อสารเพิ่มเติม

3) มีระบบการสื่อสาร เพื่อใช้ในการควบคุมใช้แสดงสถานะการทำงานของเครื่องและสามารถปรับเบี่ยงค่าต่าง ๆ ได้

8.5.8 การควบคุม

1) สามารถใช้เริ่มหมุนและลดความเร็วมอเตอร์หลายๆ ตัวในการต่อแบบ Cascade

2) สามารถตั้งค่าคุณสมบัติของมอเตอร์ตัวที่ 2 ซึ่งแตกต่างจากตัวที่ 1 ได้

3) มีฟังก์ชันการอุ่นมอเตอร์ไล่ความชื้น เพื่อป้องกันมอเตอร์ลัดวงจรเนื่องจากความชื้น เมื่อหยุดมอเตอร์เป็นเวลานาน และยังสามารถปรับระดับกระแสสำหรับอุ่นไล่ความชื้นได้

4) สามารถควบคุมการทำงานของคอนแทคเตอร์ Bypass คือคอนแทคเตอร์จะปิดลงเมื่อมอเตอร์สตาร์ทเสร็จและจะเปิดออกเมื่อมีคำสั่งหยุดหมุน

5) สามารถควบคุมการทำงานของไลน์คอนแทคเตอร์ คือคอนแทคเตอร์จะปิดลงเมื่อมีคำสั่งเริ่มหมุนและจะเปิดออกเมื่อมีคำสั่งหยุดหมุน

6) สามารถตั้งรหัสเพื่อป้องกันการแก้ไขข้อมูลในตัวเครื่องได้

7) มีหน้าจอและปุ่มกดสำหรับการโปรแกรม และเป็นอุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับการต่อเป็นอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล

8) ข้อมูลที่สามารถตรวจสอบผ่านทางหน้าจอของเครื่องได้มีดังนี้

- กระแสของมอเตอร์
- แรงบิดของมอเตอร์
- ความร้อนของมอเตอร์
- เพาเวอร์แฟคเตอร์ (Cosine ϕ)
- กำลังงาน
- สภาวะการทำงานขณะนั้น (เร่ง, ลดความเร็ว หรืออื่นๆ)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-20/21

- ระยะเวลาการใช้งานของเครื่อง
- ความผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังสุด 5.8.9 ข้อมูลที่สามารถส่งผ่านมาทางออนไลน์เอทพุต มีดังนี้
- กระแสของมอเตอร์
- แรงบิดของมอเตอร์
- ความร้อนของมอเตอร์
- เพาเวอร์แฟคเตอร์ (Cosine ϕ)
- กำลังงาน

8.5.9 การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบนุ่มนวล ตามคำแนะนำของผู้ผลิต และตามผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นสมควร โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมทดสอบด้วย

8.6 มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ระบุให้ใช้เป็นชนิดประสิทธิภาพสูงให้เป็นไปตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงตามมาตรฐาน NEMA (%)

HP	2 POLES	4 POLES	6 POLES	8 POLES
1	75.5	82.5	80.0	75.5
1.5	82.5	84.0	85.5	79.0
2	84.0	84.0	86.5	82.5
3	85.5	89.5	89.5	84.0
5	89.5	89.5	89.5	85.5
9.5	88.5	89.5	89.5	85.5
10	89.5	89.5	89.5	88.5
15	90.2	91.0	90.2	88.5
20	90.2	91.0	90.2	89.5
25	91.0	92.4	91.7	89.5
30	91.0	92.4	91.7	91.0
40	91.7	93.0	93.0	91.0
50	92.4	93.0	93.0	91.7
60	93.0	93.6	93.6	91.7
75	93.0	94.1	93.6	93.0
100	93.6	94.5	94.1	93.0
125	94.5	94.5	94.1	93.6
150	94.5	95.0	95.0	93.6

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 8-21/21

HP	2 POLES	4 POLES	6 POLES	8 POLES
200	95.0	95.0	95.0	94.1
250	95.4	95.0	95.0	94.5
300	95.4	95.4	95.4	94.5
400	95.4	95.4	95.4	94.5
500	95.4	95.8	95.4	94.5

8.7 รายการตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า

รายละเอียดในข้อนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุ-อุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไป การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง หรือวิศวกร ผู้ควบคุมงานก่อนการนำเข้าใช้งาน

- 8.7.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้า : TAS, TSP, RSI, PAT, PANASONIC, UI
- 8.7.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิด HDPE : FH, KWH, ABSO, TGG, PBP, THAI PIPE, NRE
- 8.7.3 Wireway, Cable Tray, Ladder : TIC, ASEFA, SCI
- 8.7.4 ท่อชนิด RTRC : SHAMPION, FRE, GRE
- 8.7.5 BUSDUCT : PDI, SCHNEIDER, POWER BAR
- 8.7.6 COAXIAL CABLE : BELDEN, WISI, KATHREIN, DCT, TFC, COMMScope
- 8.7.7 สายทนไฟ : RADOX, DELTA CROMPTON, SCM, DRAKA UK, STUDER, FIRECEL

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 9-1/2

9. ระบบป้องกันเสียงและการสั่นสะเทือน NOISE AND VIBRATION CONTROL SYSTEM

9.1 อุปกรณ์และระบบลดแรงสั่นสะเทือน (Vibration Control)

9.1.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนให้กับเครื่องจักรกลทุกชิ้นของระบบปรับอากาศตามที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์หรือตามข้อกำหนดในเรื่องที่เกี่ยวข้อง เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือนและเสียงไปตามโครงสร้างของอาคาร

9.1.2 การเลือกขนาดของแท่นกันสะเทือนหรืออุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนต้องเหมาะสมกับการกระจายน้ำหนัก (Weight Distribution) ของเครื่องจักรกลที่เสนอเพื่อทำให้เกิด Static Deflection อย่างสม่ำเสมอตามต้องการ

1) แท่นและอุปกรณ์กันสะเทือนของเครื่องทำความเย็น (Refrigeration Machine Foundation and Isolators)

- ตัวแท่นเป็นคอนกรีตมีความกว้างรอบตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว สูงจากพื้นโครงสร้างไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว

- เครื่องที่ติดตั้งอยู่ ณ ชั้นล่างสุดของอาคารและสามารถส่งถ่ายการสั่นสะเทือนลงสู่พื้นดินโดยตรงให้ใช้อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนเป็นแผ่น Neoprene Friction Pad

- เครื่องทำความเย็นซึ่งติดตั้งอยู่ ณ ชั้นอื่นๆ ที่มีใช้ชั้นใต้ดินของตัวอาคารอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนต้องเป็นแบบขดสปริงอยู่ใน Housing เพื่อป้องกันการเกิด Binding ของสปริงทางด้านข้างด้านบนของตัวกันสะเทือนต้องมีที่ปรับระดับ และตัวกันมิให้ขดสปริงยืดหรือหดตัวไม่ว่าน้ำหนักขณะใช้งานของเครื่องทำความเย็นจะแปรเปลี่ยนไปอย่างไรส่วนด้านล่างซึ่งสัมผัสกับพื้นต้องเป็นแผ่น Neoprene Friction Pad เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของตัวเครื่องและเพื่อป้องกันคลื่นความถี่สูง

- การติดตั้งให้ทำตามคำแนะนำทั้งของผู้ผลิตเครื่องและผู้ผลิตอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนโดยเคร่งครัด

2) แท่น และอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนของเครื่องสูบน้ำ (Pump Foundation and Isolators)

- แท่น Inertia Base ประกอบด้วยฐานคอนกรีตเสริมเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รองรับไว้ให้ลอยอยู่กับที่ด้วยอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนแบบขดสปริง

- ขนาดของแท่น Inertia Base ต้องใหญ่พอที่จะรองรับข้อต่อท่อน้ำส่วนที่ต่อเข้ากับด้านดูด และด้านส่งของเครื่องสูบน้ำได้ และต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว แต่ไม่เกิน 12 นิ้ว ยกเว้นผู้ผลิตอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนจะแนะนำให้ใช้แท่นคอนกรีตหนากว่านี้เพื่อเพิ่มมวลและความมั่นคงในการรองรับ

- การหล่อแท่น Inertia Base ให้ใช้เหล็กโครงสร้างรูปตัว I หรือตัว C คัดรัดโดยรอบแล้ววางเหล็กเสริมซึ่งอาจใช้เหล็กเส้นกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว หรือเหล็กฉากขนาด 1/2 นิ้ว เชื่อมสายกันเป็นตาข่ายทุกๆ 6 นิ้ว ชั้นของเหล็กเสริมนี้วางห่างจากผิวด้านล่างของตัวฐานประมาณ 1 1/2 นิ้ว

- ขดสปริงที่ใช้เป็นแบบ Free Standing และมีความสมดุลทางด้านข้างโดยไม่ต้องใช้ Housing ด้านล่างของสปริงต้องเป็นแบบแผ่น Neoprene Friction Pad เพื่อกันแท่นเลื่อน การยึดขดสปริงให้ติดกับฐานคอนกรีตให้ใช้ Height Saving Bracket เพื่อให้ส่วนล่างของแท่น Inertia Base อยู่สูงจากพื้นโครงสร้างประมาณ 1 นิ้ว

3) อุปกรณ์กันสะเทือนสำหรับเครื่องส่งลม (Air Handling Unit Isolators)

- เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่แบบตั้งพื้น (AHU) ให้รองหนุนใต้เครื่องด้วยอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนแบบ Rubber - in - shear หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าที่ผู้ผลิตแนะนำ ผิวด้านบนและด้านล่างของอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนต้องมีลักษณะเป็น Friction Pad เพื่อตรึงเครื่องให้อยู่กับที่โดยไม่ต้องใช้สลักเกลียวยึด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 9-2/2

- เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่แบบแขวน (AHU) สำหรับด้านบนของเหล็กแขวนเครื่องส่วนที่ยึดติดกับเพดานให้ใช้อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนแบบที่มี Rubber - in - Shear และขดสปริงอยู่ใน Hanger Box เดียวกัน รูด้านล่างของ Hanger Box ส่วนที่กั้นเหล็กแขวนสามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้บ้าง โดยไม่แตะถูกขอบรูอื่นจะทำให้เกิดการลัดวงจรของแรงสั่นสะเทือนผ่านขดสปริง

- เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (FCU) ให้ใช้อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนแบบ Neoprene Impregnated Duck Washer ร้อยผ่านเหล็กแขวนและยึดติดด้านบนและด้านล่างของเหล็กแขวนเครื่อง

- พัฒลมระบายอากาศแบบตั้งพื้น ให้รองหนุนใต้เครื่องด้วยอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนแบบขดสปริงชนิด Free Standing ด้านล่างของขดสปริงเป็นแบบแผ่น Neoprene Friction Pad เพื่อกันแท่นเลื่อน การยึดขดสปริงให้ติดกับฐานคอนกรีตให้ใช้ Height Saving Bracket เพื่อให้ส่วนล่างของแท่นเครื่องอยู่สูงจากพื้น

- พัฒลมระบายอากาศแบบแขวน ใช้อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนชนิดที่มี Rubber - in - Shear และขดสปริงอยู่ใน Hanger Box เดียวกัน

4) อุปกรณ์กันสะเทือนสำหรับแขวนท่อน้ำ (Piping Isolators)

- ท่อน้ำที่ต่อเข้ากับเครื่องทำความเย็น และเครื่องสูบน้ำให้ใช้อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนชนิดที่มี Rubber - in - Shear และขดสปริงอยู่ใน Hanger Box เดียวกัน แขวนท่อน้ำให้ติดกับเพดานทางออกมาจากเครื่องจักรกลนั้นเส้นท่อละไม่น้อยกว่า 5 จุด ภายหลังจากนั้นจึงเปลี่ยนไปใช้ที่แขวนท่อแบบไม่มีตัวลดแรงสั่นสะเทือน

5) ท่อน้ำที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือผนัง

- ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบการติดตั้งท่อน้ำไม่ให้มีผิวของท่อน้ำสัมผัสกับโครงสร้างของอาคาร โดยท่อน้ำต้องวางผ่าน Sleeve หรือช่องเปิดที่กำบังหรือพื้น เมื่อติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้วต้องอุดโดยรอบด้วยใยแก้ว / โยหิน และปิดทับด้วยวัสดุกันไฟ ก่อนปิดด้วยแผ่นปิด (Escutcheon Plate) ที่ไม่ยึดแน่นกับตัวท่อน้ำอีกทีหนึ่ง (ดูได้จาก Standard Detail)

6) ท่อร้อยสายไฟที่ต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้า

- สายไฟที่เดินออกจากกล่องต่อสายของมอเตอร์ ให้ร้อยผ่านท่อร้อยสายแบบ Water Proof Flexible Conduit 1.2.9. ท่อลมที่ผ่านกำบังหรือพื้น

- ท่อลมเมื่อเดินผ่าน Sleeve ที่กำบัง หรือพื้น แล้วต้องอุดโดยรอบด้วยใยแก้ว / โยหิน และปิดทับด้วยวัสดุกันไฟ ก่อนปิดด้วยบล็อกที่ไม่ยึดแน่นกับตัวท่อลมอีกทีหนึ่ง (ดูได้จาก Standard Detail)

9.2 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไป การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

9.2.1 VIBRATION ISOLATOR : MASON, TOZEN, VIBRATION MOUNTING USA หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาดจึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 10-1/5

10. ระบบวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (FIRE BARRIER SYSTEM)

10.1 ขอบเขตของงาน

10.1.1 รายการประกอบแบบก่อสร้างนี้เป็นการจัดหาวัสดุป้องกันไฟลามสำหรับ

- ช่องเปิด ช่องท่อน หรือช่องลอดประเภททะลุผ่าน (Through Penetrations)
- ช่องเปิดประเภทรอยต่องานก่อสร้าง (Construction Joints)
- ช่องเปิดประเภทรอยต่อระหว่างผนังเคอร์เทนวอลล์และพื้นอาคาร (Perimeter Joints) และครอบคลุม

ถึงชนิดของวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่เหมาะสม วิธีการและขั้นตอนในการติดตั้งที่ถูกต้องให้เป็นไปตามระบบที่ผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป รวมทั้งขั้นตอนในการควบคุมคุณภาพในการทำงาน

10.1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่เหมาะสมกับการกันไฟความร้อน ควันและก๊าซร้อนตามแบบที่กำหนด ช่องเปิด ช่องท่อน ช่องลอด หรือรอยต่อใดที่ต้องปิดเพื่อการกันไฟลามแต่ไม่ได้กำหนดในแบบผู้รับจ้างต้องติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและลามปิดช่องเปิดหรือรอยต่อนั้นให้เรียบร้อยด้วย ซึ่งรวมไปถึง

- ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น คาน หรืออื่นๆ
- ช่องท่อนต่างๆซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบท่อหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้วและมี

ช่องว่างเหลืออยู่

- ช่องเปิด ช่องท่อน หรือช่องลอดที่เตรียมไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต
- ช่องเปิด ช่องท่อน หรือช่องลอดสำหรับสายไฟฟ้า สายเคเบิลหรือสายอื่นๆ ท่อร้อยสายไฟฟ้า สายเคเบิล

หรือสายอื่นๆ หรือรางสายไฟฟ้า สายเคเบิลหรือสายอื่นๆ ที่มีช่องว่างอยู่

- ภายในช่องเปิด ช่องท่อน หรือช่องลอดที่ทะลุพื้นทึบไฟ ผนังทึบไฟหรือเพดานทึบไฟ

10.1.3 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เป็นไปตามรูปแบบที่ระบุไว้ในระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และผ่านการอนุมัติจากตัวแทนผู้ว่าจ้าง

10.1.4 ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิด ช่องท่อน หรือช่องลอดประเภททะลุผ่าน (Through Penetrations) ต้องผ่านการทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 1479

10.1.5 ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทรอยต่องานก่อสร้าง (Construction Joints) ต้องผ่านการทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079

10.1.6 ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทรอยต่อระหว่างผนังเคอร์เทนวอลล์และพื้นอาคาร (Perimeter Joints) ต้องผ่านการทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079

10.2 หน่วยงาน เอกสาร มาตรฐาน และวิธีการทดสอบอ้างอิง

10.2.1 American Society for Testing and Materials (ASTM):

- ASTM E84 Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials
- ASTM E119 Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials
- ASTM E814 Standard Test Method for Fire Test of Through-Penetration Fire Stops
- ASTM E1399 Standard Test Method for Cyclic Movement and Measuring the Minimum and

Maximum Joint Widths of Architectural Joint Systems

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 10-2/5

- ASTM E1966 Standard Test Method for Fire-Resistive Joint Systems

10.2.2 International Building Code (IBC)

10.2.3 National Fire Protection Association (NFPA):

- NFPA Life Safety Code 101

10.2.4 Underwriters Laboratories, Inc. (UL):

- UL 1479 Fire Tests of Through-Penetration Firestops
- UL 2079 Tests for Fire Resistance of Building Joint Systems

10.2.5 สถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ได้แก่

- International Firestop Council (IFC)
- Omega Point Laboratories (OPL)
- Warnock Hersey (WH)
- สถาบันอื่นๆที่ผ่านการรับรอง

10.2.6 ข้อกำหนดทางด้านประสิทธิภาพ

1) ช่องเปิด ช่องท่อน หรือช่องลอดประเภททะลุผ่าน (Through Penetrations): ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิด ช่องท่อน หรือช่องลอดประเภทนี้ ที่มีวัสดุป้องกันไฟและควันลามเป็นส่วนประกอบเมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 1479 และจะต้องมีความสามารถในการกันไฟลาม (F-Rating) ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2) ช่องเปิดประเภทรอยต่องานก่อสร้าง (Construction Joints): ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทนี้ ที่มีวัสดุป้องกันไฟและควันลามเป็นส่วนประกอบเมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079 และจะต้องมีความสามารถในการกันไฟลาม (F-Rating) ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และระบบกันไฟลามจะต้องสามารถรองรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ตามวิธีการทดสอบ ASTM E1399

3) ช่องเปิดประเภทรอยต่อระหว่างผนังเคอร์เทนวอลล์และพื้นอาคาร (Perimeter Joints) ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทนี้ ที่มีวัสดุป้องกันไฟและควันลามเป็นส่วนประกอบเมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079 และจะต้องมีความสามารถในการกันไฟลาม (F-Rating) ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และระบบกันไฟลามจะต้องสามารถรองรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ตามวิธีการทดสอบ ASTM E1399

4) การติดตั้งระบบกันไฟและควันลามจะต้องไม่ทำให้อัตราการทนไฟของส่วนประกอบของช่องเปิด ช่องท่อน ช่องลอด หรือรอยต่อลดลง

5) สำหรับวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ติดตั้งในบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ สามารถสัมผัสได้ ต้องผ่านการขัดสี บริเวณที่มีการสัญจร มีความชื้น และบริเวณที่อาจมีความเสียหายอื่นนั้นวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ต้องสามารถรองรับหรือทนทานต่อความเสียหายเหล่านั้นทั้งในขณะติดตั้งและเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ

6) วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องไม่ก่อให้เกิดควันพิษเมื่อได้รับความร้อนหรือติด

7) วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องไม่มีส่วนผสมของแร่ใยหิน (Asbestos)

8) สามารถเกาะยึดได้ดีกับคอนกรีต, โลหะ, ไม้, พลาสติก และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า

9) ในกรณีที่ไม่มีระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เพื่อใช้ในการติดตั้งสำหรับช่องเปิด ช่องท่อน ช่องลอด หรือรอยต่อนั้นๆ ผู้รับจ้างจำเป็นต้องขอเอกสาร Engineering Judgment (EJ) จากผู้ผลิต

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 10-3/5

วัสดุกันไฟลามนั้นโดยเฉพาะมาขออนุมัติใช้ระบบกันไฟลามนั้น กับตัวแทนผู้ว่าจ้างและเอกสาร Engineering Judgment (EJ) ควรมีรูปแบบตามแนวทางของ International Firestop Council (IFC)

10.2.7 เอกสารและวัสดุที่ต้องนำเสนอ

- 1) ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการในการนำเสนอเอกสารและวัสดุ
- 2) เอกสารและวัสดุที่ต้องนำเสนอคือ
 - รายละเอียดทางเทคนิคของวัสดุป้องกันไฟและควันลามทุกประเภทที่ใช้
 - เอกสารขออนุญาตนำวิธีการติดตั้งและวิธีการควบคุมคุณภาพที่ถูกต้องสำหรับวัสดุป้องกันไฟและควันลามแต่ละประเภทจากผู้ผลิต
 - เอกสารแผ่นข้อมูลความปลอดภัย (MSDS) ของวัสดุป้องกันไฟและควันลามทุกประเภทที่ใช้
 - แบบรายละเอียดในการทำงาน (Shop Drawing) ที่มีรายละเอียดของช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อและวัสดุที่เกี่ยวข้อง ที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อแต่ละประเภท
 - เอกสาร Engineering Judgment (EJ) จากผู้ผลิตวัสดุกันไฟลามในกรณีที่ไม่มียระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้
 - เอกสารระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อแต่ละประเภท
 - ตัวอย่างวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ทุกชนิดและทุกประเภท

10.2.8 การควบคุมคุณภาพ

- 1) ผู้รับจ้างต้องผ่านการอบรมวิธีการติดตั้งจากผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลามในการติดตั้งระบบกันไฟและควันลามสำหรับประเภทช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่องานก่อสร้าง
- 2) วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ในโครงการต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกัน

10.2.9 การดูแล จัดส่งและเก็บรักษาวัสดุ

- 1) วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ต้องบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรงเพียงพอต่อการขนส่งมีป้ายบอกชื่อสินค้า ชนิดของวัสดุป้องกันไฟและควันลาม หมายเลขการผลิต และวันที่ผลิต
- 2) จัดเก็บวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยไม่ให้เกิดความเสียหายจากความชื้น อุณหภูมิ แสงแดด การปนเปื้อน และอื่นๆ

10.2.10 สภาพแวดล้อมขณะทำงาน

- 1) ตรวจสอบและแก้ไขส่วนประกอบของช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อที่จะทำการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
- 2) ตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้นและสภาพอากาศ บริเวณที่จะทำการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- 3) ตรวจสอบการระบายอากาศให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตวัสดุกันไฟลามกำหนด
- 4) ปกป้องพื้นผิววัสดุบริเวณใกล้เคียงด้วยการติดเทปหรือคลุมด้วยผ้าหรือแผ่นพลาสติก

10.2.11 การรับประกันผลงาน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 10-4/5

ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุกันไฟลามและการติดตั้งตามมาตรฐานของผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลาม และการติดตั้งตามวิธีการติดตั้งที่ระบุไว้ในระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปเป็นเวลา 2 ปี เมื่อติดตั้งแล้วต้องไม่มีการหลุดร่อนหรือมีข้อบกพร่องใดๆ ที่พิสูจน์ได้ว่าเป็นความผิดพลาดเนื่องจากการติดตั้งและผลิตภัณฑ์ที่นำมาติดตั้ง ภายในระยะประกัน ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีโดยไม่คิดมูลค่าใดๆ ทั้งสิ้น

10.3 วัสดุป้องกันไฟและควันลาม

11.3.1 วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่นำมาใช้ต้องผ่านการอนุมัติก่อน

11.3.2 วัสดุป้องกันไฟและควันลาม/ระบบกันไฟและควันลาม

- 1) วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นวัสดุชนิดที่เหมาะสมกับประเภทของงานโดยเฉพาะ
- 2) วัสดุป้องกันไฟและควันลามและวัสดุที่เกี่ยวข้องแต่ละประเภทจะต้องเข้ากันได้ (Compatible)
- 3) วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่สามารถใช้ได้ได้แก่ - วัสดุที่ขยายตัวได้เมื่อเกิดเพลิงไหม้ (Intumescent)
 - วัสดุที่กลายเป็นถ่านดำเมื่อเกิดเพลิงไหม้ (Carbonization)
 - วัสดุที่คายสารหล่อเย็นเมื่อเกิดเพลิงไหม้ (Endothermic)
 - วัสดุที่ไม่เปลี่ยนแปลงสภาพเมื่อเกิดเพลิงไหม้ (Insulation)

10.4 การดำเนินการ

10.4.1 การตรวจสอบ

- 1) ตรวจสอบบริเวณที่จะทำการติดตั้งระบบกันไฟลาม หากบริเวณนั้นมีข้อบกพร่องจากการก่อสร้างซึ่งไม่ตรงกับรายละเอียดในระบบกันไฟลามที่ได้รับการอนุมัติให้ใช้ ให้แจ้งแก่ผู้ออกแบบ
- 2) ตรวจสอบพื้นผิววัสดุที่จะทำการติดตั้งระบบกันไฟและควันลามโดยต้องไม่ให้น้ำมัน จารบี ฝุ่น หรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่ทำให้ความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุป้องกันไฟและควันลามลดลง
- 3) ตรวจสอบให้มั่นใจว่าสภาวะแวดล้อมมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับการติดตั้งระบบกันไฟลาม
- 4) ไม่ติดตั้งระบบกันไฟลามหากข้อบกพร่องของการก่อสร้างไม่ได้รับการแก้ไข

10.4.2 การเตรียมการ

- 1) ทำความสะอาดและซ่อมแซมพื้นผิวงานที่อาจลดความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุกันไฟลาม
- 2) ปกป้องพื้นผิววัสดุบริเวณใกล้เคียงด้วยการติดเทปหรือคลุมด้วยผ้าหรือผืนพลาสติก

10.4.3 การติดตั้ง

- 1) ก่อนติดตั้งให้ตรวจสอบว่าสภาพพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งและสภาพแวดล้อมขณะทำงานให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- 2) ติดตั้งวัสดุหนูน (Forming Materials) และวัสดุอื่นๆตามที่กำหนดในระบบกันไฟลามนั้นๆเพื่อรองรับวัสดุกันไฟลามและเพื่อให้วัสดุกันไฟลามมีรูปร่างหน้าตัดและความลึกตามที่กำหนด เพื่อให้ได้ค่าการกันไฟลามตามที่กำหนด หลังจากติดตั้งวัสดุกันไฟลามให้เอาวัสดุในส่วนที่ไม่ได้ระบุไว้ในระบบว่าเป็นวัสดุถาวรออก ให้ปฏิบัติตามวิธีการติดตั้งที่ระบุไว้ในส่วนการติดตั้งวัสดุหนูนในระบบกันไฟลาม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 10-5/5

3) ติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามวิธีการติดตั้งที่ผู้ผลิตกำหนดและสอดคล้องกับระบบกันไฟและควันลามลาม

- อุดหรือปิดช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อทั้งหมดเพื่อให้ได้ค่าความสามารถในการกันไฟและควันลามตามที่กำหนด
- ติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ให้สัมผัสและยึดเกาะได้ดีกับพื้นผิววัสดุรอบข้าง
- สำหรับวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่สามารถมองเห็นได้หลังการติดตั้งเสร็จสิ้นให้ตกแต่งผิววัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เรียบ ขอบเป็นเส้นตรง และเป็นแนวเดียวกับวัสดุรอบข้าง

4) หลังการติดตั้งระบบกันไฟลามให้ติดป้ายระบุ “ระบบกันไฟลาม ห้ามรื้อถอนหรือทำลาย หากเสียหายโปรดแจ้งฝ่ายบำรุงรักษาอาคาร” รวมถึงชื่อสถาบันที่ทำการทดสอบระบบ หมายเลขระบบ วันที่ติดตั้งระบบ และชื่อ ที่อยู่ และหมายเลขโทรศัพท์ของผู้รับจ้าง

10.4.4 การควบคุมคุณภาพ มีการตรวจสอบการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามของผู้รับจ้าง จากผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลาม

10.4.5 การทำความสะอาด

- 1) ทำความสะอาดวัสดุกันไฟลามที่เกินออกมาจากแบบที่กำหนดไปพร้อมๆกับการติดตั้งด้วยสารทำความสะอาดที่ได้รับการรับรองจากผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายวัสดุกันไฟลาม
- 2) ทำความสะอาดบริเวณทำงานทุกแห่งหลังจากติดตั้งวัสดุกันไฟลามแล้วด้วยความประณีตเรียบร้อยก่อนการอนุมัติตรวจสอบจากผู้ออกแบบ และก่อนส่งมอบงาน
- 3) ป้องกันวัสดุป้องกันไฟและควันลามทั้งขณะติดตั้งและหลังติดตั้งเพื่อให้มั่นใจว่าระบบกันไฟและควันลามไม่ได้รับความเสียหาย แต่หากวัสดุป้องกันไฟและควันลามเสียหายให้รื้อออกและเปลี่ยนวัสดุป้องกันไฟและควันลามใหม่ทันที

10.5 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไปการเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

10.5.1 FIRE BARRIER SYSTEM : 3M, HILTI, METACAULK, PROMAT, FIRE PRO, ABESCO, STI

10.5.2 SMOKE & FIRE DAMPER : GREENHECK, STREAM AIR, Q FLOW, RUSKIN หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาดจึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 11-1/3

11. การทดสอบและการปรับแต่งระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

11.1 ความต้องการทั่วไป

11.1.1 ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้ายผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมดให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา

11.1.2 การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 วันๆ ละ 8 ชั่วโมงหยุดพัฒนาการทดลองเป็นเวลา 3 วันแล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก 3 วัน

11.1.3 ระบบปรับอากาศชุดใดที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมง ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบระบบปรับอากาศชุดนั้น ติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 วัน

11.1.4 ภายหลังจากทดสอบให้ผู้รับจ้างยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่าระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

11.2 การบันทึกข้อมูลของการทดสอบ

11.2.1 ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้งลงในแบบฟอร์มตามมาตรฐาน วสท. หรือมาตรฐานสากลอื่นหรือได้รับการเห็นชอบในการใช้แบบฟอร์มจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ

11.2.2 แบบฟอร์มการทดสอบแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 2 ชุด (ต้นฉบับลายมือ 1 ชุด สำเนา 1 ชุด) และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อระบบ หรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจน

11.2.3 ก่อนการทำการทดสอบทุกครั้งผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่างๆ ให้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน

11.2.4 ค่าที่บันทึกลงในแบบฟอร์มในขณะที่ทำการทดสอบระบบต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจากเครื่องวัดโดยยังไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของเครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบนที่กีดหรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออกห้ามทำการขูดลบออกโดยเด็ดขาดแล้วให้ผู้ทำการทดสอบและตัวแทนของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้นเซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น

11.2.5 หากผลของการทดสอบปรากฏว่าการทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้างผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้น หรือส่วนที่เกี่ยวข้องแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้ง จนกว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

11.3 การทดสอบระบบทำความเย็น

11.3.1 ภายหลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องทำความเย็น และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทุกส่วนของตัวเครื่องอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้องก่อนการทำการเริ่มเดินเครื่องโดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการที่ผู้ทำเครื่องแนะนำไว้เป็นอย่างดีเคร่งครัด

11.3.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเกี่ยวกับสมรรถนะในการทำความเย็นของตัวเครื่องตรวจดูการทำงานของระบบควบคุมทั่วไปและระบบควบคุมความปลอดภัยต่างๆ รวมทั้งกำลังไฟฟ้าที่ใช้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 11-2/3

11.4 การทดสอบระบบท่อน้ำ

11.4.1 ท่อน้ำในระบบต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยน้ำตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อกำหนด การจัดหาเครื่องมือเครื่องใช้และน้ำประปาที่ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับเหมาหลัก (Main Contractor)

11.4.2 การทดสอบอาจทำเป็นช่วงๆได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาและอนุมัติของผู้ว่าจ้าง

11.4.3 การทดสอบความดัน ใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อน้ำที่ต้องการทดสอบแล้วอัดความดันให้สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้ว่าจ้างร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย

11.4.4 ท่อเหล็ก SCHEDULE 40 หรือ STANDARD WEIGHT ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุดขณะใช้งาน แต่ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 5 ชั่วโมง ต้องตรวจหารอยรั่ว และถ้ามีต้องซ่อมแซมหรือถ้ามีความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลาที่กำหนด จะต้องทดสอบใหม่จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

11.4.5 ท่อน้ำพืงต้องได้รับการทดสอบความดันไม่น้อยกว่าความสูงของน้ำ 3 เมตร (10 ฟุต) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ต้องตรวจหารอยรั่ว และถ้ามีต้องซ่อมแซม หรือถ้ามีความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น จะต้องทดสอบใหม่จนได้ผลเป็นที่พอใจ

11.4.6 รอยรั่วที่ข้อต่อเกลียวต้องเปลี่ยนข้อต่อและเทปพันเกลียวใหม่ รอยรั่วที่รอบเชื่อมต้องตัดออกแล้วเชื่อมใหม่

11.4.7 อุปกรณ์ที่บอบบางหรือไม่สามารถทนความดันขณะทดสอบได้ ต้องถอดออกก่อนการทดสอบแรงดัน

11.5 การทำความสะอาดระบบท่อน้ำ

11.5.1 ท่อที่เก็บไว้ในบริเวณหน่วยงานต้องได้รับการป้องกันฝุ่น สิ่งสกปรกและสนิม โดยเก็บรักษาของท่อให้สูงจากพื้น และปิดปลายท่อทั้งสองด้าน

11.5.2 ระหว่างการติดตั้งท่อ วาล์ว ข้อต่อ ต้องทำความสะอาด โดยไล่สิ่งสกปรกภายในออกให้หมด หลังการติดตั้งและทดสอบความดันของทั้งระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เติมน้ำจนเต็มและถ่ายน้ำทิ้งจนหมดอย่างน้อยสองครั้ง และเติมน้ำใหม่พร้อมทั้งเดินเครื่องสูบน้ำให้น้ำหมุนเวียนในระบบ หลังจากนั้นถ่ายน้ำทิ้งจนน้ำที่ถ่ายทิ้งใสสะอาดเมื่อดูด้วยตาเปล่า

11.6 การทดสอบและปรับปริมาณลม

11.6.1 ภายหลังจากติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง 15 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ วิธีการและขั้นตอนการตรวจวัดจะต้องแสดง (Demonstration) ให้ผู้ว่าจ้างดูก่อนการดำเนินการปรับแต่งลม

11.6.2 การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญให้ใช้วิธี TRANSVERSE โดยใช้ PITOT TUBE ช่องเปิดสำหรับสอด PITOT TUBE ต้องมี PLUG อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว

11.6.3 การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลมปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ VOLUME DAMPER หรือ SPLITTER DAMPER หลังการปรับแต่ง DAMPER แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-M/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	Page 11-3/3

11.7 การทำความสะอาดท่อลม

11.7.1 ในระหว่างการติดตั้งผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม

11.7.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดานผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (PORTABLE FAN) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลม ใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขั้บเศษ ฝุ่น ผงออกจากท่อลมให้หมด

11.7.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศแบบ THROW AWAY FILTER เข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลมเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศถาวรให้กับเจ้าของโครงการ

งานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
1. ข้อกำหนดทั่วไปงานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย	
1.1 ความต้องการทั่วไป	1-1/8
1.2 มาตรฐาน	1-1/8
1.3 ขอบเขตของงาน	1-1/8
1.4 วัสดุและอุปกรณ์	1-2/8
1.5 การติดตั้ง	1-3/8
1.6 เครื่องมือ	1-3/8
1.7 การประสานงาน	1-3/8
1.8 การตรวจสอบแบบและรายการ	1-3/8
1.9 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ และวัสดุอุปกรณ์	1-4/8
1.10 การขนส่งและการนำวัสดุเข้ายังหน้างาน	1-4/8
1.11 การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์	1-4/8
1.12 แบบใช้งาน (Shop Drawing)	1-4/8
1.13 ป้ายชื่อและเครื่องหมายของวัสดุและอุปกรณ์	1-5/8
1.14 การทดสอบเครื่องและระบบ	1-5/8
1.15 การป้องกันการผุกร่อน	1-5/8
1.16 การเจาะตัด	1-5/8
1.17 การจัดทำแทนเครื่องโดยงานอาคาร	1-5/8
1.18 การเตรียมการในการซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์	1-5/8
1.19 การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร	1-6/8
1.20 ความปลอดภัยในการทำงาน	1-6/8
1.21 การทาสี	1-6/8
1.22 แบบก่อสร้างจริง (As Built Drawings)	1-6/8
1.23 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง	1-6/8
1.24 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์	1-6/8
1.25 การประกัน	1-7/8
1.26 การบริการ	1-7/8
1.27 การส่งมอบงาน	1-7/8
1.28 ข้อกำหนดเพิ่มเติมของระบบบำบัดน้ำเสีย	1-7/8

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page

เรื่อง	หน้า
2. เครื่องสูบน้ำประปา COLD WATER PUMP	
2.1 เครื่องสูบน้ำ	2-1/4
2.2 เครื่องสูบน้ำประปา	2-3/4
2.3 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	2-4/4
3. เครื่องสูบน้ำระบายน้ำฝนและน้ำเสีย DRAINAGE & SEWAGE PUMP	
3.1 เครื่องสูบน้ำระบายน้ำฝนและน้ำเสีย	3-1/3
3.2 เครื่องสูบน้ำเสีย (Submersible Cutter Pump)	3-2/3
3.3 การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ	3-3/3
3.4 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	3-3/3
4. ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป, ถังเก็บน้ำสำเร็จรูป, ถังเก็บน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก	
4.1 ความต้องการทั่วไป	4-1/3
4.2 รายละเอียดทั่วไป	4-1/3
4.3 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	4-3/3
5. ระบบท่อน้ำประปาและสุขาภิบาล (PLUMPING SYSTEM)	
5.1 ท่อและการติดตั้ง	5-1/10
5.2 การติดตั้งท่อระบบต่าง ๆ	5-2/10
5.3 ปลอกท่อลอดและแผ่นปิด (Sleeve and Escutcheon)	5-5/10
5.4 การทดสอบ ตรวจสอบ และทำความสะอาดท่อน้ำ	5-6/10
5.5 การป้องกันการผุกร่อน	5-7/10
5.6 การขุดกลบร่องที่วางท่อ (EXCAVATION & BACKFILLING)	5-8/10
5.7 ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์	5-8/10
5.8 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	5-9/10
6. วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ	
6.1 ข้อกำหนดทั่วไป	6-1/7
6.2 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ	6-1/7
6.3 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์	6-6/7
7. อุปกรณ์แขวนและรองรับสำหรับท่อน้ำ	
7.1 วัสดุประสงค์	7-1/3
7.2 ข้อกำหนดทั่วไป	7-2/3
7.3 ที่แขวนและรองรับน้ำหนักท่อน้ำ	7-2/3
8. ระบบบำบัดน้ำเสีย	
8.1 ขอบเขตงาน	8-1/5

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page

เรื่อง	หน้า
8.2 ความต้องการทั่วไป	8-1/5
8.3 มาตรฐานการต่อท่อ	8-1/5
8.4 อุปกรณ์ประกอบ	8-2/5
8.5 ที่ดักไขมัน (Grease or Oil Trap)	8-3/5
8.6 เครื่องสูบน้ำ (Pump)	8-3/5
8.7 เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator)	8-4/5
8.8 ตัวกลางพลาสติก (Media) ที่ใช้ในบ่อกรองไร้อากาศ	8-4/5
8.9 ระบบทำลายเชื้อโรคในน้ำ (Disinfection System)	8-4/5
8.10 งานทาสีท่อในบ่อบำบัดน้ำเสีย	8-5/5
8.11 ข้อมูลทางเทคนิค	8-5/5
8.12 หนังสือแนะนำการใช้งานซ่อมบำรุง	8-5/5
8.13 การตรวจรับงาน	8-5/5
9. ระบบป้องกันอัคคีภัย	
9.1 ระบบท่อเย็นและระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Standpipe And Sprinkler Systems)	9-1/9
9.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้งท่อน้ำ	9-6/9
9.3 การทดสอบระบบท่อน้ำ	9-8/9
9.4 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	9-8/9
10. ระบบวัสดุป้องกันไฟและควันลาม	
10.1 ขอบเขตของงาน	10-1/5
10.2 หน่วยงาน เอกสาร มาตรฐานและวิธีการทดสอบอ้างอิง	10-1/5
10.3 วัสดุป้องกันไฟและควันลาม	10-4/5
10.4 การดำเนินการ	10-4/5
10.5 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	10-5/5
11. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าแรงต่ำ สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ และแผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์	
11.1 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	11-1/14
11.2 สายไฟฟ้าแรงต่ำ	11-4/14
11.3 แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์	11-8/14
11.4 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)	11-14/14
12. การขุดกลบร่องที่วางท่อ	12-1/1
13. การทดสอบ	13-1/1

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 1-1/8

1. ข้อกำหนดทั่วไปงานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย

BASIC SANITARY MATERIALS AND METHODS

1.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัยพร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ โครงการ ก่อสร้างอาคารสำนักงานภาคตะวันออกเฉียงเหนือแห่งใหม่ในบริเวณบ้านพักพนักงานธนาคารแห่งประเทศไทยให้แล้วเสร็จตามข้อกำหนดเงื่อนไขและเพื่อให้ได้ผลงานก่อสร้างทั้งหมดที่มีมาตรฐานมีสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้ทันทีเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จมีฝีมือการทำงานที่ประณีตละเอียด และมีความถูกต้องตามหลักวิชาช่างที่ดี

1.2 มาตรฐาน

ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นวัสดุและอุปกรณ์การประกอบและการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ข้อกำหนดมาตรฐานต่อไปนี้

1.2.1 งานระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำและสุขาภิบาล

MWA Metropolitan Waterworks Authority (กปน)

PWA Provincial Waterworks Authority (กปภ)

AWWA American Water Works Association

ASSE American Society of Sanitary Engineers

ASPE American Society of Plumbing Engineers

AGA American Gas Association

Hydraulic Institute

International Plumbing Code

มาตรฐานน้ำดื่มของการประปานครหลวง

1.2.2 งานระบบป้องกันอัคคีภัย

NFPA National Fire Protection Association

NFC National Fire Code

UL Underwriter's Laboratories, Inc.

FM Factory Mutual

FOC Fire Office Committee

หมายเหตุ มาตรฐานและข้อบังคับต่างๆ ที่อ้างถึง ครอบคลุมถึงฉบับล่าสุดที่ปรากฏให้มีผลบังคับใช้จนถึงวันทำการติดตั้งด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเอกสารนั้นๆ ประกอบเพื่อเสนอเรื่องให้พิจารณาต่อผู้ว่าจ้าง

1.3 ขอบเขตของงาน

1.3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย ดังแสดงไว้ในรูปแบบ และรายละเอียดเพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของการใช้งาน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 1-2/8

1.3.2 เครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ได้มาตรฐานสากลไม่เคยผ่านการใช้งานที่ใดมาก่อน และอยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์จนถึงวันทำการติดตั้ง

1.3.3 ผู้รับจ้างรับผิดชอบในการจัดการเกี่ยวกับการขนส่งเครื่องและอุปกรณ์ถึงบริเวณสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการเก็บรักษา และป้องกันความเสียหายใด ๆ อันอาจจะเกิดขึ้น เช่น จากดิน ฟ้า อากาศ ภัยธรรมชาติจากมนุษย์หรือสัตว์ เป็นต้น จนถึงวันส่งมอบงาน

1.3.4 การติดตั้ง การขนส่ง การใช้แรงงาน การเก็บรักษา และการปฏิบัติการต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นในการดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปโดยเรียบร้อยถูกต้องตามข้อกำหนด และหลักวิชาการทางวิศวกรรม จนกระทั่งระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัยสามารถใช้งานได้

1.3.5 วัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับช่วยให้ระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัยใช้งานได้แม้ว่าจะไม่ได้ระบุไว้ในแบบรูปและรายการ แต่หากเป็นตรรกแห่งวิชาชีพวิศวกรรมก็เป็นหน้าที่ของ ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้งในงาน เพื่อให้ได้ระบบที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้โดยการพิจารณาเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

1.3.6 ในกรณีที่มีการขัดแย้งระหว่างแบบรูปและรายการ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน ผู้ว่าจ้างทราบทันที และให้ผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นเบื้องต้นเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน ผู้ว่าจ้างเพื่อวินิจฉัย และถือเอาคำวินิจฉัยนั้นเป็นที่สิ้นสุด

1.3.7 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อสมรรถนะ และความสามารถของเครื่องและอุปกรณ์ที่นำมาใช้โครงการนี้ทั้งหมด เพื่อให้ได้จุดประสงค์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง หากจะมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ จะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างทราบ และให้ผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นเบื้องต้นเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อวินิจฉัย และถือเอาคำวินิจฉัยนั้นเป็นที่สิ้นสุด

1.3.8 แบบรูปที่แสดงเป็นแบบไดอะแกรมแสดงไว้เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบถึงแนวทางและหลักการของระบบ รวมทั้งความต้องการของผู้ว่าจ้าง แบบรูปดังกล่าวได้แสดงแนวการเดินทางท่อต่าง ๆ และตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริง อย่างไรก็ตามในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบสถาปนิก แบบโครงสร้าง และแบบระบบงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด พร้อมทั้งจัดทำแบบ Shop Drawing ให้พิจารณาเห็นชอบก่อนทำการติดตั้งจริงทุกครั้ง เพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปได้โดยสะดวกไม่ขัดแย้งกับงานระบบอื่น

1.3.9 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการติดต่อประสานงานการขอมิเตอร์น้ำประปา กับหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องที่อาจจะพึงมี และจะต้องจัดเอกสารที่จำเป็น หากมีการเรียกขอจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องเหล่านั้นด้วย

ในส่วนค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่าธรรมเนียมที่มีใบแจ้งหนี้ให้ผู้รับจ้างแจ้งต่อผู้ว่าจ้าง เพื่อชำระค่าใช้จ่ายทั้งหมดเหล่านั้น

1.4 วัสดุและอุปกรณ์

1.4.1 ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารรายละเอียดวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ติดตั้ง พร้อมด้วยข้อมูลทางด้านเทคนิคให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างได้พิจารณาอนุมัติล่วงหน้าก่อนที่จะทำการจัดหา อย่างน้อย 15 วันก่อนที่จะนำไปทำการติดตั้ง

1.4.2 วัสดุ อุปกรณ์ใดซึ่งเสียหายในระหว่างขนส่ง การติดตั้งหรือการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซมวัสดุ อุปกรณ์นั้นให้อยู่ในสภาพดี หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

1.4.3 ถ้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่เท่าที่กำหนดไว้ในรายการ ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ ในกรณีผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสาขาภิบาลและดับเพลิง	Page 1-3/8

สถาบันที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยมิชักช้า

1.4.4 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน

1.4.5 หากมีความจำเป็นเกิดขึ้นอันจะทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งในข้อกำหนด และ/หรือ แบบรูปแก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง และจะต้องจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์อื่นมาทดแทนแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องชี้แจงเปรียบเทียบรายการละเอียดของสิ่งดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์แก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อรับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน ผู้ว่าจ้างโดยเร็ว

1.5 การติดตั้ง

1.5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรที่มีประสบการณ์ ความสามารถ หัวหน้าช่าง และช่างที่มีฝีมือสูงเท่านั้นเข้ามาปฏิบัติงาน โดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอที่ปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1.5.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องเป็นวิศวกรสิ่งแวดล้อม หรือวิศวกรสาขาอื่นที่มีประสบการณ์ตามที่ระบุในข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง (TOR) และได้ขึ้นทะเบียนเป็นวิศวกรควบคุมตาม พ.ร.บ.วิชาชีพวิศวกรรมเป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมการติดตั้งงานในระบบทั้งหมด

1.5.3 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนคนงานที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าปฏิบัติงานด้วยฝีมือที่ไม่ดีพอ หรืออาจเกิดการเสียหายหรืออันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาคนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนที่โดยทันที และค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้นอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.6 เครื่องมือ

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน และต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำในจำนวนที่เพียงพอ

1.7 การประสานงาน

ผู้รับจ้างจะต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับการประสานงานอย่างจริงจัง โดยจะต้องพยายามปรึกษาการติดตั้งระบบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้ก่อสร้างรายอื่นๆ เช่น งานโครงสร้างอาคาร งานระบบสุขาภิบาลหมวดอื่นๆ งานระบบไฟฟ้า เป็นต้น เพื่อให้งานดำเนินไปโดยสะดวก

1.8 การตรวจสอบแบบและรายการ

1.8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรที่มีประสบการณ์ ความสามารถ หัวหน้าช่าง และช่างที่มีฝีมือสูงเท่านั้นเข้ามาปฏิบัติงาน โดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอที่ปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1.8.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายการข้อกำหนดต่าง ๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ โดยแจ้งชัด

1.8.3 เมื่อมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการ หรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการให้สอบถามจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างโดยตรง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 1-4/8

1.9 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ และวัสดุอุปกรณ์

1.9.1 การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบและรายการ อันเนื่องมาจากแบบและรายการขัดกันหรือความจำเป็นอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งแก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่ออนุมัติขอความเห็นชอบเสียก่อนจึงจะดำเนินการได้

1.9.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีลักษณะสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่กำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่เพียง ผู้เดียว

1.10 การขนส่งและการนำวัสดุเข้ายังหน้างาน

1.10.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์มายังสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.10.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่ง วัสดุ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

1.10.3 ผู้รับจ้างจะต้องมีกำหนดการในการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังหน้างาน และแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบก่อนล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์อย่างถูกต้องล่วงหน้า โดยประสานงานกับผู้ว่าจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.10.4 เมื่อวัสดุและอุปกรณ์เข้าถึงหน้างาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นให้ถูกต้องตามที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

1.11 การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

1.11.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณก่อสร้างอาคารเอง เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าว จะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างเองทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อ การสูญหาย เสื่อมสภาพ หรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว

1.11.2 หากจะเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจาก ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ และในส่วนที่ต้องขนวัสดุผ่าน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร

1.12 แบบใช้งาน (Shop Drawing)

ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบใช้งานแสดงรายละเอียดการติดตั้งของระบบต่าง ๆ ตามที่ได้ตรวจสอบสภาพที่ติดตั้งตามความเป็นจริง และจากการประสานงานกับงานระบบอื่น ๆ แล้ว แบบจะต้องจัดทำในมาตราส่วนที่เหมาะสมแต่ไม่เล็กกว่า 1 : 100 เสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติอย่างน้อย 2 ชุด ก่อนดำเนินการติดตั้งในเวลาอันสมควร แต่จะไม่น้อยกว่า 15 วัน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 1-5/8

1.13 บ้ายชื่อและเครื่องหมายของวัสดุและอุปกรณ์

1.13.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา หรือจัดทำป้ายชื่อ เป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายต่าง ๆ เพื่อแสดงชื่อและขนาดของอุปกรณ์และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทย และ/หรือ ภาษาอังกฤษ

1.13.2 ป้ายชื่อให้ทำด้วยวัสดุที่คงทนต่อสภาพแวดล้อม ป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องจัดหาให้กับอุปกรณ์ต่อไปนี้คือ

- ก. แผงควบคุมไฟฟ้าทั้งหมด
- ข. เครื่องสูบน้ำและเครื่องจักรหลัก (Main Equipment) ทั้งหมด

1.13.3 สีที่ใช้พ่นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระป๋องได้

1.14 การทดสอบเครื่องและระบบ

1.14.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องจักรหลักต่าง ๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง รวมทั้งจัดเตรียมเอกสารข้อแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบเครื่องเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างจำนวน 2 ชุด

1.14.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่องจักรหลัก การใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาเพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามแบบและรายการที่กำหนดทุกประการ โดยมีผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย

1.14.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

1.15 การป้องกันการผุกร่อน

วัสดุที่เป็นโลหะที่นำมาใช้ในโครงการนี้ทุกชนิด จะต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมและการผุกร่อนที่เหมาะสมมาแล้ว ทั้งสิ้น เช่น การพ่นอบสีจากโรงงาน การทำความสะอาดผิวโลหะและทาสีกันสนิม หรือสังกะสีตามความเหมาะสม หรือตามที่ได้ระบุไว้ หรือตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต (Manufacturer's Standard) หากใช้สีกันสนิมจะต้องเป็นสีกันสนิมชนิด Red Iron Oxide โดยจะต้องส่งสีดังกล่าวให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการ

1.16 การเจาะตัด

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการประสานงานตำแหน่งและขนาดเพื่อการตัดเจาะที่จำเป็นต่อการติดตั้งระบบสุขาภิบาล เช่น การเจาะผนัง พื้น การเจาะตัดฝ้าเพดาน เป็นต้น การตัดเจาะต่าง ๆ จะต้องทำอย่างระมัดระวัง และรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร และไม่ทำให้ความเรียบร้อยของอาคารต้องเสียไป รวมทั้งจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างทราบก่อนที่จะดำเนินการตัดเจาะด้วย

1.17 การจัดทำแท่นเครื่องโดยงานอาคาร

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการประสานงานแสดงขนาด ระยะตำแหน่ง และน้ำหนักเครื่องจักร อุปกรณ์ในการทำแท่นเครื่อง แท่นแผงไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น แก่ผู้รับจ้างงานอาคารตามความเหมาะสม และมีความแข็งแรง แท่นคอนกรีตจะต้องมีการเสริมเหล็กให้ถูกต้องทางวิชาการ พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนติดตั้งอยู่ด้วย (ถ้าจำเป็น)

1.18 การเตรียมการในการซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

ในการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อให้แน่ใจว่าได้ติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์อย่างถูกต้อง สามารถทำการซ่อมบำรุง และสามารถเปลี่ยนทดแทนได้โดยสะดวก ระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้าง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 1-6/8

จะต้องเตรียมการและเตรียมช่องทางต่าง ๆ ในการนำเครื่องและอุปกรณ์เข้ายังสถานที่ติดตั้ง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขัดข้องกับการก่อสร้างอาคาร

1.19 การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร เช่น โครงเหล็กยึดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ หากจะใช้ Expansion Bolt จะต้องเป็น Expansion Bolt ที่ผ่านการรับรองแล้วว่าสามารถรับน้ำหนักตามที่ต้องการได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า (Safety Factor = 1.5)

1.20 ความปลอดภัยในการทำงาน

ผู้รับจ้างจะต้องให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงานติดตั้ง เพื่อให้เกิดอันตรายน้อยที่สุด และจะต้องรับผิดชอบต่ออันตรายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในส่วนที่ตัวเองรับผิดชอบทั้งสิ้น นอกจากนี้จะต้องจัดหาเครื่องดับเพลิงไว้ในบริเวณที่มีการเชื่อมอยู่เสมอ

1.21 การทาสี

ผู้รับจ้างจะต้องทาสีวัสดุและอุปกรณ์ตามที่ระบุ การทาสีให้ยึดถือการปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสี คุณภาพของสีจะต้องเทียบเท่ากับคุณภาพของสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดงานเครื่องกล ก่อนทาสีจะต้องเตรียมผิวโลหะให้สะอาด และก่อนทาสีจริงจะต้องมีสีรองพื้นเพื่อป้องกันการผุกร่อนเสมอ สีกันสนิมจะต้องทาอย่างน้อย 1 ชั้น

1.22 แบบก่อสร้างจริง (As Built Drawings)

1.22.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผังและแบบตามทีสร้างจริง (As built drawing) แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์การติดตั้ง อุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งโดยการแก้ไขแบบใช้งาน (Shop Drawing) ให้ถูกต้องตามการติดตั้งจริง ภายใน 15 วัน หลังจากการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว เพื่อส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบความถูกต้องต่อไปทันที

1.22.2 แบบสร้างจริง จะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน รวมจำนวน 3 ชุดและแผ่น CD อีก 2 ชุด มีขนาดและมาตราส่วนเดียวกันกับแบบก่อสร้างหรือแบบใช้งาน

1.23 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

1.23.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้ และการบำรุงรักษา ก่อนส่งมอบงาน

1.23.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่าง ๆ มาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 30 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

1.24 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยวิธีใช้ และระยะเวลาของการบำรุงรักษาเป็นภาษาไทย และ/หรือ ภาษาอังกฤษ สำหรับเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ จำนวน 3 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสาขาภิบาลและดับเพลิง	Page 1-7/8

1.25 การประกัน

1.25.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพและสมรรถนะของเครื่องภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่เครื่องติดตั้งแล้วเสร็จ และส่งมอบงาน

1.25.2 ภายในช่วงเวลาดังกล่าว หากเครื่องและอุปกรณ์เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ อันเนื่องมาจากโรงงานผลิต ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม โดยไม่ชักช้า และรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด

1.25.3 ผู้รับจ้างต้องรับประกันเปลี่ยน และ/หรือ แก้ไขวัสดุอุปกรณ์ และงานตามข้อกำหนดรวมทั้งข้อผิดพลาด ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบก่อนการตรวจรับงาน

1.25.4 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ของระบบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ทำการแก้ไขที่ไม่ถูกต้อง เปลี่ยนวัสดุและอุปกรณ์ที่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ รวมทั้งการบริการตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance Schedule) และในกรณีฉุกเฉินภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันส่งมอบงาน หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขและดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อย ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์จะดำเนินการเองแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

1.26 การบริการ

1.26.1 ผู้รับจ้างต้องเตรียมช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้สำหรับการตรวจ ซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีเป็นประจำตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันภายในระยะเวลา 2 ปี

1.26.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้งเสนอต่อ ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ

1.27 การส่งมอบงาน

1.27.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องจักรหลัก ตามที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ ทดสอบจนได้ผลว่าเครื่องจักรหลักและอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

1.27.2 รายการสิ่งของต่าง ๆ ต่อไปนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ

- แบบก่อสร้างจริง
- หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
- อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด (ถ้ามี) หรือ ตามที่ผู้ผลิตแนะนำให้จัดหาสำรองไว้
- รายงานผลการทดสอบเดินเครื่อง เครื่องจักรหลักขนาดใหญ่
- ตารางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

1.28 ข้อกำหนดเพิ่มเติมของระบบบำบัดน้ำเสีย

1.28.1 คุณสมบัติของผู้รับจ้าง/ผู้รับจ้างช่วง ของระบบบำบัดน้ำเสียมีดังนี้

- จะต้องจดทะเบียนและทำงานในด้านระบบบำบัดน้ำเสียเป็นเวลามากกว่า 5 ปี
- จะต้องมีความชำนาญในด้านการออกแบบ, ก่อสร้าง, ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์ตลอดจนเดินเครื่องระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Sequencing Batch Reactor (SBR) ไม่น้อยกว่า 5 แห่ง ในระยะเวลา 10 ปี และผลงานระบบบำบัดน้ำเสียของโรงครัวอย่างน้อย 1 แห่ง

28.2 ความรับผิดชอบ ของผู้รับจ้าง/ผู้รับจ้างช่วง ของงานระบบบำบัดน้ำเสียมีดังนี้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 1-8/8

- จะต้องทำงานก่อสร้าง, ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์ให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ และหากต้องมั่งงานเพิ่มเติมตามหลักวิชาการเพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียสมบูรณ์ ให้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง/ผู้รับจ้างช่วง โดยที่จะคิดค่าใช้จ่ายเป็นงานเพิ่มเติมไม่ได้
- จะต้องเสนอรายละเอียดของการ Start-up & Control ของระบบบำบัดน้ำเสียทั้งระบบ SBR และอื่น ๆ โดยวิศวกรสุขาภิบาลหรือวิศวกรสาขาอื่น ๆ ที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี เพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการ
- จะต้องจัดเตรียม Seed ในการ Start-up ระบบบำบัดน้ำเสียจนกระทั่งระบบบำบัดน้ำเสียเข้าสู่ Steady State โดยที่จะคิดค่าใช้จ่ายเป็นงานเพิ่มเติมไม่ได้
- จะต้องทำการเดินเครื่องระบบบำบัดน้ำเสียจนกระทั่งน้ำที่ผ่านการบำบัด (Effluent) ได้ตามมาตรฐานของหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องและต้องแสดงผลวิเคราะห์น้ำเพื่อการตรวจรับขั้นสุดท้าย โดยที่จะคิดค่าใช้จ่ายเป็นงานเพิ่มเติมไม่ได้
- จะต้องทำการอบรมผู้แทนผู้ว่าจ้างในการดูแลและบำรุงรักษา (Operation & Maintenance) ระบบบำบัดน้ำเสียโดยวิศวกรที่เกี่ยวข้อง
- จะต้องรับประกันคุณภาพ เครื่องอุปกรณ์ และระบบเป็นเวลา 24 เดือน นับจากวันที่ตรวจรับงานขั้นสุดท้าย หากเกิดปัญหาขึ้นในช่วงเวลาประกันดังกล่าว ผู้รับจ้าง/ผู้รับจ้างช่วง จะต้องเข้ามาทำการแก้ไขปัญหาให้ภายใน 3 วันทำการ นับแต่วันที่ได้รับแจ้งถึงปัญหาที่เกิดขึ้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 2-1/4

2. เครื่องสูบน้ำประปา COLD WATER PUMP

2.1 เครื่องสูบน้ำ

2.1.1 ข้อกำหนดทั่วไป

1) เครื่องสูบน้ำที่เป็นชนิดที่ระบุในแบบต้องเป็นเครื่องสูบน้ำชนิด Centrifugal Vertical Inline Multi Stage รายละเอียดจะระบุในแบบมี Casing แบบ Volute Type ขับโดยตรงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 380 V / 3 Ph / 50 Hz. โดยผ่านอุปกรณ์ Closed Coupling Type เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ต้องติดตั้งอยู่บนโครงสร้างเหล็กขึ้นเดียวกันหรือฐานที่ทำจากเหล็กโครงสร้าง (Structural Steel) ชุดเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์จะต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต

2) เครื่องสูบน้ำต้องจัดจำหน่ายโดยตัวแทนในประเทศที่มีชื่อเสียงและมีบริการทางด้านอะไหล่เป็นที่เชื่อถือได้

3) ในการเสนอขออนุมัติผลิตภัณฑ์เครื่องสูบน้ำผู้รับจ้างต้องแนบ Performance Curve ของเครื่องสูบน้ำมาด้วยจุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควรอยู่ในบริเวณกลางของ Curve ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูงและมีความยืดหยุ่นเมื่อปริมาณน้ำ(Flow Rate) และความดันเปลี่ยนแปลงได้มากที่สุด

4) สมรรถนะของเครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถสูบน้ำได้ด้วยอัตราไหลและความดันไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในรายการอุปกรณ์ (Equipment Schedule)

5) การเลือกเครื่องสูบน้ำต้องเลือกให้ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Non-Overloading Performance Curve โดยใช้มอเตอร์ขนาดแรงม้าสูงสุดของ Curve มอเตอร์ที่ใช้เป็น Induction Motor ชนิด Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC), IP 55 ฉนวนไฟฟ้า Class F ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V / 3 Ph / 50 Hz. และให้ใช้รุ่น Premium High Efficiency Motor (IE3) มอเตอร์กับเครื่องสูบน้ำประปาขึ้นถึงเก็บน้ำชั้นหลังคาหรือดาดฟ้าทั้งหมดโดยการเลือกสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำให้เลือก ณ จุดกึ่งกลาง Performance Curve

6) เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมีข้อต่ออ่อน (Flexible Connection) ทั้งทางด้านน้ำดูดและทางด้านน้ำส่ง ยกเว้นเครื่องสูบน้ำที่ดูดน้ำจากถังน้ำใต้ดินโดยตรงที่ไม่ต้องใส่ข้อต่ออ่อนทางด้านน้ำดูด

7) ต้องต่อท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำทุกชุดไปยังจุดทิ้งน้ำที่ใกล้ที่สุดท่อที่ใช้เป็นท่อเหล็กอบสังกะสีหรือท่อ PVC ตามความเหมาะสม

8) ชุดเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ต้องได้รับการปรับแนว (Alignment) และยึดอย่างมั่นคงติดกับแท่นเครื่อง (Inertia Box) วางอยู่บน Vibration Isolators แบบสปริงซึ่งมีค่า Static Deflection อย่างน้อย 2 นิ้ว โดยจำนวนและขนาดที่รองรับให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต Vibration Isolators วางอยู่บนฐานคอนกรีตเสริมเหล็กสูงจากพื้นทั่วไปไม่น้อยกว่า 100 mm. (4 นิ้ว)

9) เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมีมาตรวัดความดันทั้งทางด้านน้ำดูดและด้านน้ำส่ง

10) ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการติดตั้งอุปกรณ์แผงสวิทช์สตาร์ทเตอร์อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ระบบสายไฟและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำตามที่แสดงในแบบเพื่อให้การทำงานของเครื่องสูบน้ำเป็นไปตามต้องการ

2.1.2 วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ

1) เรือนของเครื่องสูบน้ำ (Casing) จะต้องมีความดันใช้งานปกติ (Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งานปกติจริง (Actual Working Pressure) โดยใช้ตัวเลขมากกว่าเป็นเกณฑ์หากใช้ข้อต่อหน้าแปลน (Flanged Connection) ทั้งทางด้านดูดและทางด้านส่งจะต้องทนแรงดันได้เช่นเดียวกันกับตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 2-2/4

- 2) ใบพัด (Impeller) ต้องเป็นโลหะขึ้นเดียวกันทำด้วย Stainless steel หรือเทียบเท่าได้รับการถ่วงทั้งทางด้าน Dynamic และ Static มาจากโรงงานผู้ผลิตและใบพัดจะต้องไม่เสียหายเนื่องจากใบพัดหมุนกลับทาง
- 3) Neck ring ทำจาก PTFE ทำหน้าที่ป้องกันการสึกหรอระหว่างเครื่องสูบน้ำและใบพัด
- 4) เพลา (Shaft) ทำด้วย Stainless steel 316 หรือ Stainless steel 431 หรือเทียบเท่าพร้อมด้วย Sleeve ทำด้วย Stainless steel 304 สอดผ่าน Mechanical Seal
- 5) ปลอกหุ้มเพลา (Shaft Sleeve) ยึดติดกับเพลาด้วยสลักและมีความยาวยื่นออกพ้นนอกซีลมีโอริงปะเก็นตรงระหว่างใบพัดกับปลายปลอกหุ้มเพลาเพื่อกันน้ำเข้าระหว่างเพลา กับปลอกหุ้มเพลา
- 6) Bearing ชนิด Bush Bearing เป็นตัวประกอบเพลาและเป็นชนิด Self lubricated โดยใช้หน้าที่สูบน้ำเป็นตัวหล่อเย็น ซึ่งไม่ต้องมีการดูแลรักษา (Maintenance Free) และมีอายุการใช้งานยาวนาน
- 7) Seal ต้องเป็นชนิด Mechanical Seal ที่เลือกใช้จะต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิตที่ขนาดของเพลา ความเร็วของเพลาความดันและอุณหภูมิใช้งานตามที่กำหนดเครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องออกแบบให้สามารถเปลี่ยนซีลได้โดยง่ายและรวดเร็ว
- 8) จุดสูงสุดของเรือนเครื่องสูบน้ำจะต้องมี Air Vent Cock และจุดต่ำสุดของเรือนเครื่องสูบน้ำจะต้องมี Drain valve
- 9) เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมีท่อระบายน้ำต่อจากที่รองรับของซีลระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำไปยังรางระบายน้ำ
- 10) เครื่องสูบน้ำที่ใช้จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้การบำรุงรักษาทำได้โดยสะดวกและใช้เวลาในการถอดซ่อมน้อย
- 11) เครื่องสูบน้ำจะต้องจำหน่ายโดยตัวแทนจำหน่ายที่มีชื่อเสียงและมีบริการทางด้านอะไหล่เป็นอย่างดีและต้องประกอบสำเร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต
- 12) เครื่องสูบน้ำพร้อมมอเตอร์จะต้องติดตั้งบนฐานเหล็กหล่อหรือฐานที่ทำจากเหล็กโครงสร้าง (Structural Steel) เรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ
- 13) เครื่องสูบน้ำทั้งหมดจะต้องติดตั้งบนแท่นคอนกรีตที่เหมาะสมโดยมีอุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือนไปยังอาคารที่มีประสิทธิภาพสูงรองรับ
- 14) เครื่องสูบน้ำที่ต่อกับมอเตอร์ด้วย Coupling จะต้องใช้ Coupling ชนิด Closed coupling
- 15) ในการเสนอเรื่องอนุมัติใช้งานเครื่องสูบน้ำผู้รับจ้างจะต้องแนบ Performance Curve ของเครื่องสูบน้ำจากโรงงานของผู้ผลิตมาด้วยจุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควรอยู่ในบริเวณกลางของ Performance Curve ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูงและมีความยืดหยุ่นเมื่อปริมาณน้ำและความดันเปลี่ยนไปได้มากที่สุด
- 16) การเลือกขนาดของมอเตอร์เครื่องสูบน้ำต้องเลือกขนาดมอเตอร์ให้เพียงพอที่จะไม่ Overload ตลอดช่วงการทำงานของเครื่องสูบน้ำตาม Curve ใน Performance Curve ขนาดของมอเตอร์ที่ระบุไว้เป็นแนวทางเท่านั้นและหลังจากการพิจารณา Performance Curve แล้วผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณาให้เห็นเบื้องต้นเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อวินิจฉัยว่าขนาดของมอเตอร์ควรจะเป็นเท่าใด
- 17) มอเตอร์ต้องเป็นแบบ Squirrel Cage Induction Motor ชนิดปิดมิดชิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Totally Enclosed Fan Cooled) ตามที่กำหนดในแบบทั้งนี้กรณีการเปลี่ยนแปลงระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับขนาดมอเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงใหม่ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสาขาภิบาลและดับเพลิง	Page 2-3/4

18) ชุด Motor Starter สำหรับมอเตอร์ขนาดต่ำกว่า 30 แรงม้า (22 กิโลวัตต์)

มอเตอร์แต่ละเครื่องจะต้องมี Motor Starter แยกจากกันชุด Motor Starter เป็นแบบ Direct On Line หรือ Wye Delta ตามที่ระบุในแบบเพื่อการลดกระแสไฟฟ้าในขณะ Start ซึ่งจะช่วยลดค่า Peak Demand ของระบบไฟฟ้าของอาคารลงได้และช่วยยืดอายุการใช้งานของ Motor ด้วยส่วนมอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 30 แรงม้าขึ้นไปให้ใช้ชุด Motor Starter แบบ Wye Delta หรือ Soft Start หรือ VSD ตามที่ระบุในแบบที่มีขนาดไม่ต่ำกว่าพิกัดของมอเตอร์กรณีใช้ VSD ให้สามารถอ่านค่าทางไฟฟ้าสถานะของโหลดและเวลาทำงานมี Port สื่อสารกับระบบ BAS ได้พร้อมทั้งให้มีอุปกรณ์ป้องกัน Harmonic ทางไฟฟ้า และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานรับรองจาก ULICSAI IEC 60977-4-2

2.2 เครื่องสูบน้ำประปา

2.2.1 รายละเอียดทั่วไป

1) เครื่องสูบน้ำ

เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (Centrifugal Pump) ชนิด Vertical Inline Multistage ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์จะต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต

2) วัสดุโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ

- ห้องสูบของเครื่องสูบน้ำ (Intermediate Chamber) ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ซึ่งได้มาตรฐาน AISI 304 หรือเทียบเท่า

- ใบพัด (Impeller) ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ซึ่งได้มาตรฐาน AISI 304 หรือเทียบเท่า

- เพลา (Shaft) ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ซึ่งได้มาตรฐาน AISI 316 หรือ AISI 431

- ตัวเรือนปั๊มจะต้องทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของแรงดันใช้งานหรือสูงถึง 16 บาร์ สำหรับรุ่นปกติชุดซีลคอปเพลลา (Shaft Seal) จะต้องเป็น Mechanical Seal ชนิด Cartridge Seal ที่ทำจากทั้งสแตนเลส/ คาร์บอนหรือทั้งสแตนเลส/ ทั้งสแตนเลสหรือซิลิกอนคาร์ไบด์/ซิลิกอนคาร์ไบด์

- เครื่องสูบน้ำจะต้องใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ -20°C ถึง $+120^{\circ}\text{C}$

3) สมรรถนะและประสิทธิภาพของชุดเครื่องสูบน้ำ

สมรรถนะของชุดเครื่องสูบน้ำจะต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบหรือดีกว่าเครื่องสูบน้ำที่เลือกใช้เมื่อใช้ร่วมกับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแล้วจะต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าตารางค่าประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำประปา

ตารางค่าประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำประปา	
อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)	ประสิทธิภาพขั้นต่ำ (%)
ตั้งแต่ 5 แต่ไม่ถึง 25	60
ตั้งแต่ 25 แต่ไม่ถึง 50	75
ตั้งแต่ 50 แต่ไม่ถึง 75	80
ตั้งแต่ 75 ขึ้นไป	85

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 2-4/4

4) มอเตอร์ไฟฟ้า

- เป็นมอเตอร์แบบ Totally-Enclosed Fan-Cooled Squirrel Cage Induction Motor และสามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิโดยรอบสูงสุด +40 °C และเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงรุ่น Premium High Efficiency Motor (IE3)
- มอเตอร์จะต้องมีค่าฉนวน (Insulation Class) คลาส F และระดับการป้องกันมอเตอร์ (Degree of Protection) IP55 หมุนด้วยความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาทีที่แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 สายขนาดกำลังมอเตอร์จะต้องสอดคล้องกับ Head รวมของระบบท่อซึ่งผู้รับจ้างจะต้องคำนวณจากแบบรายละเอียดสำหรับก่อสร้าง (Shop Drawing)
- ขนาดมอเตอร์กำหนดไว้ในแบบเป็นขนาดประมาณการเท่านั้นผู้รับจ้างจะต้องเสนอ Performance Curve ให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างพิจารณา

5) ตารางค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงตามมาตรฐาน NEMA (%) หรือ IEC standard

HP	2 POLES	4 POLES	6 POLES	8 POLES
1	75.5	82.5	80.0	75.5
1.5	82.5	84.0	85.5	77.0
2	84.0	84.0	87.5	82.5
3	85.5	87.5	87.5	84.0
5	87.5	89.5	87.5	85.5
7.5	88.5	89.5	89.5	85.5
10	89.5	89.5	89.5	88.5
15	90.2	91.0	90.2	88.5
20	90.2	91.0	90.2	89.5
25	91.0	92.4	91.7	89.5
30	91.0	92.4	93.0	91.0

2.3 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไปการเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้จะต้องแสดงรายละเอียดและหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอแต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

- 2.3.1 Automatic Air Vent : METRAFLEX, ARMSTRONG, VAL-MATIC, B & G หรือเทียบเท่า
- 2.3.2 Submersible Aerator : TSURUMI, SHINMAYWA, FLYGT, EBARA หรือเทียบเท่า
- 2.3.3 Motor : BROOK, U.S. MOTOR, SIEMENS, ABB หรือเทียบเท่า
- 2.3.4 High Rate Sand Filter : EMAUX, JACUZZI, HAYWARD หรือเทียบเท่า
- 2.3.5 Cold Water & Booster Pump : GRUNDFOS, SPP, WILO, ITT XYLEM, FAIRBANKSNIJHUIS
- 2.3.6 Automatic Home Pump : MITSUBISHI, HITACHI, GRUNDFOS หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาดจึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 3-1/3

3. เครื่องสูบน้ำระบายน้ำฝนและน้ำเสีย DRAINAGE & SEWAGE PUMP

3.1 เครื่องสูบน้ำระบายน้ำฝนและน้ำเสีย

3.1.1 เป็นเครื่องสูบน้ำแบบ Submersible Cutter Pump ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดแช่อยู่ในน้ำได้ตลอดเวลาความเป็นฉนวนมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า Class F ฉนวนของขดลวดทนอุณหภูมิได้ถึง 155 °C ความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาที ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิรตซ์ หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิรตซ์ ส่วนของมอเตอร์จะต้องประกอบเป็นหน่วยเดียวกันกับส่วนสูบน้ำโดยมีอุปกรณ์ป้องกันการซึมของน้ำที่จะผ่านเข้ามอเตorkคือ Oil Chamber กับ Silicon Carbide Double Mechanical Seal ใบพัด (Impeller) เป็นชนิด Non-Clog โดยเครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถให้ของแข็งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 35 มม. หรือไม่น้อยกว่า 60% ของท่อผ่านจ่ายของเครื่อง สูบน้ำ (Solid Passage > 60% of Pump Discharge) ไหลผ่านได้โดยไม่อุดตันและมีอัตราการสูบน้ำเป็นไปตามที่กำหนดในแบบพร้อมอุปกรณ์พิเศษ เพื่อติดตั้งหรือยกเครื่องสูบน้ำขึ้นจากบ่อ โดยไม่ต้องถอดหรือ ประกอบท่อส่งน้ำ (Guide Rail Fitting & Duck Foot Bend)

3.1.2 วัสดุที่ใช้ในการทำชิ้นส่วนของเครื่องสูบน้ำจะต้องทำด้วยวัสดุหรือมีคุณภาพเทียบเท่าดังนี้

- ใบพัด (Impeller) เป็นแบบ Non-Clog Type ทำด้วย Gray Iron Casting ใบพัดจะต้องได้รับการถ่วงทั้งสถิตย์ศาสตร์ และ จลศาสตร์ (Static and Dynamic Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต
- Suction Cover ทำด้วย Gray Iron Casting หรือ Ductile Iron Casting ผิวหน้ารองและชุบแข็งสำหรับตัดขยะและเศษผ้าได้
- Mechanical Seal ทำด้วย Silicon Carbide หล่อลิ้นด้วย Turbine Oil ภายใน Oil Chamber
- เพลา (Shaft) จะต้องเป็นเพลาเดียวยาวตลอด ทำด้วย Stainless Steel
- ลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing
- มอเตอร์จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความร้อน (Over Heat) ด้วย Motor Protector ชนิดสามารถหยุดการทำงานของมอเตอร์ได้ เมื่อมอเตอร์มีความร้อนสูง และเมื่อมอเตอร์เย็นลงจะสามารถ Reset ได้เอง
- สกรู (Screw) ทุกตัวต้องเป็น Stainless Steel 1.3 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)
- Duck Foot Bend ทำด้วย Gray Iron Casting พร้อมด้วย Discharge Flange, Anchor Bolts, น็อต และสกรู
- Guide Hook ทำด้วย Ductile Iron Casting ยึดติดกับ Discharge Bore ของตัวเครื่องสูบน้ำ ใช้สำหรับเกาะยึด Duck Foot Bend
- Guide Support ทำด้วย Ductile Iron Casting หรือ Structural Steel สำหรับยึด Guide Pipe
- Guide Pipe ทำด้วย Galvanized Steel Pipe, ASTM A53 SCH.40 ทาสีรองพื้นและสีทับหน้า 2 ชั้น
- โซ่ (Lifting Chain) ทำด้วย Stainless Steel มีความยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร
- การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเสีย จะควบคุมโดยอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ แบบ Mercury Float Switch เครื่องสูบน้ำทำงานสลับกันในเวลาปกติ และจะทำงานร่วมกันในเวลาน้ำมากกว่าปกติโดยอัตโนมัติระดับของลูกลอยประกอบด้วย ระดับหยุด ระดับปกติ และระดับน้ำมากกว่าปกติโดยที่ระดับดังกล่าวจะกำหนดให้ใช้ในแบบหรือในสนาม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 3-2/3

3.2 เครื่องสูบน้ำเสีย (Submersible Cutter Pump)

3.2.1 เป็นเครื่องสูบน้ำใต้ดิน ติดตั้งในบ่อรวมน้ำเสีย (Equalizing Tank) ออกแบบเหมาะสมสำหรับสูบน้ำเสีย โดยเฉพาะ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ชนิดแช่อยู่ในน้ำได้ตลอดเวลา ความเป็นฉนวนมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า Class F ฉนวนของขดลวดทนอุณหภูมิได้ถึง 155 °C ความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาที ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิรตซ์ ส่วนของมอเตอร์จะต้องประกอบเป็นหน่วยเดียวกันกับส่วนสูบน้ำ โดยมีอุปกรณ์ป้องกันการซึมของน้ำที่จะผ่านเข้ามอเตอร์คือ Oil Chamber กับ Silicon Carbide Double Mechanical Seal ใบพัด (Impeller) และ Suction Cover จะต้องออกแบบให้สามารถตัดขยะและเศษผ้าต่าง ๆ ได้ โดยเครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถให้ของแข็งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 35 มม. หรือไม่น้อยกว่า 60% ของท่อผ่านจ่ายของเครื่อง สูบน้ำ (Solid Passage > 60% of Pump Discharge) ไหลผ่านได้โดยไม่อุดตันและมีอัตราการสูบน้ำเป็นไปตามที่กำหนดในตาราง พร้อมอุปกรณ์พิเศษ เพื่อติดตั้งหรือยกเครื่องสูบน้ำขึ้นจากบ่อ โดยไม่ต้องถอดหรือ ประกอบท่อส่งน้ำ (Guide Rail Fitting & Duck Foot Bend)

3.2.2 วัสดุที่ใช้ในการทำชิ้นส่วนของเครื่องสูบน้ำเสีย จะต้องทำด้วยวัสดุหรือมีคุณภาพเทียบเท่าดังนี้

1) ใบพัด (Impeller) เป็นแบบ Single Vane Open Type ทำด้วย Gray Iron Casting ปลายใบพัด ติดตั้งใบมีดทำด้วย Tungsten Carbide สำหรับตัดเศษผ้า เศษขยะต่าง ๆ ใบพัดจะต้องได้รับการถ่วงทั้งสถิตย์ศาสตร์ และ จลศาสตร์ (Static and Dynamic Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต

2) Suction Cover ทำด้วย Gray Iron Casting หรือ Ductile Iron Casting ผิวหน้ารองและชุบแข็ง สำหรับตัดขยะและเศษผ้าได้

3) Mechanical Seal ทำด้วย Silicon Carbide หล่อลิ้นด้วย Turbine Oil ภายใน Oil Chamber

4) เพลา (Shaft) จะต้องเป็นเพลาเดียวยาวตลอด ทำด้วย Stainless Steel

5) ลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing

6) มอเตอร์จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความร้อน (Over Heat) ด้วย Motor Protector ชนิดสามารถหยุดการทำงานของมอเตอร์ได้ เมื่อมอเตอร์มีความร้อนสูง และเมื่อมอเตอร์เย็นลงจะสามารถ Reset ได้เอง

7) สกรู (Screw) ทุกตัวต้องเป็น Stainless Steel

3.2.3 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

1) Duck Foot Bend ทำด้วย Gray Iron Casting พร้อมด้วย Discharge Flange, Anchor Bolts, น็อต และสกรู

2) Guide Hook ทำด้วย Ductile Iron Casting ยึดติดกับ Discharge Bore ของตัวเครื่องสูบน้ำ ใช้สำหรับเกาะยึด Duck Foot Bend

3) Guide Support ทำด้วย Ductile Iron Casting หรือ Structural Steel สำหรับยึด Guide Pipe

4) Guide Pipe ทำด้วย Galvanized Steel Pipe, ASTM A53 SCH.40 ทาสีรองพื้นและสีทับหน้า 2

ชั้น

5) โซ่ (Lifting Chain) ทำด้วย Stainless Steel ความยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร

การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเสีย จะควบคุมโดยอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ แบบ Mercury Float Switch เครื่องสูบน้ำทำงานสลับกันในเวลาปกติ และจะทำงานร่วมกันในเวลาน้ำมากกว่าปกติโดยอัตโนมัติระดับของลูก ลอยประกอบด้วย ระดับหยุด ระดับปกติ และระดับน้ำมากกว่าปกติโดยที่ระดับดังกล่าวจะกำหนดไว้ในสนาม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 3-3/3

3.3 การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำจะถูกควบคุมให้ทำงานโดยอัตโนมัติ โดยใช้ชุดเครื่องควบคุมระดับน้ำซึ่งประกอบด้วย Float Switch แบบ Mercury Free Switch หรือ Micro Switch และผู้ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

3.4 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไป การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

3.3.1	Self Priming Pump	: GORMAN-RUPP, FAIRBANKS NIJHUIS, CORNELL, SELWOOD, HYDROMATIC หรือเทียบเท่า
3.3.2	Air Blower	: UNOMACH, ITO, ANLET, TSURUMI, SHINMAYWA หรือเทียบเท่า
3.3.3	Self Priming Pump	: GORMAN-RUPP, FAIRBANKS NIJHUIS, CORNELL, SELWOOD, HYDROMATIC หรือเทียบเท่า
3.3.4	Submersible Drainage	: TSURUMI, SHINMAYWA, FLYGT, GRUNDFOS, SARLIN, WILO, SEWAGE, EBARA, HYDROMATIC หรือเทียบเท่า
3.3.5	Submersible Aerator	: TSURUMI, SHINMAYWA, FLYGT, EBARA หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 4-1/3

4. ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป PACKAGE WASTEWATER TREATMENT / ถังเก็บน้ำสำเร็จรูป PACKAGE WATER STORAGE TANK / ถังเก็บน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.)

4.1 ความต้องการทั่วไป

4.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาติดตั้งและทดสอบถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ถังเก็บน้ำสำเร็จรูป รวมทั้งการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีภายในระยะเวลา 1 ปี หลังจากส่งมอบงานเรียบร้อยแล้ว

4.1.2 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากบริษัทผู้ผลิตภายในประเทศเท่านั้น และเป็นบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2015

4.1.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดและแบบของถังวิธีการติดตั้งที่เหมาะสมกับสถานที่ติดตั้งจริง พร้อมทั้งรายการคำนวณความสามารถในการบำบัดน้ำเสียซึ่งจะต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบและมีค่า BOD น้ำทิ้งตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม เพื่อขออนุมัติต่อตัวแทนผู้ว่าจ้างหรือผู้ออกแบบก่อนการสั่งซื้อและติดตั้งจริง

4.1.4 น้ำทิ้งจากครัวซึ่งเป็นน้ำทิ้งที่มีไขมันปนอยู่มากจะต้องผ่านบ่อดักไขมันก่อน เพื่อแยกไขมันออกให้ได้มากที่สุดก่อนระบายเข้าถังบำบัดน้ำเสีย

4.1.4. ห้ามต่อท่อน้ำฝนท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศเข้ากับถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป

4.2 รายละเอียดทั่วไป

4.2.1 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแบบเติมอากาศ (AEROBIC PACKAGE WASTEWATER TREATMENT)

1) แบบเติมอากาศขนาดเล็ก (ขนาดบำบัดได้ไม่เกิน 20 ลบ.ม./วัน) ตัวถังทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ซึ่งประกอบด้วยถังกรองสำหรับเป็นส่วนแยกกากตะกอนออกจากน้ำเสียรวมและส่วนบำบัดแบบเติมอากาศซึ่งเป็นระบบแบบ FIXED FILM AERATION ชนิดที่มีตัวกลางยึดเกาะเครื่องเติมอากาศเป็นแบบ DIAPHRAGM AIR PUMP ใช้ไฟฟ้า 220V/1Ø/50HZ ซึ่งจะต้องได้รับรองความปลอดภัยจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น UL เป็นต้น

2) แบบเติมอากาศขนาดใหญ่ (ขนาดบำบัดมากกว่า 20 ลบ.ม./วัน) ตัวถังทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ประกอบด้วยส่วนแยกตกตะกอน (SOLID SEPARATION) ส่วนเติมอากาศ (AERATION) และส่วนตกตะกอน (SEDIMENTATION)

3) ขนาดท่อน้ำเสียเข้าและออกจากถัง รวมทั้งท่ออากาศจะต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และจะต้องติดตั้งท่ออ่อนที่ออกแบบมาใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อป้องกันการแตกหักของท่อเนื่องจากการหดตัวของถัง

4) ฝาถังจะต้องทำจากวัสดุที่ทนทานต่อความชื้นและการกัดกร่อนจากไอก๊าซต่างๆ ที่เกิดจากขบวนการบำบัดน้ำเสีย ถ้าถังติดตั้งอยู่ใต้ดิน ฝาถังจะต้องสามารถรองรับน้ำหนักกดทับจากรถที่วิ่งผ่านถนนนั้นได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

4.2.2 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแบบไม่ใช้อากาศ (ANAEROBIC PACKAGE WASTEWATER TREATMENT)

1) โครงสร้างถังเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ซึ่งประกอบด้วยถังกรองสำหรับเป็นส่วนแยกกากตะกอนออกจากน้ำเสียรวม และส่วนกรองไม่ใช้อากาศซึ่งเป็นระบบแบบ SEPTIC ANAEROBIC FILTER PROCESS มีสื่อชีวภาพที่ทำหน้าที่ให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 4-2/3

2) ขนาดท่อน้ำเสียเข้าและออกจากถัง รวมทั้งท่ออากาศจะต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และจะต้องติดตั้งท่ออ่อนที่ออกแบบมาใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อป้องกันการแตกหักของท่อเนื่องจากการหดตัวของถัง

3) ฝาดังจะต้องทำจากวัสดุที่ทนทานต่อความชื้นและการกัดกร่อนจากไอก๊าซต่างๆ ที่เกิดจากขบวนการบำบัดน้ำเสีย ถ้าถังติดตั้งอยู่ใต้ดิน ฝาดังจะต้องสามารถรองรับน้ำหนักกดทับจากรถที่วิ่งผ่านถนนนั้นได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

4.2.3 ถังเก็บน้ำสำเร็จรูป (PACKAGE WATER STORAGE TANK)

1) ตัวถังทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง มีคุณสมบัติแข็งแรงทนทานด้วย UV STABILIZER ปราศจากตะไคร่และสนิมพร้อมเทคโนโลยีที่ช่วยป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย

2) ตัวถังประกอบด้วย ฝาเปิด, ท่อน้ำเข้า, หน้าแปลนท่อน้ำออก และหน้าแปลนท่อน้ำทิ้ง

3) การติดตั้งจะต้องติดตั้งบนฐานที่แข็งแรง ในกรณีติดตั้งฝังใต้ดิน จะต้องใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตสำหรับฝังใต้ดินเท่านั้น

4.2.4 ถังกักเก็บน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.)

1) ขอบเขตงาน

ถังกักเก็บน้ำ (Water Storage Tank) หมายถึง ถังกักเก็บน้ำดี หรือน้ำประปา คือ ถังเก็บน้ำใต้ดิน (Underground Tank) และถังเก็บน้ำสูง (Elevated Tank) หรือในที่นี้หมายถึงถังเก็บน้ำบนหลังคา (Roof Tank)

2) ข้อกำหนดทั่วไป

2.1) ถังเก็บกักน้ำจะรับน้ำโดยอาศัยความแตกต่างระดับ ต้องใช้เครื่องควบคุมการปิด - เปิดอัตโนมัติไว้ที่ท่อน้ำเข้าถัง คือ สวิตช์ลูกลอย (Float Valve) หรือ ตามแบบรูป

2.2) ถังจ่ายน้ำแบบแรงโน้มถ่วง (Elevated Tank) เช่น ถังเก็บน้ำบนอาคาร ถังสูง เป็นต้น จะต้อง มี Electrode Holder สำหรับสตรัทเครื่องสูบน้ำที่ใช้เติมน้ำให้กับถังดังกล่าว

2.3) อุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ ให้ใช้ Level Switch เป็นแบบกระเปาะลูกลอย รูปหยดน้ำทำด้วย Polypropylene ภายในกระเปาะมี Shock Proof Mercury Switch

2.4) ท่อน้ำเข้าถังเก็บกักน้ำและท่อระบายอากาศ ต้องติดตั้งอยู่เหนือระดับท่อระบายน้ำล้นไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร

2.5) ต้องมีท่อน้ำล้น (Overflow Pipe) ปลายของสูงพ้นและเปิดสู่บรรยากาศ

2.6) ท่อระบายอากาศหรือท่อระบายน้ำล้นถึงที่ปลายเปิดสู่บรรยากาศ ต้องติดตั้งตะแกรงกันแมลง ความถี่ไม่น้อยกว่า 16 ช่องต่อหนึ่งตารางเซนติเมตร (100 ช่องต่อหนึ่งตารางนิ้ว) หุ้มปลายท่อทุกจุด และปลายท่อ ต้องไม่จมอยู่ในน้ำหรือของเหลวอื่นๆ

2.7) ระบายน้ำจากชั้นลิฟต์ เฉพาะส่วนที่อยู่ใต้ชั้นกันถังเก็บน้ำสูง (Roof Tank) ให้ระบายลงสู่ท่อระบายน้ำฝน ห้ามต่อลงสู่ท่อระบายน้ำชนิดอื่น

2.8) บริเวณรอยต่อของถัง คสล. ใต้ดินให้ใส่ Water Stop ขนาดความกว้างไม่น้อยกว่าความหนาของถัง คสล.บริเวณรอยต่อ

3) ถังเก็บน้ำใต้ดิน

3.1) โครงสร้างของถังเก็บน้ำใต้ดินและถังบำบัดน้ำเสีย ให้ดูรายละเอียดจากแบบแปลน และรายการประกอบแบบแปลนโครงสร้างและระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัยประกอบ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 4-3/3

3.2) การทำความสะอาดถังเก็บกักน้ำประปา ต้องทำความสะอาดผิวภายในถังด้วยแปรงขนแข็ง ล้างผิวด้วยน้ำสะอาดให้ครบและสิ่งสกปรกออกจนหมด แล้วใช้คลอรีนผสมน้ำให้มีความเข้มข้นประมาณ 200 มก.ต่อลบ.ซม. ฉีดหรือขลิบผิวถังให้ทั่วทั้งไว้ 2 ชม. ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง ระบายน้ำออกทิ้งให้หมดจึงจะใช้ ถังเก็บกักน้ำประปานั้นได้

4.2.5 ถังเก็บน้ำสแตนเลส

ถังเก็บน้ำสแตนเลสเป็นถังเก็บน้ำแบบก้นนูน ตัวถัง ฝาถังมีความหนา 0.6 มม. และขาตั้งทำจากสแตนเลส 304 ไม่เป็นสนิมผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.989-2533

4.3 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไป การเสนอผลิตภัณฑ์ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

4.3.1 Package Wastewater : PREMIER PRODUCTS, BIOTECH, SAN PAC, WATER TREAT, HI-CLEAR, CLEAR, AQUA, KARAT, SANTECH หรือเทียบเท่า

4.3.2 Package Water Storage Tank : PREMIER PRODUCTS, BIOTECH, DOS, DAIMON, SANTECH, หรือเทียบเท่า

4.3.3 ถังเก็บน้ำสแตนเลส : ตราเพชร, ตราช้าง, ADVANCE, COTTO หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 5-1/10

5. ระบบท่อน้ำประปาและสุขาภิบาล PLUMBING PIPING

5.1 ท่อและการติดตั้ง

5.1.1 ท่อน้ำประปาและท่อน้ำดื่ม

1) ท่อเมนรับน้ำประปาครอบโครงการ ฯ และระบบท่อน้ำดื่มไม่โดยการฝังดินให้ใช้ ท่อ PB(Polybutylene Pipe) ชั้นคุณภาพ SDR 11 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเลขที่ มอก. 910-2532 การต่อท่อ สำหรับขนาดตั้งแต่ 15-50 มม. ใช้การต่อแบบ Grab Lock และท่อขนาดตั้งแต่ 65 – 200 มม. การต่อท่อเป็นแบบระบบเชื่อมsocket (Socket Fusion) หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต และให้ใช้ท่อและข้อต่อจากผู้ผลิตรายเดียวกัน ทั้งนี้ช่างที่ทำการติดตั้งท่อจะต้องผ่านการฝึกอบรมจากบริษัทผู้ผลิต และมีหนังสือรับรองผ่านการฝึกอบรมจากบริษัทผู้ผลิต

2) ท่อน้ำประปาภายในอาคาร และท่อน้ำดื่มภายในอาคาร ใช้ท่อ PP-R (80) (Polypropylene Random Copolymer) ชั้น SDR 11 (PN10) ผลิตอ้างอิงตามมาตรฐาน DIN 8077 / DIN 8078 หรือ ได้รับการรับรองจากสถาบัน DVGW หรือ WRAS หรือผ่านการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) การต่อท่อสำหรับขนาดตั้งแต่ 20-160 มม. เป็นแบบ ระบบเชื่อมsocket (Socket Fusion) หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต และให้ใช้ท่อและข้อต่อจากผู้ผลิตรายเดียวกัน ทั้งนี้ช่างที่ทำการติดตั้งท่อจะต้องผ่านการฝึกอบรมจากบริษัทผู้ผลิต และมีหนังสือรับรองผ่านการฝึกอบรมจากบริษัทผู้ผลิต

5.1.2 ท่อส้วม, ท่อน้ำทิ้ง, ท่อระบายอากาศ

- 1) ท่อระบายอากาศใช้ท่อพีวีซี ชั้นคุณภาพ 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17-2532
- 2) ท่อระบายอากาศใช้ท่อพีวีซี ชั้นคุณภาพ 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17-2532
- 3) ท่อระบายน้ำฝนใช้ท่อพีวีซี ชั้นคุณภาพ 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17-2532

5.1.3 ท่อน้ำเสียที่มีสารเคมีปนเปื้อน

เป็นวัสดุทนต่อสารเคมี น้ำร้อนได้ โดยใช้ท่อ ให้ใช้เป็น Polypropylene (PP) Class B ตามมาตรฐาน BS 4991 สามารถทนต่ออุณหภูมิขณะใช้งานต่อเนื่องได้สูงถึง 70°C การต่อเชื่อมตามมาตรฐานผู้ผลิต

5.1.4 ท่อระบายน้ำฝนจากเครื่องสูบน้ำฝน

ท่อระบายน้ำฝนจากเครื่องสูบน้ำฝนใช้ท่อพี.พี. (Polypropylene Pipe) ชั้นคุณภาพ Class B ผลิตตามมาตรฐาน BS4991 ส่วนของท่อที่ต้องฝังอยู่ในคอนกรีต เช่น การฝังพื้นชั้นดาดฟ้าหรือเสาคอนกรีตเสริมเหล็กให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสีเช่นเดียวกับท่อน้ำประปาถ้าต้องฝังพื้นชั้นดาดฟ้าก่อนต่อเชื่อมกับท่อพีวีซีจะต้องติดตั้ง Flashing ความกว้างไม่น้อยกว่า 0.20 ม. รอบท่อเพื่อป้องกันการรั่วซึมระหว่างคอนกรีตกับผิวนอกท่อน้ำแล้วจึงเชื่อมต่อกับท่อพีวีซีด้วยหน้าแปลน

5.1.5 ท่อระบายน้ำฝนรอบบริเวณ

ให้ใช้ท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดปากกลั๊นราง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.128 - 2549 ชั้นคุณภาพที่ 2 สำหรับท่อผ่านใต้ถนน ส่วนท่อฝังใต้ดินบริเวณอื่นให้ใช้ท่อชั้นคุณภาพที่ 3

5.1.6 ท่อระบบกรองน้ำและระบบน้ำล้น สระน้ำตกแต่งของโครงการ

ให้ใช้ท่อ HDPE High Density Polyethylene มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.982- 2556

5.1.7 ท่อระบายน้ำใต้ดิน, ระบายน้ำจากสนามหญ้า

- 1) คุณสมบัติท่อเจาะรูรับน้ำ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 5-2/10

1.1) ทำจากวัสดุ HDPE โดยต้องมีส่วนที่เจาะรู 70 % และส่วนผิวเรียบระบายน้ำ 30 % มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

1.2) ความแข็งแรงของท่อต้องสามารถรับน้ำหนักหรือแรงกดจากภายนอกได้มากกว่า 10 ตัน / ตารางเมตร มีการเปลี่ยนรูปไม่เกิน 8 % ตามมาตรฐานการใช้ท่อในงานดิน ASTM D 2412-87

1.3) ท่อจะต้องมีพื้นที่รับน้ำไม่น้อยกว่า 5 % ของพื้นที่ผิวทั้งหมดและมีขนาดรูเจาะไม่น้อยกว่า 2.5 x 5 มม. หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มม. ทุกระยะห่างไม่เกิน 50 มม.

1.4) ผู้รับจ้างต้องเสนอใบขอรับ, ผลการทดสอบจากผลิตภัณฑ์จากสถาบันที่ได้รับการยอมรับ, รายการคำนวณพื้นที่เจาะรับน้ำและหนังสือรับรองจากผู้ผลิตว่าเป็นไปตามข้อกำหนดผลิตภัณฑ์เข้ามามีผลใช้ก่อนการใช้งานอย่างน้อย 15 วัน

1.5) ตารางคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (มม.)	น้ำหนักกรัม / เมตร	พื้นที่เจาะรับน้ำ ตร.ซม. / เมตร
> 65	≥ 300	≥ 102
> 100	≥ 690	≥ 157
> 125	≥ 950	≥ 196
> 150	≥ 1170	≥ 235
> 200	≥ 1630	≥ 314

2) แผ่นใยสังเคราะห์ (GEOTEXTILE)

ผลิตจากเส้นใยพลาสติก POLYESTER 100 % มีกำลังต้านทานแรงดึง ASTM D4595 ไม่น้อยกว่า 9.5 kN/m และความต้านทานแรงดันประลัย ASTM D3786 ไม่น้อยกว่า 900 kPa ขนาดช่องเปิด (Opening Size < 150 µm. โดยแสดงผลการทดสอบจากสถาบันที่ได้รับการยอมรับและหนังสือรับรองผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายขออนุญาตก่อนการใช้งาน

5.1.8 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบท่อ ตัวอย่างเช่น ข้อต่อ สามทาง เป็นต้น จะต้องใช้ตามชนิดของท่อและผลิตจากโรงงานที่ผลิตท่อหรือโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์ประกอบท่อที่ได้มาตรฐานสากลเท่านั้น ห้ามใช้อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบท่อที่ทำขึ้นเอง

5.2 การติดตั้งท่อระบบต่าง ๆ

โดยทั่วไปการติดตั้งท่อระบบสุขาภิบาลจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานท่อในอาคารของมาตรฐาน ว.ส.ท. ฉบับล่าสุดและข้อกำหนดอื่น ๆ ดังต่อไปนี้

5.2.1 การต่อท่อน้ำประปา

1) ให้ใช้ท่อและข้อต่อตามที่กำหนดไว้ภายใต้หัวข้อมาตรฐานของคุณภาพวัสดุและผลิตภัณฑ์

2) ให้ติดตั้งวาล์วน้ำไว้ที่ท่อน้ำก่อนเข้าเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ทุกแห่ง ณ ตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแผนผังโดยกำหนดชนิดของวาล์วไว้ดังนี้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 5-3/10

- วาล์วประตู วาล์วตัดตอนน้ำให้ใช้วาล์วประตูทุกแห่ง วาล์วประตูขนาด 2" หรือเล็กกว่าให้ใช้วาล์วทองเหลืองชนิดเกลียว
 - โกลบวาล์วในระบบท่อที่ต้องการปรับความดัน และอัตราการไหลของน้ำให้ติดตั้งโกลบวาล์วไว้ทุกแห่งและให้ใช้วาล์วทองเหลืองชนิดเกลียว
 - วาล์วกั้นน้ำกลับในระบบท่อที่จำเป็น และไม่ต้องให้น้ำไหลกลับจะต้องติดตั้งวาล์วกั้นน้ำกลับไว้ทุกแห่ง
 - ยูเนียน ถ้ามีความจำเป็นต้องใช้ให้ติดตั้งยูเนียนไว้ทางด้านใต้ของวาล์วประตูทุกตัว และก่อนท่อจะเข้าเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ทั้งหมดเว้นไว้แต่กรณีที่เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์นั้น ๆ ได้มีข้อต่อชนิดที่สามารถถอดต่อออกได้ง่ายติดมาด้วยแล้ว ห้ามติดตั้ง ยูเนียนฝังไว้ในกำแพง เพดาน หรือฝ้ากัน
- 3) ตำแหน่งและชนิดของวาล์วน้ำมีข้อกำหนดในการติดตั้งดังนี้
- วาล์วน้ำจะต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบและ/หรือระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ
 - ท่อน้ำที่แยกหรือตรงเข้าอาคารทุก ๆ ท่อ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งวาล์วประตูน้ำให้ ณ บริเวณจุดที่ท่อจะเข้าอาคารแห่งละตัว ทั้งนี้ไม่ว่าจะแสดงไว้ในแผนผังหรือไม่ก็ตาม
 - วาล์วทุกตัวจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สะดวกแก่การตรวจหรือถอด เพื่อซ่อมหรือเปลี่ยน หรือมิฉะนั้นก็จะต้องจัดให้มีช่องทางที่จะจัดการถอดออกเพื่อซ่อม หรือเปลี่ยนได้
 - การติดตั้งวาล์วทุกตัวบนท่อที่เดินในระดับดินนั้น จะต้องไม่ให้ก้านวาล์วอยู่ต่ำกว่าระดับดินหรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
- 4) ความลาดเอียงของท่อระบายน้ำ ท่อน้ำจะต้องเดินให้มีความลาดเอียงลงสู่ทางระบายน้ำทิ้ง ถ้ามีท่อสาขาแยกออกจากท่อเมนซึ่งติดตั้งไว้ในแนวดิ่ง ให้ต่อท่อสาขานี้เอียงลงสู่ท่อเมน และ ณ จุดที่มีระดับต่ำที่สุดในระบบท่อน้ำนี้ ให้ติดตั้งวาล์วสำหรับเปิดระบายน้ำทิ้ง เพื่อจะได้ระบายน้ำจากระบบได้หมดสิ้น
- 5) ท่อสาขาที่แยกจากท่อเมนนั้น จะแยกจากสวอนบน ตอนกลางหรือใต้ของท่อเมนก็ได้ทั้ง โดยใช้ข้อต่อประกอบให้เหมาะสม
- 6) ข้อต่อ (แบบเกลียว) การต่อแบบเกลียวให้ใช้สำหรับท่อประปาเท่านั้น โดยตัดพื้นเฉพาะเกลียวตัวผู้เท่านั้น แล้วสวมข้อต่อเกลียวเข้าไป เมื่ออัดแน่นแล้วเกลียวจะต้องเหลือไม่เกิน 2 เกลียว
- เติม เกลียวท่อนี้จะต้องตัดพื้นให้คมเรียบไปทางปลายท่อ และทุกท่อเมื่อตัดและทำเกลียวเสร็จแล้วจะต้องคว้านปากในปาดเอาเศษที่ติดอยู่รอบ ๆ ทิ้งให้หมด
- 7) Water Hammer Arrestor ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งไว้ที่ปลายสุดของท่อเมนที่ต่อกับเครื่องสุขภัณฑ์ของห้องน้ำทุกห้องตามแบบ Water Hammer Arrestor จะต้องมีความเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตที่จะใช้กับจำนวนของสุขภัณฑ์ ที่ท่อเมนนั้นรองรับมีขนาดไม่เล็กกว่า 1/2" และจะต้องมีวาล์วประตูน้ำขนาดเท่ากับขนาดของ Water Hammer Arrestor ติดตั้งไว้ก่อนเพื่อใช้สำหรับการเปลี่ยนหรือตรวจซ่อม Water Hammer Arrestor ได้ในภายหลัง
- 8) ท่อทางด้านดูดของเครื่องสูบน้ำที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำซึ่งจำเป็นต้องฝังอยู่ในพื้นหรือผนังคอนกรีตของถังเก็บน้ำจะต้องติดตั้ง Flashing ทำด้วยแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. และกว้างออกจากผิวนอกท่อไม่น้อยกว่า 0.20 ม. โดยรอบท่อเชื่อมติดกับผิวนอกท่อก่อนแล้วจึงไปติดตั้งให้อยู่กึ่งกลางระหว่างความหนาของพื้นหรือผนังคอนกรีตของถังเก็บน้ำก่อนเทคอนกรีตเพื่อป้องกันการรั่วซึม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 5-4/10

5.2.2 การติดตั้งท่อโสโครก และท่อระบายน้ำ

- 1) ท่อใต้ดินและข้อต่อต่าง ๆ ที่ฝังใต้ดินให้ใช้วิธีการที่กำหนดไว้ในข้อต่อไปนี
 - กั้นร่องต้องกระทุ้งดินให้แน่นโดยตลอด วิธีการที่ใช้จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน ถ้าดินเดิมไม่ดีต้องขุดออกให้หมดแล้วนำวัสดุอื่นซึ่งได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานมาใส่แทน แล้วกระทุ้งให้แน่น
 - ร่องกั้นร่องด้วยคอนกรีตหนาประมาณ 0.10 ม. และกว้างเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเป็นอย่างน้อยและจะต้องมีระดับและความลาดเอียงถูกต้องตาม Shop Drawing ที่ขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานแล้ว
 - แนวท่อต้องตรงไปไม่คดไปมาความลาดต้องถูกต้องตามแบบ
 - รอยต่อทุกอันจะต้องแน่นสนิทน้ำซึมไม่ได้ เมื่อหยุดพักงานจะต้องปิดปากท่อเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำทราย ดินเข้าไปในท่อ
 - สำหรับท่อคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดปากกลิ้งรางให้ยาแนวรอยต่อระหว่างท่อให้เรียบร้อยสวยงามด้วยปูนทรายหนา 0.05 ม. และกว้างไม่น้อยกว่า 0.30 ม.
 - ท่อลอดถนนที่ไม่ใช่ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก จะต้องเทหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.10 ม. หรือทับเหนือท่อด้วยแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กตลอดความยาวที่ลอดท่อถนนที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.1 ม. หลังจากทึกลับท่อด้วยทราย 0.10 ม. แล้ว และดินหรือทรายที่ใส่กลับฝังท่อที่อยู่ใต้และเหนือที่ส่วนนี้จะต้องกระทุ้งให้แน่นเป็นชั้นๆ ไป แต่ละชั้นจะต้องมีความหนาไม่เกิน 0.30 ม.
- 2) ท่อเหนือพื้นดินสำหรับท่อระบายน้ำ, ท่อโสโครกให้ใช้ท่อและอุปกรณ์ตามที่กำหนดในข้อ 1.3, 1.4, 1.5, และ 1.6 การใช้ข้อต่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เป็นตามที่ได้ผลิตท่อแต่ละชนิดแนะนำ
- 3) ความลาดเอียง ท่อโสโครกและท่อระบายน้ำจะต้องติดตั้งให้มีความลาดเอียงลงไปสู่ปลายท่อ 1:50 สำหรับขนาดท่อตั้งแต่ 2" ลงในส่วนท่อตั้งแต่ 3" ขึ้นไป ให้มีความลาดเอียง 1 : 100 เว้นไว้แต่จะแสดงไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น
- 4) การประกอบท่อ ให้กระทำตามข้อกำหนดดังนี้
 - การลดขนาดของท่อให้ใช้ข้อลดด้วยขนาดและข้อกำหนดดังนี้
 - การหักเลี้ยว ให้ใช้ข้อต่อรูป TY ประกอบกับข้อโค้งเพื่อให้ได้แนวตามต้องการเว้นไว้แต่การหักเลี้ยวในแนวตั้งให้ใช้สามตา TY
 - ในกรณีที่น้ำโสโครกไหลจากแนวราบขึ้นสู่แนวตั้ง จะใช้ข้อโค้งสั้น 90 องศาก็ได้หรือ การหักเลี้ยวของท่อส่งน้ำโสโครกจากโถส้วม จะใช้ข้อโค้งสั้น 90 องศาได้
- 5) การติดตั้งที่ดักผง ซึ่งรวมถึงคอห่านและถ้วยสำหรับท่อระบายน้ำมีข้อกำหนดดังนี้
 - ท่อทุกท่อที่เดินจากเครื่องสุขภัณฑ์ หรืออุปกรณ์ทุกชิ้นลงสู่ท่อระบายน้ำผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งที่ดักผงให้ด้วย ยกเว้นในกรณีที่สุขภัณฑ์หรืออุปกรณ์นั้น ๆ มีที่ดักผงหรืออุปกรณ์อื่น อันมีความมุ่งหมายทำนองเดียวกับประกอบติดอยู่ในตัวแล้ว
 - ที่ดักผงจะต้องติดตั้งใกล้เคียงกับเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์แต่ละชุด ห้ามมิให้ติดเครื่องดักผงมากกว่า 1 ที่
 - ที่ดักผงซึ่งติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่ายนั้นจะต้องติดปลั๊กหรืออุปกรณ์อื่นใดที่ผู้ว่าจ้างเห็นเหมาะสมในการถอดออก เพื่อถ่ายผงทิ้ง และทำความสะอาดภายในได้สะดวก
 - ข้อต่อแบบสวมจะนำมาใช้ต่อเข้ากับที่ดักผงได้ก็เฉพาะเมื่อต่อเหนือที่ดักผงขึ้นมาเท่านั้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 5-5/10

6) ช่องทำความสะอาด (Pipe Cleanout) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งช่องทำความสะอาดสำหรับท่อส้วม หรือท่อระบายน้ำตามจุดต่าง ๆ และขนาดต่าง ๆ ดังนี้

- ช่องที่ทำความสะอาดที่พื้นทุก ๆ ระยะ 15 เมตร สำหรับท่อส้วม หรือท่อน้ำทิ้งในแนวนอนที่มีขนาด 4" หรือเล็กกว่าและติดตั้งทุก ๆ ระยะ 20 เมตร สำหรับท่อส้วม ท่อน้ำทิ้งและท่อระบายน้ำฝนในแนวนอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 4" ขึ้นไป

- ในตำแหน่งที่ท่อส้วมหรือท่อน้ำทิ้งเปลี่ยนทิศทางเกินกว่า 45 องศา
- ที่ฐานของท่อส้วมหรือท่อน้ำทิ้งในแนวดิ่ง (Base of Stack)
- ในส่วนที่ใกล้ส่วนต่อระหว่างท่อส้วม ท่อน้ำทิ้งภายในอาคาร และภายนอกอาคาร
- ท่อส้วมหรือท่อน้ำทิ้งที่ฝังดิน จะต้องมียกช่องทำความสะอาดต่อขึ้นมาจากจนถึงระดับดิน
- ช่องทำความสะอาดจะต้องมีขนาด เท่ากับท่อและมีขนาดไม่ใหญ่กว่า 8" สำหรับท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่เกินกว่า 8"

5.2.3 การติดตั้งท่อระบายอากาศ

การจัดระบบท่อระบายอากาศ ได้อาศัยหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1) หากกระทำไม่ได้ ถ้ามีท่อระบายอากาศจากท่อโสโครกมากกว่าท่อเดียว ให้รวมเป็นท่อเดียวกัน แล้วต่อท่อนี้ให้สูงพ้นระดับหลังคาอาคาร

2) ท่อระบายอากาศที่ติดตั้งตามแนวดิ่งเหนือเครื่องสูบก๊าซทั้งหลาย อาจต่อรวมเข้าเป็นท่อเดียวกันได้

3) ท่อรับน้ำโสโครกซึ่งรับน้ำโสโครกจากเครื่องสูบก๊าซตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป จะต้องต่อท่อระบายอากาศออกทางปลายข้างของท่อ เว้นไว้แต่จะปรากฏว่าเครื่องสูบก๊าซแต่ละเครื่องมีท่อระบายอากาศของตนเองแล้ว

4) การต่อท่ออากาศเข้ากับท่อระบายที่วางตามแนวนอนนั้น ให้ต่อที่ด้านบนของท่อระบายนั้น

5) ปลายล่างของท่ออากาศ ให้ต่อในลักษณะที่ว่าหากเกิดสนิมหรือคราบเกาะติดข้างในท่อแล้วจะถูกน้ำชะให้ไหลออกไปทางท่อระบายได้

6) ท่อระบายน้ำฝนแนวนอนที่อาศัยความลาดเอียงของท่อในการระบายน้ำมีความยาวท่อจากการเปลี่ยนทิศทางจากแนวดิ่งเป็นแนวนอน และแนวนอนเป็นแนวดิ่งเกินกว่า 50 เมตร ให้ใส่ท่อระบายอากาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4" ทุก ๆ ระยะ 40 เมตร โดยมีปลายท่อระบายอากาศอยู่สูงกว่าหลังท่อ 0.30 เมตรพร้อมติดตั้งตะแกรง Stainless ไว้ที่ปลายท่อ

5.2.4 การติดตั้งท่อฝังพื้นและผนังคอนกรีต

ห้ามใช้ท่อโลหะฝังพื้นและผนังคอนกรีตรวมทั้งเสาคอนกรีตด้วย ให้ใช้ท่อเหล็กอบสังกะสี Class B หรือท่อเหล็กดำแบบมีตะเข็บ SCH40, ASTM A53 GRADE A แทนเป็นอย่างน้อย ในกรณีที่ต้องฝังในพื้นคอนกรีตชั้นหลังคา พื้นและผนังถึงเก็บน้ำจะต้องติดตั้ง Flashing โดยการเชื่อมด้วยเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. และกว้างไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร โดยรอบท่อเพื่อป้องกันการรั่วซึมระหว่างคอนกรีตกับผิวนอกท่อ และให้ใช้หน้าแปลนแทนการเชื่อมต่อท่อที่ต่อจากท่อที่ฝังนี้

5.3 ปลอกท่อลอดและแผ่นปิด (Sleeve and Escutcheon)

5.3.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งปลอกท่อลอด (Sleeve) ก่อนการเทพื้น คานและผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก รวมทั้งผนังก่ออิฐ ก่อนการติดตั้งให้ทำ Shop Drawing แสดงผังและระดับของปลอกท่อลอดเพื่อขออนุมัติด้วยทุกครั้ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 5-6/10

5.3.2 ท่อที่ติดตั้งก่อนหรือภายหลังทำผนังหรือเพื่พื้นอาคารต้องสวม Sleeve ที่ทาสีกันสนิมภายใน Sleeve ไว้ก่อนเสมอ

5.3.3 ปลอกท่อลอดจะต้องทำด้วยท่อเหล็กหรือแผ่นเหล็กม้วนเท่านั้น และต้องติดตั้ง Flashing ที่ทำจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตรและกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) สำหรับพื้นหรือผนังที่ต้องการป้องกันการซึม

5.3.4 ขนาดภายในของ Sleeve ต้องโตกว่าขนาดท่อ และชนวนหุ้มท่อที่ลอดผ่านไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ปลายทั้งสองด้านต้องตัดขอบเรียบได้จากกับผนังและความยาวเท่ากับความหนาของผนัง หรือสูงกว่าระดับพื้นอาคารที่ยังไม่ได้ตกแต่งอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) หรือสูงเท่ากับความหนาของวัสดุตกแต่งที่จะต้องใช้สำหรับพื้นที่บริเวณนั้น ๆ

5.3.5 ช่องว่างระหว่าง Sleeve กับท่อ และชนวนที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องอุดให้แน่นด้วยสารทนไฟอย่างน้อย 2 ชั่วโมงหรืออุดด้วยสารกันซึมสำหรับท่อที่ผ่านผนังออกสู่ภายนอกอาคาร

5.3.6 แผ่นปิด (Escutcheon) ใช้ปิดที่ด้านของ Sleeve ที่ปรากฏแก่สายตาทำด้วยแผ่นอลูมิเนียม ซึ่งได้รับการอนุมัติรูปแบบและวิธีการติดตั้งจากผู้ออกแบบแล้ว ขนาดของแผ่นปิดมีดังนี้

- ท่อขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความหนาของแผ่นปิดไม่น้อยกว่า 0.50 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว)

- ท่อขนาด 125 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) และใหญ่กว่า ความหนาของแผ่นปิดไม่น้อยกว่า 0.70 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว)

5.3.7 ในกรณีที่ท่อลอดผ่านผนัง พื้น เพดาน ซึ่งจะปรากฏแก่สายตาที่ต้องการความสวยงามจะต้องใช้ท่อสวมลอดที่เป็นท่อเหล็กดำทาสี หรือท่อเหล็กชุบสังกะสี หรือเหล็กแผ่นม้วนทาสี ตามที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบ

5.4 การทดสอบ ตรวจสอบ และทำความสะอาดท่อ

5.4.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแรงงาน วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องใช้ที่จำเป็น เพื่อการทดสอบที่แสดงในแบบแปลน และระบุไว้ในที่นี้จนงานเสร็จเรียบร้อยใช้งานได้

5.4.2 ระบบทั้งหมดที่เป็นส่วนของระบบสุขาภิบาลจะต้องทำการทดสอบ โดยมีที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานร่วมอยู่ด้วยก่อนที่จะทำการกลบ ถม หรือสร้างสิ่งอื่นทับหรือปิดบังได้

5.4.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายหรือข้อบกพร่องเนื่องจากการทดสอบ

5.4.4 ท่อน้ำฝน ท่อส้วม ท่อน้ำทิ้ง ท่ออากาศ และท่อระบายน้ำ ในแนวนอน ตลอดจนท่อแยกต่างๆ ทำการทดสอบโดยเติมน้ำให้ล้นจากระดับหลังคาหรือให้เติมน้ำจนล้นตรงจุดที่สูงกว่าส่วนที่ทดสอบ 10 ฟุต

5.4.5 ท่อน้ำประปาทั้งหมดจะต้องทำการทดสอบภายใต้แรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งาน แต่ไม่ต่ำกว่า 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

5.4.6 ท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย ท่อน้ำมัน จะต้องทดสอบภายใต้แรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งาน แต่ไม่ต่ำกว่า 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

5.4.7 ท่อความดันที่ต่อจากเครื่องสูบน้ำเสีย จะต้องทดสอบแรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

5.4.8 การทดสอบท่อของทุกระบบรวมทั้งข้อต่อต่างๆ จะต้องไม่มีการรั่วและแรงดันจะต้องไม่ตกเป็นระยะเวลาต่อเนื่องกันตลอด 6 ชั่วโมงของการทดสอบ ในกรณีที่มีการรั่วซึมของท่อ และข้อต่อในขณะทดสอบจะต้องทำการเปลี่ยนใหม่หรือซ่อมไม่ให้เกิดรอยรั่วซึมตามคำแนะนำของวิศวกรผู้ควบคุมงานแล้วจึงทำการทดสอบใหม่จนสามารถใช้ได้สมบูรณ์

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 5-7/10

5.4.9 เครื่องสูบน้ำต่างๆ ตลอดจนเครื่องเติมอากาศ จะต้องทำการทดสอบจนถูกต้องตามรายละเอียดข้อกำหนดที่ระบุไว้

5.4.10 เครื่องมืออุปกรณ์อื่นๆ อุปกรณ์ควบคุม และท่อจะต้องทำการทดสอบตามโค้ดและมาตรฐานที่ได้ออกแบบไว้

5.4.11 เมื่อทำการทดสอบจนเป็นที่พอใจของเจ้าของงานแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดท่อ เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมดตามคำแนะนำของวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน

5.4.12 การตรวจและทดสอบระบบท่อทั้งหมดมีท่อน้ำประปา ท่อโสโครก ท่อระบายน้ำและท่อระบายอากาศจะต้องได้รับการตรวจสอบ และทดสอบการรั่วซึมให้เสร็จเรียบร้อยก่อนการปิดฝาเพดาน ท่อโสโครก หรือท่อระบายที่ฝังไว้ใต้ดินนั้น จะต้องทำการทดสอบการรั่วซึมก่อนกลบดิน

5.4.13 ท่อรั่วหรือชำรุด หากผลของการทดสอบ หรือตรวจสอบปรากฏว่าท่อรั่ว หรือชำรุดไม่ว่าจะเป็นด้วยความบกพร่องในคุณภาพของวัสดุ หรือฝีมือการติดตั้งก็ดี ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ให้ทันที และจะต้องทำการทดสอบใหม่อีกครั้งหนึ่ง จนปรากฏผลว่าระบบท่อที่ติดตั้งนั้นเรียบร้อยใช้งานได้ถูกต้องกับความประสงค์ทุกประการ การซ่อมท่อรั่วซึมนั้นให้ซ่อมโดยวิธีถอดออกต่อใหม่ หรือเปลี่ยนของใหม่ให้เท่านั้นห้ามใช้ค้อนย้ำที่รั่วซึม หรือที่ข้อต่อเป็นอันขาด

5.4.14 หลังจากงานติดตั้งได้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดระบบท่อทั้งหมด รวมทั้งเครื่องสุขภัณฑ์บริภัณฑ์ และอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้งในระบบนั้นอย่างทั่วถึงทั้งภายใน และภายนอก โดยเช็ดถูขัดล้างน้ำมันจารบี เศษโลหะ และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกให้หมด หากการติดตั้งหรือทำความสะอาดระบบท่อนี้ได้กระทำความชำรุดเสียหายเกิดขึ้นแก่ส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารหรืองานตกแต่งอาคารแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมส่วนนั้น ๆ ให้ดีดังเดิมด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

5.4.15 การทำลายเชื้อ (Sterilization) ก่อนส่งมอบงานผู้รับจ้างจะต้องทำการฆ่าเชื้อโรค

1) ท่อน้ำประปาที่ผ่านการทดสอบแล้วพบว่าไม่มีมีการรั่วซึม ในเส้นท่อให้บริสุทธิ์ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้น้ำยาที่มีส่วนผสมของคลอรีนไม่ต่ำกว่า 50 ส่วนในล้านส่วน (50 PPM.) ซึ่ง Chlorine ที่ใช้อาจเป็นโซเดียมไฮโปคลอไรด์ หรือแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ โดยให้บรรจุน้ำยาดังกล่าวเข้าไปในระบบท่อ ทั้งไว้เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง และในระหว่างระยะเวลานี้ให้เปิด-ปิด วาล์วทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบเป็นครั้งคราวให้น้ำยาไหลผ่านลงท่อระบายไปหลาย ๆ ครั้ง เมื่อครบกำหนดแล้วให้เปิดวาล์วทุกวาล์ว รวมทั้งวาล์วระบายน้ำทิ้งด้วย แล้วใช้น้ำสะอาดไล่น้ำยาให้ออกจากระบบจนปรากฏว่าน้ำยาที่ออกมาไม่มีคลอรีนเหลืออยู่ไม่ถึง 0.2 PPM. จึงหยุดได้และถือว่างานทำลายเชื้อในระบบได้เสร็จสิ้นแล้ว

2) ถังเก็บน้ำประปาทุกถังจะต้องทำการฆ่าเชื้อโรคด้วยสารละลายคลอรีน โดยใช้ความเข้มข้น (Concentration) 100 ส่วนในล้านส่วน (100 PPM.) แล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จนเหลือ Free Residual Chlorine 0.3 PPM. แล้วล้างด้วยน้ำจนได้ความเข้มข้นตามต้องการ

5.5 การป้องกันการผุกร่อน

วัสดุที่เป็นโลหะที่นำมาใช้ในโครงการนี้ทุกชนิด จะต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมและการผุกร่อนที่เหมาะสมแล้วทั้งสิ้น เช่น การพ่นอบสีจากโรงงาน การทำความสะอาดผิวโลหะและทาสีกันสนิม หรือการชุบสังกะสีตามความเหมาะสมหรือตามที่ระบุไว้ หากใช้สีกันสนิมจะต้องเป็นชนิด Red Iron Oxide และในกรณีที่มีการเชื่อมเนื่องจากมีการเชื่อม การตัด การเจาะ การขัดหรือการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Chromate Primer ก่อนลงสีทับหน้าด้วยสีน้ำมันชนิด Alkyd Resin Gloss Enamel ด้วยสีหรือรหัสสีที่ต้องการ โดยจะต้องส่งรายละเอียดสีที่ต้องการใช้ดังกล่าวให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการทาสี

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสาขาภิบาลและดับเพลิง	Page 5-8/10

5.6 การขุดกลบร่องที่วางท่อ (EXCAVATION & BACKFILLING)

5.6.1 ร่อง Trench ที่วางท่อต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 ม. และต้องมีขนาดเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางท่อบวกความกว้าง 0.60 ม.

5.6.2 ให้ทำการขุดรากต้นไม้ เศษไม้ เศษขยะออกให้หมดก่อนทำการวางท่อ

5.6.3 วัสดุต่างๆ ที่ขุดขึ้นมาต้องขนไปทิ้งนอกหน่วยงาน และ/หรือตามแต่ที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนด

5.6.4 จัดให้มีการป้องกันไม่ให้ดินที่ขุดพังทลาย โดยการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมมาป้องกันดินทลาย เพื่อความปลอดภัยและให้ปิดร่องไว้ถ้ายังไม่กลบร่อง

5.6.5 ให้ระบายน้ำในร่องให้แห้ง โดยใช้เครื่องสูบน้ำที่ผู้รับจ้างจัดหาเอง เพื่อระบายน้ำไปยังจุดระบายที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้

5.6.6 ในการวางท่อประปาและท่อระบายน้ำทั้งในหลุมเดียวกัน ให้วางท่อประปาเหนือท่อน้ำทั้งอย่างน้อย 0.30 ม. ถ้าเป็นไปได้ให้วางท่อประปาและท่อระบายน้ำทั้งคนละร่องห่างกันไม่น้อยกว่า 2 เมตร

5.6.7 ท่อที่ฝังดินจะต้องรองรับด้วยทรายบดอัดหรือหินหนาไม่น้อยกว่า 0.20 ม.

5.6.8 การกลบ (Backfilling) ท่อที่ฝังให้กลบด้วยทรายสะอาดเหนือท่อฝังและบดอัดให้แน่นทุกๆ ช่วงความสูง 0.30 ม. และเหลือไว้ 0.20 ม. จากผิวบนเพื่อที่จะบดแต่งผิวบนด้วยวัสดุตามที่สถาปนิกระบุ

5.7 ตารางแสดงรหัสสี และสัญลักษณ์

5.7.1 โดยการทาสีท่อให้ทาตลอดทั้งท่อเฉพาะท่อที่เดินลอย (ยกเว้นท่อที่เดินฝังในคอนกรีตหรือเดินในฝ้าเพดานไม่ต้องทาสีชั้นสุดท้าย) การทาสีท่อเหล็กอาบสังกะสีให้ทาสีประเภท Wash Primer ก่อนทุกครั้ง และสำหรับท่อเหล็กหล่อให้ทาสีประเภทบิพูเมน โดยขนาดของตัวหนังสือและลูกศรให้ใช้ขนาดดังนี้

5.7.2 ขนาดแถวรหัสสีและตัวอักษรกำหนดดังนี้

ขนาดท่อ (Dia.) หรือท่อรวมฉนวน	ความกว้างของแถบรหัสสี	ขนาดตัวอักษร
20 มม.(3/4") – 32 มม. (1 1/4")	150 มม. (8")	15 มม. (1/2")
40 มม.(1 1/2") – 65 มม. (2 1/2")	150 มม. (8")	25 มม. (1")
80 มม.(3") – 150 มม. (6")	250 มม. (10")	40 มม. (1 1/2")
200 มม.(8") – 250 มม. (10")	300 มม. (12")	65 มม. (2 1/2")
300 มม.(12") – มากกว่า	500 มม. (20")	90 มม. (3 1/2")

5.7.3 ระยะของแถวรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทางให้ใช้กับทั้งท่อที่ปรากฏและไม่ปรากฏแก่สายตาทั่วไปโดยกำหนดเป็นดังนี้

- ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร ของท่อในแนวตรง
- ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
- เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือมีท่อแยก
- เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 5-9/10

- บริเวณช่องเปิดบริการ

กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางดังต่อไปนี้

ชนิดของท่อ	อักษรสัญลักษณ์	รหัสสี	ตัวหนังสือและหรือลูกศร
ท่อน้ำประปา	CW	ฟ้า	ขาว
ท่อน้ำดื่ม	S	ดำ	ขาว
ท่อน้ำทิ้ง	W	น้ำตาล	ขาว
ท่อระบายอากาศ	V	ขาว	ขาว
ท่อน้ำฝน	RL	เขียว	ขาว

หมายเหตุ ท่อที่ปรากฏแก่สายตาทั่วไปถ้ามีการระบุให้ใช้สีทึบหน้าที่แตกต่างจากรหัสสี จากที่ทาสีทึบหน้าเสร็จท่อนั้นจะต้องคาดทับด้วยแถบรหัสสีของท่อนั้นพร้อมกับรายละเอียดอื่น ๆ ตามข้อกำหนดในข้อ 5.7.3 ด้วย

5.8 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไป การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

5.8.1 ท่อประปาภายในอาคาร

- Polypropylene Random Copolymer Pipe (PP-R) : Fusiotherm, Wefatherm, Georg Fischer, Thai PP-R, Slym หรือเทียบเท่า

5.8.2 ท่อประปายนอกอาคาร

- Polybutylene (PB) : PBP, Georg Fischer หรือเทียบเท่า
- High Density Polyethylene Pipe (HDPE) : TAP, TPP, PBP, TGG หรือเทียบเท่า

5.8.3 ท่อน้ำร้อน

- Polypropylene Random Copolymer Pipe (PP-R) : Fusiotherm, Wefatherm, Georg Fischer, Thai PP-R, Slym หรือเทียบเท่า
- Copper Pipe : Kembla, Valor, Cambridge หรือเทียบเท่า

5.8.4 ท่อน้ำดื่ม

- Polypropylene Random Copolymer Pipe (PP-R) : Fusiotherm, Wefatherm, Thai PP-R, PBP, Georg Fischer, หรือเทียบเท่า
- Stainless Steel ASTM A-312 : Thai - German Products หรือเทียบเท่า

5.8.5 ท่อสวม ท่อน้ำทิ้ง และท่ออากาศ

- Polyvinyl Chloride Pipe (PVC) : ตราช้าง, Thai Pipe, Siam Pipe, Paiboon Pipe, หรือเทียบเท่า

5.8.6 ท่อน้ำฝนภายในอาคาร

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 5-10/10

- Polyvinyl Chloride Pipe (PVC) : ตราช้าง, Thai Pipe, Siam Pipe, Paiboon Pipe, หรือเทียบเท่า
- 5.8.7 ท่อระบายน้ำจากห้องแล็บปฏิบัติการเคมี
 - พีพี (PP) BS. 4991-1974 : พีบีไพพ์ (PBP), SIAM PIPE, SUPER TUBE, REHAU, XYLENTE
- 5.8.8 ท่อระบายน้ำฝนภายนอกอาคาร
 - High Density Polyethylene Pipe (HDPE) : TAP, TPP, PBP, TGG หรือเทียบเท่า
 - Reinforce Concrete Pipe TIS.128-2549 : CCP, MCON, CCM, LOCAL หรือเทียบเท่า
- 5.8.9 ROOF DRAIN, FLOOR DRAIN, FLOOR CLEAN OUT, CLEAN OUT
 - KNACK, TCP หรือเทียบเท่า
- 5.8.10 ฝาบ่อพักน้ำเสีย
 - CAST IRON : KNACK, SKC หรือเทียบเท่า
- 5.8.11 ท่อดับเพลิงภายในอาคาร
 - Black Steel Pipe : Samchai Steel ,Pacific Pipe, Saha Thai หรือเทียบเท่า
 - Galvanized Steel Pipe : Samchai Steel ,Pacific Pipe, Saha Thai หรือเทียบเท่า
- 5.8.12 ท่อดับเพลิงภายนอกอาคาร
 - High Density Polyethylene Pipe (HDPE) : TAP, TPP, PBP, TGG หรือเทียบเท่า
 - Black Steel Pipe : Samchai Steel ,Pacific Pipe, Saha Thai หรือเทียบเท่า
 - Galvanized Steel Pipe : Samchai Steel ,Pacific Pipe, Saha Thai หรือเทียบเท่า
- 5.8.13 ท่อน้ำหมุนเวียนสระว่ายน้ำ น้ำพุ น้ำล้น น้ำตก
 - High Density Polyethylene Pipe (HDPE) : TAP, TPP, PBP, TGG หรือเทียบเท่า
- 5.8.14 ท่อระบายน้ำใต้ดิน, แผ่นใยสังเคราะห์ (GEOTEXTILE)
 - NEODRAIN หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียม เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเชื่อมต่อท่อ PP-R ให้กับโครงการไว้ 1 ชุด เพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงภายหลังได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 6-1/7

6. วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ VALVES & ACCESSORIES

6.1 ข้อกำหนดทั่วไป

6.1.1 วาล์วทุกชนิด (ยกเว้น Flow Control or Pressure Control Valve) สเทิร์นเนอร์ และข้อต่ออ่อน ต้องมีขนาดเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่

6.1.2 โดยทั่วไปวาล์วที่ติดตั้งบนท่อน้ำในแนวนอน (Horizontal Pipe) ต้องให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวตั้งวันแต่จะมีสาเหตุจำเป็นหรืออุปสรรคในการติดตั้ง หรือใช้งาน จึงอนุญาตให้ก้านวาล์วติดตั้งอยู่ในแนวเอียงได้

6.1.3 วาล์วที่เปิด-ปิดขณะใช้งานบ่อยหรือใช้เปิด-ปิดในกรณีฉุกเฉิน หากสามารถทำได้ ต้องติดตั้งให้ตัววาล์วไม่สูงกว่า 1.80 เมตรจากพื้น

6.1.4 วาล์วขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และใหญ่กว่า ที่จำเป็นต้องติดตั้งอยู่สูงเกิน 2.50 เมตร จากพื้นและต้องใช้เปิด-ปิดขณะใช้งานบ่อยต้องติดตั้ง Chain Wheel และโซ่ ทำด้วยเหล็กไม่เป็นสนิมห้อยลงมาสูงจากพื้นประมาณ 1.00 เมตร

6.1.5 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำทั้งหมดของงานระบบต่าง ๆ ถ้าไม่ได้ระบุไว้ในแบบจะต้องสามารถทนความดันใช้งานได้ตามข้อกำหนด ดังนี้

- 1) สำหรับระบบประปาและระบบรดน้ำต้นไม้ จะต้องทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Class 150
- 2) สำหรับระบบระบายน้ำ ระบบน้ำทิ้งและระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Class 125

6.1.6 ผู้รับจ้างจะต้องใส่วาล์วเปิด-ปิดตามที่แสดงไว้ในแบบและตามตำแหน่งดังต่อไปนี้ ซึ่งอาจไม่แสดงในแบบ

- 1) ณ จุดที่ท่อแยกออกจาก Risers และ Main Branches ออกจากท่อ Supply หรือ Return Main
- 2) ท่อน้ำเข้า และออกของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง เพื่อให้สามารถถอดย้ายเครื่องทำการซ่อมแซมได้ โดยไม่กระทบกระเทือนส่วนอื่น ๆ ที่เหลือของระบบ

- 3) ข้อต่อเครื่องจักรที่ซึ่งผู้ผลิตระบุไว้ว่าวาล์วจะต้องจัดหา "By Customer"
- 4) จุดสูง และจุดต่ำในแต่ละวงจรที่ซึ่งจะติดตั้งวาล์วน้ำทิ้ง หรือ Automatic Air Vent พร้อมวาล์วเปิด-ปิด

วาล์วทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้แกนหมุนอยู่ในแนวระนาบ หรือตำแหน่งตั้งฉากกับท่อในแนวตั้ง

6.1.7 วาล์วแต่ละประเภทที่ใช้ต้องเป็นยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งเท่านั้นตามรายชื่อผู้ผลิตซึ่งได้ระบุไว้ในรายชื่อผลิตภัณฑ์ฯ วาล์วต้องมี Structure and working pressure ถูกต้อง ได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

6.2 วาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ

6.2.1 Check Valve

- 1) สำหรับระบบประปา

- Check Valve สำหรับติดตั้งด้านจ่ายของเครื่องสูบน้ำที่สูบน้ำขึ้นถึงเก็บน้ำขึ้นดาดฟ้าให้ใช้ Pump Control Valve เพื่อไปควบคุมปั๊มไม่ให้เกิดแรงกระแทกขณะเปิด-ปิดปั๊ม โดยเมื่อสวิทช์สตาร์ทปั๊ม ปั๊มกับวาล์วจะเปิดพร้อมกัน โดยที่วาล์วจะค่อย ๆ เปิดเพื่อค่อย ๆ เพิ่ม Head ในระบบไม่ให้เกิดแรงกระแทก และปิดสวิทช์เพื่อหยุดปั๊ม วาล์วจะค่อย ๆ ปิดเพื่อลด Head ในขณะที่ปั๊มยังทำงานอยู่ เมื่อวาล์วปิดสนิทแล้ว Limit Switch ที่วาล์วจะสั่งให้ปั๊มหยุดที่วาล์วจะมี 3 ways Solenoid Valve, 220 VAC, 50 Hz คอยควบคุมการทำงานของวาล์ว, Booster Pump Control Valve ประกอบด้วย Main Valve, Check Valve, 3 way Solenoid Valve, Limit Switch, Strainer และ Isolation Valve, Main Valve เป็นแบบ Hydraulically Operated,

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 6-2/7

Pilot Controlled, Globe Pattern, Single Chamber, Vertical Stem Mount, Top and Bottom Guide, Have Stem Cap วัสดุ Main Valve ทำด้วย Ductile Iron ASTM A536 and Blue Fusion Bonded Epoxy Coating Inside and Outside, Seat Ring ทำด้วย AISI 316 Stainless Steel, Stem ทำด้วย AISI 316 Stainless Steel, Spring ทำด้วย 316 Stainless Steel, Diaphragm ทำด้วย EPDM, Resilient Disc ทำด้วย EPDM, Fasteners ทำด้วย AISI 18-8 Stainless Steel, ขนาดตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าต่อแบบเกลียว ส่วนขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) และใหญ่กว่าต่อแบบหน้าแปลนมาตรฐาน ANSI

- Check Valve สำหรับติดตั้งทางด้านจ่ายของเครื่องสูบน้ำเพิ่มความดัน (Pressure Booster Pump) ให้ใช้แบบ Spring Loaded Silent Check Valve เหมือนกับระบบน้ำพุและน้ำล้น

2) สำหรับระบบน้ำพุและน้ำล้นของบ่อตกแต่งและบ่อบัว

Check Valve สำหรับติดตั้งด้านจ่ายของเครื่องสูบน้ำให้ใช้แบบ Spring Loaded Silent Check Valve ขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze หรือ Brass มี Disc ทำด้วย Bronze, Brass หรือ Cast Iron และมี Spring ทำด้วย Stainless Steel วาล์วขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าทำด้วย Cast-Iron หรือ Steel เป็นแบบ Wafer หรือ Flanged Ends มี Seat ทำด้วย Buna-N หรือ EPDM Disc และ Stem ทำด้วย Bronze หรือ Stainless Steel

3) สำหรับระบบระบายน้ำ ระบบน้ำทิ้ง ระบบน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย

Check Valve เป็นแบบ Swing วาล์วทำด้วย Cast-Iron ที่ออกแบบมาใช้สำหรับระบบ ระบายน้ำ ระบบน้ำทิ้ง ระบบน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียเท่านั้น ถ้าสามารถหลีกเลี่ยงได้ ให้ติดตั้ง Check Valve อยู่ในแนวระดับเสมอ

6.2.2 Gate Valve

1) สำหรับระบบประปา

วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze หรือ Brass แบบ Screw Ends, Non Rising Stem สำหรับวาล์วขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัววาล์วทำด้วย Cast Iron เป็นแบบ Bolted Bonnet, Bronze Trimmed, Outside Screw and Yoke, Rising Stem, Solid Wedge, Flanged Ends

2) สำหรับระบบระบายน้ำ ระบบน้ำทิ้ง ระบบน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย

วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze หรือ Brass แบบ Screw Ends, Non Rising Stem สำหรับวาล์วขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และใหญ่กว่าตัววาล์วทำด้วย Cast Iron เป็นแบบ Bolted Bonnet, Bronze Trimmed, Outside Screw and Yoke, Rising Stem, Solid Wedge, Flanged Ends

6.2.3 Butterfly Valve

1) สำหรับระบบประปา และระบบรดน้ำต้นไม้

ใช้กับท่อขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า หรือตามที่กำหนดในแบบ ตัววาล์ว (Body) เป็นแบบ Full Lug Type ทำด้วย Cast Iron หรือ Aluminium DIE-CASTING มี Alignment Holes สำหรับการยึดหน้าแปลน, Seat ทำด้วย EPDM, BUNA-N, หรือ Rubber อื่นๆ DISC ทำด้วย Stainless Steel, Shaft ทำด้วย Stainless Steel ออกแบบเป็นชิ้นเดียว วาล์วขนาดตั้งแต่ 200 มม. (8 นิ้ว) ให้ใช้เป็นชนิด Hand Wheel Gear Operated วัสดุของตัววาล์ว Shaft และ Seat ให้เป็นรุ่นที่ได้รับการรับรองจาก UL หรือ FM

6.2.4 Globe Valve

1) สำหรับระบบประปา

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 6-3/7

วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze หรือ Brass แบบ Screw Ends, Non-Rising Stem ปลายเป็นแบบขันเกลียว ลักษณะเกลียวเป็นชนิดมาตรฐาน Renewable Disc, Bonnet แบบมีเกลียว

6.2.5 Ball Valve

- 1) สำหรับระบบประปา และระบบรดน้ำต้นไม้

วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 80 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze หรือ Brass หรือ Steel Iron แบบ Screw Ends หรือ Flange ends

- 2) สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย

วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย PVC หล่อสำเร็จรูปเป็นชิ้นเดียวกัน มี EPDM "O" Ring Seals และ Screw Ends, Seat เป็น PTFE

6.2.6 Water Strainer

- 1) สำหรับระบบประปา

สเทรเนอร์ใช้สำหรับต่อต้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำ และที่อื่น ๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบตัวสเทรเนอร์เป็นแบบ Y-Pattern แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย Stainless Steel สามารถถอดออกล้างได้ โดยไม่ต้องถอดสเทรเนอร์ทั้งตัวออกจากระบบท่อน้ำ

2) ขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัวเรือนทำด้วย Bronze หรือ Brass แบบ Screw Ends รูตะแกรงไม่โตกว่า 1.6 มิลลิเมตร

3) แผ่นตะแกรงดักขยะเป็นแผ่นตะแกรงประมาณ 50 รู/ตารางนิ้ว สำหรับขนาด 4 นิ้ว – 6 นิ้ว หรือตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมีการทดสอบคำนวณค่าความดันตกคร่อมไว้เหมาะสมต่อการใช้งานทั่วไปแล้ว ส่วน Disk Filter สำหรับระบบกรองน้ำจากแม่น้ำให้เป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ

6.2.7 Automatic Air Vent

- 1) สำหรับระบบประปา

เป็นแบบ Direct Acting Float Type ขนาดของท่อต่อเข้า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือตามที่กำหนดในแบบ Casing ทำด้วย Cast Iron ลูกกลอยและส่วนประกอบภายในทำด้วย Stainless Steel

2) การติดตั้งให้ใส่ Gate Valve หรือ Ball Valve ไว้ก่อนถึง Automatic Air Vent และให้ต่อท่อระบายน้ำจาก Automatic Air Vent ไปยังที่ระบายน้ำ Floor Drain, Roof Drain หรือ Gutter ที่เหมาะสมและอยู่ใกล้ที่สุด

6.2.8 Flexible Pipe Connection

- 1) สำหรับระบบประปา ระบบรดน้ำต้นไม้ ระบบระบายน้ำ ระบบน้ำทิ้ง และระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อต่ออ่อน สำหรับต่อต้านน้ำเข้า - ออกจากเครื่องสูบน้ำ และเครื่องทำน้ำเย็น และอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ เป็นแบบ Reinforced Neoprene Rubber (Bellow Type Double Sphere)

ยกเว้นข้อต่ออ่อนที่ใช้ต่อระหว่างท่อน้ำทิ้ง ท่อระบายน้ำกับบ่อพัก หรือถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ซึ่งต้องใช้ข้อต่ออ่อนที่ผลิตขึ้นมาเฉพาะแบบ Reinforce Rubber และรัดให้แน่นด้วย Stainless Steel Clamp ที่ปลายทั้ง 2 ด้านที่ต่อกับท่อ

2) ขนาดข้อต่ออ่อนตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า ต่อแบบเกลียว ส่วนขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าต่อแบบหน้าแปลน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสาขาภิบาลและดับเพลิง	Page 6-4/7

3) การติดตั้งแบบต่อด้วยหน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยืดตัวของข้อต่ออ่อนมากเกินไปจนกำหนด

6.2.9 Float Valve

1) สำหรับระบบประปา

เป็นแบบ Non-Modulating Controlled ใช้สำหรับควบคุมระดับน้ำในถังเก็บน้ำ ชุดลูกลอยควบคุมระดับน้ำได้ 2 ระดับ (Two Level Remote Float Control) คือระดับปิดไม่ให้น้ำเข้าและเปิดให้น้ำเข้าถึงเก็บน้ำ ประกอบด้วย Main Valve และ Non-Modulating Float Control, ส่วนของ Non-Modulating Float Control ประกอบด้วยลูกลอยซึ่งทำด้วย Copper, Counter Weight และ Vertical Rod ส่วนของ Main Valve เป็นแบบ Hydraulically Operated, Pilot Controlled, Globe Pattern, Single Chamber, Vertical Stem Mount, Top and Bottom Guide, Have Stem Cap วัสดุ Main Valve ทำด้วย Ductile Iron ASTM A536 and Blue Fusion Bonded Epoxy Coating Inside and Outside, Seat Ring ทำด้วย AISI 316 Stainless Steel, Stem ทำด้วย EPDM, Resilient Disc ทำด้วย EPDM, Fasteners ทำด้วย AISI 18-8 Stainless Steel, ขนาดตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าต่อแบบเกลียวส่วนขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) และใหญ่กว่า ต่อแบบหน้าแปลนมาตรฐาน ANSI

6.2.10 การรับประกัน

อุปกรณ์ทุกชนิด (มาตรวัดน้ำ, อุปกรณ์ส่งสัญญาณ, อุปกรณ์อ่านสัญญาณ และเครื่องคอมพิวเตอร์) จะต้องรับประกันคุณภาพสินค้าและการใช้งาน ไม่น้อยกว่า 2 ปี

1) Pressure Gauge

ก. สำหรับระบบประปา

เป็นแบบ Bourdon Tube, Bronze or Stainless Steel Movement สำหรับวัดความดันเข้าออกของเครื่องและอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ ตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทมกลมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลหน้าปัทมอยู่ในช่วง 150 % ถึง 200 % ของความดันที่ใช้งานปกติ Accuracy With-In 1% ของสเกลบนหน้าปัทม สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็น PSIG หรือ kPa หรือมิลลิเมตรปรอท หรือนิ้วปรอท สำหรับวัดความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ

ข. เกจวัดความดันแต่ละชุดจะต้องมี Shut Off Needle Valve ทำด้วย Brass และ Snubber

ค. เกจวัดความดันที่ทางด้านท่อดูด (Suction Side) อาจเป็น Compound Gauge หากเครื่องสูบน้ำอยู่สูงกว่าถังเก็บน้ำ ตำแหน่งที่จะต้องติดตั้งเกจวัดความดันคือทางน้ำเข้าและน้ำออกของเครื่องสูบน้ำสำหรับระบบประปา ระบบน้ำพุและน้ำล้น ระบบกรองน้ำ ระบบจ่ายน้ำประปาผ่าน Pressure Reducing Valve รวมทั้งจุดอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบความดันน้ำในท่อ

ง. Pressure Guages จะต้องสำรองไว้เป็นอะไหล่สำหรับใช้ในงานบำรุงรักษาจำนวน 10 ชุด

6.2.11 Hose Bibb

เป็นวาล์วเปิด-ปิดน้ำ ให้ใช้เป็น Ball Valve Casing ทำด้วย Nickel Plated Brass

6.2.12 Floor Drain

สำหรับระบบระบายน้ำ ระบบน้ำทิ้งและระบบบำบัดน้ำเสีย

ตัวเรือนทำด้วย Cast Iron มีปีกโดยรอบเพื่อป้องกันน้ำรั่วจากพื้น ตัวตะแกรงปิดทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมียม สามารถเปิดทำความสะอาดได้ง่าย ส่วนภายในมีตะแกรงดักผงและจะต้องติดตั้งให้เรียบร้อยได้ตำแหน่งและระดับถูกต้องก่อนการเทคอนกรีตของพื้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 6-5/7

6.2.13 Roof Drain

สำหรับระบบระบายน้ำ

ตัวเรือนทำด้วย Cast Iron มีปีกโดยรอบป้องกันน้ำรั่วจากพื้น มีช่องระบายน้ำฝนทำด้วย Cast Iron และจะต้องทำการติดตั้งให้เรียบร้อยได้ตำแหน่งและระดับถูกต้องก่อนการเทคอนกรีต

6.2.14 Floor Cleanout

สำหรับระบบระบายน้ำ ระบบน้ำทิ้งและระบบบำบัดน้ำเสีย

ตัวเรือนทำด้วย Cast Iron มีปีกโดยรอบป้องกันน้ำรั่วจากพื้น มีฝาปิดทึบแบบเกลียวทำด้วยทองเหลืองขัดมันหรือทองเหลืองชุบโครเมียม ฝาปิดสำหรับช่องทำความสะอาดท่อจะต้องมี 2 รูต้น ๆ แบบไม่ทะลุหรือแบบสลิเลี่ยมหมุนไว้สำหรับใช้ในการใช้เครื่องมือเปิด-ปิดฝาหรือขัน สกรูได้

6.2.15 Trap Primer Valve

ก. ความต้องการทั่วไป

- Trap Primer Valve เป็นอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่ใช้สำหรับเติมน้ำให้กับ Floor Drain Trap โดยอัตโนมัติ เพื่อรักษาระดับน้ำใน Floor Drain Trap ให้เต็มอยู่ตลอดเวลา เพื่อประสิทธิภาพในการดักกลิ่นจากระบบท่อระบายน้ำ

- ให้ติดตั้งอุปกรณ์เติมน้ำในแทรปอัตโนมัติ (Trap Primer Valve) พร้อมอุปกรณ์ในระบบท่อทุกแห่งตามที่กำหนดในแบบ หรือในบริเวณที่มีกลิ่นรบกวนจาก Floor Drain

- Trap Primer Valve ให้ติดตั้งกับท่อน้ำประปาในบริเวณใกล้เคียง เป็นชนิดที่ทำงานโดยแผ่นไดอะแฟรมที่อยู่ภายในอุปกรณ์ ทำหน้าที่เปิด-ปิด ช่องจ่ายน้ำเพื่อปล่อยน้ำออกสำหรับจ่ายน้ำเพื่อเติมให้กับ Floor Drain Trap ไปตามท่อที่ติดตั้งไว้ การจ่ายน้ำต้องเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติทุกครั้งที่ความดันในระบบท่อน้ำประปาที่ท่อต่ออยู่มีการเปลี่ยนแปลงความดันเนื่องจากการใช้งานน้ำประปาในเส้นท่อตั้งแต่ 10 ปอนด์/ตร.นิ้ว ขึ้นไป

- Trap Primer Valve ต้องผลิตตามมาตรฐาน ASSE 1018 (Trap Seal primer valves-Potable water supplied)

ข. รายละเอียดอุปกรณ์

1) Trap Primer Valve

- Body ทำด้วย PVC M-1000 Type 1 (Poly Vinyl Chloride) หรือ Bronze
- Check Valve Ball ทำด้วย 316 Stainless Steel
- Internal Strainer ทำด้วย Stainless Steel Wire, 40 Mesh
- Operating Pressure อยู่ระหว่าง 20-80 ปอนด์ / ตร.นิ้ว
- Activated Pressure ตั้งแต่ 10 ปอนด์ / ตร.นิ้ว ขึ้นไป

2) Distribution Unit

- Body ทำด้วย PVC พร้อมฝาปิดพร้อมเกลียวข้อต่อขนาด 1/2 นิ้ว
- Discharge Fitting จำนวน 4 จุดต่อด้วยเกลียวขนาด 3/8 นิ้ว

6.2.16 Rain Gun

- หัวฉีดน้ำสำหรับการรดน้ำปริมาณมากครอบคลุมพื้นที่บริเวณสนามฟุตบอล แรงดันไม่น้อยกว่า 5 Bar ขนาดหัวฉีด (Nozzle) 20 มม. รัศมีการฉีดกระจายน้ำอยู่ระหว่าง 30 - 45 เมตร อัตราการไหล 33 ลบ.ม.ต่อ ชม.จำนวน 1 ชุด สำหรับต่อเข้ากับวาล์วสุมเร็วในการรดน้ำสนามฟุตบอล

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 6-6/7

- Body & Arm cast aluminum and spring absorbs excess shock from the arm which allows for a much smoother arm stroke and the removal of excess.

6.2.17 วาล์วสวมเร็วสำหรับสปริงเกลอร์ ทำด้วยวัสดุทองเหลืองขนาด 2 นิ้ว จำนวน 6 ชุด ตามตำแหน่งระบุไว้ในแบบ

6.3 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไป การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

6.3.1	Gate Valve, Globe Valve, Ball Valve	: Kitz, Crane, Toyo, Kennedy, Crane, Tozen, Achema Valor, Hattersley หรือเทียบเท่า
6.3.2	Check Valve (Non-Slam)	: Bermad, Muesco, Clayton, Crane, Tozen, Valmatic, Metraflex, Achema, OCV หรือเทียบเท่า
6.3.3	Check Valve (Silent Type)	: Amri, Duo-check, Val-Matic, Crane, Kennedy Nibco, Kitz, Toyo, Metraflex, Valor, Hattersley หรือเทียบเท่า
6.3.4	Check Valve (Swing Type)	: Watts, Siam Cast Iron Works, Kitz, Toyo, Crane, Valor, Hattersley หรือเทียบเท่า
6.3.5	Strainer	: Toyo, Metraflex, Kitz, Watts., Tozen, Crane, Mueller, Achema, Valor, Hattersley หรือเทียบเท่า
6.3.6	Pressure Reducing Valve &	: Bermad, Muesco, Watts, OCV, Wilkins, Claval Pressure Relief Valve หรือเทียบเท่า
6.3.7	Butterfly Valve	: Kitz, Tomoe, Toyo, Kennedy, BV, EBRO, Crane, Achema, Valor, Hattersley หรือเทียบเท่า
6.3.8	Float Valve	: Bermad, Singer, Muesco, Watts, Claval, OCV, Valor หรือเทียบเท่า
6.3.9	Flexible Connection	: Tozen, Mason, Mazterflex, Metraflex หรือเทียบเท่า
6.3.10	Foot Valve	: Socla, Val-Matic, Kitzl, Crispin หรือเทียบเท่า
6.3.11	Pressure Gauge & Thermometer	: Terice, Weksler, Toumo, Weiss, WGTC, Winters หรือเทียบเท่า
6.3.12	Floor drain, Roof drain, Floor Cleanout	: Knack, Wenco, TCP หรือเทียบเท่า
6.3.13	Automatic Air Vent	: Metraflex, Armstrong, Val-Matic., B & G, Crispin หรือเทียบเท่า
6.3.14	Motor for Fan & Pump	: Brook, U.S. Motor, Siemens, ABB, ELECTRIM หรือเทียบเท่า
6.3.15	Vibration Isolator	: Mason, Tozen, Vibration Mounting USA. หรือเทียบเท่า
6.3.16	Float Switch	: Omron, National, Tsurumi., Flygt. หรือเทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 6-7/7

- 6.3.17 Fire Barrier System : 3M, GE, KBS, Metacaulk., Fire Pro, Hilti, Nelson, Abesco, BIO Fireshield หรือเทียบเท่า
- 6.3.18 Grooved Coupling : Victualic, SPT, Shurejoint หรือเทียบเท่า
- 6.3.19 Water Meter : Itron, Zenner, Hydrometer, Zenner, Hydrometer, Thai Aichi หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 7-1/3

7. อุปกรณ์แขวนและรองรับสำหรับท่อน้ำ HANGER AND SUPPORTS

7.1 วัตถุประสงค์

เพื่อให้การติดตั้งท่อน้ำต่างๆและท่อลมเป็นไปด้วยความเรียบร้อยสวยงามมั่นคงแข็งแรงจึงกำหนดให้เป็นมาตรฐานดังต่อไปนี้

7.1.1 การแขวนโยงท่อ และการยึดท่อ

ท่อที่เดินภายในอาคารและไม่ได้ฝังจะต้องแขวนโยงหรือยึดติดไว้กับโครงสร้างของอาคารอย่างมั่นคงแข็งแรง โยกคลอนแกว่งไกวไม่ได้การแขวนโยงท่อที่เดินตามแนวราบให้ใช้เหล็กรัดท่อตามขนาดของท่อรัดไว้ แล้วให้แขวนยึดติดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวราบขนาดกันเป็นแพ จะใช้สาแหรกแขวนรับไว้ทั้งหมด แทนใช้เหล็กรัดท่อแขวนแต่ละท่อก็ได้ที่แขวนท่อและสาแหรกดังกล่าวนั้นหากในแบบระบุไว้จะต้องมีชะแนะ (Turnbuckle) ประกอบให้ได้เสร็จเพื่อจัดท่อให้ได้ระดับเดียวกันได้ ในกรณีที่ไม้อาจใช้ชะแนะเกลียวได้ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากันมาใช้แทน ห้ามแขวนท่อด้วยโซ่ ลวด เชือก หรือสิ่งอื่นใดที่มีลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรง

1) ท่อที่ติดตั้งในแนวตั้งหรือแนวตั้ง (Vertical Run/Riser)

ก. ท่อเหล็กอบสังกะสีท่อทองแดงชนิดแข็งตรงหรือท่อเหล็กดำที่มีขนาดตั้งแต่ 3" ขึ้นไป ทุกๆ ระยะครึ่งหนึ่งของความยาวของท่อแต่ละท่อนจะต้องมีที่ยึดหรือแขวนหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่งหรือระยะตามที่ระบุในแบบใช้งานที่วิศวกรพิจารณาเห็นชอบแล้ว

ข. ท่อเหล็กอบสังกะสีท่อทองแดงชนิดแข็งตรงหรือท่อเหล็กดำที่มีขนาดตั้งแต่ 2 1/2" ลงมา ทุกๆ ระยะไม่มากกว่า 1.50 ม. จะต้องมีที่ยึดหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง

ค. ท่อ PVC ท่อ HDPE และท่อ PP หรือท่ออื่นๆ ที่อยู่ในประเภทเดียวกันทุกๆ ระยะ 1.20 ม. และทุก ๆ รอยต่อจะต้องมีที่ยึดหรือแขวนหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง

ง. ท่อเหล็กหล่อจะต้องมีที่ยึดหรือรองรับท่อทุกๆ ชั้นของอาคารหรือไม่น้อยกว่าทุกช่วงของความยาว ท่อแต่ละท่อและตรงฐานล่าง

2) ท่อที่วางไว้ในแนวราบหรือแนวระดับ (Horizontal Run)

ก. ท่อเหล็กอบสังกะสี ท่อทองแดงเส้นตรง หรือท่อเหล็กดำ จะต้องมียึด หรือแขวนหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่งตามระยะที่ระบุไว้ในตารางของข้อ 3

ข. ท่อ PVC ท่อ HDPE และท่อ PP หรือท่ออื่นๆ ที่อยู่ในประเภทเดียวกันทุกๆ ระยะตามที่ระบุไว้ในตารางของข้อ 3 และทุก ๆ รอยต่อจะต้องมีที่ยึดหรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง

ค. ท่อเหล็กหล่อที่ต่อกันด้วยปากแตร หรือปลอกเหล็กอัดด้วยแหวนยาง หรือเหล็กหล่อปลอกรัด จะต้องมียึดหรือแขวนหรือรองรับท่อทุกๆ ระยะข้อต่อและทุกๆ ระยะครึ่งท่อนของท่อ

3) ท่อน้ำทุกชนิดที่วางอยู่ในดิน จะต้องวางอยู่บนพื้นที่อัดแน่นตลอดแนวความยาวของท่อ และเมื่อกลบดินแล้วจะต้องอัดดินเป็นชั้นๆ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 7-2/3

4) ท่อโลหะที่วางอยู่ในดิน จะต้องทำด้วยฟลีนโค้ท 1 ชั้น ก่อนแล้วพ่นด้วยผ้าดิบ จากนั้นให้ทาทับด้วยฟลีนโค้ทอีก 1 ชั้นให้ทั่ว ทั้งนี้ให้รวมทั้งที่รองรับท่อด้วยหรือจะใช้ Epoxy CoalTar แทนก็ได้แต่จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตสินค้านั้นๆ

7.2 ข้อกำหนดทั่วไป

7.2.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมและแข็งแรงในการยึดท่อ น้ำ ท่อลม และอุปกรณ์ต่างๆ กับโครงสร้างอาคาร Insert, Anchor Bolt หรือ Expansion Bolt ที่นำมาใช้จะต้องผ่านการรับรองแล้วว่าสามารถรับน้ำหนักได้ตามต้องการและมี Safety Factor ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า

7.2.2 สำหรับที่แขวนและรองรับท่อ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเอกสารที่แสดงคุณสมบัติและตัวอย่างของที่แขวนและรองรับสำเร็จรูปแต่ละแบบจากบริษัทผู้ผลิต ส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติตรวจสอบเห็นชอบตามความต้องการที่จะนำไปใช้งานในจุดต่าง ๆ ของการก่อสร้าง

7.2.3 สำหรับที่แขวนและรองรับท่อและท่อลมที่ประกอบขึ้นเอง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม Shop Drawing ตลอดจนตัวอย่างของที่แขวนและรองรับ แต่ละชนิดและขนาดที่ประกอบขึ้นเอง ส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติตรวจสอบเห็นชอบตามความต้องการที่จะนำไปใช้งาน

7.2.4 สำหรับการติดตั้งที่แขวนและรองรับท่อ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing ที่แสดงถึงแนวและระยะรวมทั้งชนิดหรือแบบของที่แขวนและรองรับสำหรับท่อ น้ำขนาดต่าง ๆ ตลอดจนตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างของบริเวณที่มีการติดตั้งที่แขวนและรองรับว่าสามารถรับน้ำหนักของท่อ น้ำได้โดยไม่มีผลกระทบต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างนั้นๆ ส่งเพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง

7.3 ที่แขวนและรองรับน้ำหนักท่อ

ที่แขวน และที่รองรับท่อ ชนิด Pipe Rollers และประกับยึดท่อ (Clamps) ท่อ น้ำทุกท่อ ต้องมีการรองรับอย่างแข็งแรงท่อที่เดินตามแนวนอนให้ใช้ที่แขวนท่อแบบ Clevis หรือ Ring หรือ Split Ring ชนิดปรับได้ ยึดติดกับโครงสร้างอาคารด้วยก้านเหล็ก (Steel Rod) อย่างมั่นคง แต่อาจใช้ Trapeze hanger แทนได้ในกรณีที่ท่อเดินขนานกันหลายท่อท่อที่เดินไถ่ระดับพื้นให้ใช้ Pipe Stanchions ที่มี Base Flanges และ Top Yokes ที่สามารถปรับระดับได้ หรือจะใช้ Roller Supports ตั้งบนฐานคอนกรีต หรือแบบอื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ท่อที่เดินไถ่กำแพงให้ใช้ท้าวแขวนเหล็กกล้า (Steel Bracket) ที่มีขนาดเหมาะสมรองรับ ท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1 1/2 นิ้ว หรือเล็กกว่าอาจใช้ประกับยึดท่อเพียงอันเดียว การแขวนหรือรองรับท่อต้องไม่เกินระยะ 0.50 เมตร จากอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมาก เช่น ข้อต่อ หรือวาล์วสำหรับบริเวณท่อแยกทั้งต้นท่อ และปลายท่อต้องยึดห่างไม่เกิน 0.9 เมตร ส่วนบริเวณที่หักเลี้ยวต้องไม่มากกว่า 0.50 เมตร จากที่แขวนหรือรองรับท่ออย่างน้อย 1 จุด และระยะห่างระหว่างที่แขวนและรองรับท่อจะต้องไม่ห่างเกินที่กำหนดในตารางต่อไปนี้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 7-3/3

ขนาดท่อ (Nominal Size) มิลลิเมตร (นิ้ว)	ระยะห่างสูงสุดของช่วงท่อสำหรับท่อ เหล็กดำและท่อเหล็กอาบสังกะสี เมตร (m.)	ระยะห่างสูงสุดของช่วงท่อสำหรับ พีวีซี เมตร (m.)
25 มม.(1") และเล็กกว่า	2.0	1.2
32 มม. (1 1/4") จนถึง 50 มม. (2")	2.5	1.5
65 มม. (2 1/2") จนถึง 100 มม. (4")	3.0	2.0
125 มม. (5") และใหญ่กว่า	3.5	3.0

7.3.1 ที่แขวน หรือรองรับท่อแต่ละอันต้องสามารถปรับระยะในแนวดิ่งไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว และจะต้องทำการป้องกันสนิมด้วยสีกันสนิมประเภท Red Iron Oxide หรือ Zinc Chromate สำหรับบริเวณภายนอกอาคารหรือที่ที่มีความชื้นสูง เช่น ในห้องเครื่องต่างๆ เป็นต้น บริเวณที่ปรากฏแก่สายตาจะต้องทาทับด้วยสีน้ำมันสีเทาอีก 2 ชั้น ก่อนใช้แขวนหรือรองรับท่อทุกครั้ง

7.3.2 การรองรับท่อตามแนวดิ่ง (Vertical Piping Supports) จะต้องทำที่รองรับเพิ่มเติมที่ฐานของบริเวณข้อโค้ง (Elbow) หรือท่อแยก (Tee) ด้วย Pipe Stand ในบริเวณที่มีท่อเดินในแนวดิ่งอยู่ใกล้กันหลายท่ออาจจะใช้ Guide ที่เหมาะสมร่วมกันได้ Guide และ Spacers จะต้องทำด้วยเหล็กโครงสร้างและตรึงยึดให้อยู่กับโครงสร้างอาคารอย่างมั่นคง

7.3.3 ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักท่อโดยเด็ดขาด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 8-1/5

8. ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment System)

8.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาแรงงาน เครื่องจักร วัสดุ-อุปกรณ์ และอื่นๆ ที่จำเป็นในการติดตั้งเครื่องจักร วัสดุ-อุปกรณ์และอื่นๆ รวมถึงตรวจสอบและทดสอบ ระบบบำบัดน้ำเสียและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียซึ่งเกิดจากการใช้น้ำของโครงการให้ได้คุณภาพของน้ำทิ้งตามมาตรฐาน หรือตามกฎหมายกำหนดก่อนระบายน้ำลงสู่แหล่งระบายน้ำสาธารณะ ตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ และจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักร วัสดุ - อุปกรณ์และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียตามที่ได้ระบุไว้ในแบบแปลนและ/หรือรายการละเอียดประกอบแบบแปลน

อนึ่ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสีย ดังกล่าวเพื่อส่งให้ผู้ว่าจ้างเก็บไว้เป็นเอกสารอ้างอิง

8.2 ความต้องการทั่วไป

- 1) ผลิตรหัสภายในแบบแปลนนั้นได้ออกแบบไว้เฉพาะดังนั้นหากจะมีการเปลี่ยนแปลงต้องแจ้งวิศวกรผู้ออกแบบ เพื่อพิจารณาให้เหมาะสมและสามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ
- 2) การเปลี่ยนแปลงแก้ไขงานโครงสร้างให้ติดต่อวิศวกรโครงสร้างผู้ออกแบบ
- 3) การแก้ไขความลึกขบ่อให้ปรึกษาวิศวกรผู้ออกแบบก่อนลงมือก่อสร้าง
- 4) ระดับน้ำในบ่อกรณีที่จะระดับท่อเข้าเปลี่ยนให้ยึดระดับท่อน้ำเข้าเป็น Reference ของระดับน้ำในบ่อ โดยใช้ fix ขนาดความกว้างและความลึกของน้ำตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- 5) ท่อน้ำเข้า-ออก จากบ่อ ต้องติดตั้งข้อต่อยืดหยุ่น (Flexible Connection) เพื่อป้องกันกรณีเกิดการทรุดตัวของดิน
- 6) เครื่องจักรและวัสดุ - อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตโดยบริษัทซึ่งเชื่อถือได้ และเคยใช้งานในระบบบำบัดน้ำเสียมาแล้วได้ผลดีซึ่งรายละเอียดของเครื่องจักรและวัสดุ - อุปกรณ์แต่ละชนิดจะแสดงไว้ในหัวข้ออื่น เครื่องจักรและวัสดุ - อุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมดจะต้องส่งตัวอย่างและ/หรือแบบแปลนเพื่อบ่งชี้ตำแหน่ง และ/หรือแคตตาล็อกรวมถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละชิ้นเพื่อขออนุมัติหรือเทียบเท่าจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนทำการก่อสร้างหรือติดตั้ง
- 7) การอนุมัติเป็นเพียงการอนุมัติในหลักการเท่านั้น โดยผู้รับจ้างจะไม่สามารถนำมาใช้เป็นข้ออ้างหรือช่วยให้ผู้รับจ้างพ้นจากความรับผิดชอบ หากเครื่องจักรหรือวัสดุ - อุปกรณ์นั้นไม่สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์หรือตามรายการละเอียดประกอบแบบแปลน
- 8) งานโลหะ ที่ไม่ใช่ Stainless Steel ทุกชนิดให้ทาด้วย Epoxy สำหรับโลหะอย่างน้อย 2 ครั้ง
- 9) ฝาบ่อ CI Cover เป็นฝาเหล็กหล่อชนิด Heavy Duty
- 10) ท่อระบบ Pump ใช้ท่อเหล็กหล่อ Extra Heavy ต่อแบบหน้างาน

8.3 มาตรฐานท่อและการต่อท่อ

8.3.1 ท่อพีวีซี (Polyvinyl Chloride Pipe) - PVC

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 8-2/5

1) ท่อที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย ใช้ท่อ PVC Class 13.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17-2532 (ยกเว้น ท่อระบบ pump)

2) การต่อท่อให้ใช้น้ำจานหรือข้อต่อตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลนข้อต่อให้ใช้ของบริษัทผู้ผลิตท่อในกรณีที่ต้องเข้ากับเครื่องจักร วัสดุ - อุปกรณ์ ให้ใช้น้ำจานที่มีขนาดและจำนวนรูที่เหมาะสมกับวัสดุ - อุปกรณ์ นั้นๆ

8.4 อุปกรณ์ประกอบ

8.4.1 ประตูน้ำแบบเกท (Gate Valve)

1) เป็นแบบ inside screw, non rising stem

2) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 150 psi

Body : Cast iron

Disc : Bronze

Seat : EPDM

8.4.2 ประตูน้ำปีกผีเสื้อ (Butterfly Valve)

1) ประตูน้ำแบบ butterfly ให้ใช้แบบ wafer ซึ่งวัสดุประกอบด้วย

Body : Ductile iron

Material of disc : Aluminium bronze

Quality of seat : EPDM

Type of actuator : Lockable level

2) ใช้แบบหน้าจานคู่ (Double Flanged) หรือแบบตัวบาง (Wafer) ก็ได้

8.4.3 ประตูกันน้ำไหลย้อนกลับ (Check Valve)

1) ทำด้วยเหล็กหล่อเหนียว แบบลิ้นกลับชนิดแกว่ง (Horizontal Swing Check Valve) เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 383-2524 ชั้นคุณภาพ A แบบหน้าจานชนิดตัวเรือนสั้น แหวนรองลิ้นในตัวเรือนชุดติดบานพับกันลิ้น และสลักบานพับต้องเป็นเหล็กไร้สนิมตามมาตรฐาน ATST 204

2) สามารถรับความดันในสภาพทำงานได้ไม่น้อยกว่า 125 psi

3) Check valve มีลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

Body material : Cast iron

Disc : Cast bronze

Seat ring : Cast bronze

Body gasket : Non asbestos fibers

4) ส่วนที่เป็นเหล็กหล่อ และเหล็กเหนียวทั้งภายในและภายนอกให้เคลือบด้วย Coal Tar Epoxy อย่างน้อย 2 ชั้น

8.4.4 ประตูน้ำแบบบอลล์ (Ball Valve)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 8-3/5

ตัวเรือนจะต้องทำด้วย Brass ตัวบอลซีลทำด้วย Brass Seat EDPM สามารถทนแรงดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่ด้านของประตุน้ำจะต้องมียูเนียน (Union) เพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุง

8.4.5 ข้อต่อยืดหยุ่น (Flexible Joint)

- 1) ทนแรงอัดระเบิดไม่ต่ำกว่า 55 KSC
- 2) แรงดันใช้งานสูงสุด 20 KSC
- 3) แรงดันงานปกติ 10 KSC
- 4) ต่อแบบ Flanged หรือ Screwed
- 5) เป็นชนิดเหล็กไร้สนิม ความยาวไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของขนาดท่อที่ต่อ

8.5 ที่ดักไขมัน (Grease or Oil Trap)

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ทุกจุดที่น้ำที่มีไขมันหรือน้ำมันปนมา เช่น ห้องอาหาร ห้องซ่อมเครื่องยนต์ ฯลฯ ซึ่งต้องติดตั้งที่ดักไขมันไว้ก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ไม่ว่าจะระบุไว้ในแบบแปลนหรือไม่ก็ตาม

8.6 เครื่องสูบน้ำ (Pump)

8.6.1 เครื่องสูบน้ำเสีย (Sewage Pump)

- 1) สำหรับกรณีที่ระดับท่อน้ำออกสูงกว่าระดับท่อน้ำเข้า
- 2) จำนวนและขนาดดูในตารางอุปกรณ์ (List of Equipment) ในแบบแปลน
- 3) แบบ Submersible Pump, Permanent Installation
- 4) สามารถสูบของแข็งผ่านได้ขนาดไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซนต์ ของ Discharge Bore Size หรือขนาดไม่ต่ำกว่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 76 มม.

5) Impeller เป็นแบบ Non Clog, Non Tangled, Serial Type การหมุนทำให้เกิดน้ำหมุน (Vortex)

6) ประกอบด้วยวัสดุต่อไปนี้

Casing	:	Cast iron
Impeller	:	Cast iron
Shaft	:	Stainless steel
Studs, nuts, screws	:	Stainless steel
O-ring	:	nitrile rubber

7) ถ้ามิได้กำหนดในแบบแปลนเป็นอย่างอื่น ให้ใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้ 380 V., 3 ϕ , 50 Hz., Insulation Class F พร้อมวัสดุ-อุปกรณ์ไฟฟ้าเตือนเมื่อมีน้ำรั่วซึมเข้ามา

8) สามารถควบคุมการทำงานได้ทั้ง Manual และ Auto โดยมี Float Switch หมุนเวียนการทำงานแบบ Parallel Alternating Operating Sequence

9) หูหัว ทำด้วยเหล็กอบสังกะสีหรือวัสดุทนการกัดกร่อนพร้อมโซ่เหล็กยาวเพียงพอสำหรับ การดึงเครื่องสูบน้ำเสียจากฐานได้สะดวก

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 8-4/5

10) ท่อที่สูบน้ำเสีย แต่ละชุดจะต้องมีเช็ควาล์ว (Check Valve) และวาล์วประตุน้ำ (Gate Valve) ติดตั้งอยู่ครบถ้วน

11) Guide Rail ทำด้วย Galvanized Steel Pipe

8.6.2 ข้อต่อยืดหยุ่น (Flexible Joint)

- 1) ทนแรงอัดระเบิดได้ไม่ต่ำกว่า 55 KSC.
- 2) แรงดันใช้งานสูงสุด 20 KSC.
- 3) แรงดันปกติ 10 KSC.
- 4) ทนอุณหภูมิได้ในช่วงไม่ต่ำกว่า -20 ถึง 100 องศาเซลเซียส
- 5) Flanged หรือ Screwed
- 6) เป็นชนิดเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) ความยาวไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของขนาดท่อที่ต่อ

8.7 เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator)

- 1) จำนวน ขนาด ชนิดและอื่นๆ ให้ดูตารางอุปกรณ์ (List of Equipment) ในแบบแปลน
- 2) มีคุณสมบัติเหมือน Sewage Pump
- 3) ติดตั้งใน Post Aeration Tank ติดตั้งแบบ Permanent Installation
- 4) Insulation Class F
- 5) สามารถให้ออกซิเจนได้ไม่น้อยกว่า 1.2 kg O₂/hr ที่ความสูงของน้ำ 4 ม.
- 6) ควบคุมการทำงานโดยใช้ Timer โดยตั้งเวลาไว้ที่ 6.00 - 8.00 น. ทำงานพร้อมกัน 2 ตัว และเวลา 18.00 - 6.00 น. ทำงานครั้งละ 1 ตัว สลับกันทุกๆ 3 ชม.

8.8 ตัวกลางพลาสติก (Media) ที่ใช้ในบ่อกรองไร้อากาศ

เป็นแบบตะกร้อ (Pall ring) ทำจาก Polyethylene หรือ High Density Polyethylene มี Void Ratio = 96 % Specific surface area > 105 m²/m³ of media

8.9 ระบบทำลายเชื้อโรคในน้ำ (Disinfection System)

8.8.1 ระบบทำลายเชื้อโรคด้วยคลอรีน (Chlorine Disinfection System)

1) Chlorine Injection Pump เป็นชนิด Diaphragm สามารถจ่ายคลอรีนได้ไม่น้อยกว่า 5.13 ลิตรต่อชั่วโมง โดยมีระบบรับสัญญาณภายนอกได้ โดยใช้อัตราการไหลของน้ำเป็นตัว Sensor เครื่องควบคุมควรมีการควบคุมพร้อมระบบไฟ หรือเสียงสัญญาณเตือน เมื่อเกิดการขัดข้องเสียหาย เช่น Pump เสีย น้ำยาไม่ไหล น้ำเคมีหมดถึง เป็นต้น

2) Chlorine Solution Tank ทำด้วย Polyethylene มีความจุไม่น้อยกว่า 150 ลิตร ติดตั้งพร้อมกับชุดกวนน้ำยา

8.8.2 ระบบทำลายเชื้อโรคด้วยแสง Ultra Violet (UV)

- 1) ใช้ UV สำหรับน้ำเสียประเภท Package Plant

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 8-5/5

- 2) Detention Time 12 วินาที
- 3) ไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียงต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและระบบนิเวศวิทยา
- 4) ไม่ก่อให้เกิดสารที่ทำให้เกิดมะเร็ง Trihalomethanes (THMS)

8.10 งานทาสีท่อนบ่อบำบัดน้ำเสีย

- 1) ผนังภายในทั้งหมดของบ่อเกรอะ และบ่อกรอง ให้ทาสี ชนิด Pure-Epoxy ชนิดที่ทนต่อ น้ำทะเล กรดเจือจาง และเกลือ โดยทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 2) ท่อดูดอากาศเข้าเครื่องเติมอากาศ และท่อระบายอากาศ จากบ่อบำบัดน้ำเสีย (Post Aeration Tank) ชนิด Pure-Epoxy ชนิดที่ทนต่อ น้ำทะเล กรดเจือจาง และเกลือโดยทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต

8.11 ข้อมูลทางเทคนิค

ผู้รับจ้างและ/หรือผู้เสนอราคา จะต้องจัดส่งข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องจักรและวัสดุ-อุปกรณ์มาพร้อมกับใบเสนอราคา เช่น ลักษณะการทำงาน ผลการทดสอบ ประสิทธิภาพ ฯลฯ เพื่อขออนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนทำการก่อสร้างหรือติดตั้ง อย่างน้อย 15 วัน

8.12 หนังสือแนะนำการใช้งานซ่อมบำรุง

ผู้รับจ้าง จะต้องจัดส่งหนังสือแนะนำวิธีการใช้งาน วิธีแก้ปัญหาของเครื่องจักร วัสดุ-อุปกรณ์และระบบพิมพ์เป็นภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ จำนวน 3 ชุด ให้แก่ผู้ว่าจ้าง ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วย วิธีการติดตั้ง หลักการทำงาน หน้าที่การทำงาน การ Control วิธีการปรับแต่ง วิธีการบำรุงรักษา และการซ่อมแซม การแก้ปัญหากรณีมีปัญหาดังกล่าว เกิดขึ้น ฯลฯ

8.13 การตรวจรับงาน

ผู้รับจ้าง จะต้องทำการตรวจสอบการทำงานของระบบ เครื่องจักรและวัสดุ-อุปกรณ์ และให้ผู้ว่าจ้างแน่ใจว่าสามารถทำงาน และมีความคงทนได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบแปลนและรายการประกอบแบบแปลน และต้องแจ้งให้วิศวกรผู้ออกแบบทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 7 วัน ก่อนการตรวจรับงาน โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบเองทั้งสิ้น

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 9-1/9

9. ระบบป้องกันอัคคีภัย FIRE PROTECTION SYSTEM

9.1 ระบบท่อน้ำดับเพลิงและระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Standpipe And Sprinkler Systems)

9.1.1 มาตรฐานของคุณภาพ วัสดุ และผลิตภัณฑ์

9.1.2 ท่อน้ำดับเพลิง

1) ท่อน้ำดับเพลิงภายในอาคารให้ใช้ท่อเหล็กดำ ERW ชนิด มีตะเข็บตามมาตรฐาน ASTM A53 Grade A ส่วนท่อดับเพลิงที่ต้องฝังดินหรืออยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูงให้ใช้ท่อ HDPE ตามมาตรฐาน ASTM D-2239 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 982-2556 ขนาดมาตรฐาน PN 16

2) ท่อระบายน้ำจากท่อดับเพลิงรวมทั้งท่อที่ต่อจาก Pressure Relief Valve ของเครื่องสูบน้ำ ให้ใช้ท่อเหล็กชุบสังกะสี (Hot-Dipped Galvanized Steel Pipe) Class Medium ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ มอก. 277-2521 หรือ BS1387 Class B

9.1.3 วาล์ว (Valves)

1) วาล์วในระบบป้องกันอัคคีภัย ทั้งหมดจะต้องเป็นวาล์วที่ได้รับการรับรองให้ใช้ สำหรับระบบ ป้องกันอัคคีภัยเท่านั้น และได้รับการรับรองจาก UL หรือ FM

2) วาล์วทั้งหมดในระบบ จะต้องสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

3) Gate Valve สำหรับขนาด 1/2 " – 2 " ทำด้วย Bronze ชนิด Outside Screw and Yoke (O.S. & Y.) ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection) สำหรับขนาด 2 1/2" หรือใหญ่กว่าทำด้วย Cast Iron หรือ Steel ชนิดมีหน้าแปลน (Flanged Ends) และเป็นแบบ Outside Screw and Yoke (O.S. & Y..)

4) Check Valves เป็นแบบ Water or Flange Ends, Non Slam, Check Valve Renewable Seats and Disc, Spring Actuated ยกเว้น Check Valve ที่ใช้กับถังเก็บน้ำบนชั้นหลังคา จะเป็นแบบ Swing Check Valve

5) Butterfly Valves สำหรับใช้กับท่อขนาด 4" ขึ้นไป ตัววาล์วทำด้วย Grey Cast Iron หรือ Ductile Iron ส่วน Disc ทำด้วย Aluminium Bronze หรือ Ductile Iron และมี Valve Position Indicator ด้วย

6) Automatic Air Vent ทุกตัวต้องติดตั้งประตุน้ำที่ทางด้านน้ำเข้า และมีท่อน้ำทิ้งต่อไปยังท่อน้ำทิ้ง รวม

9.1.4 หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinklers Head)

ต้องเป็นแบบ Quartzoid Bulb Spray มาตรฐาน F.O.C. และได้รับการรับรองจาก UL และ FM สำหรับ บริเวณที่มีฝ้าเพดานให้ติดตั้งแบบ Pendent ทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมียม หรือ แบบ Side Wall พร้อมด้วย Escutcheon Plates ตามจุดที่แสดงในแบบก่อนดำเนินการติดตั้งจะต้องส่งตัวอย่างหัวกระจายน้ำดับเพลิง เพื่อขอรับความเห็นชอบจาก ผู้ออกแบบ ขนาดของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ใช้เป็นแบบ Ordinary Hazard 15 mm. At Temperature Rating 68 °C for Space Below Ceiling

9.1.5 Alarm Check Valve Set

ได้รับการรับรองจาก UL และ FM สามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 175 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ทำด้วยวัสดุ ตาม ASTM A 126 Class B

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 9-2/9

9.1.6 Water Flow Indicator หรือ Flow Switch

ได้รับการรับรองจาก UL และ FM สำหรับส่งสัญญาณไปยัง Annunciator Panel ในห้องควบคุมเพื่อแจ้งให้ทราบว่าส่วนใดของระบบท่อกำลังมีน้ำไหลออกจากระบบอันมาจากการใช้สายฉีดน้ำดับเพลิง หรือมีหัวสปริงเกอร์แตก หรือเหตุอื่น ๆ

9.1.7 Sight Glass

Sight Glass หรือ Sight Flow Connection จะต้องทนความดันขณะใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 175 psi และจะต้องได้รับการรับรองจาก UL และ FM วัสดุประกอบด้วย

Body	:	Cast Iron
View Window	:	Clear Acrylic
Covers	:	Mild Steel
O-rings	:	Buna-N

9.1.8 Graphic Annunciator Panel ทำหน้าที่รับสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของระบบป้องกันอัคคีภัย โดยใช้หลอดไฟสัญญาณ (หลอด LED) แสดงตำแหน่งบนผังของโซนที่เกิดเพลิงไหม้ที่ได้แบ่งไว้

1) การทำงานของระบบ เมื่อเกิดสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จาก Flow Switch และ/หรือ สัญญาณการปิดวาล์วจาก Supervisory Switch ในโซนใดโซนหนึ่ง หลอดไฟสัญญาณของโซนจะติดหรือกระพริบ พร้อมทั้งมีเสียงสัญญาณเฉพาะที่ Annunciator Panel จนกว่าจะกดสวิตช์ตัดเสียง นอกจากนี้ยังจะต้องจัดให้มีหลอดไฟสัญญาณพร้อมเสียงสัญญาณเพื่อใช้แสดง Remote Alarm ต่าง ๆ ของชุดแผงควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิงอีกด้วย

2) การติดตั้งในติดตั้ง Graphic Annunciator Panel บนผนังอยู่ในห้องควบคุม (Control Room) ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ ซึ่งจะต้องขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน การติดตั้งให้เป็นไปตามกฎของการ ไฟฟ้าฯ และ NEC

3) การเดินสาย และท่อ สายไฟฟ้าต่าง ๆ ที่มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. ให้ใช้สายชนิด THW หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ส่วนการเดินท่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดท่อร้อยสายไฟฟ้า

4) การทดสอบ ให้ทดสอบการทำงานของระบบฯ ตามมาตรฐาน NFPA และ UL และตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบด้วย

5) การฝึกอบรม ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้างให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบฯ และวิธีการบำรุงรักษาระบบฯ ด้วย

9.1.9 สายฉีดน้ำดับเพลิง และอุปกรณ์

1) ตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิง

ก. เป็นตู้เหล็กพ่นสีแดง มีรูปร่าง และขนาดตามแบบเหมาะสมที่จะบรรจุสายฉีดน้ำ เหล็กประกอบตู้จะต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า 16 AWG เมื่อประกอบตู้เสร็จแล้วก่อนพ่นสีจริง จะต้องล้างผิวเหล็กด้วยน้ำยาล้างสนิมทำความสะอาดแล้วเคลือบผิวด้วยน้ำยาฟอสเฟต และเมื่อพ่นสีจริงแล้วจะต้องนำไปอบสีที่อุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อให้สีมีความแข็งแรงทนต่อการขีดข่วน ประตูตู้พร้อมกระจกใสนิรภัย (Safety Glass) หนา 5 มิลลิเมตร (จะต้องสามารถเปิดได้ 180 องศา การติดตั้งตู้จะต้องตั้งลอย ผัง หรือตั้งพื้นตามที่แสดงไว้ในแบบ อุปกรณ์ประกอบตู้อื่น ๆ มีดังนี้คือ

- ที่ถือคประตูพร้อมมือจับ
- บานพับประตูแบบซ่อนใน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 9-3/9

- ช่องสำหรับให้ท่อเข้า ผู้มีขนาดพอเหมาะและมีโอริงโดยรอบช่อง
- ตัวหนังสือแสดงชื่อ และเลขที่กล่องอย่างชัดเจน ถาวร
- มีภาพสัญลักษณ์หรือคำบรรยายวิธีการใช้สายฉีดน้ำดับเพลิงอยู่ที่บานประตู

2) ชุดสายฉีดน้ำดับเพลิง (Automatic Swinging Fire Hose Reel)

ก. ชุดส่งฉีดน้ำดับเพลิง Automatic Swinging Fire Hose Reel ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วย ครอบชุดสมบูรณ์ได้มาตรฐาน EN671, BS 5274-1985 (มาตรฐานฉบับล่าสุดที่ใช้ในปัจจุบัน) ชุดดังกล่าว ประกอบด้วย กงล้อม้วนสายทำจากแผ่นเหล็กขึ้นรูป เคลือบสีแดง และสายยางฉีดน้ำสีแดงเสริมให้แข็งแรงด้วยเส้นใยถัก สายชั้นนอกเคลือบด้วย Thermoplastic Polymer สายยางได้มาตรฐาน BS 3169-11986 Class B Type 1 จะต้องประกอบด้วย คุณสมบัติและอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้

- แรงดันทดสอบครบชุดรวมอุปกรณ์ (Fire Hose Reel Test Pressure) 20 Bar (300 PSI) เป็นอย่างน้อย
- วาล์วควบคุมอัตโนมัติทำงานจากโลหะที่ไม่เป็นสนิม เมื่อดึงสายฉีดออกจากกงล้อสายประมาณ 1.5 เมตร (5 ฟุต) วาล์วจะเปิดฉีดน้ำยาสายอัตโนมัติ
- สายยางฉีดน้ำต้องทนแรงดันใช้งาน (Working Pressure) ได้ 15 Bar (220 PSI) แรงดันทดสอบ (Test Pressure) ได้ 24 Bar (350 PSI) แรงดันเมื่อแตกระเบิด (Burst Pressure) ได้ 48 Bar (700 PSI)

3) หัวฉีดน้ำแบบปรับน้ำได้ (Jet/Spray/Shut-Off Nozzle) ขนาดสำหรับสาย 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ความยาว 30 เมตร (100 ฟุต) และมีรูฉีด (Orifice) ขนาด 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ขดม้วนสายทำจากแผ่นเหล็กขึ้นรูปพ่นสีแดงเช่นเดียวกับตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิงที่กลางขดทำด้วยโลหะหล่อไม่เป็นสนิม มีโบลที่ยึดกับผนังพร้อม

4) หัวรับน้ำสำหรับดับเพลิง (Fire Department Connection)

ก. เป็นหัวรับน้ำ 2 ทาง มีลิ้นกั้นน้ำกลับ (Check Valve) พร้อมกันอยู่ในตัว และมีฝาครอบหุ้มด้วยโครเมียม และใช้คล้องครบชุด

ข. หัวรับน้ำจะต้องทำจากวัสดุอลูมิเนียมผสมทองเหลือง หรือวัสดุอื่น ๆ ที่มีความคงทนแข็งแรงสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่ต่ำกว่า 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นอกจากนี้จะต้องมีป้ายขนาดไม่เล็กกว่า 0.25 x 0.50 ม. พร้อมคำว่า “หัวรับน้ำดับเพลิง” ติดตั้งอยู่ ป้ายทำจากแผ่นเหล็กพ่นสีตามกรรมวิธีเช่นเดียวกับตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิง

ค. หัวรับน้ำดับเพลิงทุกชุด จะต้องมีวาล์วกั้นน้ำกลับ (Check Valve) ติดตั้งต่างหากในเส้นทางท่อทุกเส้นด้วย

9.1.10 เครื่องดับเพลิง (FIRE EXTINGUISHER)

1) ความมุ่งหมาย

เพื่อให้มีการติดตั้ง และการบำรุงรักษาเครื่องดับเพลิงแบบมือถือได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ และความมุ่งหมายของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือประเภทต่างๆ เพื่อต่อสู้กับเพลิงที่เกิดขึ้นในขั้นแรก

2) ข้อกำหนดทั่วไป

1) มาตรฐานการติดตั้งระบบ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 10-Portable Extinguishers

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 9-4/9

2) กำหนดความสามารถ (Rating) ของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือตามมาตรฐานของการทดสอบของ Under Writer is Laboratories Inc. (USA) โดยให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ทำการทดสอบ

3) เครื่องดับเพลิงมือถือต้องอยู่ในสภาพใช้งานได้ดี และต้องจัดให้มีการบันทึกการติดตั้ง การเติม หรือ การเปลี่ยนเคมีภัณฑ์กับการตรวจสอบ ซึ่งกระทำไม่น้อยกว่า 6 เดือนต่อครั้ง

4) เครื่องดับเพลิงมือถือทุกเครื่องที่นำมาใช้จะต้องสว้างจากตัวถังเหล็กกล้า หรือเหล็กหล่อที่ทนความดันสูง อุปกรณ์ทุกชนิดต้องมีคุณภาพสูงและออกแบบโดยเฉพาะสำหรับนำมาใช้ประกอบเครื่องดับเพลิงมือถือ (PFE)

5) ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่สามารถเห็นได้ชัด และสามารถหยิบฉวยเพื่อนำไปใช้ในการดับเพลิงได้โดยสะดวก แม้ช่วงก่อสร้างจะมีการเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันการใช้งาน ผู้รับจ้างจะต้องพิจารณาความเหมาะสมใหม่

6) ติดตั้งไม่สูงกว่า 1.50 เมตร จากระดับพื้นจนถึงหัวของเครื่องดับเพลิง

7) มีป้ายบอกให้เห็นอย่างเด่นชัด

8) มีวิธีการใช้ ให้เห็นอย่างเด่นชัด

9) การเลือกใช้ชนิดของเครื่องดับเพลิงกับเพลิงประเภทต่างๆ ขึ้นอยู่กับเชื้อเพลิงบริเวณนั้นๆ เพราะฉะนั้นจึงสามารถเลือกชนิดของเครื่องดับเพลิง ดังตารางต่อไปนี้

ประเภทของเพลิงแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- ประเภท ก (Class A) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัสดุติดไฟปกติ เช่น ไม้, ผ้า, กระดาษ, ยาง และพลาสติก
- ประเภท ข (Class B) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากของเหลวติดไฟ เช่น น้ำมัน, จารบี, น้ำมันผสมสี, น้ำมัน, น้ำมันชักเงา, น้ำมันดิน และแก๊สติดไฟต่างๆ
- ประเภท ค (Class C) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้าลัดวงจร
- ประเภท ง (Class D) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัตถุที่เผาไหม้ได้ เช่น แมกนีเซียม, ซินโครเนียม, โซเดียม, ลิเทียม, และโปแตสเซียม

เครื่องดับเพลิงชนิดพิเศษนี้ให้พิจารณาจากเชื้อเพลิงที่ใช้ และเลือกชนิดของสารดับเพลิงที่เหมาะสม

10) เลือกเครื่องดับเพลิง สำหรับป้องกันพื้นที่ที่ประกอบวัสดุที่ติดไฟ จะเป็นเครื่องดับเพลิงประเภท ก. และเครื่องดับเพลิงประเภท ข. ในบริเวณที่มีของเหลวติดไฟ หรือเครื่องดับเพลิงสำหรับเพลิงประเภท ค. ในบริเวณห้องไฟฟ้า

11) ต้องมีรายงานผลการทดสอบถึงเครื่องดับเพลิง และอุปกรณ์ประกอบจากโรงงานผลิตมาด้วยโดยจะใช้วิธีทดสอบด้วยความดันน้ำ (Hydrostatic Testing) โดยที่จะทดสอบในโรงงานผลิต และอาจจะมีการทดสอบเป็นระยะๆ หลังจากนำไปใช้งานแล้ว เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องดับเพลิงยังคงอยู่ในสภาพที่ดี และยังสามารถทนต่อความดันใช้งานได้อย่างปลอดภัย โดยจะมีค่าความดันทดสอบ ดังตารางต่อไปนี้

ชนิดของเครื่องดับเพลิง	ความดันทดสอบ กิโลปาสกาล (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
- น้ำ กรดไฮดา และเครื่องดับเพลิงอื่นๆ ที่มีความดันใช้งานไม่เกิน 1,344 กิโลปาสกาล (195 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	2,413 (350)

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 9-5/9

ชนิดของเครื่องดับเพลิง	ความดันทดสอบ กิโลปาสกาล (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
- คาร์บอนไดออกไซด์	20,679 (3,000)
- ชุดอุปกรณ์สายฉีดของเครื่องฉีดน้ำดับเพลิงผงเคมีแห้ง	2,068 (300)
- ชุดอุปกรณ์สายฉีดน้ำดับเพลิงคาร์บอนไดออกไซด์	8,616 (1,250)

3) มาตรฐานถังดับเพลิง

1) เครื่องดับเพลิงมือถือชนิดสารสะอาด Clean Agent (Non CFC)

เป็นเครื่องมือดับเพลิงชนิดสารสะอาด Clean Agent (Non CFC) ที่ใช้เป็นชนิดสาร BF 2000 ขนาด 15 ปอนด์สำหรับดับเพลิงได้ 3 ประเภทคือ ไฟที่เกิดจากไม้ กระดาษ ผ้า หรือ A-B-C น้ำยาเป็นแก๊สเหลวระเหย ไม่ทิ้งคราบสกปรกหลังการใช้งาน และทำให้ไม่เกิดความเสียหายต่อสิ่งของต่างๆ จึงเหมาะใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะตัวถังทำจากเหล็กกล้าพ่นสี อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ สายฉีด หัวฉีด วาล์ว เป็นต้น สามารถทดสอบความดันทดสอบ (Hydrostatic Test Pressure) ได้ไม่ต่ำกว่า 350 ปอนด์/ตารางนิ้ว ความดันสำหรับใช้ขับผงเคมี ให้ใช้ความดันจากแก๊สจะประมาณ 195 ปอนด์/ตารางนิ้ว

2) เครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง A-B-C เป็นเครื่องมือดับเพลิงชนิดผงเคมีที่ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 332-2537 ใช้สำหรับดับเพลิงได้อย่างน้อย 2 ประเภท A-B (Multipurpose Dry Chemical Portable Fire Extinguisher) ขนาด 15 ปอนด์ ตัวถังทำจากเหล็กกล้าพ่นสีและมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดของ Department of Transportation (D.O.T.) สามารถทนความดันทดสอบ (Hydrostatic Test Pressure) ได้ไม่ต่ำกว่า 500 ปอนด์/ตร.นิ้ว ความดันสำหรับใช้ขับผงเคมีให้ใช้ความดันจากแก๊สประมาณ 190 ปอนด์/ตร.นิ้ว อุปกรณ์สายฉีดน้ำหัวฉีด วาล์วจะต้องสามารถทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของแรงดันแก๊สปกติผงเคมีที่ใช้เป็นสารประเภทโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟตผสมสารพิเศษเพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อนได้ง่ายมีจุดประสงค์เพื่อใช้บรรจุในเครื่องดับเพลิงเคมีโดยเฉพาะและมีประสิทธิภาพในการดับเพลิงสูงในการเสนอขอการรับรองเครื่องดับเพลิงเคมีจากวิศวกรผู้ออกแบบนี้ผู้รับจ้างจะต้องสาธิตการดับเพลิงเพื่อแสดงประสิทธิภาพในการดับเพลิงของเครื่องดับเพลิงให้ชัดเจนเป็นที่พอใจด้วยหรือจะต้องมีความสามารถในการดับเพลิงได้เทียบเท่ากับค่า UL Listed Rating 6A : 20 B ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันเครื่องดับเพลิงทุกเครื่องมีกำหนดเวลา 5 ปี

3) เครื่องดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นเครื่องดับเพลิงขนาด 15 ปอนด์ ใช้สำหรับดับเพลิงในห้องเครื่องไฟฟ้า ห้องเครื่องปั๊มและบริเวณต่างๆที่กำหนด คาร์บอนไดออกไซด์ที่จำเป็นต้องมีปริมาณความชื้นอยู่ในแก๊สน้อยมากเมื่อฉีดดับเพลิง และมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนด D.O.T (Department of Transportation) สามารถทนต่อความดันทดสอบได้ไม่ต่ำกว่า 21 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (300 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว) อุปกรณ์ประกอบได้แก่สายฉีด, วาล์ว ฯลฯ มีความสามารถในการดับเพลิงเทียบเท่า UL Listed Rating 10B:C และผู้ขายต้องรับประกันเครื่อง ดับเพลิงทุกเครื่อง มีกำหนดเวลา 5 ปี

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 9-6/9

4) เครื่องดับเพลิงแบบลูกบอลลดับเพลิงอัตโนมัติ ชนิดผงเคมีแห้ง A, B, C ขนาด 10 ปอนด์ ที่สัมผัสเพลิงไฟที่อุณหภูมิ 85 องศา เพียง 3 วินาที ลูกบอลลดับเพลิงอัตโนมัติ โดยการแตกตัวออก 360 องศา คลอบคลุมพื้นที่ 4 ตารางเมตร พร้อมส่งเสียงเตือนให้ทราบ

9.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้งท่อน้ำ

9.2.1 ข้อกำหนดทั่วไป

1) แบบระบบป้องกันอัคคีภัยเป็นเพียง Diagram แสดงให้เห็นแนวทางการเดินท่อน้ำ ส่วนการเดินท่อและจัดท่อจริง หรือเพื่อความสะดวกต่อการเข้าถึงทุกส่วนของท่อ เนื่องจากข้อกำหนดจากขนาดของแบบช่วงท่อกหัก เลี้ยวหลบข้อต่อวาล์ว อาจจะได้ไม่ได้แสดงไว้ในแบบ นอกจากนั้นผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบสถาปนิกโครงสร้างปรับอากาศ ประปา สุขาภิบาล และแบบไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบ ผนัง ฝ้าเพดาน คานที่ตั้งของช่องท่อ (Pipe Shafts) และข้อขัดแย้งจากงานอื่น ๆ เพื่อการหักท่อกลับ ติดตั้งวาล์ว ข้อต่อต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นกับสภาพนั้น ๆ

2) การติดตั้งท่อน้ำจะต้องเป็นไปโดยถูกต้อง โดยการวัดขนาดความยาวที่แท้จริง ณ สถานที่ ติดตั้ง การ ติดตั้งที่ไม่ก่อให้เกิดแรงกดดันกับระบบท่อ ต้องอยู่ห่างจากประตู หน้าต่าง และช่องเปิดอื่น ๆ

3) ท่อน้ำในแนวดิ่ง จะต้องยึดให้ขนานกับแนวผนัง หรือเสา และต้องเป็นแนวตรงผิงตะไบ ผุ้น ต่าง ๆ จะต้องกวาดออกจากภายในท่อ ผิวนอกท่อเหล็กกล้าดำต้องทาสีกันสนิม RED IRON OXIDE อย่างน้อย 2 ชั้น

4) ปลายเปิดของท่อ หรืออุปกรณ์จะต้องปิด เพื่อป้องกันฝุ่นผง เศษผง เข้าไปอยู่ภายในท่อ เพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุง ซ่อมแซม เปลี่ยนแปลงในระบบท่อต้องมียูนิออนหรือหน้าแปลน เท่าที่ปรากฏในแบบระหว่างข้อต่อเข้า อุปกรณ์หรือเทียบเท่าที่จำเป็นอื่น ๆ

5) แนวท่อจะต้องจัดให้สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษา ซ่อมแซม เปลี่ยน อุปกรณ์

6) หลังจากต่อท่อด้วยแบบขันเกลียวหรือเชื่อมร่องเกลียวส่วนที่เหลือไหลออกมา และรอยเชื่อมต่อทุกแห่งจะต้องใช้แปลงลวดขัดแล้วทาสีด้วยสีกันสนิม Zinc Chromate

7) ท่อทั้งหมดยกเว้นน้ำทิ้งให้ทาทับด้วยสีน้ำมันสีแดงอย่างน้อย 2 ชั้น ไม่ว่าท่อนั้นจะอยู่ในฝ้าหรือ ปรากฏแก่สายตา

9.2.2 การต่อท่อ (Pipe Joints)

1) การต่อท่อแบบเชื่อม (Welding Joints)

ก. สำหรับท่อเหล็กดำ ให้ใช้การเชื่อมรอยต่อทุกแห่ง ยกเว้นส่วนที่เป็นยูนิออนหรือหน้าแปลน ซึ่งเตรียมไว้สำหรับการถอดออกได้

ข. ท่อขนาดใหญ่ที่จะมาเชื่อมต้องลบปลายให้เป็นมุมประมาณ 35 – 40 องศา โดยการกลึง ก่อนการลบปลาย อาจใช้หัวเชื่อมตัด แต่ต้องใช้ค้อนเคาะออกไซด์และสะเก็ดโลหะออกพร้อมทั้งตะไบให้เรียบร้อยก่อนการ เชื่อม

ค. การเชื่อมต่อท่อจะต้องเชื่อมแบบ (Butt-Welding) โดยมีมาตรฐาน และน้ำหนักท่อตาม มาตรฐาน ASA.B.16.9 และ ASTM A-234

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 9-7/9

ง. การเชื่อมต่อ ต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งท่อ ให้โลหะที่นำมาเชื่อมละลายเข้าหากันได้อย่างทั่วถึง

จ. ก่อนการเชื่อมต้องทำความสะอาดส่วนปลายที่จะนำมาเชื่อม ตั้งปลายท่อที่จะนำมาเชื่อมให้เป็นแนวตรง เว้นช่องว่างระหว่างท่อที่นำมาเชื่อม เพื่อป้องกันการบิดระหว่างการเชื่อม

ฉ. ห้ามใช้ข้อต่อและสามทางที่เชื่อมขึ้นมาเองใช้ในที่

ช. มาตรฐานในการปฏิบัติงานเชื่อม ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ ASA

2) การต่อแบบหน้าแปลน (Flanges)

ก. วาล์วที่ใช้กับท่อขนาด 2 1/2" ขึ้นไป ให้ใช้การต่อท่อเข้ากับท่อด้วยหน้าแปลน

ข. ยกเว้น Hose Gate Valve ขนาด 2 1/2" ให้ต่อด้วยเกลียว

ค. การยึดจับหน้าแปลนของท่อสองท่อ ต้องขนานกัน และอยู่ในแนวเดียวกัน

ง. หน้าแปลนทั้งสองต้องยึดจับแน่นด้วย Bolt & Nut

จ. หน้าแปลน และยูเนียนจะต้องมีหน้าราบเรียบไม่คดเคี้ยวมีปะเก็นยางสังเคราะห์หนา 1/16" หรือปะเก็นแอสเบสตอส (ใช้กับท่อนอกอาคาร) สวมสอดอยู่

ฉ. Bolt ที่ใช้ยึดจับหน้าแปลนขันเกลียวร่วมกับ Nut เมื่อขันเกลียวต่อแล้วต้อง

ช. โผล่เกลียวออกมาจาก Nut ไม่เกิน 1/4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของ Bolt Bolt & Nut ที่จะใช้ จะต้องทำด้วยวัสดุเหล็กผสมนิกเกิล หรือโลหะที่ไม่เป็นสนิมได้โดยง่าย

3) การติดท่อแบบเกลียว (Screw Joints)

ก. สำหรับท่อเหล็กอบสังกะสี ให้ใช้การต่อแบบเกลียวสำหรับขนาดท่อตั้งแต่ 3 นิ้วลงไป ขนาดท่อตั้ง 4 นิ้ว ขึ้นไปให้ใช้วิธีการเชื่อมเช่นเดียวกับข้อ 1)

ข. ชนิดและระบบของเกลียวของท่อที่ต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่ต้องต่อด้วยเกลียวให้เป็นไปตามมาตรฐานเกลียวของอุปกรณ์นั้น ๆ

4) ปลอกท่อลอดและแผ่นปิด (Sleeve and Escutcheon)

ก. ผู้รับจ้างต้องติดปลอกท่อลอด (Sleeve) ก่อนการเทพื้น คานและผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก รวมทั้งผนังก่ออิฐ ก่อนการติดตั้งให้ทำ Shop Drawing แสดงผังและระดับของปลอกท่อลอดตลอดจนวิธีการเสริมเหล็กที่ถูกต้องโดยรอบ เพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานด้วยทุกครั้ง

ข. ท่อที่ติดตั้งก่อนและภายหลังทำผนังหรือเทพื้นอาคารต้องสวมปลอกท่อลอดที่ทำสีกันสนิมภายใน

ค. ปลอกท่อลอดจะต้องทำด้วยท่อเหล็กกล้าหรือเหล็กเหนียวเท่านั้นและใช้ท่อที่เทียบเท่าท่อ ERW SCH 20 เป็นอย่างน้อย นอกจากนี้จะต้องติดตั้ง Flashing ที่ทำจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) สำหรับพื้นหรือผนังที่ต้องการป้องกันการซึม

ง. ขนาดภายในของปลอกท่อลอดต้องโตกว่าขนาดท่อ และฉนวนหุ้มท่อที่ลอดผ่านไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ปลายทั้งสองด้านต้องตัดขอบเรียบได้ฉากกับผนังและความยาวเท่ากับความหนาของผนัง หรือสูง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 9-8/9

กว่าระดับพื้นอาคารที่ยังไม่ได้ตบแต่งอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) หรือสูงเท่ากับความหนาของวัสดุตกแต่งที่จะต้องใช้สำหรับพื้นที่บริเวณนั้น ๆ

จ. ช่องว่างระหว่างปลอกท่อลอดกับท่อ และฉนวนที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องอุดให้แน่นด้วยสารทนไฟอย่างน้อย 2 ชั่วโมงหรืออุดด้วยสารกันซึมสำหรับท่อที่ผ่านผนังออกสู่ภายนอกอาคาร

ฉ. แผ่นปิด (Escutcheon) ใช้ปิดทั้งสองด้านของปลอกท่อลอดที่ปรากฏแก่สายตาทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมหรือ Stainless ซึ่งได้รับการอนุมัติรูปแบบและวิธีการติดตั้งจากผู้ออกแบบแล้ว

- ท่อขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ความหนาของแผ่นปิด 2 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 50 เซนติเมตร (2 นิ้ว)

- ท่อขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ถึง 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ความหนาของแผ่นปิด 3 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว)

9.3 การทดสอบระบบท่อน้ำ

9.3.1 ท่อน้ำในระบบต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยการจัดหาเครื่องมือ เครื่องใช้ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนี้ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

9.3.2 การทดสอบสามารถทำเป็นช่วง ๆ ได้ตามความเหมาะสมของระบบท่อ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาและอนุมัติของผู้ควบคุมงาน

9.3.3 การทดสอบความดัน ใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อส่วนที่ต้องการทดสอบแล้วอัดความดันให้สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้ควบคุมงานร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย

9.3.4 ท่อน้ำและอุปกรณ์ประกอบท่อทั้งหมด ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุดขณะใช้งาน แต่ไม่น้อยกว่า 17 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยไม่ปรากฏรอยรั่วซึม

9.4 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไป การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

9.4.1 ท่อดับเพลิง

1) ท่อดับเพลิงภายในอาคาร

- BLACK STEEL PIPE : SAMCHAI STEEL, PACIFIC PIPE, SAHA THAI STEEL, ROJPAIBOON หรือเทียบเท่า

- GALVANIZED STEEL PIPE : SAMCHAI STEEL, PACIFIC PIPE, SAHA THAI STEEL, ROJPAIBOON หรือเทียบเท่า

2) ท่อดับเพลิงภายนอกอาคาร

- HIGH DENSITY POLYETHYLENE PIPE (HDPE) :TAP, TPP, PBP, TGG หรือเทียบเท่า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 9-9/9

- BLACK STEEL PIPE : SAMCHAI STEEL, FIRST STEEL PIPE, HYUNDAI, SUMITOMO., PACIFIC PIPE, SAHA THAI, MITRSTEEL หรือเทียบเท่า
- GALVANIZED STEEL PIPE : SAMCHAI STEEL, SAHA THAI STEEL PIPE, PACIFIC PIPE หรือเทียบเท่า
- 9.4.2 GATE VALVE, & BALL VALVE (UL/FM) : NIBCO, CRANE, STOCKHAM, KENNEDY, ICTUALIC หรือเทียบเท่า
- 9.4.3 CHECK VALVE (SILENT TYPE), (UL/FM) : CRANE, KENNEDY, NIBCO, VICTUALIC หรือเทียบเท่า
- 9.4.4 CHECK VALVE (SWING TYPE) , (UL/FM) : NIBCO, SIAM CAST IRON
- 9.4.5 STRAINER : NIBCO, TOYO, METRAFLEX, KITZ, WATTS หรือเทียบเท่า
- 9.4.6 BUTTERFLY VALVE (UL/FM), W/SUPERVISORY : NIBCO, TYCO, KENNEDY, SAPAG, MOELLER, VICTUALIC หรือเทียบเท่า
- 9.4.7 FLEXIBLE CONNECTION : TOZEN, MASON, METRAFLEX หรือเทียบเท่า
- 9.4.8 FOOT VALVE : SOCLA, VAL-MATIC, KITZ หรือเทียบเท่า
- 9.4.9 MECHANICAL COUPLING : VICTUALIC, INVIGOR, SHURJOINT หรือเทียบเท่า
- 9.4.10 FLOW SWITCH : POTTER ELECTRIC , VIKING หรือเทียบเท่า
- 9.4.11 FIRE HOSE REEL : MOYNE, ANGUS, ZERO FIRE, WILL, TOTAL FIRE, SATURN หรือเทียบเท่า
- 9.4.12 ANGLE VALVE & PRESSURE : POTTER-ROEMER, KEYSTONE, RESTRICTING VALVE POWATON หรือเทียบเท่า
- 9.4.13 FIRE EXTINGUISHER : BADGER, KIDDY, ANTI-FIRE, WINSTON, ZERO FIRE , TOTAL FIRE, FIRE BLOCK, WILL หรือเทียบเท่า
- 9.4.14 FIRE DEPARTMENT : KEYSTONE, POWATON, POTTER-CONNECTION, FIREHYDRANT ROEMER, GIACOMINI, POTTER REOMER หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 10-1/5

10. ระบบวัสดุป้องกันไฟและควันลาม SMOKE & FIRE BARRIER SYSTEM

10.1 ขอบเขตของงาน

10.1.1 รายการประกอบแบบก่อสร้างนี้เป็นการจัดหาวัสดุป้องกันไฟลามสำหรับ

- ช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดประเภททะลุผ่าน (Through Penetrations)
- ช่องเปิดประเภทรอยต่องานก่อสร้าง (Construction Joints)
- ช่องเปิดประเภทรอยต่อระหว่างผนังเคอร์เทนวอลล์ และพื้นอาคาร (Perimeter Joints)

และครอบคลุมถึงชนิดของวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่เหมาะสม วิธีการและขั้นตอนในการติดตั้ง ที่ถูกต้องให้เป็นไปตามระบบที่ผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปรวมทั้งขั้นตอนในการควบคุมคุณภาพในการทำงาน

10.1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่เหมาะสมกับการกันไฟ ความร้อน ควัน และก๊าซร้อน ตามแบบที่กำหนด ช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อใดที่ต้องปิดเพื่อการกันไฟลามแต่ไม่ได้กำหนดในแบบ ผู้รับจ้าง ต้องติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและลามปิดช่องเปิดหรือรอยต่อนั้นให้เรียบร้อยด้วย ซึ่งรวมไปถึง

- ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น คาน หรืออื่นๆ
- ช่องท่อต่างๆซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้ในงานติดตั้งระบบท่อหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้วและมี

ช่องว่างเหลืออยู่

- ช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดที่เตรียมไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต
- ช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดสำหรับสายไฟฟ้า สายเคเบิลหรือสายอื่นๆ ท่อร้อยสายไฟฟ้า สายเคเบิลหรือสายอื่นๆ หรือรางสายไฟฟ้า สายเคเบิลหรือสายอื่นๆ ที่มีช่องว่างอยู่
- ภายในช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดที่ทะลุพื้นท่อนไฟ ผนังท่อนไฟหรือเพดานท่อนไฟ

10.1.3 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เป็นไปตามรูปแบบที่ระบุไว้ในระบบกันไฟและควันลาม ที่ผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และผ่านการอนุมัติจากตัวแทนผู้ว่าจ้าง

10.1.4 ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดช่องท่อหรือช่องลอดประเภททะลุผ่าน (Through Penetrations) ต้องผ่านการทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 1479

10.1.5 ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทรอยต่องานก่อสร้าง (Construction Joints) ต้องผ่านการทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079

10.1.6 ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทรอยต่อระหว่างผนังเคอร์เทนวอลล์และพื้นอาคาร (Perimeter Joints) ต้องผ่านการทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079

10.2 หน่วยงาน เอกสาร มาตรฐาน และวิธีการทดสอบอ้างอิง

10.2.1 American Society for Testing and Materials (ASTM):

- ASTM E84 Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials
- ASTM E119 Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials
- ASTM E814 Standard Test Method for Fire Test of Through-Penetration Fire Stops

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 10-2/5

- ASTM E1399 Standard Test Method for Cyclic Movement and Measuring the Minimum and Maximum Joint Widths of Architectural Joint Systems

- ASTM E1966 Standard Test Method for Fire-Resistive Joint Systems

10.2.2 International Building Code (IBC)

10.2.3 National Fire Protection Association (NFPA):

- NFPA Life Safety Code 101

10.2.4 Underwriters Laboratories, Inc. (UL):

- UL 1479 Fire Tests of Through-Penetration Firestops

- UL 2079 Tests for Fire Resistance of Building Joint Systems

10.2.5 สถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ได้แก่

- International Fire Stop Council (IFC)

- Omega Point Laboratories (OPL)

- Warnock Hersey (WH)

- สถาบันอื่นๆที่ผ่านการรับรอง

10.2.6 ข้อกำหนดทางด้านประสิทธิภาพ

1) ช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดประเภททะลุผ่าน (Through Penetrations): ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดประเภทนี้ ที่มีวัสดุป้องกันไฟและควันลามเป็นส่วนประกอบเมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 1479 และจะต้องมีความสามารถในการกันไฟลาม (F-Rating) ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2) ช่องเปิดประเภทรอยต่องานก่อสร้าง (Construction Joints): ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทนี้ ที่มีวัสดุป้องกันไฟและควันลามเป็นส่วนประกอบเมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079 และจะต้องมีความสามารถในการกันไฟลาม (F-Rating) ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และระบบกันไฟลามจะต้องสามารถรองรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ตามวิธีการทดสอบ ASTM E1399

3) ช่องเปิดประเภทรอยต่อระหว่างผนังเคอร์เทนวอลล์และพื้นอาคาร (Perimeter Joints): ระบบกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดประเภทนี้ ที่มีวัสดุป้องกันไฟและควันลามเป็นส่วนประกอบเมื่อทดสอบตามวิธีการทดสอบ UL 2079 และจะต้องมีความสามารถในการกันไฟลาม (F-Rating) ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และระบบกันไฟลามจะต้องสามารถรองรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ตามวิธีการทดสอบ ASTM E1399

4) การติดตั้งระบบกันไฟและควันลามจะต้องไม่ทำให้อัตราการทนไฟของส่วนประกอบของช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อลดลง

5) สำหรับวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ติดตั้งในบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ สามารถสัมผัสได้ ต้องผ่านการขัดสี บริเวณที่มีการสัญจร มีความชื้น และบริเวณที่อาจมีความเสียหายอื่น ๆ นั้นวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ต้องสามารถรองรับหรือทนทานต่อความเสียหายเหล่านั้นทั้งในขณะติดตั้งและเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ

6) วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องไม่ก่อให้เกิดควันพิษเมื่อได้รับความร้อนหรือติดไฟ

7) วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องไม่มีส่วนผสมของแร่ใยหิน (Asbestos)

8) สามารถเกาะยึดได้ดีกับคอนกรีต, โลหะ, ไม้, พลาสติก และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 10-3/5

9) ในกรณีที่ไม่มียระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เพื่อใช้ในการติดตั้งสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อนั้นๆ ผู้รับจ้างจำเป็นต้องขอเอกสาร Engineering Judgment (EJ) จากผู้ผลิตวัสดุกันไฟลามนั้นโดยเฉพาะ มาขออนุมัติใช้ระบบกันไฟลามนั้น กับตัวแทนผู้ว่าจ้างและเอกสาร Engineering Judgment (EJ) ควรมีรูปแบบตามแนวทางของ International Fire Stop Council (IFC)

10.2.7 เอกสารและวัสดุที่ต้องนำส่ง

- 1) ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการในการนำส่งเอกสารและวัสดุ
- 2) เอกสารและวัสดุที่ต้องนำส่งคือ
 - รายละเอียดทางเทคนิคของวัสดุป้องกันไฟและควันลามทุกประเภทที่ใช้
 - เอกสารขออนุญาตวิธีการติดตั้งและวิธีการควบคุมคุณภาพที่ถูกต้องสำหรับวัสดุป้องกันไฟและควันลามแต่ละประเภทจากผู้ผลิต
 - เอกสารแผ่นข้อมูลความปลอดภัย (MSDS) ของวัสดุป้องกันไฟและควันลามทุกประเภทที่ใช้
 - แบบรายละเอียดในการทำงาน (Shop Drawing) ที่มีรายละเอียดของช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อและวัสดุที่เกี่ยวข้อง ที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อแต่ละประเภท
 - เอกสาร Engineering Judgment (EJ) จากผู้ผลิตวัสดุกันไฟลามในกรณีที่ไม่มียระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้
 - เอกสารระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปสำหรับช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อแต่ละประเภท
 - ตัวอย่างวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ทุกชนิดและทุกประเภท

10.2.8 การควบคุมคุณภาพ

- 1) ผู้รับจ้างต้องผ่านการอบรมวิธีการติดตั้งจากผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลามในการติดตั้งระบบกันไฟและควันลามสำหรับประเภทช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อนานก่อสร้าง
- 2) วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ในโครงการต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกัน

10.2.9 การดูแล จัดส่งและเก็บรักษาวัสดุ

- 1) วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ใช้ต้องบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรงเพียงพอต่อการขนส่งมีป้ายบอกชื่อสินค้า ชนิดของวัสดุป้องกันไฟและควันลาม หมายเลขการผลิต และวันที่ผลิต
- 2) จัดเก็บวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยไม่ให้เกิดความเสียหายจากความชื้น อุณหภูมิ แสงแดด การปนเปื้อน และอื่นๆ

10.2.10 สภาพแวดล้อมขณะทำงาน

- 1) ตรวจสอบและแก้ไขส่วนประกอบของช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อที่จะทำการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
- 2) ตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้นและสภาพอากาศ บริเวณที่จะทำการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- 3) ตรวจสอบการระบายอากาศให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตวัสดุกันไฟลามกำหนด

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 10-4/5

4) ปกป้องพื้นผิววัสดุบริเวณใกล้เคียงด้วยการติดเทปหรือคลุมด้วยผ้าหรือผืนพลาสติก

10.2.11 การรับประกันผลงาน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุกันไฟลามและการติดตั้งตามมาตรฐานของผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลาม และการติดตั้งตามวิธีการติดตั้งที่ระบุไว้ในระบบกันไฟและควันลามที่ผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปเป็นเวลา 2 ปี เมื่อติดตั้งแล้วต้องไม่มีการหลุดร่อนหรือมีข้อบกพร่องใดๆ ที่พิสูจน์ได้ว่าเป็นความผิดพลาดเนื่องจากการติดตั้งและผลิตภัณฑ์ที่นำมาติดตั้ง ภายในระยะประกัน ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีโดยไม่คิดมูลค่าใดๆ ทั้งสิ้น

10.3 วัสดุป้องกันไฟและควันลาม

10.3.1 วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่นำมาใช้ต้องผ่านการอนุมัติก่อน

10.3.2 วัสดุป้องกันไฟและควันลาม/ระบบกันไฟและควันลาม

- 1) วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นวัสดุชนิดที่เหมาะสมกับประเภทของงานโดยเฉพาะ
- 2) วัสดุป้องกันไฟและควันลามและวัสดุที่เกี่ยวข้องแต่ละประเภทจะต้องเข้ากันได้ (Compatible)
- 3) วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่สามารถใช้ได้ได้แก่
 - วัสดุที่ขยายตัวได้เมื่อเกิดเพลิงไหม้ (Intumescent)
 - วัสดุที่กลายเป็นเถ้าถ่านสีดำเมื่อเกิดเพลิงไหม้ (Carbonization)
 - วัสดุที่คายสารหล่อเย็นเมื่อเกิดเพลิงไหม้ (Endothermic)
 - วัสดุที่ไม่เปลี่ยนแปลงสภาพเมื่อเกิดเพลิงไหม้ (Insulation)

10.4 การดำเนินการ

10.4.1 การตรวจสอบ

- 1) ตรวจสอบบริเวณที่จะทำการติดตั้งระบบกันไฟลาม หากบริเวณนั้นมีข้อบกพร่องจากการก่อสร้างซึ่งไม่ตรงกับรายละเอียดในระบบกันไฟลามที่ได้รับการอนุมัติให้ใช้ ให้แจ้งแก่ผู้ออกแบบ
- 2) ตรวจสอบพื้นผิววัสดุที่จะทำการติดตั้งระบบกันไฟและควันลามโดยต้องไม่ให้มีน้ำมัน จารบี ฝุ่น หรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่ทำให้ความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุป้องกันไฟและควันลามลดลง
- 3) ตรวจสอบให้มั่นใจว่าสภาวะแวดล้อมมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับการติดตั้งระบบกันไฟลาม
- 4) ไม่ติดตั้งระบบกันไฟลามหากข้อบกพร่องของการก่อสร้างไม่ได้รับการแก้ไข

10.4.2 การเตรียมการ

- 1) ทำความสะอาดและซ่อมแซมพื้นผิวงานที่อาจลดความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุกันไฟลาม
- 2) ปกป้องพื้นผิววัสดุบริเวณใกล้เคียงด้วยการติดเทปหรือคลุมด้วยผ้าหรือผืนพลาสติก

10.4.3 การติดตั้ง

- 1) ก่อนติดตั้งให้ตรวจสอบว่าสภาพพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งและสภาพแวดล้อมขณะทำงานให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- 2) ติดตั้งวัสดุหนูน (Forming Materials) และวัสดุอื่นๆตามที่กำหนดในระบบกันไฟลามนั้นๆเพื่อรองรับวัสดุกันไฟลามและเพื่อให้วัสดุกันไฟลามมีรูปร่างหน้าตาดและความลึกตามที่กำหนด เพื่อให้ได้ค่าการกันไฟลาม

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 10-5/5

ตามที่กำหนด หลังจากติดตั้งวัสดุกันไฟลามให้เอาวัสดุในส่วนที่ไม่ได้ระบุไว้ในระบบว่าเป็นวัสดุถาวรออก ให้ปฏิบัติตามวิธีการติดตั้งที่ระบุไว้ในส่วนการติดตั้งวัสดุหนูนในระบบกันไฟลาม

3) ติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามวิธีการติดตั้งที่ผู้ผลิตกำหนดและสอดคล้องกับ ระบบกันไฟและควันลาม

- อุดหรือปิดช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด หรือรอยต่อทั้งหมดเพื่อให้ได้ค่าความสามารถในการกันไฟและควันลามตามที่กำหนด

- ติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ให้สัมผัสและยึดเกาะได้ดีกับพื้นผิววัสดุรอบข้าง

- สำหรับวัสดุป้องกันไฟและควันลามที่สามารถมองเห็นได้หลังการติดตั้งเสร็จสิ้นให้ตกแต่งผิววัสดุป้องกันไฟและควันลามให้เรียบ ขอบเป็นเส้นตรง และเป็นแนวเดียวกับวัสดุรอบข้าง

4) หลังการติดตั้งระบบกันไฟลามให้ติดป้ายระบุ “ระบบกันไฟลาม ห้ามรื้อถอนหรือทำลาย หากเสียหายโปรดแจ้งฝ่ายบำรุงรักษาอาคาร” รวมถึงชื่อสถาบันที่ทำการทดสอบระบบ หมายเลขระบบ วันที่ติดตั้งระบบ และชื่อ ที่อยู่ และหมายเลขโทรศัพท์ของผู้รับจ้าง

10.4.4 การควบคุมคุณภาพ

มีการตรวจสอบการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามของผู้รับจ้าง จากผู้ผลิตวัสดุป้องกันไฟและควันลาม

10.4.5 การทำความสะอาด

1) ทำความสะอาดวัสดุกันไฟลามที่เกินออกมาจากแบบที่กำหนดไปพร้อมๆกับการติดตั้งด้วยสารทำความสะอาดที่ได้รับการรับรองจากผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายวัสดุกันไฟลาม

2) ทำความสะอาดบริเวณทำงานทุกแห่งหลังจากติดตั้งวัสดุกันไฟลามแล้วด้วยความประณีตเรียบร้อย ก่อนการอนุมัติตรวจสอบจากผู้ออกแบบ และก่อนส่งมอบงาน

3) ป้องกันวัสดุป้องกันไฟและควันลามทั้งขณะติดตั้งและหลังติดตั้งเพื่อให้มั่นใจว่าระบบกันไฟและควันลามไม่ได้รับความเสียหาย แต่หากวัสดุป้องกันไฟและควันลามเสียหายให้รื้อออกและเปลี่ยนวัสดุป้องกันไฟและควันลามใหม่ทันที

10.5 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในหมวดนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไปการเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนการนำเข้าใช้งาน

10.5.1 Fire Barrier System : 3M, Hilti, Metacaulk, Promat, Fire Pro, Abesco, STI

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-1/14

11. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าแรงต่ำ สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟและแผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์

11.1 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

11.1.1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้าสื่อสารอื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดทาสถู อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

11.1.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ผ่านกระบวนการชุบ Hot-Dip Galvanized ป้องกันการเกิดสนิมมีความหนาไม่น้อยกว่า 20 ไมครอน ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

1) ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) ผลิตมาจากเหล็กชุบสังกะสี ตามมาตรฐาน ANSI (80.3-1983) หรือ UL 797 หรือ TIS 770-2531 หรือเทียบเท่า มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการร้อยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้อายุเสื่อมสภาพได้ หรือทำให้อายุเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท.

2) ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) ผลิตมาจากเหล็กชุบสังกะสี ทั้งภายในและภายนอก หรือทำมาจากเหล็กชุบสังกะสีผิวภายนอกเคลือบด้วย Chromate และผิวภายในเคลือบด้วย Epoxy resin ตามมาตรฐาน UL 6 ANSI (80.1-1983) หรือ TIS 770-2533 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในผนังหรือพื้น หรือเข้า-ออกจากแผงไฟฟ้า แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน วสท.

3) ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) ผลิตมาจากวัสดุเช่นเดียวกับท่อ IMC ผลิตตามมาตรฐาน UL 1242 สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน วสท.

4) ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) ผลิตมาจากเหล็กชุบสังกะสี ผลิตตามมาตรฐาน ASTM หรือเทียบเท่า ขนาดท่อใช้งานต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 1/2" เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน วสท.

5) ท่อโลหะชนิด HDPE จะต้องเป็นท่อที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในงานร้อยสายไฟฟ้า และสายสัญญาณผลิตจากวัตถุดิบโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง มีสีดำ คุณสมบัติทนแรงกด แรงดึง แรงกระแทกได้ดี มีความยืดหยุ่นสูงไม่แตกร้าวไม่หักง่าย ในกรณีที่เกิดการกดทับ ผังกลบ หรือมีการหลุดตัวของพื้นดิน ผิวภายนอกและภายในมีความลื่น เรียบมัน เหมาะสำหรับการใช้งานร้อยสายไฟฟ้า และสายสัญญาณ และจะต้องได้มาตรฐาน มอก. 982-2548

6) อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector และข้อต่อของท่อ EMT ทำจากเหล็กชุบสังกะสี

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-2/14

ท่อ IMC และ RSC จะต้องทำเกลียวปลายทั้งสองด้านตามมาตรฐาน ANSI B2 20.1-1968 และ ANSI B1 20.1-1983 ตามลำดับหรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

- 7) การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการดัดงอ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ วสท.
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ง. ท่อแต่ละส่วน หรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน วสท. ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
 - ช. แนวการติดตั้งต้องเป็นแนวขนาน หรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
 - ซ. ท่อชนิด EMT, IMC และ RSC จะต้องมีความหนาตามกำหนดของ ANSI และได้รับการตรวจสอบจาก UL และได้รับมาตรฐาน มอก.
- 8) การต่อท่อร้อยสาย ท่อร้อยสายชนิดบางให้ใช้ Compression Type Coupling ส่วนท่อร้อยสาย ชนิดหนาให้ใช้ข้อต่อชนิดเกลียว และใช้ Electrical Pipe Joint Compound ทาที่เกลียวก่อนใส่ข้อต่อเพื่อป้องกันการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าของระบบท่อร้อยสาย
- 9) ท่อร้อยสาย จะต้องต่อถึงกันทางไฟฟ้าตลอดแนวจากปลายทางจนถึงแผงสวิตช์บอร์ด และจะต้องตรวจสอบความต่อเนื่องทางไฟฟ้าหลังการติดตั้งแล้วเสร็จ ปลายท่อที่ต่อเข้ากับแผงสวิตช์บอร์ดจะต้องต่อเข้ากับ Ground Terminal ของแผงสวิตช์บอร์ดนั้น
- 10) ท่อ Conduit จะต้องถูกยึดตรึงอย่างมั่นคง (Securely Fastened) กับผนังของโลหะของ Outlets, Junction และ Pull Boxes ด้วย Galvanized Lock Nut, Bushing การขันยึดจะต้องสังเกตว่าเกลียวของท่อทั้งหมดจะต้องผ่าน Bushing, Lock Nut จะต้องขันตรึง Bushing นั้น ให้สัมผัสแน่นเป็นตัวนำไฟฟ้า (Firm Electrical Contact) ไปยังผนังโลหะนั้น
- 11) ท่อ Conduit ทั้งหมดในระบบไฟฟ้าจะต้องยึดติดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง ท่อ Conduit เดี่ยวขนาด 1 1/4" หรือขนาดใหญ่กว่า เดินซ่อนในฝ้าจะต้องจับยึดด้วย Beam Clam หรือ Spring Ring Conduit Hangers With Support Rod ท่อที่เดินด้วยกันไป สามารถจับรวมกลุ่มกันอย่างมีระเบียบเท่าที่สามารถทำได้ ท่อที่เดินในแนวตั้งจะต้องยึดด้วย Steel Clamps สำหรับ Conduit ขนาด 1" และเล็กกว่าที่เดินซ่อนอยู่ในฝ้าสามารถจับยึด โดยตรงกับโครงสร้างอาคารด้วย Strap Hangers ระยะห่างของการจับยึดจะต้องไม่เกิน 1.20 เมตร
- 12) จะต้องมีการระมัดระวังไม่ให้ภายในท่อ Conduit สะสมน้ำ เศษวัสดุ หรือเศษคอนกรีตอยู่ ถ้ามีสิ่งแปลกปลอมอยู่ในท่อ ผู้รับเหมาฯ จะต้องทำความสะอาดท่อนก่อน ถ้าสิ่งแปลกปลอมนี้ไม่สามารถนำออกมาได้ ก็จะต้องเปลี่ยน Conduit นั้นใหม่

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-3/14

13) ท่อร้อยสายทั้งหมดที่เดินลอยให้ทำเครื่องหมายไว้ทุก ๆ 2 เมตร โดยใช้สีส้ม สำหรับท่อของระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง สีเขียวสำหรับท่อของระบบสื่อสารและสีเหลืองสำหรับท่อของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

14) การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอดเพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

15) การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วงตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

11.1.3 กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน วสท. รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

1) กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ใช้ติดตั้งภายในอาคาร จะต้องเป็นกล่องเหล็กอาบสังกะสี (Electro Galvanized) กล่องต่อสายแบบติดภายนอกอาคาร ต้องใช้ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอกอาคารอาจเป็นชนิดอลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อ ฝาครอบมีขอบยางอัดรอบ และกล่องต่อสายแบบฝังพื้นเป็นแบบโลหะหล่อมีฝาทองเหลือง มีเกลียวสามารถเปิดออกได้

2) กล่องดึงสาย (Pull box) ที่มีขนาดไม่เกิน 100 ลูกบาศก์นิ้ว ให้พับจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. ส่วนกล่องดึงสาย (Pull box) ที่มีขนาดเกิน 100 ลูกบาศก์นิ้ว ให้พับจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. ถ้าทำจากโลหะหล่ออื่น ๆ ก็จะต้องคำนึงถึงความแข็งแรงในการใช้งาน

3) ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีโค้งของสายตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 373

4) กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม รูของกล่องที่ไม่ได้ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อย

5) กล่องต่อสายที่ใช้เป็น outlet box สำหรับสวิตช์ เต้าเสียบและดวงโคมที่ติดตั้งแบบฝังเรียบกับผนัง จะต้องจัดให้ตั้งได้ฉากกับโครงสร้างอาคาร

6) การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบ ให้มีรหัสสีทากายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่อง ต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

7) กล่องต่อสาย จะต้องทำการติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า อื่น ๆ เช่น ท่อร้อยสาย ไฟฟ้า รวงร้อยสาย เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้สมบูรณ์ และจะต้องมีการทดสอบว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าทุกช่วง ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน

11.1.4 รวงร้อยสาย (WIREWAYS)

1) รวงร้อยสายจะต้องทำจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มม. สำหรับความกว้างไม่เกิน 75 มม. และหนาไม่น้อยกว่า 1.20 มม. สำหรับความกว้างเกิน 75 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมขบสแล้วอบแห้งหรือ hot dip galvanized ตามที่ระบุในแบบ ด้านหน้าจะต้องเปิดได้รวงร้อยสาย และวัสดุที่ใช้ประกอบต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้โดยที่หมดเกลียว สลักเกลียวที่ใช้ต้องฝังเรียบกับพื้นและผนังของรางร้อยสาย ไม่มีส่วนคมอันจะเป็นอันตรายต่อสายไฟในระหว่างการติดตั้ง

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-4/14

2) รังร้อยสายที่ทำขึ้นสำหรับใช้ภายนอกอาคาร จะต้องมีลักษณะกันน้ำได้ โดยผู้ผลิตต้องแสดงเครื่องหมายหรือข้อความบอกไว้ที่ตัวรังร้อยสาย

3) จำนวนพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าทั้งหมดต้องไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของขนาดพื้นที่หน้าตัดของรังร้อยสาย และห้ามบรรจุสายไฟฟ้าที่นำกระแส ลงในรังร้อยสายมากกว่า 30 เส้น โดยสายสำหรับวงจรสัญญาณหรือระบบควบคุม ไม่ถือว่าเป็นสายไฟที่นำกระแส

4) รังร้อยสายจะต้องยึดให้มั่นคงทุกระยะไม่เกิน 1.5 ม. แต่ถ้าเป็นแนวตั้งต้องยึดให้มั่นคงทุกระยะไม่เกิน 3.0 ม. และต้องไม่มีการต่อรังร้อยสายมากกว่า 1 แห่งระหว่างช่วงยึด การติดตั้งผ่านผนังให้ส่วนที่ไม่มีรอยต่อผ่านทะลุผนังเท่านั้น และปลายสุดของรังร้อยสายต้องมีฝาปิด

5) ภายใน Wire way ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 0.5 ม. (เฉพาะแนวตั้ง)

6) ผลิตตามมาตรฐาน ASTM A570 & A611 หรือเทียบเท่าอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ข้อต่อ ข้อแยก และฝาปิด ต้องผลิตตามมาตรฐานโรงงานเท่านั้น

7) ระหว่างรางเดินสาย จะต้องต่อข้อกราวด์ระหว่างพอนด้วย

11.1.5 รางเดินสาย (CABLE TRAY AND CABLE LADDER)

1) รางเดินสาย จะต้องทำจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของรางเดินสายพร้อมผ่านกรรมวิธีป้องกันและกำจัดสนิมโดยวิธี hot dip galvanized ขนาดตามที่ระบุในแบบ รางเดินสายจะต้องมีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักสายได้เต็มที่โดยไม่บิดเบี้ยว ขอบข้างรางและชั้นของรางจะต้องเรียบ โดยไม่มีความคมของขอบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายเคเบิล อันเนื่องจากการติดตั้ง

2) รางเดินสายจะต้องมีการต่อเนื่องถึงกันตลอดของเส้นทางต่อลงดิน เพื่อไม่ให้เกิดการขาดตอนได้ข้อต่อระหว่างรางเดินสายแต่ละช่วงจะต้องแน่นสนิท รางเดินสายจะต้องมีความต้านทานกระแสไฟฟ้าต่ำตลอดทาง และต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการลัดวงจรได้อย่างปลอดภัย

3) รางเดินสายจะต้องเดินในแนวขนานกับโครงสร้างของอาคารและมีความสูงเหนือรางพอเพียงสำหรับการวางสาย

4) การเดินสายในรางเดินสายที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอน จะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคงและสายจะต้องมีความยาวตลอดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าถึงอุปกรณ์ไฟฟ้า ห้ามมีการต่อสายในรางเดินสาย

5) Cable Tray ที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่มีช่องระบายอากาศ

6) การติดตั้งรางเดินสาย การเดินสายในรางเดินสายรวมทั้งขนาดและจำนวนสายที่เดินในรางเดินสายให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดที่ระบุใน วสท.

7) ระยะจับยึดรางไม่เกิน 1.5 เมตร

11.2 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

11.2.1 สายไฟฟ้าชนิดร้อยในท่อหรือรางเดินสาย

ถ้าหากมิได้ระบุเป็นอื่นใดในแบบ สายไฟฟ้าที่ใช้จะต้องเป็นสายทองแดงแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน PVC ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้สูงสุด 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. ใหม่ และมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าที่ปรับปรุงใหม่ รายละเอียดอื่น ๆ มีดังนี้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-5/14

1) สายสำหรับวงจรไฟฟ้าต้องมีพื้นที่หน้าตัดสายไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สายต่อเข้าดวงโคมแต่ละดวงให้ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.

2) รหัสสี (Color Code) สำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

เฟส A - สีน้ำตาล (Brown)

เฟส B - สีดำ (Black)

เฟส C - สีเทา (Grey)

NEUTRAL - สีฟ้า (Blue)

สายดิน (Ground) - สีเขียว หรือ สีเขียวแถบเหลือง

ในกรณีสายมีขนาดใหญ่กว่า 10 ตร.มม. ซึ่งไม่มีสีของฉนวนตามระบุให้ใช้เทปสีตามรหัสพันทับที่สายนั้น ๆ หรือทาสีชนิดที่ไม่ทำความเสียหายต่อฉนวนไฟฟ้า ส่วนที่ขั้วหางปลาให้สวมด้วย Vinyl Wire End Cap โดยใช้รหัสสีเดียวกัน

3) สายไฟฟ้าต้องมีความยาวตลอดความยาวท่อ ห้ามตัดต่อสายภายในท่อ อนุญาตให้ต่อสายได้ในกล่องต่อสายเท่านั้น สำหรับสายขนาดไม่เกิน 6 ตร.มม. ให้ใช้ Wire Nut หรือ Scotch Lock ในการต่อสายส่วนสายขนาดใหญ่กว่านี้ให้ต่อกับ Split Bolt หรือ Compression Connector และพันทับด้วยเทปยางให้มีคุณสมบัติเทียบเท่าฉนวนไฟฟ้าเท่านั้น

4) การร้อยสายห้ามใช้น้ำมันหล่อลื่นทาเพื่อช่วยในการร้อยสาย ต้องใช้ Pulling Compound ที่ผลิตสำหรับการร้อยสายโดยเฉพาะเท่านั้น

5) ห้ามร้อยสายโทรศัพท์ หรือสายแรงดันต่ำพิเศษเข้าไปในท่อร้อยสายหรือกล่องต่อสายเดียวกันกับสายไฟฟ้า

6) สายไฟฟ้าแต่ละเส้นต้องมีการทำเครื่องหมายให้ทราบได้ถึงวงจร และหน้าที่ของสายไฟนั้นๆ เครื่องหมายเหล่านี้ให้ทำไว้ที่สาย ทั้งที่อยู่ในกล่องต่อสายและปลายสายที่เข้าอุปกรณ์

7) สายไฟฟ้าที่เดินเข้าในแผงจ่ายไฟหรืออุปกรณ์อื่นจะต้องจัดให้เป็นระเบียบโดยใช้ Self Locking Cable Ties รัดให้เป็นหมวดหมู่ สายต้องมีความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายตำแหน่งในแผงจ่ายไฟอนาคต

11.2.2 การเดินสายใต้ดิน

ถ้าหากมิได้ระบุเป็นอื่นใดในแบบ สายไฟฟ้าที่ใช้จะต้องเป็นสายแรงดันชนิดแกนเดี่ยว หรือหลายแกนหุ้มฉนวน PVC หรือมีเปลือกนอกทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้สูงสุด 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก.11-2553 โดยการเดินสายใต้ดินต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1) สายฝังดินโดยตรง ท่อร้อยสายหรือเครื่องหุ้มสายไฟฟ้าประเภทอื่นที่ได้รับการรับรองแล้วความลึกในการติดตั้งต้องเป็นไปตามตารางต่อไปนี้

ความลึกในการติดตั้งใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ

วิธีการเดินสาย	ความลึกน้อยสุด (เซนติเมตร)
เคเบิลฝังดินโดยตรง	60
ท่อโลหะหนา	15
ท่อโลหะหนานปานกลาง	15

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-6/14

วิธีการเดินสาย	ความลึกน้อยสุด (เซนติเมตร)
ท่อที่ไม่ใช่โลหะซึ่งได้รับการรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้ โดยไม่ต้องไม่มีคอนกรีตหุ้ม	45
ท่ออื่น ๆ ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้า	45

- ข้อยกเว้นที่ 1 ถ้าไม่ใช่ท่อ IMC หรือ RSC แล้ว หากมีแผ่นคอนกรีตหนา 5 ซม. วางอยู่เหนือสาย อนุญาตให้ลดความลึกลงได้อีก 10 ซม.
- ข้อยกเว้นที่ 2 ข้อกำหนดสำหรับความลึกนี้ไม่ใช่บังคับ สำหรับการติดตั้งใต้อาคาร หรือใต้พื้นคอนกรีต ซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม.
- ข้อยกเว้นที่ 3 บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่านความลึกต้องไม่น้อยกว่า 60 ซม.

2) สายใต้ดินที่ติดตั้งใต้อาคาร ต้องติดตั้งอยู่ในท่อร้อยสาย และท่อร้อยสายต้องยาวเลยผนังด้านนอกอาคารออกไป

3) สายที่โผล่ขึ้นจากดินต้องมีการป้องกันด้วยสิ่งห่อหุ้ม หรือท่อร้อยสายซึ่งฝังจมลึกลงไปในดินตามที่กำหนดในข้อ 3.1 และส่วนที่โผล่เหนือดินต้องไม่น้อยกว่า 180 ซม.

4) ต้องมีหมุดบอกแนวสายไฟฟ้าใต้ดินแสดงแนวสายไฟฟ้าใต้ดิน โดยวางห่างกันประมาณ 10 เมตร ตลอดแนวการเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน

11.2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้เดินในอาคารชั้นใต้ดิน

สายไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารชั้น B สำหรับวงจรที่ต้องการความปลอดภัยปกติให้ใช้สายชนิด Flame Retardant, Low Smoke, Zero Halogen (LSOH) และฉนวนของสายไฟต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 90 °C และจะต้องได้มาตรฐาน IEC 60332-3C, 60754-1,2, 601034-2 และจะต้องมีผลการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น LPCB ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาประกอบการขออนุมัติ

11.2.4 สายไฟฟ้าที่ใช้เดินเข้าเครื่องจักร

สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวน พีวีซี สองชั้น ตาม มอก. 11-2553 ชนิด VCT หรือ VCT-GRD

11.2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้กับดวงโคมที่มีความร้อนสูง

สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

11.2.6 สายไฟฟ้าชนิด CV

สายไฟฟ้าชนิด CV ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60228 และ 60502-1 สายไฟจะต้องมีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น XLPE ขนาดแรงดัน 600/1000V. อุณหภูมิใช้งาน 90 °C มีเปลือกนอกเป็น PVC

11.2.7 สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (Fire Resistant Cable)

- 1) ความต้องการทั่วไป

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-7/14

ในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ สายนำไฟฟ้าจะต้องยังคงรักษาสภาพการนำไฟฟ้าที่แรงดันและกระแสในสภาวะที่ปกติ และวัสดุที่ใช้ทำสายไฟฟ้า จะต้องไม่เอื้ออำนวยต่อการ ติดไฟ , ลามไฟ และสายไฟจะต้องไม่ก่อกำเริบปริมาณควันที่เป็นอันตราย และรวมถึงแก๊สพิษและกรดแก๊สจากธาตุในหมู่ Hologen

2) ลักษณะของสายไฟ

สายไฟฟ้าชนิดอ่อน ติดตั้งได้สะดวก ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502 มีตัวนำแกนทองแดงชนิด Strand (IEC228 Class 2) ที่พันหุ้มด้วย Glass Mica เป็นฉนวนกันไฟภายใน และหุ้มอีกชั้นด้วยสารเรซินทนความร้อน ชนิดไม่หลอมละลาย ติดไฟ เมื่ออยู่ภายในเพลิง สายไฟจะต้องมีรัศมีดัดโค้งไม่เกิน 6-8 เท่าของรัศมีความโตของสายไฟนั้น วัสดุที่หุ้มจะต้องไม่แปรสภาพใด ๆ เมื่อตัวนำไฟฟ้าต้องนำกระแสไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่อเนื่องสูง 90 °C ตามมาตรฐาน IEC 216 และสายไฟทั้งหมดจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากลดังนี้

ก. สามารถนำไฟฟ้าอย่างเนื่องได้เป็นปกติในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน BS 6387 C.W.Z. โดยมีผลทดสอบแยกกันดังนี้

- ข้อกำหนด C ที่อุณหภูมิ 950 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
- ข้อกำหนด W ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 650 °C เป็นเวลา 15 นาที แล้ว พ่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 15 นาที
- ข้อกำหนด Z สายไฟต้องยังสามารถนำไฟฟ้าได้เป็นปกติขณะที่กระทำด้วย แรงกลจากภายนอกที่อุณหภูมิ 950 °C เป็นเวลา 15 นาที

ข. สายไฟมีค่าแรงดัน 0.6/1 KV (เพาเวอร์/คอนโทรล)

ค. สายไฟมีค่าแรงดัน 300/500 (สายสื่อสาร)

ง. สายไฟต้องผ่านการทดสอบที่แสดงว่าไม่เอื้ออำนวยต่อการลามไฟของสายไฟตามมาตรฐาน

- IEC 332-1
- IEC 332-3 A B C
- VDE 0472 Part 804/C

จ. ปริมาณควันไฟ เมื่อสายถูกเผาไฟไหม้ ควันที่เกิดขึ้นจะต้องยอมให้ปริมาณแสงผ่านได้ไม่น้อยกว่า 70%

- IEC 1034-2

ฉ. ปริมาณ Halogen เป็นศูนย์

- IEC 754-1

ช. ค่าความเป็นกรด ต่างที่เหมาะสม

- IEC 754-2

ซ. ไม่มีแก๊สพิษต่าง ๆ

- NFC20-454
- NES 713

ณ. ความสามารถต่อการลัดวงจร และการใช้เกินกระแสพิกัดสายไฟจะต้องทนที่อุณหภูมิ 250 °C เป็นเวลา 5 วินาที

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-8/14

ญ. การควบคุมคุณภาพ บริษัทผู้ผลิตสายไฟเหล่านี้ จะต้องได้รับการยอมรับตามมาตรฐานประกันคุณภาพ ISO 9001

ฎ. อุปกรณ์ชั่วคราวสายไฟ จะต้องมีการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยจะต้องมีคุณสมบัติทนไฟเหมือนกับสาย

11.2.8 การติดตั้ง

1) การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่นโดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

ง. การดัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในมาตรฐาน วสท.

2) การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในท่อโดยเด็ดขาด

ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์

ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง

ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำโดยต่อผ่าน Terminal Block นี้ Terminal Block ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับการต่อสายไฟฟ้า ทำด้วยฉนวนไฟฟ้าอย่างดี มีแผ่นกั้นระหว่าง Terminal Block และหมายเลข Terminal กำกับ 2.9 การทดสอบ 2.9.1 สายสำหรับวงจรแสงสว่างและเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุก ๆ กรณี

3) สำหรับ feeder และ sub-feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทางแล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี

4) การวัดค่าของฉนวนดังกล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

11.3 แผงสวิตช์ควบคุมมอเตอร์

11.3.1 SAFETY SWITCHES

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-9/14

เป็นอุปกรณ์สำหรับตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อความปลอดภัยในขณะทำการซ่อมบำรุง อุปกรณ์ไฟฟ้า นั้น ๆ และต้องเป็นชนิด Quick Make, Quick Break, Heavy Duty มีขนาดพิกัดตามที่ระบุในแบบ

- 1) ตัวตู้ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันและกำจัดสนิม พร้อมทั้งเคลือบอบสีอย่างดีโดยมีระดับการป้องกัน NEMA 1 สำหรับติดตั้งในอาคารและ NEMA 3R สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร
- 2) ตัวสวิตช์จะต้องมีกระเดื่องล้อยคอยู่ เมื่อสวิตช์อยู่ในตำแหน่ง OFF จึงจะสามารถเปิดฝาได้
- 3) ขนาด Ampere Rating จำนวนขั้วสายและจำนวน Phase ให้เป็นไปตามระบุในแบบ
- 4) ชุดที่กำหนดให้มี Fuse ให้ใช้ Fuse Clips เป็นแบบ Spring Reinforced โดยขนาดของ Fuse ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อที่ระบุข้างต้น
- 5) การติดตั้งให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 0.80 ม. ถึงระดับบนของสวิตช์ หรือติดตั้งตามความสูงตามที่ระบุในแบบ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนังหรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้ สวิตช์ สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 0.80 ม. ถึงระดับบนของสวิตช์

11.3.2 CIRCUIT BREAKER

- 1) Circuit Breaker ทั้งหมดผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE, IEC, UL
- 2) เป็นชนิดที่ผลิตขึ้นมาต้องสามารถทนแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 240 Volt สำหรับ 1 เฟส และไม่น้อยกว่า 415 Volt สำหรับ 3 เฟส
- 3) ขนาดเฟรม (Frame size) ไม่เกิน 250 Amp. ต้องเป็นชนิด Molded Case Circuit Breaker, Thermal Magnetic or Solid State Trip 0.8 – 1.0 In, Ics = 100% Icu
- 4) ขนาดเฟรมมากกว่า 250 Amp. เป็นชนิด Molded case หรือ Open Frame โดยมี Releasing Device เป็นแบบ Solid State Trip Unit 0.4 – 1.0 In, Ics = 100% Icu
- 5) Main Circuit Breaker ที่มีพิกัดตั้งแต่ 1000 Amp. ขึ้นไป จะต้องมียระบบ Ground Fault Protection โดยมีค่าปรับตั้งแต่ไม่เกิน 1200 Amp. สำหรับ Ground Fault Current ตั้งแต่ 3000 Amp. ขึ้นไปและจะต้องปลด วงจรภายในเวลาไม่เกิน 1 วินาที
- 6) Mounting เป็นชนิดติดตั้งแบบ Fixed, Plug-In หรือ Draw-Out ตามที่ระบุในแบบ
 - ก. Fixed type เป็นแบบติดตั้งถาวรยึดติดกับโครงโลหะของตู้
 - ข. Draw-Out Type สำหรับเฟรมเกิน 400 Amp. ต้องติดตั้งบนรางเลื่อนเข้าออก โดยมี Hand Crank เพื่อช่วยผ่อนแรงและต้องมีระบบ Safety Trip Mechanism Circuit Breaker จะ trip ทันทีโดยอัตโนมัติถ้ามีการ Plug-In หรือ Draw-Out ในขณะที่ Circuit Breaker อยู่ในตำแหน่ง “On” โดยมีตำแหน่งเลื่อนเข้าออก 3 ตำแหน่ง คือ
 - Connected : Circuit breaker อยู่ในตำแหน่งใช้งานปกติ
 - Test : Main contact ไม่ต่ออยู่กับระบบแต่ชุด Control ยังไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ
 - Disconnected : Main Contact และชุด Control ถูกตัดขาดจากระบบ
- 7) Operating Mechanism ต้องเป็นชนิดใดชนิดหนึ่งตามที่ระบุในแบบดังนี้
 - Manual Operated เป็นแบบสับเข้าและออกได้ด้วยมือ โดยวิธีบิดหรือสับขึ้นลง ซึ่งอาจจะเป็นแบบมีสปริง (Spring Loaded) ก็ได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-10/14

- Motor Operated เป็นแบบ Charge Spring ด้วยมอเตอร์และสับเข้าออกด้วย Solenoid หรือใช้มอเตอร์สับเข้าออกโดยตรงก็ได้ตามที่ระบุในแบบ แต่จะต้องมี Clearing Contact สำหรับตัดไฟจากมอเตอร์หรือ Solenoid เมื่อสับหรือปลดแล้ว

11.3.3 ชนิดของ ENCLOSURE

ชนิดของ ENCLOSURE (ตู้เหล็ก) ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ตามที่ระบุในแบบเป็นมาตรฐานของ NEMA ประเทศสหรัฐอเมริกา ชนิดของ ENCLOSURE ที่ใช้มีดังต่อไปนี้

NEMA TYPE 1 GENERAL PURPOSE สำหรับการติดตั้งภายในอาคาร

NEMA TYPE 3 R RAIN TIGHT สำหรับการติดตั้งภายนอกอาคารหรือกลางแจ้งเพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในตู้จากฝน

NEMA TYPE 4 WATER TIGHT สำหรับการติดตั้งภายในหรือภายนอกอาคารเพื่อป้องกัน

อุปกรณ์ภายในตู้จากฝน หรือน้ำซึ่งมีแรงดัน

NEMA TYPE 12 DUST TIGHT AND DRIP TIGHT สำหรับการติดตั้งภายในอาคารเพื่อป้องกัน

อุปกรณ์ภายในตู้จากสิ่งแปลกปลอมภายนอก เช่น ฝุ่นละออง ฝน หรือ หยดน้ำ

11.3.4 A/C MOTOR CONTROL CENTER (AMCC)

1) ความต้องการทั่วไป

- ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งผลิตขึ้นตามมาตรฐาน มอก 1436 – 2540, VDE, IEC, NEMA หรือ ANSI สำหรับระบบไฟฟ้า 380/220 volt 3 phase 4 wire 50 Hz Insulation Class 600V มีคุณสมบัติตามความต้องการของ NE CODE ARTICLE 384 และมีคุณสมบัติ/ลักษณะที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับให้ใช้งานได้

- สวิตช์หรือ Circuit Breaker ทุกชุดที่ใช้ในตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Main Switch, Main And Tie Circuit Breaker หรือ Automatic Transfer Switch อาจใช้ผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายอื่นได้ถ้าจำเป็น แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างก่อน

- สวิตช์ตัดตอนที่ใช้ในตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ ขนาดเฟรมต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนด และสามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ

2) รายละเอียดทางโครงสร้าง

- ตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำผ่านการทดสอบ Fully Type Test License หรือ Fully Type Test ตามมาตรฐาน IEC 439-1

- โครงตู้ทำด้วยเหล็กหนาอย่างน้อย 2 มม. หรือโครงตู้ทำด้วยเหล็กพับเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความแข็งแรงเชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักและเป็นเกลียวถ้าตู้มีหลายส่วนและตั้งเรียงติดกัน ต้องยึดติดกันด้วยสลักและเป็นเกลียว พร้อมมีแผ่นโลหะกันแยกส่วนภายในตู้ออกจากกัน

- แผ่นโลหะรอบนอกต้องทำจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ผ่านกรรมวิธีกำจัดและป้องกันสนิมโดยวิธี Electro Galvanize แล้วพ่นทับด้วยสีชนิดอบแห้งทั้งภายนอกและภายใน

- ตัวตู้ประกอบขึ้นเป็น Compartment Form 3 B ประกอบด้วย Busbars, Circuit Breaker, Cable และ Metering Compartment โดยมีแผ่นโลหะกั้นระหว่าง Compartment และต้องมีฐานสำหรับยึด Circuit Breaker ด้วย

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-11/14

- ตัวตู้ต้องสามารถเปิดได้ทั้งด้านหน้า ด้านหลัง ด้านบน และด้านข้างแผงประตูด้านหน้าของช่องใส่อุปกรณ์ ต้องติดบานพับชนิดซ้อน ด้านหลังและด้านข้างให้ทำเป็นแผง ๆ ละสองชิ้นพับขอบมีแผ่นยาง seal และยึดกับโครงสร้างของตู้โดยใช้สกรู

- ฝาด้านข้างและด้านหลัง จะต้องมียุติสำหรับระบายอากาศอย่างเพียงพอ โดยภายในช่องมียุติให้บุด้วยตาข่ายกันแมลง (Insect Screen) และมี Filter สำหรับป้องกันฝุ่นด้วย

- ฝาด้านหน้าต้องมีป้ายชื่อทำด้วยพลาสติก พร้อมทั้ง Mimic Bus Diagram ติดให้เห็นอย่างชัดเจน และไม่หลุดง่าย

- ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีกำจัดและป้องกันสนิมโดยวิธี Electro Galvanize แล้วพ่นทับด้วยสีชนิดอบแห้ง (Stove-Enamelled Paint)

- ฝาดูทุกบานที่มีบานพับเปิดได้ ต้องมีการต่อลงดินด้วยสายดินชนิดลวดทองแดงถักต่อลงดินที่โครงตู้

- ตัวโครงสร้างจะต้องขันสกรูหรือเชื่อมอย่างแข็งแรง ตัวเมน Busbar และโครงสร้างจะต้องสามารถทนแรงบิดหากเกิดการลัดวงจรในระบบไฟฟ้า ได้อย่างต่ำ 50,000 แอมแปร์

- รูปแบบ (Form) ของเมนแรงต่ำให้มีการแบ่งแยกส่วนต่างๆ ภายในตู้รูปแบบ 3b (Form 3b)

3) รายละเอียดทางด้านเทคนิค

ก. BUSBAR ที่ใช้ต้องทำจากทองแดงมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดและ Ampacity ตามตารางที่แนบท้ายหมวดนี้ และจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ สะดวกต่อการเข้าสาย และมีระยะห่างจากฝาดูอย่างเพียงพอสำหรับการเดินสายไฟฟ้า นอกจากนี้ต้องมี Ground Bus อยู่ด้านหลังมุมล่างและ Neutral Bus อยู่ด้านหลังมุมบนของตู้ หรือติดตั้งบริเวณอื่นของตู้แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน Bus ดังกล่าวจะต้องวางยาวตลอดความยาวของตู้และเจาะรูเตรียมสำหรับการต่อสายไว้

ข. การจัดเฟสของ Busbars เมื่อมองจากด้านหน้าให้อยู่ในลักษณะดังนี้ A,B,C เรียงจากหน้าตู้ไปหลังตู้จากบนล่าง หรือจากซ้ายไปขวา

ค. เมน Busbars เชื่อมระหว่างเมนกับ Circuit Breaker ต่าง ๆ จะต้องเป็นทองแดงขนาดโตพอสำหรับกระแสไฟฟ้า โดยไม่ทำให้อุณหภูมิของทองแดงสูงเกิน 70 องศาเซลเซียส

ง. BUSBARS ภายในแผงเมนไฟฟ้าแรงต่ำให้ทาสีหรือพ่นสีด้วยสีทนความร้อน เพื่อระบุเฟสดังนี้

- เฟส A - สีน้ำตาล (Brown)
- เฟส B - สีดำ (Black)
- เฟส C - สีเทา (Grey)
- NEUTRAL - สีฟ้า (Blue)
- สายดิน (Ground) - สีเขียว หรือ สีเขียวแถบเหลือง

จ. จุดต่อหรือจุดสัมผัสระหว่าง busbar กับ busbar หรือ busbar กับ terminal pad ให้ทาเคลือบจุดสัมผัสด้วย electrical compound เพื่อป้องกันการเกิดออกไซด์

ฉ. Ground Bus จะต้องทำด้วยทองแดงที่ทน Short Circuit ได้ไม่น้อยกว่า 50 KA

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-12/14

ข. Bolted Nut & Washer สำหรับต่อ Busbar ให้ใช้ชนิด High tension Steel Class (11.8) และ Busbar Support จะต้องมีขนาดที่เหมาะสม มีความแข็งแรงที่จะยึดอุปกรณ์ โดยสามารถรองรับกระแส Short Circuit ที่ค่า Short Circuit Stress 50 KA.

ข. ที่หางปลาเข้าสายให้สวมด้วย Vinyl Wire End Cap โดยเลือกขนาดให้เหมาะสมกับสายและหางปลาที่ใช้ และใช้รหัสตามเฟสนั้น ๆ ไม่อนุญาตให้ใช้เทปสีพันแทน เพราะจะทำให้ไม่คงทนและหลุดง่าย

ฉ. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า กับ Terminal Block ภายในแผงเมนไฟฟ้าแรงต่ำ ให้ใช้สายชนิด Stranded Annealed

Copper Wire 300V, 70deg.C PVC-INSULATED ขนาดของสายไฟ ต้องมีรหัสสีและต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังนี้

- CURRENT CIRCUIT : ใช้สายสีดำ ขนาด 4 ตร.มม.
- VOLTAGE CIRCUIT : ใช้สายสีแดง ขนาด 2.5 ตร.มม.
- AC. CONTROL CIRCUIT : ใช้สีเหลือง ขนาด 1.5 ตร.มม.

SLEEVE และ CAP หุ้มปลายสายก็ให้ใช้รหัสสีเดียวกับสายด้วย

- สายไฟทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางเดินสาย (Trunking) เพื่อความเรียบร้อย และเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน สายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดต่าง ๆ และห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด

- สาย Control ทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีเครื่องหมายกำกับเป็นระบบปลอกสวม (Ferrule) ซึ่งยากแก่การลอกหรือหลุดหายเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาภายหลัง

- สาย Control ที่แยกออกจาก Cable Trunking ต้องจัดหรือรัดสายด้วย Cable Tie ให้เป็นระเบียบ

CONTINUOUS CURRENT – CARRYING CAPACITY OF COPPER CONDUCTORS (IEC 439-1)

Copper conductors of rectangular cross-section indoor installations, ambient temperature 35 °C, temperature rise 70 °C conductor temperature 105 °C. Conductor width vertical, clearance between conductors equal to conductor thickness ; with alternating current, phase centre-line distance > 0.8 x clearance between phases.

Width x Thickness (mm.)	Continuos current in A At Ambient temp 35 °C and Conductor temp. 105 °C			
	Bare			
	No. of Bare / Phase			
	1	2	3	4
12 x 3	212	373	487	-
12 x 5	286	546	786	-
12 x 10	486	923	1294	-
15 x 10	545	1046	1445	-
20 x 5	430	777	1072	-

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-13/14

Width x Thickness (mm.)	Continuos current in A At Ambient temp 35 °C and Contuctor temp. 105 °C			
	Bare			
	No. of Bare / Phase			
	1	2	3	4
20 x 10	787	1405	1863	-
25 x 5	513	910	1235	-
25 x 10	787	1405	1663	-
30 x 5	595	1044	1392	-
30 x 10	899	1564	2037	-
40 x 5	756	1298	1693	-
40 x 10	1122	1683	2386	-
50 x 5	1009	1716	2207	-
50 x 10	1337	2187	2706	-
60 x 5	1079	1786	2237	-
60 x 10	1552	2474	3012	-
80 x 5	1388	2252	2718	-
80 x 10	1945	3003	3578	-
100 x 5	1694	2687	3184	-
100 x 10	2336	3500	4114	-
120 x 10	2730	4009	4659	-
140 x 10	3110	4501	5191	-
150 x 10	3297	4724	5452	-
160 x 10	3483	4979	5710	-
200 x 10	4220	5929	6736	-

11.3.5 การทดสอบ

- 1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเครื่องมือ พนักงาน และดำเนินการทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งหมด โดยการทดสอบต่าง ๆ จะต้องกระทำผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- 2) หากการทดสอบแสดงความบกพร่องของวัสดุ หรืออุปกรณ์ หรือการติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเปลี่ยน แก้ไขอุปกรณ์หรือการติดตั้ง ดังนั้นแล้วจึงเริ่มทำการทดสอบ ใหม่จนเป็นที่ยอมรับผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- 3) การทดสอบระบบไฟฟ้าแรงต่ำจะประกอบด้วย
 - RESISTANCE TO GROUND ของระบบสายดิน

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 11-14/14

ผลการทดสอบที่ยอมรับ = ไม่สูงกว่า 5 โอห์ม

- INSULATION RESISTANCE TEST

เมื่อใช้ INSULATION TESTER 500 VDC

ผลการทดสอบเป็นที่ยอมรับ :

ก. Minium Insulation Resistance To Earth = 1 เมกะโอห์ม

ข. Minium Insulation Resistance Between Phases = 1 เมกะโอห์ม

ค. Minium Insulation Resistance Between Live Part ของ

Fixed Equipment กับ Frame (เมื่อปลดสายออก) = 0.5 เมกะโอห์ม

4) ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าทั้งหมดเพื่อให้ถูกต้องตามแบบและข้อกำหนด

11.4 รายชื่อผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้า (MAJOR MATERIALS AND EQUIPMENT)

รายละเอียดในข้อนี้ได้ระบุถึงรายชื่อผู้ผลิตวัสดุ-อุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยทั่วไป การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่กำหนดไว้นี้ จะต้องแสดงรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง หรือวิศวกร ผู้ควบคุมงานก่อนการนำเข้าใช้งาน

11.4.1	CIRCUIT BREAKER	: SQUARE D, WESTING HOUSE, SIEMENS, ABB, MERLIN GERIN, GE หรือเทียบเท่า
11.4.2	สายทนไฟ	: ALCATEL, RADOX, DELTA CROMPTION, SCM, DRAKA UK, STUDER, FIRECEL หรือเทียบเท่า
11.4.3	ท่อร้อยสายไฟฟ้า	: TAS, TSP, ABSO, RSI, PAT, PANASONIC, ARROWPIPE, UI, BSM หรือเทียบเท่า
11.4.4	ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิด HDPE	: FH, KWH, ABSO, TGG, PBP, THAI PIPE, NRE หรือเทียบเท่า
11.4.5	WIREWAY, CABLE TRAY	: TIC, ASEFA, PMK, SCI, UI, BSM, LADDER หรือเทียบเท่า
11.4.6	ตู้แม่แรงต่ำและตู้ควบคุม	: ABB, TIC, SMD, PMK, SMD, SCI, C & T, ASEFA, SIEMENS, MERLIN GERIN หรือเทียบเท่า
11.4.7	CT FOR LOW VOLTAGE	: ALCE, LIFASA, CIRCUTOR, LOVATO, CROMTON, SIEMENS, ABB หรือเทียบเท่า
11.4.8	BUSDUCT	: PDI, SCHNEIDER, POWER BAR หรือเทียบเท่า
11.4.9	COAXIAL CABLE	: BELDEN, WISI, KATHREIN, DCT, TFC, COMMScope หรือเทียบเท่า

หมายเหตุ “เทียบเท่า” หมายถึง ให้ใช้ตามเครื่องหมายการค้าที่ระบุ ยกเว้นมีหลักฐานพิสูจน์ได้ว่าไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงสามารถให้ใช้เทียบเท่าได้

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 12-1/1

12. การขุดกลบร่องที่วางท่อ (EXCAVATION & BACKFILLING)

- 1) ร่องTrench ที่วางท่อต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 ม. และต้องมีขนาดเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางท่อบวก ความกว้าง 0.60 ม.
- 2) ให้ทำการขุดรากต้นไม้ เศษไม้ เศษขยะออกให้หมดก่อนทำการวางท่อ
- 3) วัสดุต่างๆ ที่ขุดขึ้นมาต้องขนไปทิ้งนอกหน่วยงานและ/หรือตามแต่ที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนด
- 4) จัดให้มีการป้องกันไม่ให้ดินที่ขุดพังทลายโดยการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมมาป้องกันดินทลายเพื่อความปลอดภัยและให้ปิดร่องไว้ถ้ายังไม่กลบร่อง
- 5) ให้ระบายน้ำในร่องให้แห้งโดยใช้เครื่องสูบน้ำที่ผู้รับจ้างจัดหาเองเพื่อระบายน้ำไปยังจุดระบายที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้
- 6) ในการวางท่อประปาและท่อระบายน้ำทั้งในหลุมเดียวกัน ให้วางท่อประปาเหนือท่อน้ำทิ้งอย่างน้อย 0.30 ม. ถ้าเป็นไปได้ให้วางท่อประปาและท่อระบายน้ำทั้งคนละร่องห่างกันไม่น้อยกว่า 2 เมตร
- 7) ท่อที่ฝังดินจะต้องรองรับด้วยทรายบดอัดหรือหินหนาไม่น้อยกว่า 0.20 ม.
- 8) การกลบ (Backfilling) ท่อที่ฝังให้กลบด้วยทรายสะอาดเหนือท่อฝังและบดอัดให้แน่นทุกๆ ช่วงความสูง 0.30 ม. และเหลือไว้ 0.20 ม. จากผิวบนเพื่อที่จะตบแต่งผิวบนด้วยวัสดุตามที่สทาบนิกระบุ

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	24/DS/ARU42-03
Doc. No. : FEC/ARU42/SP-P/0001	Rev. No. 0
Doc. Title : งานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิง	Page 13-1/1

13. การทดสอบ

- 1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแรงงาน วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องใช้ที่จำเป็น เพื่อการทดสอบที่แสดงในแบบแปลนและระบุไว้ในที่นี้จนงานเสร็จเรียบร้อยใช้งานได้
- 2) ระบบทั้งหมดที่เป็นส่วนของระบบสุขาภิบาลจะต้องทำการทดสอบ โดยมีที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานร่วมอยู่ด้วย ก่อนที่จะทำการกลับ ถม หรือสร้างสิ่งอื่นทับหรือปิดบัง
- 3) ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายหรือข้อบกพร่องเนื่องจากการทดสอบ
- 4) ท่อน้ำฝน ท่อส้วม ท่อน้ำทิ้ง ท่ออากาศ และท่อระบายน้ำในแนวนอน ตลอดจนท่อแยกต่างๆ ทำการทดสอบ โดยเติมน้ำให้ล้นจากระดับหลังคาหรือให้เติมน้ำจนล้นตรงจุดที่สูงกว่าส่วนที่ทดสอบ 10 ฟุต
- 5) ท่อน้ำประปาทั้งหมด จะต้องทำการทดสอบภายใต้แรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งาน แต่ไม่ต่ำกว่า 100 psi.
- 6) ท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย ท่อน้ำมัน จะต้องทดสอบภายใต้แรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งาน แต่ไม่ต่ำกว่า 100 psi.
- 7) ท่อความดันที่ต่อจากเครื่องสูบน้ำเสีย จะต้องทดสอบแรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 50 ปอนด์/นิ้ว²
- 8) การทดสอบท่อของทุกระบบรวมทั้งข้อต่อต่างๆ จะต้องไม่มีการรั่วและแรงดันจะต้องไม่ตกเป็นระยะเวลาดูต่อเนื่องกันตลอด 6 ชั่วโมงของการทดสอบ ในกรณีที่มีการรั่วซึมของท่อ และข้อต่อในขณะที่ทดสอบจะต้องทำการเปลี่ยนใหม่ หรือซ่อมไม่ให้เกิดรอยรั่วซึมตามคำแนะนำของวิศวกรผู้ควบคุมงานแล้วจึงทำการทดสอบใหม่จนสามารถใช้ได้สมบูรณ์
- 9) เครื่องสูบน้ำต่างๆ ตลอดจนเครื่องเติมอากาศ จะต้องทำการทดสอบจนถูกต้องตามรายละเอียดข้อกำหนดที่ระบุไว้
- 10) เครื่องมืออุปกรณ์อื่นๆ อุปกรณ์ควบคุม และท่อจะต้องทำการทดสอบตามโค้ดและมาตรฐานที่ได้ออกแบบไว้
- 11) เมื่อทำการทดสอบจนเป็นที่พอใจของเจ้าของงานแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดท่อ เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมดตามคำแนะนำของวิศวกรที่ปรึกษาผู้ควบคุมงาน