**รายละเอียดคุณลักษณะ ราคากลาง และหลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ**
**รายการจัดซื้อพร้อมติดตั้งครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ชุด**
**ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา**
**จำนวนเงิน 4,990,000 บาท (สี่ล้านเก้าแสนเก้าหมื่นบาทถ้วน)**

---

**รายการจัดซื้อพร้อมติดตั้งครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย**

**1. จอกระดานอัจฉริยะ ขนาดไม่น้อยกว่า 85 นิ้ว จำนวน 1 ชุด เป็นจำนวนเงิน 366,900 บาท**

1.1 รายละเอียดจอแสดงผล

1.1.1 เป็นจอแสดงผล 2 แบบ Interactive และ Blackboard

1.1.2 ขนาดไม่น้อยกว่า 85 นิ้ว โดยวัดตามแนวทแยงมุม มี Blackboard 2 ข้าง ซ้ายและขวา ประกอบเข้าด้วยกัน ความยาวโดยรวมไม่ต่ำกว่า 4 เมตร

1.2 รายละเอียด Interactive Blackboard

1.2.1 สามารถแสดงภาพได้ด้วยหลอดภาพแบบ LED Backlight

1.2.2 มีความละเอียดของจอภาพ (Resolution) ไม่น้อยกว่า 3840 x 2160 พิกเซล (4K)

1.2.3 จอแสดงผลรองรับการทัชสกรีนพร้อมกันได้ไม่น้อยกว่า 10 จุด

1.2.4 มีความสว่างสูงสุด (Brightness) ไม่ต่ำกว่า 590 cd/$m^2$

1.2.5 อัตราส่วนความคมชัด (Contrast Ratio) ไม่น้อยกว่า 5,000:1

1.2.6 มีค่าความเร็วในการเปลี่ยนเม็ดพิกเซล (Response Time) ไม่น้อยกว่า 8 มิลลิวินาที

1.2.7 มีชั่วโมงการทำงาน (Life time) ไม่น้อยกว่า 100,000 ชั่วโมง

1.2.8 ใช้เทคโนโลยีการสัมผัสแบบ Capacitive ที่มีความเสถียรและแม่นยำสูง

1.2.9 กระจกหน้าจอมีความทนทานสูงและกันแรงกระแทกได้อย่างดี

1.2.10 สามารถนำเข้าสัญญาณภาพจากคอมพิวเตอร์หรือคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กได้

1.2.11 มีลำโพงกำลังขับไม่น้อยกว่า 18 วัตต์ จำนวน 2 ตัว และมีรีโมทคอนโทรลไม่น้อยกว่า 1 อัน

1.2.12 มีช่องสัญญาณเข้า (Input) ดังนี้ VGA x 1, HDMI x 2, RJ45 x 1, USB TOUCH x 1, USB 2.0 x 1, USB 3.0 x 1, RS232 X 1

1.2.13 ช่องสัญญาณออก (Output) ชนิด VGA หรือ HDMI หรือ SPDIF อย่างน้อย 1 ช่อง และสัญญาณเสียงอย่างน้อย 1 ช่อง

1.3 มีระบบปฏิบัติการ Android มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

1.3.1 CPU ความเร็ว 1.5 GHz หรือดีกว่า

1.3.2 RAM อย่างน้อย 2 GB/ROM อย่างน้อย 16 GB

1.3.3 Android Version 6.0 หรือดีกว่า

1.4 มี Computer ชนิด Open Pluggable Specification (OPS) มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

1.4.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) หรือดีกว่าจำนวน 1 หน่วย

1.4.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) แบบ DDR ที่มีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 8 GB

1.4.3 มี Hard Disk แบบ SSD ไม่น้อยกว่า 256 GB จำนวน 1 หน่วย

1.4.4 มีช่องต่อสัญญาณชนิด DP Output อย่างน้อย 1 ช่อง

1.4.5 สามารถเชื่อมต่อแบบ Wireless LAN IEEE802.11a/b/g/n ได้

1.5 มี Function ที่สามารถแชร์ภาพจาก Smartphone, Tablet หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ ขึ้นไปยังบนหน้าจอได้ไม่น้อยกว่า 9 เครื่องพร้อมกัน

1.6 มีชุด Keyboard และ Mouse แบบ Wireless มาพร้อมกับตัวเครื่อง โดยสามารถใช้งานร่วมกับตัวเครื่องได้เป็นอย่างดี

1.7 มีโปรแกรมสำหรับการใช้งาน โดยมีฟังก์ชั่นการทำงานอย่างน้อยดังนี้

1.7.1 มีฟังก์ชั่นปากกาเพื่อใช้ในการขีดเขียนที่หน้ากระดานไม่น้อยกว่า 10 รูปแบบ และสามารถเลือกสี เลือกขนาดของเส้น และความโปร่งใสได้เป็นอย่างน้อย

1.7.2 มีฟังก์ชั่นรูปทรงเรขาคณิตสำเร็จรูปไม่น้อยกว่า 5 รูปแบบ

1.7.3 มีฟังก์ชั่นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยสนับสนุนในการทำรูปทรงต่างๆ ดังนี้ ไม้บรรทัด, ครึ่งวงกลม,สามเหลี่ยม,วงเวียน เป็นอย่างน้อย

1.7.4 มีโปรแกรมสำหรับช่วยการศึกษา ในรูปแบบ ที่สามารถใช้ร่วมกับวิชาต่างๆ ดังนี้ ดนตรี, ภูมิศาสตร์, คณิตศาสตร์ เป็นอย่างน้อย

1.7.5 มีฟังก์ชั่นเครื่องดนตรีสำหรับใช้งานบนโปรแกรม ซึ่งสามารถเล่นเครื่องดนตรีได้อย่างน้อย 5 ชนิด

1.7.6 มีโปรแกรมแสดงข้อมูลเบื้องต้นของประเทศต่างๆ ในแต่ละทวีปทั้ง 6 ทวีป ได้ โดยมีข้อมูลเบื้องต้นอย่างน้อยคือเมืองหลวง และ เพลงชาติ

1.7.7 มีโปรแกรม แสดงข้อมูลสัตว์ เช่น รูป และ เสียงร้องได้ อย่างน้อย 10 ชนิด

1.7.8 มีฟังก์ชั่นเครื่องดนตรีสำหรับใช้งานบนโปรแกรม ซึ่งสามารถเล่นเครื่องดนตรีได้ อย่างน้อย 5 ชนิด

1.7.9 มีฟังก์ชั่น เครื่องมือในการใช้งานในรูปแบบต่างๆ เช่น ไฟฉาย, ผ้าม่าน, แว่นขยาย, เครื่องคิดเลข, นาฬิกา,ฟังก์ชั่นที่สนับสนุนการเชื่อมต่อกล้องจากภายนอก

1.7.10 มีฟังก์ชั่นพื้นหลังที่เป็นรูปแบบหน้ากระดาษชนิดเส้นเพื่อใช้ในการเขียนอย่างน้อย 15 รูปแบบ และมีหน้าปกสำเร็จรูปไม่น้อยกว่า 5 รูปแบบ

1.7.11 สามารถเพิ่มหน้ากระดาษการใช้งานได้ และ สามารถเรียกกลับมาใช้งาน หรือ ลบหน้าที่เพิ่มไว้ได้

1.7.12 มีฟังก์ชั่นแหล่งเก็บข้อมูลที่เป็นรูปภาพ ชนิดต่างๆ ไม่น้อยกว่า 40 ชนิด

1.7.13 สามารถสั่งพิมพ์ข้อความที่นำเสนอออกทางเครื่องพิมพ์ที่ต่อผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

1.7.14 สามารถบันทึกการใช้งานขีดเขียนต่างๆ พร้อมเล่นย้อนหลังได้

1.7.15 มีฟังก์ชั่น เพื่อการซูมขยายภาพเฉพาะตำแหน่งได้

1.7.16 มีฟังก์ชั่นสำหรับการแทรกภาพเคลื่อนไหวจากกล้อง Webcam และ Visualize ได้

1.7.18 สามารถส่งภาพที่อยู่บนหน้าจอเป็นไฟล์ต่างๆ เช่น .DONV, .PNG, .BMP, .GIF เป็นอย่างน้อย

1.7.19 มีฟังก์ชั่นในการกลับไปที่หน้าหลักของหน้าจอ และสามารถเขียนเน้นเป็นข้อความ หรือ ลบข้อความบนหน้าจอหลักได้

1.7.20 มีฟังก์ชั่นเพิ่มพื้นที่หน้ากระดาษแบบสามารถเลื่อนได้อิสระ

1.7.21 มีคู่มือการใช้งานที่มาพร้อมกับโปรแกรม เป็นภาษาอังกฤษเป็นอย่างน้อย

1.7.22 สามารถเลือกเปลี่ยนภาษาในการใช้งานโปรแกรม อย่างน้อย 15 ภาษา

1.8 รายละเอียด Blackboard ทั้ง 2 ข้าง ซ้ายและขวา มีพื้นสีดำใช้แทนกระดานดำได้ เขียนได้ด้วยชอล์กไร้ฝุ่น, ปากกาเคมีแบบสูตรน้ำไร้กลิ่นได้ โดย Blackboard ทั้งหมดเป็นรูปแบบสำเร็จรูปที่ออกแบบมาเฉพาะให้ประกอบกับจอ Interactive ขนาดไม่น้อยกว่า 85 นิ้ว ที่ติดตั้งตรงกลางได้

1.9 เจ้าของผลิตภัณฑ์หรือโรงงานผู้ผลิตได้รับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO9001 โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

1.10 ผลิตภัณฑ์ต้องได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐาน CE และ FCC โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

1.11 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

1.12 ต้องมีหนังสือรับประกันคุณภาพสินค้า ทั้งค่าแรง และอะไหล่ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกวา 1 ปี และมีบริการซ่อมถึงสถานที่ติดตั้ง (On-site-Service) โดยมีเอกสารรับรองการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

**2. ชุดเครื่องเสียงประจำห้อง จำนวน 1 ชุด เป็นจำนวนเงิน 98,010 บาท**

2.1 ตู้ลำโพงติดผนังขนาดไม่น้อยกว่า 6.5 นิ้ว แบบ 2 ทาง ไม่น้อยกว่า 160 วัตต์ จำนวน 2 คู่ ราคาคู่ละ 14,500 บาท รวมเป็นเงิน 29,000 บาท

2.1.1 ตู้ลำโพงเป็นแบบ Passive Two-Way Full-range Loudspeaker

2.1.2 มีหม้อแปลงแท็บเป็น 70V, 100V ได้

2.1.3 มีดอกลำโพงเสียงต่ำขนาด 6.5 นิ้ว 1 ดอก 60 วัตต์ RMS

2.1.4 มีดอกลำโพงเสียงสูงขนาด 1 นิ้ว 1 ดอก 20 วัตต์ RMS

2.1.5 สามารถทนกำลังขับสูงสุด 160 วัตต์ได้

2.1.6 สามารถตอบสนองความถี่อยู่ในระหว่าง 50 Hz– 20 kHz

2.1.7 มีค่าความไวไม่น้อยกว่า 93dB

2.1.8 มีค่าความดังสูงสุด 118dB

2.1.9 มีค่าความต้านทานปกติที่ 8 โอห์ม

2.1.10 มีทิศทางการกระจายเสียงทางแนวนอน 90 องศา ทางแนวตั้ง 60 องศา

2.1.11 มีขั้วต่อลำโพงแบบ EURO Block หรือดีกว่า

2.1.12 มีขายึดลำโพงสามารถติดตั้งกับผนังได้

2.1.13 ตัวตู้ลำโพงใช้วัสดุในการผลิตแบบ Engineering-plastics (ABS)

2.2 เครื่องผสมสัญญาณเสียง มิกเซอร์แอมป์ไม่ต่ำกว่า 150 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง เป็นเงิน 19,510 บาท

2.2.1 เครื่องขยายเสียงขนาดไม่น้อยกว่า 150 วัตต์ ที่สามารถเชื่อมต่อ Bluetooth และ USB player ได้

2.2.2 สามารถแยกโซนได้อย่างน้อย 5 โซน พร้อมปุ่มกด Selector

2.2.3 สามารถต่อลำโพงแบบ 70V-100V และ 4 โอห์ม – 8 โอห์ม ได้

2.2.4 มีช่องต่อไมโครโฟนอย่างน้อย 5 ช่องแบบ Balanced XLR และมี Phantom ทุกช่อง

2.2.5 ช่อง MIC 1 มีฟังชั่น Priority

2.2.6 มีโวลุ่มปรับเสียง BASS, TREBLE และ Master

2.2.7 มีปุ่มให้เสียง Chime และ Siren ที่หน้าเครื่อง

2.2.8 สามารถตอบสนองความถี่แบบ 4-8 โอห์ม : 20Hz-20 kHz และแบบ70V -100V: 50 Hz – 15 kHz

2.2.9 มีค่าความผิดเพี้ยนน้อยกว่า 1 %

2.2.10 มีค่าสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่าหรือเท่ากับ 75 dB

2.2.11 มีวงจรป้องกัน Short circuit, overload, high temperature

2.2.12 มี AC Fuse แบบ T4A

2.2.13 สามารถใช้กำลังไฟฟ้า AC 220 V – 240 V , 50 Hz/60 Hz ได้

2.3 ชุดไมค์ลอยดิจิตอล มือถือคู่ จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 25,000 บาท

2.3.1 ไมโครโฟนไร้สายการใช้งานในย่าน UHF 694.4 – 702.7 และ 748.3 – 757.7 MHz สามารถแยกโซนได้

2.3.2 สามารถตอบสนองความถี่ 30Hz – 20 kHz ได้

2.3.3 สามารถเลือกใช้ความถี่ Pre-set ได้มากถึง 180 ช่อง

2.3.4 มีเสาอากาศแบบ True diversity จำนวน 4 ต้น

2.3.5 มีเทคโนโลยี Digital 16 bit ID pilot ไม่มีสัญญาณรบกวนแม้แต่ความถี่เดียวกัน

2.3.6 สามารถจับคู่กันได้จากสัญญาณอินฟราเรด พร้อมดาวน์โหลดความถี่จากเครื่องรับสัญญาณ

2.3.7 ระบบไร้สายมีการใช้อุปกรณ์การเข้ารหัสอย่างชาญฉลาด

2.3.8 มีหน้าจอแบบ TFT แสดงสถานะสัญญาณ AF/RF, Battery level, Group, Channel และ Menu setting

2.3.9 มีระบบสแกนหาความถี่และแสดงสัญญาณแบบ Spectrum

2.3.10 สามารถปรับแต่งเสียงได้อย่างน้อย 9 Pre-set

2.3.11 สามารถใช้งานได้ไกลถึง 120 เมตร หรือมากกว่า ในที่โล่งแจ้ง

2.3.12 มีระบบปิดเสียงแบบอัตโนมัติเมื่อวางไมโครโฟนไว้ในแนวระนาบ

2.3.13 ระบบมีการออกแบบการใช้พลังงานแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยให้ใช้ไมโครโฟนได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน

2.3.14 เหมาะสำหรับการใช้งานเวที ไม่ว่าขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่, ในคลับ, ในห้องประชุม, ในห้องฝึกอบรม, งานพูดหรือร้องเพลง หรืออื่น ๆ

2.4 ชุดไมค์ลอยดิจิตอล หนีบปกเสื้อและคาดศีรษะ จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 24,500 บาท

2.4.1 ไมโครโฟนไร้สายการใช้งานในย่าน UHF 694.4 – 702.7 และ 748.3 – 757.7 MHz สามารถแยกโซนได้

2.4.2 สามารถตอบสนองความถี่ 30Hz – 20 kHz ได้

2.4.3 สามารถเลือกใช้ความถี่ Pre-set ได้มากถึง 180 ช่อง

2.4.4 มีเสาอากาศแบบ True diversity จำนวน 4 ต้น

2.4.5 มีเทคโนโลยี Digital 16 bit ID pilot ไม่มีสัญญาณรบกวนแม้แต่ความถี่เดียวกัน

2.4.6 สามารถจับคู่กันได้จากสัญญาณอินฟราเรด พร้อมดาวน์โหลดความถี่จากเครื่องรับสัญญาณ

2.4.7 ระบบไร้สายมีการใช้อุปกรณ์การเข้ารหัสอย่างชาญฉลาด

2.4.8 มีหน้าจอแบบ TFT แสดงสถานะสัญญาณ AF/RF, Battery level, Group, Channel และ Menu setting

2.4.9 มีระบบสแกนหาความถี่และแสดงสัญญาณแบบ Spectrum

2.4.10 สามารถปรับแต่งเสียงได้ 9 Pre-set

2.4.11 สามารถใช้งานได้ไกลถึง 120 เมตร หรือมากกว่า ในที่โล่งแจ้ง

2.4.12 ระบบมีการออกแบบการใช้พลังงานแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยให้ใช้ไมโครโฟนได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน

2.4.13 ไมโครโฟนเป็นแบบหนีบปกเสื้อหรือแบบคาดศีรษะ แบบ Condenser

2.4.14 ไมโครโฟนมีกำลังส่งไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 mW.

2.4.15 ไมโครโฟนใช้แบตเตอรี่ขนาด AA

**3. ตู้ชาร์จไฟ Notebook (Cabinet Charger) ขนาดไม่น้อยกว่า 24 ช่อง จำนวน 2 ตู้ ราคาตู้ละ 55,000 บาท รวมเป็นเงิน 110,000 บาท**

3.1 สามารถชาร์จไฟเครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook ได้ตั้งแต่ขนาด 20, 24 และ 30 เครื่อง

3.2 ผลิตจากโลหะหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. เคลือบสี Power Coating ติดทนทาน

3.3 ฝาหน้ามีช่องติดแผ่นอะคริลิคใส สามารถมองเห็นภายในตู้ได้ง่าย

3.4 มือจับสแตนเลสอย่างดีหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. สำหรับใช้เคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวก

3.5 ล้อหมุนได้ 360 องศา สามารถล็อคล้อได้ และรับน้ำหนักได้เป็นอย่างดี

3.6 ฝาตู้ เปิด-ปิด ด้านหน้าและด้านหลัง พร้อมกุญแจล็อคเพื่อความปลอดภัย

3.7 ผนังตู้มีช่องระบายอากาศ และพัดลมระบายความร้อนพร้อมตะแกรงป้องกันอันตรายจากใบพัดลมทั้ง 2 ด้าน

3.8 ตะแกรงช่องเสียบชุบพลาสติก PPE ป้องกันการขูดขีดเครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook

3.9 มีที่เก็บสายไฟด้านข้างตู้ เพื่อความเรียบร้อยและสะดวกในการเคลื่อนย้ายตู้

3.10 แผงวงจรควบคุมใช้ระบบเทอร์มินอลแบบเสียบ ง่ายต่อการถอดประกอบและซ่อมบำรุง

3.11 ตัวเครื่องออกแบบโดยเน้นความปลอดภัยของผู้ใช้เป็นหลัก โดยเฉพาะเด็กนักเรียน นักศึกษา

3.12 อุปกรณ์ที่ใช้งานได้มาตรฐานอุตสาหกรรมและโรงงานผู้ผลิตได้มาตรฐาน ISO9001 โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

**4. ตู้เหล็กเก็บเอกสารและอุปกรณ์ ขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 91.4 cm ลึก 45.7 cm สูง 183 cm จำนวน 1 ตู้ เป็นเงิน 12,000 บาท**

4.1 ขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 91.4 cm ลึก 45.7 cm สูง 183 cm

4.2 มือจับเป็นก้านบิด ภายในมีชั้น สามารถปรับสูงต่ำ

4.3 ความหนาไม่น้อยกว่า 0.5 mm

4.4 กระจกใส 2 ด้าน ภายในมีชั้นปรับสูง ต่ำได้

4.5 ที่จับเป็นมือบิด

4.6 สีเป็นไปตามที่ผู้ซื้อกำหนด

2 ใน 25 ปีการศึกษา

**5. หุ่นยนต์ VEX IQ 2nd Generation จำนวน 11 ตัว ราคาตัวละ 34,000 บาท รวมเป็นเงิน 374,000 บาท**

5.1 หุ่นยนต์ต้องได้รับการออกแบบให้มีความเหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีอายุมากกว่า 11 ปี

5.2 หุ่นยนต์จะต้องได้รับการออกแบบให้เหมาะสำหรับการเรียนรู้สะเต็ม

5.3 หุ่นยนต์จะต้องได้รับการออกแบบให้เหมาะสำหรับการพัฒนาทักษะด้านวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ (Computer Science)

5.4 จะต้องรองรับการเรียนรู้ทางด้านภาษาคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 3 ภาษา ดังนี้

5.4.1 ภาษาคอมพิวเตอร์ประเภทบล็อกคำสั่ง

5.4.2 ภาษาคอมพิวเตอร์ประเภทไพทอน (Python)

5.4.3 ภาษาคอมพิวเตอร์ประเภทซีพลัสพลัส (C++)

5.5 หุ่นยนต์จะต้องมีชิ้นส่วนสำหรับประกอบหุ่นยนต์ไม่น้อยกว่า 1,000 ชิ้นส่วน โดยมีชิ้นส่วนอัจฉริยะที่เป็นชิ้นส่วนหลัก ดังนี้

5.5.1 มีมอเตอร์อัจฉริยะไม่น้อยกว่า 4 ชิ้น ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

5.5.1.1 มีหน่วยประมวลผล (Processor) ภายในตัวมอเตอร์

5.5.1.2 รองรับฟังก์ชั่นการควบคุมความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ได้

5.5.1.3 รองรับฟังก์ชั่นการควบคุมทิศทางการหมุนขของมอเตอร์ได้

5.5.1.4 รองรับฟังก์ชั่นการควบคุมระยะเวลาการทำงานของมอเตอร์ได้

5.5.1.5 มีค่าความละเอียดของการเข้ารหัสไม่น้อยกว่า 0.370 องศา

5.5.1.6 มอเตอร์จะต้องใช้หน่วยควบคุมประเภท MSP430 เพื่อควบคุมการทำงานที่ความถี่ 16 MHz สำหรับการควบคุมความเร็ว ทิศทาง ของการทำงานของมอเตอร์

5.5.1.7 มอเตอร์จะต้องสร้างการหมุนที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 120 รอบต่อนาที

5.5.1.8 มอเตอร์จะต้องมีอัตราการใช้ไฟไม่เกิน 1.5 วัตต์

5.5.2 มีสมองอัจฉริยะของหุ่นยนต์ ไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น ชิ้น ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

5.5.2.1 รองรับฟังก์ชั่นการใช้งาน Bluetooth เวอร์ชั่น 5.0 หรือดีกว่า

5.5.2.2 มีเซนเซอร์ตรวจจับการหมุนไจโรแบบ 6 แกน รวมถึงมาตรความเร่งภายในตัว

5.5.2.3 มีหน้าจอแสดงผลแบบสี และ รองรับการแสดงผลแบบหลายภาษา

5.5.2.4 มีฟังก์ชั่นหน้าสรุปค่าของการทำงานต่างๆแบบ Real-Time

5.5.2.5 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสายสัญญาณไม่น้อยกว่า 10 ช่อง

5.5.2.6 รองรับการใช้งานร่วมกับโปรแกรมสำหรับการเขียนโปรแกรม VEXcode IQ

5.5.2.7 รองรับการใช้งานร่วมกับ Micro SD card

5.5 หุ่นยนต์จะต้องรองรับการใช้งานเซนเซอร์สำหรับการใช้งานฟังก์ชันต่างๆเพื่อจำลองการใช้ประสาทสัมผัสอย่างน้อย 4 ชิ้น โดยมีประเภทเซนเซอร์ต่างๆดังนี้

5.5.1 เซนเซอร์สำหรับตรวจจับระยะห่าง (Distance Sensor)

5.5.2 เซนเซอร์สำหรับตรวจจับการมองเห็น (Optical Sensor)

5.5.3 เซนเซอร์แสดงสีของไฟ LED (Touch LED Sensor)

5.5.4 เซนเซอร์สำหรับตรวจจับการสัมผัส หรือการแตะ (Bumper Switch)

5.6 รองรับการตั้งค่าหุ่นยนต์ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านการเชื่อมต่อด้วยสาย USB-C

5.7 รองรับการเขียนโปรแกรมด้วยอุปกรณ์แท็บเล็ตที่มีระบบปฏิบัติการ iPad OS

5.8 หุ่นยนต์จะต้องรองรับการใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่ประเภท Lithium Ion ที่มีความจุไม่น้อยกว่า 2,000 mAh และ รองรับการชาร์จแบตเตอรี่เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

5.9 แบตเตอรี่ของหุ่นยนต์จะต้องมีไฟแสดงสถานะระดับแบตเตอรี่

5.10 หุ่นยนต์จะต้องใช้ระยะเวลาสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ไม่เกิน 3 ชั่วโมง

5.11 อุปกรณ์ประมวลผลสำหรับหุ่นยนต์ (Robot Brain) จะต้องมีช่องสัญญาณให้เสียบสายสำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นไม่น้อยกว่า 12 ช่อง พร้อมมีหน้าจอ LCD บนตัวอุปกรณ์ประมวลผลสำหรับดูรายละเอียดต่างๆ

5.12 มีอุปกรณ์บังคับหุ่นยนต์ระยะไกลแบบไร้สาย (Wireless Controller)

5.12.1 อุปกรณ์บังคับหุ่นยนต์ระยะไกลแบบไร้สายจะต้องรองรับการใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่ประเภท Lithium Ion

5.12.2 อุปกรณ์บังคับหุ่นยนต์ระยะไกลแบบไร้สายจะต้องใช้ระยะเวลาสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ไม่เกิน 3 ชั่วโมง

5.12.3 รองรับการใช้งานแบบไร้สายด้วยฟังก์ชั่น Bluetooth เวอร์ชั่น 5.0

5.12.4 มีฟังก์ชั่นสำหรับการจับคู่กับตัวหุ่นยนต์แบบไร้สาย

5.12.5 รองรับการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยสาย USB-C

5.12.6 หุ่นยนต์ต้องรองรับการใช้งานร่วมกับโปรแกรม VEX code IQ

5.12.7 หุ่นยนต์ต้องมาพร้อมกับกล่องที่ทำจากวัสดุพลาสติก ทนทาน ไม่แตกง่าย

5.12.8 ชุดอุปกรณ์จะต้องประกอบด้วยเครื่องมือคีมพลาสติกสำหรับอำนวยความสะดวกของการประกอบหุ่นยนต์ให้ง่ายขึ้น

**6. สนามสำหรับหุ่นยนต์ ขนาดไม่น้อยกว่า 6x8 ฟุต พร้อมชุดแข่งขันกิจกรรม จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 38,000 บาท**

6.1 สนามสำหรับหุ่นยนต์ต้องสามารถแยก ถอด เป็นชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อความสะดวกในการขนย้าย

6.2 ชิ้นส่วนของสนามหุ่นยนต์จะต้องสามารถนำมาประกอบรวมกันเป็นสนามสำหรับหุ่นยนต์ที่มีความกว้างของสนามไม่น้อยกว่า 6 ฟุต และ ความยาวไม่น้อยกว่า 8 ฟุต

6.3 วัสดุของชิ้นส่วนสนามจะต้องทำมาจากวัสดุพลาสติกอย่างดีสีเป็นไปตามที่ผู้ซื้อกำหนด

6.4 พื้นผิวของสนามเมื่อประกอบสำเร็จรูปแล้วจะต้องมีเส้นสีดำเพื่ออำนวยความสะดวกในการวัดระยะด้วยสายตา

6.5 ชิ้นส่วนของสนามจะต้องมีโลโก้ หรือ ยี่ห้อ เดียวกันกับหุ่นยนต์ที่ใช้

**7. เครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook จำนวน 41 เครื่อง ราคาเครื่องละ 31,490 บาท รวมเป็นเงิน 1,291,090 บาท**

7.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel Core i5 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 10 แกนหลัก (10 core) ที่มีหน่วยความจำ แบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ไม่น้อยกว่า 4.4 GHz ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง เทียบเท่าหรือดีกว่า

7.2 ระบบ Bios ของเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ที่เสนอ และต้องสามารถแสดงหมายเลขเครื่อง (Serial Number) ที่ตรงกับหมายเลขที่ติดมากับตัวเครื่องได้ และมียูทิลิตี้ที่สามารถกำหนดค่า (Configure) เริ่มต้นการใช้งาน ส่วนประกอบบนแผงวงจรหลักได้ เช่น อนุญาต (Enable) / ไม่อนุญาต (Disable) การใช้งานพอร์ต USB, Bluetooth, Wireless LAN เป็นต้น และมีระบบ Self-Healing BIOS ที่สามารถฟื้นฟู BIOS ให้กลับสู่สภาวะการทำงานปกติได้เมื่อได้รับความเสียหาย

7.3 มีหน่วยความจำหลัก (Memory) ชนิด DDR4 3200 MHz หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

7.4 มีหน่วยความจำสำรอง Solid State Drive แบบ M.2 2242 PCIe Gen 4 ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 512 GB

7.5 มีหน่วยประมวลผลภาพ (Graphics Controller) แบบ Intel HD Graphic หรือดีกว่า

7.6 ตัว Keyboard มีระบบ Spill Resistant เพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในตัวเครื่องจากการทำน้ำหกใส่ และมี Numeric Pad ติดตั้งอยู่บนแป้นพิมพ์เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน

7.7 มีอุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง (Pointing Device) แบบ Track Point และ Multi-Touchpad หรือดีกว่า

7.8 มีส่วนเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย (Network Interface) ชนิดความเร็ว 10/100/1000 Mbps ตามมาตรฐาน RJ-45 จำนวน 1 Port

7.9 มีช่องสัญญาณเชื่อมต่อแบบอนุกรมตามมาตรฐาน USB แบบ 3.2 และ USB 2.0 อย่างละ 1 ช่อง และแบบ Thunderbolt 4 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

7.10 มีช่องสัญญาณเชื่อมต่อแสดงผลภายนอกแบบ HDMI ที่ติดตั้งบนแผงวงจรหลักอย่างละ 1 พอร์ต

7.11 มี Hardware หรือ Firmware ทำหน้าที่เข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลโดยเฉพาะตามมาตรฐาน TPM 2.0 (Trusted Platform Module) หรือดีกว่าติดตั้ง (Build-In) บนแผงวงจรหลัก เพื่อใช้ในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

7.12 สนับสนุนการทำงานแบบเครือข่ายไร้สายตามมาตราฐาน IEEE 802.11 แบบ Intel Wi-Fi 6 พร้อม Bluetooth v5.0 หรือดีกว่า พร้อมมี Software หรือ ระบบเพื่อรักษาความปลอดภัยจากการเชื่อมต่อกับเครือข่าย WiFi ที่มีความเสี่ยงและอาจจะเป็นอันตรายต่อการรั่วไหลของข้อมูลได้ โดยสามารถแจ้งเตือนเพื่อให้ทราบก่อนการตัดสินใจในการเชื่อมต่อสัญญาณ

7.13 มีจอภาพขนาดไม่น้อยกว่า 15.6 นิ้ว แบบ FHD ที่มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1920 x 1080 หรือดีกว่า โดยเป็นแบบไม่สะท้อน Anti-Glare

7.14 มีกล้อง Web Camera ที่มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 720p ที่ติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่อง และมีบานเลื่อนที่สามารถปิดเปิดการใช้งานกล้องได้โดยไม่ต้องใช้ปุ่ม Function บนแป้นพิมพ์ ที่ติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่อง

7.15 เครื่องคอมพิวเตอร์น้ำหนักไม่เกิน 1.9 กิโลกรัมรวม Battery

7.16 มีซอฟแวร์ที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่องสำหรับใช้ตรวจสอบอุปกรณ์ภายในตัวเครื่องได้ไม่ต่ำกว่า 10 รายการ ดังต่อไปนี้ Processor, Memory, Mainboard, Ethernet, Wireless, Bluetooth, Camera, Hard disk, Graphic Card, Display, Display Interface, Audio, PCI Slots, Battery, Keyboard, Mouse

7.17 มีซอฟต์แวร์ที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่องที่เสนอ ที่สามารถแสดงรายละเอียดของ Hardware ต่างๆ ภายในตัวเครื่อง (System Information) ได้ และสามารถบอกรายละเอียดเวอร์ชั่นของ Software และ Drivers ที่ติดตั้งภายในตัวเครื่องได้ และสามารถทำเป็นรายงาน (Report) ออกมาในรูปแบบ HTML ได้

7.18 มีแบตเตอรี่ชนิด Li-Polymer ที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 45 Wh ที่สามารถใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 4 ชั่วโมง หรือดีกว่า และมี Technology Rapid Charhe

7.19 มี USB Optical Wheel Mouse ที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่องที่เสนอ

7.20 ได้รับการรับรองมาตรฐานระบบคุณภาพ ISO 9001-2015 และ ISO 14001-2015 Series โดยให้ยื่นในขณะเข้าเสนอราคา

7.21 ได้รับการรับรองมาตรฐานการแพร่กระจายของแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถาบันได้รับการยอบรับจากนานาชาติ เช่น FCC พร้อมเอกสารรับรอง โดยให้ยื่นในขณะเข้าเสนอราคา

7.22 ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านความปลอดภัยจากสถาบันที่ได้รับการยอมรับจากนานาชาติ เช่น UL พร้อมเอกสารรับรอง โดยให้ยื่นในขณะเข้าเสนอราคา

7.23 ได้รับการรับรองมาตรฐานการประหยัดพลังงานแบบ Energy Star 8.0 พร้อมเอกสารรับรอง โดยให้ยื่นในขณะเข้าเสนอราคา

7.24 ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม EPEAT Gold ที่อยู่ในกลุ่มประเทศสหรัฐอเมริกา พร้อมเอกสารรับรอง โดยให้ยื่นในขณะเข้าเสนอราคา

7.25 ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านการถนอมสายตาผู้ใช้งานแบบ TUV Low Blue Light พร้อมเอกสารรับรอง โดยให้ยื่นในขณะเข้าเสนอราคา

7.26 ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมในการใช้งานตัวเครื่อง MIL-STD-810H พร้อมเอกสารรับรอง โดยให้ยื่นในขณะเข้าเสนอราคา

7.27 ต้องมีการรับประกันอุปกรณ์และอะไหล่จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี รวมแบตเตอรี่แบบ Onsite Service และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอต้องมีศูนย์บริการ และ Call Center Support โดยเจ้าของผลิตภัณฑ์ ซึ่งให้บริการด้วยหมายเลขโทรศัพท์ที่ไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

7.28 ผู้ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอจะต้องมีระบบ Online Support ที่ให้บริการ Download คู่มือ, Drive และ Bios Update ผ่านทางระบบ Internet โดยผู้เสนอราคาจะต้องแจ้ง URL ให้ทราบมาในเอกสารเสนอราคานี้ด้วย

7.29 มีกระเป๋าสำหรับใส่เครื่องพร้อมอุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อให้ใส่คอมพิวเตอร์แบบ Notebook และมีวัสดุภายในที่ป้องกันการกระแทกจากภายนอก

7.30 บริษัทผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

**8. หลักสูตร STEM ประเภทวิทยาการหุ่นยนต์ สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 1- 6 จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 2,700,000 บาท (สองล้านเจ็ดแสนบาทถ้วน)**

8.1 เนื้อหาหลักสูตรได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับหุ่นยนต์ VEX IQ เวอร์ชั่น 1 และ เวอร์ชั่น 2 เท่านั้น

8.2 เนื้อหาหลักสูตรจะต้องมีการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาทุกชั้นเรียน

8.3 เนื้อหาหลักสูตรการเรียนจะต้องได้รับการออกแบบเพื่อพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

8.4 เนื้อหาหลักสูตรการเรียนจะต้องได้รับการออกแบบให้มีลำดับการเรียนการสอน อย่างน้อย ตามคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 8.4.1 เริ่มต้นทำความรู้จักกับหุ่นยนต์
- 8.4.2 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- 8.4.3 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมแขนและมือจับของหุ่นยนต์
- 8.4.4 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการใช้งานเซนเซอร์ในรูปแบบต่างๆ
- 8.4.5 การเขียนโปรแกรมด้วยการสร้างวงจรการดำเนินงานของโปรแกรม (Program Flow) และการสร้างวงจรการทำซ้ำ (Loop)
- 8.4.6 การควบคุมหุ่นยนต์โดยตรงโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมหุ่นยนต์ระยะไกล

8.5 เนื้อหาหลักสูตรต้องประกอบด้วยเนื้อหาที่สามารถเรียนเขียนโปรแกรมได้โดยไม่ต้องใช้หุ่นยนต์จริง (เรียนร่วมกับการใช้งานหุ่นยนต์เสมือนจริง) โดยรูปแบบหุ่นยนต์เสมือนจริง จะต้องมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

- 8.5.1 มีเซนเซอร์พลังงานแม่เหล็ก (Electromagnet) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 8.5.2 มีเซนเซอร์การมองเห็น (Eye Sensor) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 8.5.3 มีเซนเซอร์ตรวจวัดระยะห่าง (Distance Sensor) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 8.5.4 มีล้อสำหรับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ไม่น้อยกว่า 4 ล้อ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 49 มิลลิเมตร
- 8.5.5 มีเซนเซอร์ตรวจจับการสัมผัส (Bumper Sensor) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 8.5.6 มีเซนเซอร์ตรวจจับการหมุนไจโร (Gyro Sensor) ภายในตัว
- 8.5.7 มีช่องเสียบปากกาสำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ให้วาดรูปตามต้องการ

8.6 เนื้อหาหลักสูตรการเรียนด้วยหุ่นยนต์เสมือนจริงจะต้องถูกออกแบบให้มีความเหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่มีอายุตั้งแต่ 8 ปีขึ้นไป

8.7 โปรแกรมสำหรับเรียนเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์เสมือนจริงจะต้องมีคุณสมบัติที่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องลงโปรแกรมใดๆ ในคอมพิวเตอร์

8.8 เนื้อหาหลักสูตรจะต้องมีความเหมาะสมและสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม VEX code IQ ได้เป็นอย่างดี

8.9 เนื้อหาคู่มือและข้อมูลสำหรับครูผู้สอน ต้องสามารถเปิดใช้งานผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์แท็บเล็ตได้

8.10 เนื้อหาหลักสูตรจะต้องประกอบด้วยข้อมูลตารางการให้คะแนนสำหรับกิจกรรมต่างๆ ภายในหลักสูตร

8.11 เนื้อหาหลักสูตรจะต้องประกอบด้วยเนื้อหาการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการใช้งานเซนเซอร์ไม่น้อยกว่า 5 ชนิด ได้แก่

- 8.11.1 เซนเซอร์ตรวจจับการสัมผัส

8.11.2 เซนเซอร์ตรวจวัดระยะห่าง

8.11.3 เซนเซอร์ตรวจจับสี

8.11.4 เซนเซอร์ตรวจวัดการหมุนไจโร (Gyro)

8.11.5 เซนเซอร์แสดงไฟสถานะ LED

8.12 ระบบบริหารจัดการหลักสูตรการเรียน (LMS) จะต้องมีระบบที่รองรับการเข้าใช้งานด้วยรหัสผ่าน Username และ Password

8.13 ระบบบริหารจัดการหลักสูตรการเรียน (LMS) ต้องรองรับการเข้าใช้งานด้วยบัญชี Google ได้

8.14 ระบบบริหารจัดการหลักสูตรการเรียน (LMS) ต้องรองรับการเข้าใช้งานด้วยบัญชี Facebook ได้

8.15 ระบบบริหารจัดการหลักสูตรการเรียน (LMS) ต้องรองรับการเข้าใช้งานด้วยบัญชี E-mail ได้

8.16 เนื้อหาหลักสูตรการเรียนจะต้องรองรับการใช้งานผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ในระบบปฏิบัติการ Windows และ MAC ได้

8.17 เนื้อหาหลักสูตรการเรียนจะต้องรองรับการใช้งานผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการ IOS และ Android ได้

8.18 เนื้อหาหลักสูตรการเรียนจะต้องรองรับการใช้งานผ่านอุปกรณ์อุปกรณ์แท็บเล็ตระบบปฏิบัติการ iPad OS และ Android ได้

8.19 เนื้อหาหลักสูตรต้องรองรับภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

8.20 ผู้เสนอราคาราคาต้องมีการจัดฝึกอบรมการใช้งานโปรแกรมและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้กับผู้รับผิดชอบของทางมหาวิทยาลัยจนกว่าจะใช้งานได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ

**ระยะเวลาส่งมอบ**

ภายใน 60 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

**วงเงินในการจัดหา**

วงเงินงบประมาณ เป็นเงิน 4,990,000 บาท (สี่ล้านเก้าแสนเก้าหมื่นบาทถ้วน)

ราคากลาง เป็นเงิน 4,990,000 บาท (สี่ล้านเก้าแสนเก้าหมื่นบาทถ้วน)

| | |
|---|---|
| ..... | ..... |
| (นายจิรศักดิ์ ชุมวรานนท์) | (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรองทิพย์ เนียมถนอม) |
| ประธานกรรมการ | กรรมการ |
| ..... | ..... |
| (นางสาวชนาณัศ นุกูลอุดมพานิชย์) | (นายวรพจน์ วรนุช) |
| กรรมการ | กรรมการและเลขานุการ |