รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. **ชื่อครุภัณฑ์ ชุดฝึกปฏิบัติการออโตเมชั่นการขนถ่ายด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ควบคุมผ่านระบบ AI**
2. **จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด**
3. **รายละเอียดทั่วไป**

ชุดฝึกปฏิบัติการออโตเมชั่นการขนถ่ายด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ควบคุมผ่านระบบ AI จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

3.1 ระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ขนถ่ายชิ้นงานแบบเคลื่อนที่อัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรม (AMR) จำนวน 1 ระบบ

3.2 ระบบปฏิบัติการแขนกลอุตสาหกรรมในการจำลองการกระจายสินค้าในอุตสาหกรรม จำนวน 1 ระบบ

3.3 ระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทำงานร่วมกับมนุษย์ในงานอุตสาหกรรมการผลิตยุคใหม่ จำนวน 1 ระบบ

3.4 ชุดสถานีเรียนรู้การควบคุมหุ่นยนต์การทำงานร่วมกับสถานีระบบอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด

3.5 ชุดปฏิบัติการทดสอบทางด้านเทอร์โมไดนามิกส์แบบทดลองนำความร้อนชนิดแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด

4. **รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ**

4.1 ระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ขนถ่ายชิ้นงานแบบเคลื่อนที่อัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรม (AMR) จำนวน 1 ระบบ มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 เป็นหุ่นยนต์ชนิดเคลื่อนที่แบบระบบอัตโนมัติโดยไม่ต้องใช้เส้น Smart Mobile Robot ใช้เทคโนโลยีในการสร้างแผนที่ที่มีความแม่นยำสูง สามารถค้นหาเส้นทางไปยังปลายทางแล้วเคลื่อนไปอย่างอิสระ

4.1.2 โครงสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบระบบอัตโนมัติทำด้วยวัสดุโลหะเคลือบสีป้องกันสนิม หรือดีกว่า

4.1.3 มีเลเซอร์สแกน Safety laser scanners แบบ RPLIDAR หรือดีกว่า สแกนระยะ 270 องศา จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.1.4 มีเซนเซอร์ตรวจวัดการเคลื่อนไหว ชนิด IMU หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.1.5 สามารถทำความเร็ว Maximum speed ได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมตร/วินาที

4.1.6 ขนาดและน้ำหนักบรรทุก Dimensions & Payload มีรายละเอียดดังนี้

4.1.6.1 สามารถรองรับน้ำหนัก Maximum payload สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 100 กก.

4.1.6.2 มีขนาด Dimensions ไม่น้อยกว่า 900 x 500 X 320 มม. (กว้าง x ยาว x สูง)

4.1.6.3 เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ (drive wheel) ขนาดไม่น้อยกว่า 150 มม.

4.1.7 การใช้พลังงาน มีรายละเอียดดังนี้

4.1.7.1 ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ Battery ชนิด LiFePO4 หรือดีกว่า

4.1.7.2 มีความจุพลังงานไม่น้อยกว่า 24 V , 50 Ah หรือดีกว่า

4.1.7.3 การชาร์จแบตเตอรี่ แบบสายชาร์จ

4.1.7.4 สามารถทำงานที่ Maximum payload ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง (รูปแบบการวิ่งวนซ้ำ)

4.1.8 ระบบความปลอดภัย Safety มีรายละเอียดดังนี้

4.1.8.1 ฟังก์ชันความปลอดภัยในการตรวจจับบุคคลเมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวางหรือคนใกล้กับหุ่นยนต์มากเกินไปหุ่นยนต์จะหยุดหรือหาเส้นทางใหม่เพื่อหลบเลี่ยงอัตโนมัติ

4.1.8.2 หยุดฉุกเฉินโดยการ กดปุ่มหยุดฉุกเฉิน

4.1.9 การสื่อสาร Communication มีรายละเอียดดังนี้

4.1.9.1 การเชื่อมต่อ WiFi (router) แบบ IEEE 802.11ac/n/a 5 GHz, IEEE 802.11n/b/g 2.4 GHz

4.1.9.2 การเชื่อมต่อ WiFi (internal PC) แบบ IEEE 802.11ax/ac/a 5 GHz, IEEE 802.11n/b/g/ax 2.4 GHz

4.1.9.3 การเชื่อมต่อ I/O connections แบบ USB-C และ Ethernet Standard

4.1.10 ระบบควบคุมและระบบปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

4.1.10.1 ใช้ระบบ ROS (Robot Operating Systems) ระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์

4.1.10.2 สามารถตรวจจับวัตถุในแนวระนาบได้ (เช่น ผนัง,บานประตู)

4.1.10.3 สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่เป็นวัตถุในแนวระนาบได้

4.1.10.4 สามารถสั่งการหุ่นยนต์ด้วยอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางระบบ MODBUS TCP/IP และ Web Socket ได้

4.1.10.5 มีโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์แบบ Web-based Application

4.1.10.6 มี Navigation Layout Speed Limited Zones, virtual walls,

4.1.10.7 สามารถกำหนดจุด Point Of Interest (POI) ได้ หรือดีกว่า

4.1.10.8 มีระบบการเปลี่ยนแผนที่เมื่อมีการเปลี่ยนพื้นที่ทำงาน (Dynamic Map for multi-building or multi-level)

4.1.10.9 สามารถปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานได้ (Dynamic Work-flow configuration)

4.1.11 ชุดชั้นวางสาธิตการขนถ่ายสินค้าด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.1.11.1 โครงสร้างทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ หรือ เหล็กท่อเคลือบพลาสติก หรือดีกว่า

4.1.11.2 มีขาฉิ่งสามารถปรับระดับ ความสูง - ต่ำ หรือเอียงได้

4.1.11.3 สามารถวางกล่องใส่สินค้าได้ไม่น้อยกว่า 18 ช่อง

4.1.11.4 โครงสร้างมีขนาด กว้างxยาวxสูง (500x2000x1700) มิลลิเมตร

4.1.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมา พร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย

4.2 ระบบปฏิบัติการแขนกลอุตสาหกรรมในการจำลองการกระจายสินค้าในอุตสาหกรรม จำนวน 1 ระบบ มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 มีโครงสร้างแขนกลเป็นแบบ vertical articulated arm หรือดีกว่า

4.2.2 สามารถบรรทุกชิ้นงานรวมไม่น้อยกว่า 4 กิโลกรัม

4.2.3 มีแกนในการเคลื่อนที่ของแขนกลจำนวนไม่น้อยกว่า 6 แกน

4.2.4 มีระยะการเอื้อมของแขนไม่น้อยกว่า 580 mm.

4.2.5 มีการเคลื่อนไหวของแกน ระยะการทำงาน และความเร็วสูงสุดแต่ละแกนตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.5.1 แขนกลแกนที่ 1 มีระยะการหมุนตั้งแต่ +225° ถึง -225° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 450°/s หรือดีกว่า

4.2.5.2 แขนกลแกนที่ 2 มีระยะการหมุนตั้งแต่ +110° ถึง -110° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 350°/s หรือดีกว่า

4.2.5.3 แขนกลแกนที่ 3 มีระยะการหมุนตั้งแต่ +50° ถึง -200° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 270°/s หรือดีกว่า

4.2.5.4 แขนกลแกนที่ 4 มีระยะการหมุนตั้งแต่ +225° ถึง -225° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 550°/s หรือดีกว่า

4.2.5.5 แขนกลแกนที่ 5 มีระยะการหมุนตั้งแต่ +115° ถึง -120° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 410°/s หรือดีกว่า

4.2.5.6 แขนกลแกนที่ 6 มีระยะการหมุนตั้งแต่+395° ถึง -395° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 740°/s หรือดีกว่า

4.2.5.7 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมา พร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย

4.2.6 มีระดับการป้องกันเป็น IP40 หรือดีกว่า

4.2.7 ความคลาดเคลื่อนในการทำซ้ำที่ตำแหน่งเดิม (RP) ไม่เกิน 0.1 มม. หรือดีกว่า

4.2.8 ความสามารถในการทำซ้ำของการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง (RT) ไม่เกิน 0.50 มม หรือดีกว่า

4.2.9 การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

4.2.9.1 มีแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟอยู่ระหว่าง 220/230V, 50-60 Hz

4.2.9.2 มีการใช้พลังงานของตัวหุ่นยนต์และตู้ควบคุมไม่มากกว่า 0.9 kW

4.2.10 ระบบชุดควบคุมการทำงาน มีรายละเอียดดังนี้

4.2.10.1 เป็นตู้ควบคุมสำหรับหุ่นยนต์อุตสาหกรรมโดยเฉพาะ และต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ยี่ห้อเดียวกันกับหุ่นยนต์ที่เสนอ

4.2.10.2 มี Inputs/Outputs เป็นแบบ Standard 16/16, 24VDC หรือดีกว่า

4.2.10.3 สามารถรองรับการเชื่อมต่อเป็นแบบ Ethernet/IP และ Socket messaging หรือดีกว่า

4.2.10.4 ตู้ควบคุมต้องมีการประมวลผลแบบ Computer unit หรือดีกว่า

4.2.10.5 มีระดับการป้องกันเป็น IP20 หรือดีกว่า

4.2.10.6 ตู้ควบคุมสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับโปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ (Robot simulation software) ที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวหุ่นยนต์ และต้องสามารถแก้ไขค่าพารามิเตอร์จากตัวโปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ได้โดยตรงโดยผ่านสายแลน

4.2.10.7 สามารถแสดงผลข้อมูลสถานะของ input/output, event message ผ่าน web service ได้

4.2.11 ชุดแผงควบคุมการทำงาน มีรายละเอียดดังนี้

4.2.11.1 แผงควบคุมแสดงผลแบบสัมผัสและแสดงผลแบบสี มีขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว หรือดีกว่า

4.2.11.2 รองรับการเชื่อมต่อแบบ USB เพื่อทำการโหลดโปรแกรมได้

4.2.11.3 การบังคับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เป็นแบบ Joystick ที่สามารถควบคุมความเร็วในการ Jogging โดยปรับความเร็วตามน้ำหนักมือที่ใช้ในการโยก

4.2.11.4 แผงควบคุมต้องมีระบบสวิทช์การป้องกัน 3 ระดับ (3-position enabling switch)

4.2.12 โปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์เสมือนจริงแบบออฟไลน์ และ ออนไลน์ มีรายละเอียดดังนี้

4.2.12.1 เป็นโปรแกรมออกแบบและจำลองเสมือนจริงของตัวหุ่นยนต์ แบบ Network License ที่สามารถรองรับการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ 50 เครื่องพร้อมๆกันที่อยู่ภายใต้การเชื่อมต่อบนวงแลนเดียวกัน (1 network license)

4.2.12.2 สามารถรองรับไฟล์ ACIS (.sat), 3DS, VRML ได้ หรือมากกว่า

4.2.12.3 สามารถวิเคราะห์การเคลื่อนที่ และ ความเร็วได้โดยให้ผลออกมาเป็นกราฟ (Signal Analyzer) หรือดีกว่า

4.2.12.4 โปรแกรมสามารถสร้างการเคลื่อนที่ได้อย่างอัตโนมัติจากการเลือกขอบของชิ้นงาน (Auto Path)

4.2.12.5 โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์จริงได้โดยผ่านสายแลน หรือดีกว่า

4.2.12.6 โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์จริง เพื่อเข้าไปแก้ไขโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ได้

4.2.12.7 โปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ต้องเป็นโปรแกรมที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับหุ่นยนต์

4.2.12.8 โปรแกรมรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หรือโปรแกรมอื่นผ่าน OPC UA ได้ หรือดีกว่า

4.3 ระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทำงานร่วมกับมนุษย์ในงานอุตสาหกรรมการผลิตยุคใหม่ จำนวน 1 ระบบ มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 โครงสร้างหุ่นยนต์สำหรับการศึกษาการควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมการผลิตยุคใหม่ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1.1 มีโครงสร้างแขนกลเป็นแบบ vertical articulated arm หรือดีกว่า และเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์โดยที่ไม่ต้องมีรั้วป้องกันอันตราย (Collaborative robot)

4.3.1.2 สามารถบรรทุกชิ้นงานรวมไม่ต่ำกว่า 5 กิโลกรัม

4.3.1.3 มีแกนในการเคลื่อนที่ของแขนกล จำนวนไม่น้อยกว่า 6 แกน

4.3.1.4 ความคลาดเคลื่อนในการทำซ้ำที่ตำแหน่งเดิม (RP) ไม่เกิน 0.1 มม.

4.3.1.5 มีมาตรฐานระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP54 หรือดีกว่า

4.3.1.6 มีระดับมาตรฐานความปลอดภัยของตัวหุ่นยนต์ไม่ต่ำกว่า Category 3,PL d หรือดีกว่า

4.3.1.7 รองรับการทำโปรแกรมแบบใช้มือจับที่แขนของหุ่นยนต์แล้วลากเพื่อ Teaching ตำแหน่งของตัวหุ่นยนต์ได้ Manual mode และ Auto mode (Lead-through programming)

4.3.1.8 มีปุ่มกดบนตัวหุ่นยนต์เพื่อรองรับการจดจำตำแหน่ง (Arm-Side Interface)

4.3.1.9 มีระยะการเอื้อมของแขนไม่น้อยกว่า 940 มม.

4.3.1.10 มีการเคลื่อนไหวของแกน ระยะการทำงาน และความเร็วสูงสุดแต่ละแกนตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1.10.1 แกน 1 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง +175° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 120°/s

4.3.1.10.2 แกน 2 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง +175°หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 120°/s

4.3.1.10.3 แกน 3 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -220° ถึง +80° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 135°/s

4.3.1.10.4 แกน 4 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง +175° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 195°/s

4.3.1.10.5 แกน 5 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง +175° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 195°/s

4.3.1.10.6 แกน 6 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง +175° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 195°/s

4.3.1.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมา พร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย

4.3.2 ระบบชุดควบคุมการทำงานมีรายละเอียดดังนี้

4.3.2.1 เป็นตู้ควบคุมสำหรับหุ่นยนต์อุตสาหกรรมโดยเฉพาะ และต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ยี่ห้อเดียวกันกับหุ่นยนต์ที่เสนอ

4.3.2.2 มีช่องเชื่อมต่อการทำงานอินพุต inputs ไม่น้อยกว่า 16 ช่อง และสามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 24 VDC หรือดีกว่า

4.3.2.3 มีช่องเชื่อมต่อการทำงานเอาต์พุต outputs ไม่น้อยกว่า 16 ช่อง และสามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 24 VDC หรือดีกว่า

4.3.2.4 สามารถรองรับการเชื่อมต่อเป็นแบบ Ethernet/IP และ Socket messaging หรือดีกว่า

4.3.2.5 ตู้ควบคุมต้องมีการประมวลผลแบบ Computer unit หรือดีกว่า

4.3.2.6 มีระดับการป้องกันเป็น IP20 หรือดีกว่า

4.3.2.7 ตู้ควบคุมสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับโปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ (Robot simulation software) ที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวหุ่นยนต์

และต้องสามารถแก้ไขค่าพารามิเตอร์จากตัวโปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ได้โดยตรงโดยผ่านสายแลน หรือดีกว่า

4.3.2.8 สามารถแสดงผลข้อมูลสถานะของ input/output, event message ผ่าน web service ได้ หรือดีกว่า

4.3.3 ชุดแผงควบคุมการทำงาน มีรายละเอียดดังนี้

4.3.3.1 แผงควบคุมแสดงผลแบบสี โดยการสัมผัส (Touch screen) มีขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว พร้อมปุ่มลัดในการใช้งานเช่น ปุ่มสั่งการทำงาน Run, ปุ่มหยุดการทำงาน Stop

4.3.3.2 รองรับการเชื่อมต่อแบบ USB เพื่อทำการโหลดโปรแกรมได้

4.3.3.3 การบังคับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เป็นแบบ Joystick ที่สามารถควบคุมความเร็วในการ Jogging โดยปรับความเร็วตามน้ำหนักมือที่ใช้ในการโยก

4.3.3.4 แผงควบคุมต้องมีระบบสวิทช์การป้องกันไม่น้อยกว่า 3 ระดับ (3-position enabling switch) เพื่อป้องกันอันตรายจากการทำงานขณะใช้งานอุปกรณ์ควบคุม

4.3.3.5 รองรับการทำโปรแกรมแบบ Wizard Easy Programming เพื่อความสะดวกในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ หรือดีกว่า

4.3.3.6 มีสายเชื่อมต่อกับตู้ควบคุมการทำงานเพื่อใช้ในการแก้ไขโปรแกรมหรือการควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ มีความยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร

4.3.4 โปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์เสมือนจริงแบบออฟไลน์ และ ออนไลน์มีรายละเอียดดังนี้

4.3.4.1 เป็นโปรแกรมออกแบบและจำลองเสมือนจริงของตัวหุ่นยนต์ แบบ Network License ที่สามารถรองรับการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ 50 เครื่องพร้อมๆกันที่อยู่ภายใต้การเชื่อมต่อบนวงแลนเดียวกัน (1 network license)

4.3.4.2 สามารถรองรับไฟล์ ACIS (.sat), 3DS, VRML ได้ หรือมากกว่า

4.3.4.3 สามารถวิเคราะห์การเคลื่อนที่ และ ความเร็วได้โดยให้ผลออกมาเป็นกราฟ (Signal Analyzer) หรือดีกว่า

4.3.4.4 โปรแกรมสามารถสร้างการเคลื่อนที่ได้อย่างอัตโนมัติจากการเลือกขอบของชิ้นงาน (Auto Path)

4.3.4.5 โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์จริงได้โดยผ่านสายแลน หรือดีกว่า

4.3.4.6 โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์จริง เพื่อเข้าไปแก้ไขโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ได้

4.3.4.7 โปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ต้องเป็นโปรแกรมที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับหุ่นยนต์

4.4 ชุดสถานีเรียนรู้การควบคุมหุ่นยนต์การทำงานร่วมกับสถานีระบบอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 เป็นชุดสาธิตการจัดสินค้าในชั้นเก็บสินค้าด้วยระบบ PICK TO LIGHT ในคลังสินค้า หรือดีกว่า

4.4.2 ชุดโครงสร้างชั้นวางสินค้า PICK TO LIGHT มีรายละเอียดดังนี้

4.4.2.1 โครงสร้างทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ หรือ เหล็กท่อเคลือบพลาสติก หรือดีกว่า

4.4.2.2 โครงสร้างมีขนาด กว้างxยาวxสูง (500x2000x1700) มิลลิเมตร

4.4.2.3 มีขาฉิ่งสามารถปรับระดับ ความสูง-ต่ำ หรือเอียงได้

4.4.2.4 สามารถวางกล่องใส่สินค้าได้ไม่น้อยกว่า 18 ช่อง

4.4.2.5 มีตำแหน่งจับยึดชุดควบคุมไว้เป็นชุดเดียวกันกับโครงสร้าง

4.4.3 ชุดควบคุมหลัก มีรายละเอียดดังนี้

4.4.3.1 สามารถเชื่อมต่อ ตัวอ่านบาร์โค้ด ได้ หรือปริ้นบาร์โค้ด ได้

4.4.3.2 สามารถเชื่อมต่อชุดแสดงผลตำแหน่งการจัดเก็บได้ ไม่น้อยกว่า 18 ชุด

4.4.3.3 สามารถส่งสัญญาณไปยังชุดแสดงผลตำแหน่งการจัดเก็บตามใบคำสั่งซื้อได้

4.4.4 ชุดแสดงผลตำแหน่งการจัดเก็บ จำนวน 18 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

4.4.4.1 มีหน้าจอสามารถแสดงผลตัวเลขจำนวนการจัดเก็บสินค้าได้

4.4.4.2 มีปุ่มกดเพื่อรับคำสั่งการหยิบสินค้าที่ตำแหน่งเสร็จแล้ว

4.4.4.3 มีไฟสำหรับแสดงผลแจ้งตำแหน่งการหยิบชิ้นงานได้

4.5 ชุดปฏิบัติการทดสอบทางด้านเทอร์โมไดนามิกส์แบบทดลองนำความร้อนชนิดแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

รายละเอียดทั่วไป

4.5.1 เป็นชุดทดลองที่ออกแบบเพื่อการศึกษาการนำความร้อนตามแนวเชิงเส้น (Linear Heat Conduction) และการนำความร้อนตามแนวเชิงรัศมี (Radial Heat Conduction) โดยประกอบด้วย

4.5.1.1 ชุดทดลองการนำความร้อนตามแนวเชิงเส้น (Linear Heat Conduction) จะประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

4.5.1.1.1 ส่วนแรก เป็นส่วนที่ให้ความร้อน (Heat Input) พร้อมมีจุดตรวจวัดอุณหภูมิ 3 จุด โดยมี Heater เป็นตัวให้ความร้อน

4.5.1.1.2 ส่วนตรงกลาง สำหรับชิ้นงานมาตรฐานมีจุดตรวจวัดอุณหภูมิ ซึ่งในส่วนนี้เป็นส่วนที่สามารถถอดเปลี่ยนได้โดยใช้ส่วนที่นำความร้อนขนาดเล็กกว่าหรือวัสดุที่นำความร้อนแตกต่างกันสวมเข้าแทนได้ และไม่จำเป็นต้องมีจุดตรวจวัดอุณหภูมิ โดยพื้นผิวของการนำความร้อนที่นำมาต่อกันนั้น มีผิวเรียบเสมอกัน มีสารนำความร้อนสำหรับทาที่ผิวสัมผัสมีแผ่นฉนวนบาง ๆ วางระหว่างผิวสัมผัสทั้งสอง

4.5.1.1.3 ส่วนสุดท้าย เป็นส่วนที่มีน้ำหล่อเย็น (Cooling Water) พร้อมมีจุดตรวจวัดอุณหภูมิ

4.5.1.2 ชุดทดสอบการนำความร้อนตามแนวเชิงรัศมี (Radial Heat Conduction) อุปกรณ์ประกอบด้วย ตัวให้ความร้อน, แผ่นทองเหลืองกลม, ส่วนหล่อเย็น (Cooling Water) สำหรับระบายความร้อนติดอยู่โดยรอบ พร้อมมีจุดตรวจวัดอุณหภูมิตามแนวเชิงรัศมี

4.5.1.3 สำหรับชุดทดสอบนี้มีอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อพร้อมซอฟแวร์สำหรับการแสดงผลทางคอมคอมพิวเตอร์ได้

รายละเอียดทางเทคนิค

4.5.2 ชุดทดสอบการนำความร้อนตามแนวเชิงเส้น มีรายละเอียดดังนี้

4.5.2.1 ส่วนแรกหรือส่วนที่ให้ความร้อน ทำด้วยทองเหลืองกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร พร้อมมีจุดวัดอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 3 จุด

4.5.2.2 ส่วนตรงกลางมีไม่น้อยกว่า 3 ชนิด ดังนี้

4.5.2.2.1 ชิ้นงานมาตรฐานสำหรับทดสอบ ทำด้วยทองเหลืองกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร พร้อมมีจุดวัดอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 3 จุด

4.5.2.2.2 ชิ้นงานสำหรับทดสอบ ทำด้วยทองเหลืองกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 13 มิลลิเมตร พร้อมมีจุดวัดอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 3 จุด

4.5.2.2.3 ชิ้นงานสำหรับทดสอบ ทำด้วยเหล็กสแตนเลสกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร พร้อมมีจุดวัดอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 3 จุด

4.5.2.2.4 ส่วนสุดท้ายหรือส่วนน้ำหล่อเย็นทำด้วยทองเหลืองกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร พร้อมมีจุดวัดอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 2 จุด

4.5.2.2.5 อุปกรณ์ทั้ง 3 ส่วน สามารถประกอบเข้าด้วยกันหรือถอดเปลี่ยนส่วนประกอบตรงกลาง ได้ด้วยการหมุนปรับชุดสกรูเพียงจุดเดียว

4.5.2.3 ชุดทดสอบการนำความร้อนตามแนวเชิงรัศมี ทำด้วยทองเหลืองกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 110 มิลลิเมตร และหนา 3 มิลลิเมตร พร้อมมีหัววัดอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 6 จุด

4.5.2.4 มีอุปกรณ์ให้ความร้อน (Heater) ขนาดไม่น้อยกว่า 120 วัตต์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.5.2.5 มีอุปกรณ์ควบคุมการทำความร้อน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.5.2.6 ชุดทดสอบมีอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ไม่ให้อุณหภูมิของน้ำร้อนเกิน 80 องศาเซลเซียส โดยระบบตัดต่อการทำงานตัวทำความร้อน เมื่อความร้อนสูงเกิน

4.5.2.7 มีมิเตอร์วัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า สามารถแสดงผลแบบตัวเลข จำนวน 1 ชุด

4.5.2.8 มีอุปกรณ์สำหรับหล่อเย็น (Cooling Unit) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.5.2.9 เครื่องทดสอบมีอุปกรณ์เชื่อมต่อสำหรับแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ พร้อมซอฟแวร์สำหรับเครื่องทดสอบการนำความร้อน โดยซอฟแวร์มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้

4.5.2.9.1 เป็นซอฟแวร์ที่มีลิขสิทธิ์ และผลิตจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกันกับชุดทดสอบ

4.5.2.9.2 เป็นซอฟแวร์ที่บรรจุอยู่ ในรูปแบบ Flash drive

4.5.2.9.3 สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows

4.5.2.9.4 ซอฟแวร์สามารถแสดง ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องทดสอบ, ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง, วิธีการทดสอบ, ผลการทดสอบ และ สั่งพิมพ์ได้

4.5.2.10 อุปกรณ์ทั้งหมดติดตั้งบนฐานเหล็กพ่นสี มีขารองรับสามารถปรับระดับได้

4.5.2.11 ใช้ไฟฟ้า ขนาด 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิรตซ์

4.5.2.12 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 ทางด้าน การออกแบบและผลิตอุปกรณ์และซอฟแวร์ ในเรื่อง THERMODYNAMIC และหากเป็นผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยผู้เสนอราคาจะต้องแสดงใบประกอบกิจการโรงงาน (รง.4) ของผู้ผลิตแนบมาด้วย

4.5.2.13 ผู้เสนอราคา หรือผู้ผลิตต้องได้รับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 ทางด้านบริการ ทั้งนี้เพื่อการบริการหลังการขาย

4.5.2.14 ต้องมีคู่มือวิธีการใช้และทดลองไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.5.2.15 มีผ้าคลุมเครื่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5. ข้อกำหนดอื่นๆ

5.1 มีการฝึกอบรม และสาธิตการใช้งานตามคู่มือ หรือเอกสารการเรียนรู้ให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้องจนสามารถ ใช้งานได้ และไม่น้อยกว่า 2 วัน

5.2 เป็นครุภัณฑ์ใหม่ทั้งหมด ไม่เคยใช้งานมาก่อน

5.3 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทิ้งงานของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว หรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทิ้งงานตามระเบียบของทางราชการ

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย

7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 150 วัน

8. ระยะเวลารับประกัน 1 ปี

9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ อาคาร 6 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

ลงชื่อ_____ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย จันทร์เพ็ง)
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ_____ผู้กำหนดรายละเอียด
(ดร.สุรศักดิ์ ทิมพิทักษ์)
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ_____ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนูศักดิ์ จานทอง)
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ_____
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาสุปรีย์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์