

ชุดฝึกโครงสร้างอากาศยานสมัยใหม่ Composite
แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร
จำนวน 1 ชุด เป็นเงินทั้งสิ้น 6,560,000.00 บาท
(หกล้านบาทแสนหกหมื่นบาทถ้วน)

1. คุณลักษณะทั่วไป

ชุดฝึกอบรมสำหรับการเรียนการสอนนักศึกษาด้งานช่างซ่อมสำหรับงานโครงสร้างเครื่องบิน และฝึกให้สามารถใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำวัสดุผสม การตรวจสอบประเภทความเสียหายของโครงสร้างที่เป็นวัสดุผสม อีกทั้งยังฝึกให้นักศึกษาได้ปฏิบัติการซ่อมบำรุงวัสดุผสมตามมาตรฐานเอกสารการซ่อมบำรุงได้อย่างปลอดภัยและเป็นมาตรฐานสากล

2. คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

ชุดฝึกโครงสร้างอากาศยานสมัยใหม่ Composite จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

2.1 ชุดเครื่องมือควบคุมความร้อนและสร้างสถานะสุญญากาศสำหรับวัสดุอากาศยาน	จำนวน 1 ชุด
2.2 เครื่องตรวจสอบความบกพร่องด้วยระบบ Electronic Digital Tap Hammer	จำนวน 2 เครื่อง
2.3 เครื่องตรวจสอบความหนาอัลตราโซนิก	จำนวน 1 เครื่อง
2.4 เครื่องตรวจสอบรอยบกพร่องด้วยกระแสไฟฟ้าไหลวน	จำนวน 1 เครื่อง
2.5 เครื่องมือวัดวิเคราะห์และบันทึกข้อมูลเพื่องานโครงสร้างและวัสดุอากาศยาน	จำนวน 1 เครื่อง
2.6 ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการ PrePreg Carbon Fiber	จำนวน 2 ชุด
2.7 ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการ Vacuum infusion	จำนวน 2 ชุด
2.8 ตัวอย่างวัสดุ Composite เพื่อศึกษาลักษณะคุณสมบัติและโครงสร้าง	จำนวน 1 ชุด
2.9 ชุดป้องกันสารเคมีแบบนำกลับมาใช้ใหม่	จำนวน 20 ชุด
2.10 เครื่องซักผ้าแบบอินเวอร์เตอร์	จำนวน 1 เครื่อง
2.11 ตู้เหล็กสำหรับเก็บวัสดุอากาศยาน	จำนวน 1 ตู้
2.12 รถเข็นอเนกประสงค์	จำนวน 1 คัน
2.13 ตู้อบลมร้อนสำหรับงานด้านวัสดุอากาศยาน	จำนวน 1 เครื่อง
2.14 เครื่องผลิตอากาศแบบอัด	จำนวน 1 เครื่อง
2.15 ชุดปฏิบัติการออกแบบ จำลองการผลิตและวิเคราะห์เชิงวิศวกรรมการซ่อมบำรุงอากาศยาน	จำนวน 1 ชุด
2.16 เครื่องขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเทคโนโลยีแม่นยำสูง High Precision Machine	จำนวน 1 เครื่อง
2.17 ระบบไฟฟ้า	จำนวน 1 ระบบ




3. คุณสมบัติทางเทคนิค

3.1 ชุดเครื่องมือควบคุมความร้อนและสร้างสภาวะสุญญากาศสำหรับวัสดุอากาศยาน จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 3.1.1 เครื่องควบคุมความร้อนและสร้างสภาวะสุญญากาศ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.1.1.1 เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรปหรือประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ผลิตหรือจำหน่ายโดยบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 และมาตรฐานบริหารคุณภาพสำหรับอุตสาหกรรมการบินและอากาศยาน AS9100D, AS9120B เป็นอย่างน้อย
 - 3.1.1.2 สามารถควบคุมสุญญากาศได้ในช่วง 0-30 Hg เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.3 สามารถควบคุม Temperature Feedback ได้ไม่น้อยกว่า 6 จุด เทียบเท่าหรือดีกว่าสำหรับ Thermocouples Type J
 - 3.1.1.4 จอแสดงผลเป็นชนิด Liquid Crystal Display (LCD) ขนาดไม่น้อยกว่า 2.8 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.5 สามารถกลับมาทำงานได้ภายใน 2 นาที หลังจากไฟตก เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.6 สามารถจัดเก็บโปรแกรมที่ทำงานต่างกันไว้ในหน่วยความจำได้ ไม่น้อยกว่า 8 โปรแกรม เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.7 สามารถตั้งค่าและประมวลผลผ่านโปรแกรมควบคุมการทำงานที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับตัวเครื่อง
 - 3.1.1.8 สามารถรองรับไฟฟ้าแบบ 120 หรือ 240 โวลต์, แบบ 1 เฟส ได้
 - 3.1.1.9 สามารถรองรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 16 แอมป์ เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.10 สามารถใช้งานได้ในสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงสุด 46.1°C (115°F) เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.11 สามารถใช้งานได้ในสภาวะแวดล้อมที่ความชื้น Relative Humidity ระหว่าง 0-99% เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.12 สามารถควบคุมและสร้างความร้อนได้สูงสุด 260°C (500°F) เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.13 ค่าความละเอียดของระบบควบคุมอุณหภูมิไม่มากกว่า 0.28°C (0.5°F) เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.14 ค่าความละเอียดของการแสดงผลและปรับตั้งค่าโปรแกรม ไม่มากกว่า 0.55°C (1.0°F) เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.15 ค่าความแม่นยำของการควบคุมอุณหภูมิ $\pm 0.55^{\circ}\text{C}$ (1.0°F) เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.16 สามารถใช้รูปแบบการควบคุมอุณหภูมิ อาทิเช่น Hottest TC, Coolest TC และ TC Average ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.1.17 มีระบบแจ้งเตือนด้วยเสียง ซึ่งระดับความดังสูงสุด 77 dB และสามารถปรับตั้งค่าได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า



- 3.1.2 อุปกรณ์ให้ความร้อนสำหรับงานซ่อมบำรุงด้านอากาศยานด้วยวัสดุ Composite จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.1.2.1 เป็นแผ่นให้ความร้อนแบบยางซิลิโคน เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.2.2 ขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว × 10 นิ้ว และ 12 นิ้ว × 12 นิ้ว รวมกันแล้วจำนวนไม่น้อยกว่า 2 แผ่น เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.2.3 สามารถทำอุณหภูมิสูงสุดได้ 232°C (450°F) เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.2.4 สามารถรองรับไฟฟ้าแบบ 120V หรือ 220/240V ได้
 - 3.1.2.5 ค่ากำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ (Watt Density) ไม่น้อยกว่า 5 W/in² (0.8 W/cm²) เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.2.6 สายไฟมีความยาวไม่น้อยกว่า 5 ft (1.52 m) และมีจำนวน Teflon® สามารถทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600V/400°F ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.1.3 เครื่องทดสอบอุปกรณ์ให้ความร้อนสำหรับงานซ่อมบำรุงด้านอากาศยานด้วยวัสดุ Composite จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.1.3.1 ตัวเครื่องมีน้ำหนักไม่มากกว่า 2.5 ปอนด์ (1.1 กิโลกรัม) เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.3.2 ตัวเครื่องมีขนาดไม่น้อยกว่า 8.5 นิ้ว × 6 นิ้ว × 3 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.3.3 สามารถรองรับไฟฟ้าแบบ 100-240VAC ได้
 - 3.1.3.4 โครงสร้างของตัวเครื่องเป็นวัสดุเกรดที่ใช้ในงานด้านอากาศยาน โดยมีแผงควบคุมการทำงานแบบปุ่มกด และหน้าจอแสดงผลชนิด LCD เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.3.5 ตัวเครื่องมาพร้อมกับกล่องบรรจุชนิดพกพาได้และอุปกรณ์ประกอบ (Test Leads) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.1.4 ชุดประมวลผลขั้นสูงสำหรับโปรแกรมควบคุมความร้อนและสร้างสภาวะสุญญากาศ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.1.4.1 ใช้หน่วยประมวลผลกลาง (Processor) ไม่ต่ำกว่า Intel Core i5 เทียบเท่าหรือดีกว่า โดยความเร็วไม่น้อยกว่า 1.6 GHz และ Cache 6 MB เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.4.2 มีหน่วยความจำ (Memory) แบบ DDR4 2667 MHz ขนาดไม่ต่ำกว่า 8 GB เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.4.3 Hard Disk มีขนาดความจุ ไม่น้อยกว่า 1 TB และความเร็วไม่น้อยกว่า 5,400 RPM เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.4.4 จอภาพขนาดไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว ชนิด HD หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัยกว่า และความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 1,360 × 760 Pixels เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.4.5 มีพอร์ต HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.4.6 มี USB 3.2 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.1.4.7 มี USB 2.0 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า



- 3.1.4.8 มีส่วนเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย (Network Controller) ที่ความเร็วไม่ต่ำกว่า 10/100/1000 Gigabit Ethernet จำนวน 1 ช่อง หรือมากกว่า
- 3.1.4.9 มีการ์ด Wireless LAN สนับสนุนมาตรฐาน WIFI 802.11 AX แบบ Dual Band (2 x 2) และ Bluetooth หรือดีกว่า
- 3.1.4.10 เป็นพิมพ์มีตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษติดอยู่บนแป้นอย่างถาวร
- 3.1.4.11 มีแบตเตอรี่ไม่ต่ำกว่า 3-cell โดยรองรับเทคโนโลยี Express Charge เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.1.4.12 มี Laser Mouse ชนิด USB โดยมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่อง
- 3.1.4.13 มีเงื่อนไขการรับประกันเป็นเวลา 1 ปี ในกรณีที่เกิดปัญหาทางด้าน Hardware โดยเข้ามาทำการแก้ไข /ซ่อมแซม ณ ที่ตั้งหรือนอกสถานที่ตั้ง (On-Site Service)

3.2 เครื่องตรวจสอบความบกพร่องด้วยระบบ Electronic Digital Tap Hammer จำนวน 2 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

- 3.2.1 ตัวเครื่องมีขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว x 4 นิ้ว x 1 5/8 นิ้ว (ยาว x กว้าง x ลึก) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.2.2 น้ำหนักตัวเครื่องไม่มากกว่า 1 ปอนด์ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.2.3 ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาด 9 โวลต์ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.2.4 สามารถใช้งานด้วยแบตเตอรี่ได้ไม่น้อยกว่า 20 ชั่วโมงต่อเนื่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า ต่อการเปลี่ยนแบตเตอรี่ 1 ครั้ง
- 3.2.5 ตัวเครื่องมีระบบประหยัดพลังงานแบตเตอรี่ด้วยระบบ Automatic Display Reset เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.2.6 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณเข้า (Inputs) กับอุปกรณ์ประกอบของเครื่องตรวจสอบความบกพร่องด้วยระบบ Electronic Digital Tap Hammer
- 3.2.7 หน้าจอแสดงผลชนิด Liquid Crystal Display (LCD) หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัยกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 0.350 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.2.8 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณออก (Outputs) สำหรับออสซิลโลสโคป (Standard Oscilloscope) ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.2.9 สามารถแสดงผลการใช้งานของแบตเตอรี่ เมื่อมีสถานะแบตเตอรี่ต่ำได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.2.10 ตัวเครื่องมาพร้อมกับกล่องบรรจุที่ภายในบุด้วยโฟม ตัวกล่องมีความแข็งแรง ทนทาน ป้องกันน้ำ และป้องกันฝุ่นได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.3 เครื่องตรวจสอบความหนาอัลตราโซนิก จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้

- 3.3.1 จอแสดงผลมีขนาดไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 800 x 480 pixels เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.3.2 มาตรฐานการทดสอบความสามารถที่จะป้องกันฝุ่นและน้ำไม่น้อยกว่า IP 67 เทียบเท่าหรือดีกว่า



- 3.3.3 เป็นแบตเตอรี่ชนิด Li-ion สามารถชาร์ตพลังงานไฟฟ้าใหม่ได้ และสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.3.4 สามารถรองรับไฟฟ้าแบบ 100-240VAC, 50/60 Hz ได้
- 3.3.5 Probe Connector ชนิด Dual Lemo-00 (T/R) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.3.6 หน่วยความจำแบบ SD Card ความจุสูงสุดไม่น้อยกว่า 16 GB เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.3.7 สามารถเก็บข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 100,000 ค่าต่อไฟล์ เทียบเท่าหรือดีกว่า ซึ่งเก็บในหน่วยความจำแบบ SD Card
- 3.3.8 สามารถส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ อาทิเช่น PDF, XML, CSV, DAT, และ JPE ได้ เป็นอย่างน้อย
- 3.3.9 สามารถตั้งค่ารหัสผ่านผู้ใช้งานและรูปแบบการทำงานต่าง ๆ ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.3.10 ความถี่ของสัญญาณที่สร้างขึ้น (Pulse Repetition Frequency, PRF) สามารถเลือกได้ที่ 4 Hz, 8 Hz และ 16 Hz เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.3.11 สามารถปรับค่าความแรงของสัญญาณ (Gain) ได้ไม่น้อยกว่า 100 dB และสามารถปรับได้ทั้งแบบ Automatic Gain Control และแบบ Manual ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.3.12 สามารถตรวจวัดชิ้นงานได้ในช่วง 0.4 เมตร – 14.0 เมตร (0.01 นิ้ว – 550 นิ้ว) ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.3.13 ค่าความละเอียดของการแสดงผลไม่มากกว่า 0.01 มิลลิเมตร หรือ 0.1 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.3.14 สามารถแสดงผลหน่วยวัดได้ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยวัด อาทิเช่น mm., inch และ μs เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.3.15 สามารถเลือกวิธีการตรวจสอบได้ไม่น้อยกว่า 5 รูปแบบ ดังนี้
 - 3.3.15.1 Zero crossing
 - 3.3.15.2 IP to 1st echo
 - 3.3.15.3 Multi echo
 - 3.3.15.4 TopCoat
 - 3.3.15.5 Auto-V
- 3.3.16 สามารถเลือกการสอบเทียบวัดได้ไม่น้อยกว่า 4 รูปแบบ ดังนี้
 - 3.3.16.1 One-point
 - 3.3.16.2 Two-point
 - 3.3.16.3 Auto or Manual On-block and Off-block Zero.
 - 3.3.16.4 Automatic V-Path correction
- 3.3.17 สามารถเลือกรูปแบบแสดงผลของการตรวจสอบได้ไม่น้อยกว่า 5 รูปแบบ ดังนี้
 - 3.3.17.1 Thickness and A-Scan



3.3.17.2 Temperature corrected thickness

3.3.17.3 B-Scan

3.3.17.4 Min/Max Capture

3.3.17.5 Differential

3.3.18 อุปกรณ์ประกอบ

3.3.18.1 แบตเตอรี่ชนิด Li-ion จำนวน 1 ชุด เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.3.18.2 อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.3.18.3 กระเป๋าสำหรับใส่เครื่องตรวจสอบชนิดหัว จำนวน 1 ชุด เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.3.18.4 หัวตรวจสอบสำหรับวัดความหนา ชนิด General probe ความถี่ 5 MHz จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.3.18.5 หัวตรวจสอบชนิด Composite ความถี่ 5 MHz จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.3.18.6 หัวตรวจสอบชนิด High Temperature Probe 5 MHz จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.3.18.7 ชิ้นงานมาตรฐาน 7 ระดับ (1.5, 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 และ 25 มม.) จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.4 เครื่องตรวจสอบรอยบกพร่องด้วยกระแสไฟฟ้าไหลวน จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้

3.4.1 แบตเตอรี่ของเครื่องมีความจุไม่น้อยกว่า 62 วัตต์-ชั่วโมง เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.4.2 แบตเตอรี่สามารถใช้งานได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง เทียบเท่าหรือดีกว่า และใช้เวลาในการชาร์จแต่ละครั้งอย่างน้อย 90 นาที เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.4.3 จอแสดงผลเป็นแบบ X VGA Touch Screen เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.4.4 ขนาดของจอแสดงผลไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.4.5 จอแสดงผลมีความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า 1,024 x 768 pixels เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.4.6 ย่านความถี่ของการใช้งาน (Frequency Range) อยู่ในช่วง 10 Hz - 5 MHz เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.4.7 ค่าความถี่ในการเก็บข้อมูลของสัญญาณสูงสุด (Sample Rate Max.) 50 kHz เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.4.8 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิสูงสุดถึง 55°C ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า (Operating Temperature)

3.4.9 หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Data Storage) ความจุไม่น้อยกว่า 8 GB เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.4.10 สามารถรองรับระบบการเชื่อมต่อแบบ Wifi และ Bluetooth ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.4.11 สามารถปรับความแรงของสัญญาณ (Gain) ส่งออกได้ตั้งแต่ 0 dB ถึง 120 dB และสามารถปรับระดับความแรงของสัญญาณได้ครั้งละ 0.1 dB เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.4.12 สามารถรับสัญญาณตรวจจับ (Receiver Gain) ได้ไม่น้อยกว่า 0-30 dB เทียบเท่าหรือดีกว่า

- 3.4.13 มีระบบการเตือนสัญญาณ Alarm Outputs เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.4.14 มีฟังก์ชันการใช้งานที่ผู้ใช้สามารถออกแบบขอบเขตการตรวจสอบเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน (Workflow-on-Device) ที่สอดคล้องกับข้อกำหนดการปฏิบัติ (Verified Procedures) หรือ หลักเกณฑ์ข้อแนะนำ (Code, Guidelines) และมาตรฐานแบบฝึกหัด (Standards Practices) เพื่อป้องกันการผิดพลาดจากผู้ปฏิบัติงาน (Human Error)
- 3.4.15 สามารถส่งสัญญาณแรงดันไฟฟ้าแบบ Peak to Peak Voltage (VPP) ได้ตั้งแต่ 0.5, 1, 2, 4, 8 และสูงสุดไม่น้อยกว่า 16 VPP เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.4.16 สามารถบันทึกข้อมูลของ Image Format ในรูปแบบไฟล์ชนิด .JPG ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 3.4.17 สามารถแสดงไฟล์ Video Format ชนิด MPEG 4 ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.4.18 น้ำหนักของตัวเครื่องไม่มากกว่า 3 กิโลกรัม เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.4.19 อุปกรณ์ประกอบ มีดังนี้ เป็นอย่างน้อย
- 3.4.19.1 เครื่องตรวจสอบรอยบกพร่องด้วยกระแสไฟฟ้าไหลวน จำนวน 1 เครื่อง
- 3.4.19.2 ชุดหัวตรวจสอบรอยบกพร่องด้วยกระแสไฟฟ้าไหลวนสำหรับการตรวจสอบที่ผิว (Surface Probe Kit) จำนวน 1 ชุด ดังนี้
- (1) หัวตรวจสอบ ชนิด Shielded Absolute ช่วงความถี่ใช้งาน 350 kHz ถึง 3 MHz ด้ามจับตรง, มุม 45 องศา และปลายหัวตรวจสอบเอียง 90 องศา จำนวน 1 ชิ้น
 - (2) หัวตรวจสอบ ชนิด Shielded Absolute ช่วงความถี่ใช้งาน 20 kHz ถึง 200 MHz ด้ามจับตรง, มุม 45 องศา และปลายหัวตรวจสอบเอียง 90 องศา จำนวน 1 ชิ้น
 - (3) หัวตรวจสอบ ชนิด Unshielded Absolute ช่วงความถี่ใช้งาน 350 kHz ถึง 3 MHz ด้ามจับตรง จำนวน 1 ชิ้น
 - (4) หัวตรวจสอบ ชนิด Unshielded Absolute ช่วงความถี่ใช้งาน 20 kHz ถึง 200 MHz ด้ามจับตรง จำนวน 1 ชิ้น
 - (5) สายเคเบิลหัวต่อเป็น Microdot ไป BNC สำหรับหัวตรวจสอบ Absolute จำนวน 1 เส้น
 - (6) Adapter สำหรับแปลงหัวต่อชนิด LEMO ไป BNC จำนวน 1 ชิ้น
 - (7) ชิ้นงานทดสอบ 3 รอยตำหนิ วัสดุเป็นอลูมิเนียม, เหล็ก, สแตนเลส สตีล และ ไทเทเนียม จำนวน 1 ชุด
 - (8) หัวตรวจสอบ Reflection ช่วงความถี่ใช้งาน 300 Hz ถึง 100 kHz และ ช่วงความถี่ใช้งาน 80 Hz ถึง 60 kHz จำนวน 1 ชุด
 - (9) สายเคเบิลสำหรับหัวตรวจสอบ Reflection จำนวน 1 เส้น
 - (10) Teflon Tape จำนวน 1 ชิ้น

- (11) กระเป่าสำหรับใส่ชุดหัวตรวจสอบ จำนวน 1 ชิ้น
- 3.4.19.3 ชุดอุปกรณ์อื่น ๆ ตามมาตรฐานผู้ผลิต พร้อมคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด
- 3.4.19.4 หัวตรวจสอบสำหรับวัดค่าความนำทางไฟฟ้า Conductivity Probe จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
- (1) หัวตรวจสอบชนิด Conductivity Probe 60 kHz – 500 kHz
 - (2) หัวทดสอบทุกชนิดต้องมีสายเคเบิลที่สามารถใช้งานกับเครื่องตรวจสอบแบบ กระแสไหลวนได้
- 3.4.19.5 ชุดหัวตรวจสอบแบบ Rotary Probe
- (1) หัวตรวจสอบชนิด Mini Drive Scanner with cable พร้อมอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด
 - (2) กล่องบรรจุอุปกรณ์ จำนวน 1 กล่อง
 - (3) หัวทดสอบทุกชนิดต้องมีสายเคเบิลที่สามารถใช้งานกับเครื่องตรวจสอบแบบ กระแสไหลวนได้
- 3.5 เครื่องมือวัดวิเคราะห์และบันทึกข้อมูลเพื่องานโครงสร้างและวัสดุอากาศยาน จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.5.1 จอแสดงผลแบบสีชนิด TFT LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 5.7 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.5.2 จอแสดงผลของข้อมูล อาทิเช่น ค่าแนวโน้ม (trend), ตัวเลข (digital), การแจ้งเตือน (alarm) ได้เป็นอย่างดี
 - 3.5.3 ปุ่มกดเพื่อควบคุมการทำงานเป็นแบบ Multi-functional เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.5.4 สามารถรับข้อมูลสัญญาณเข้าชนิด DCV, TC, RTD, DI ได้เป็นอย่างดี
 - 3.5.5 ช่วงเวลาในการวัดสั้นที่สุดที่ 1 วินาที เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.5.6 ช่องรับสัญญาณไม่น้อยกว่า 8 ช่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.5.7 ค่าความแม่นยำของการวัด $\pm 0.05\%$ สำหรับการประมวลผลของข้อมูล DCV เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.5.8 ค่าความแม่นยำของการวัด $\pm 0.15\%$ สำหรับการประมวลผลของข้อมูล TC, RTD เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.5.9 ความจุของข้อมูลภายในตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 400 MB เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.5.10 รองรับการบันทึกข้อมูลด้วย SD Cards หรือ CF Cards เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.5.11 สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า (Network enables data redundancy)
 - 3.5.12 มาตรฐานการทดสอบความสามารถที่จะป้องกันฝุ่นและน้ำไม่น้อยกว่า IEC 529-IP 65 เทียบเท่าหรือดีกว่า

- 3.5.13 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรป หรืออเมริกา หรือญี่ปุ่น
- 3.6 ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการ PrePrep Carbon Fiber จำนวน 2 ชุด ประกอบด้วย**
- 3.6.1 Prepreg Carbon Fiber 3K 200 g. Twill 2 x 2 ขนาด 500 มิลลิเมตร x 1,000 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.6.2 Prepreg Carbon Fiber 12K 400 g. Twill 2 x 2 ขนาด 500 มิลลิเมตร x 1,000 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.6.3 Unperforated Prepreg Release Film ความยาว 5 เมตร จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.6.4 Vacuum Bagging Film ขนาด 4 เมตร x 3 เมตร จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.6.5 Breather Layer Cloth หน้ากว้างขนาด 1.5 เมตร x 5 เมตร จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.6.6 Sealant Tape ความยาว 15 เมตร จำนวน 2 ม้วน เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.6.7 Through Bag Connector จำนวน 1 ตัว เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.6.8 Vacuum Connector จำนวน 1 ตัว เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.6.9 ข้อต่อ Hose Tail Barb Connector ID 10 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.6.10 ท่อซิลิโคนทนความร้อน ขนาด 10 มิลลิเมตร ความยาว 2 เมตร จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.6.11 ถุงมือ Nitrile จำนวน 1 กล่อง (บรรจุ 50 คู่ต่อกล่อง) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7 ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการ Vacuum infusion จำนวน 2 ชุด ประกอบด้วย**
- 3.7.1 ถังพักเรซินชนิดสแตนเลส SUS304 ความจุไม่น้อยกว่า 1 ลิตร พร้อมติดเกจวัดสุญญากาศ จำนวน 1 ชุด เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.2 เครื่องปั๊มสุญญากาศ ขนาดไม่น้อยกว่า 3.6 cfm จำนวน 1 เครื่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.3 ฝ้ายลอกแบบ (Peel Ply) หน้ากว้างไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร x 5 เมตร จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.4 พลาสติกลอกแบบ (Release Film) หน้ากว้างไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร x 5 เมตร จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.5 ตาข่ายนำเรซิน (Infusion Net) สีเขียว หน้ากว้างไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร x 5 เมตร จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.6 ฟิล์มสุญญากาศ (Bagging Film) หน้ากว้างไม่น้อยกว่า 4 เมตร x 3 เมตร จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.7 Vacuum Line Clamper Set จำนวน 4 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.8 อินพิวชั่นบล็อก ขนาดไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.9 ท่อเกลียวปล่อยเรซิน ความยาวไม่น้อยกว่า 10 เมตร จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.10 ท่อยางพีวีซี ความยาวไม่น้อยกว่า 10 เมตร จำนวน 1 ชิ้น เทียบเท่าหรือดีกว่า



- 3.7.11 Epoxy Resin ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเรซินขนาด 2 กิโลกรัม และส่วนที่เป็นตัวทำแข็งขนาด 700 กรัม จำนวน 1 ชุด เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.12 Vacuum tape ความยาวไม่น้อยกว่า 15 เมตร จำนวน 2 ม้วน เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.13 เครื่องชั่งแบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8 ตัวอย่างวัสดุ Composite เพื่อศึกษาลักษณะคุณสมบัติและโครงสร้าง จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.8.1 3K Plain Weave Carbon Fiber Fabric น้ำหนักอยู่ในช่วง 5.0-5.7 oz./yd² และมีความกว้างอยู่ในช่วง 40-50 นิ้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.2 Fiberglass Fabric (Plain Weave) น้ำหนักอยู่ในช่วง 5.5-5.8 oz./yd² และมีความกว้างไม่น้อยกว่า 38 นิ้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.3 Woven Roving น้ำหนักอยู่ในช่วง 16.9-18.8 oz./yd² จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.4 Woven Fiberglass Tape (Plain Weave) น้ำหนักอยู่ในช่วง 7.80-9.60 oz./yd² และมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.5 Kevlar® / Carbon Hybrid (yellow) น้ำหนักอยู่ในช่วง 5.3-5.8 oz./yd² และมีความกว้างอยู่ในช่วง 40-50 นิ้ว จำนวน 1 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) หรือดีกว่า
- 3.8.6 2 × 2 Kevlar® Twill Weave Fabric น้ำหนักอยู่ในช่วง 5.0-5.3 oz./yd² และมีความกว้างอยู่ในช่วง 40-50 นิ้ว จำนวน 1 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) หรือดีกว่า
- 3.8.7 Kevlar® Tape (17 × 17 Plain Weave) น้ำหนักอยู่ในช่วง 4.5-5.5 oz./yd² จำนวน 1 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) หรือดีกว่า
- 3.8.8 Nylon Bagging Films ความกว้างอยู่ในช่วง 58.0-61.0 นิ้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.9 Nylon Bagging Film, Above 300°F ความกว้างอยู่ในช่วง 59.1-61.0 นิ้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.10 Polyethylene Bagging Film ความกว้างอยู่ในช่วง 40-50 นิ้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.9 ชุดป้องกันสารเคมีแบบนำกลับมาใช้ใหม่ จำนวน 20 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.9.1 ชุดแบบซักล้างทำความสะอาดได้ พร้อมหมวกคลุมศีรษะ ปกป้องผิวหนังจากการทำงานปนสีฝุ่น สิ่งสกปรก และตัวทำละลาย
- 3.9.2 ผลิตจากโพลีเอสเตอร์ และไม่มีส่วนประกอบที่เป็นซิลิโคน มีน้ำหนักเบา ระบายอากาศได้ดี




- 3.9.3 มีหมวกคลุมศีรษะและสายรัดช่วยปกป้องศีรษะและเส้นผม
- 3.9.4 เสริมแผ่นรองเข่า เพื่อปกป้องหัวเข่าจากการนั่งคุกเข่าทำงาน
- 3.9.5 มีช่องระบายอากาศทางด้านหลัง เพื่อการไหลเวียนของอากาศ
- 3.9.6 ชุดป้องกันมีการเคลือบสารป้องกันไฟฟ้าสถิต
- 3.10 เครื่องซักผ้าแบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้**
- 3.10.1 เป็นเครื่องซักผ้าแบบฟาบน ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 18 กิโลกรัม เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.10.2 มีความเร็วรอบในการปั่นของเครื่องไม่น้อยกว่า 700 รอบต่อนาที เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.10.3 มอเตอร์เป็นแบบ Digital Inverter ช่วยประหยัดพลังงาน เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.10.4 มีระบบควบคุมแบบสัมผัสบริเวณฝาเครื่อง สามารถควบคุมการใช้งานต่าง ๆ ได้
- 3.10.5 มีแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน เพื่อช่วยตรวจสอบการใช้งานเบื้องต้น
- 3.10.6 มีเทคโนโลยี Vibration Reduction Technology ลดเสียงรบกวนและแรงสั่นสะเทือนขณะซัก เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11 ตู้เหล็กสำหรับเก็บวัสดุอากาศยาน จำนวน 1 ตู้ มีคุณลักษณะดังนี้**
- 3.11.1 เป็นตู้เหล็กแบบมีประตูเปิดชนิด 2 บาน เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11.2 ขนาดตู้ไม่น้อยกว่า 91.5 เซนติเมตร x 45.0 เซนติเมตร x 180 เซนติเมตร (กว้าง x ลึก x สูง) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11.3 ผลิตจากเหล็กแผ่นประเภท SPCC หนาอย่างน้อย 0.7 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11.4 มีแผ่นกันชื้น 3 แผ่น สามารถปรับระดับความสูงได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11.5 ประตูและแผ่นชั้นมีการเสริมความแข็งแรงด้วยการตามด้วยคานเหล็ก เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11.6 มือจับเป็นแบบมือจับบิดมีกุญแจล็อกในตัว เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.12 รถเข็นอเนกประสงค์ จำนวน 1 คัน มีคุณลักษณะดังนี้**
- 3.12.1 แผ่นพื้นและมือจับของรถเข็นผลิตจากสแตนเลส เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.12.2 รถเข็นมีขอบยางกันกระแทก
- 3.12.3 สามารถรองรับน้ำหนักได้อย่างน้อย 350 กิโลกรัม เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.12.4 ขนาดของรถเข็นไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร x 950 มิลลิเมตร x 890 มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว x สูง) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.12.5 ขนาดพื้นของรถเข็น (Platform) ไม่น้อยกว่า 590 มิลลิเมตร x 890 มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13 ตู้บลูมร็อนสำหรับงานด้านวัสดุอากาศยาน จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้**
- 3.13.1 วัสดุตัวเครื่องภายนอกเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.2 ขนาดภายนอกตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 745 มิลลิเมตร x 867 มิลลิเมตร x 584 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า




- 3.13.3 ประตูเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) มีฉนวนกันความร้อนและเป็นระบบล๊อค 2 จุด เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.4 แผ่นปิดด้านหลังเครื่องเป็นเหล็กเคลือบสังกะสีเพื่อป้องกันการเกิดสนิม เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.5 ขนาดภายในตู้บ่มไม่น้อยกว่า 560 มิลลิเมตร x 480 มิลลิเมตร x 400 มิลลิเมตร (กว้าง x สูง x ลึก) และมีความจุไม่น้อยกว่า 108 ลิตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.6 ภายในตู้บ่มทำความสะอาดได้ง่าย ชิ้นส่วนทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมชิ้นรูปเป็นชิ้นเดียวกัน และสามารถป้องกันความร้อนได้ทั้ง 4 ด้าน เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.7 มีตะแกรงชั้นวางที่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชั้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.8 สามารถทำอุณหภูมิความร้อนได้ถึง 300°C เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.9 สามารถใช้ร่วมกับแหล่งจ่ายไฟขนาดไม่น้อยกว่า 230 V (+/- 10%), 50/60 Hz
- 3.13.10 ระบบประมวลผลด้วย Digital PID – Microprocessor พร้อมหน้าจอแสดง High – Definition TFT เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.11 มีเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ 1 เส้น ชนิด Pt100 DIN class A, 4-wire circuit ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.12 มีชุดปรับตั้งเวลาแบบดิจิทัล ตั้งแต่ 1 นาที ถึง 99 วัน ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.13 สามารถปรับตั้งค่าพารามิเตอร์จากแผงควบคุมได้ เช่น อุณหภูมิ (°C/°F), ความเร็วพัดลม และ โชนเวลาได้ เป็นอย่างน้อย
- 3.13.14 ฟังก์ชัน Set Point WAIT เป็นระบบเพื่อยืนยันให้แน่ใจว่า หากเกิดความเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ อุณหภูมิไม่อยู่ในช่วงที่ตั้งไว้ เช่น การเปิดประตูหรือเกิดเหตุการณ์ไฟดับ, ไฟตก ตัวเครื่องก็จะหน่วงการจับเวลา เพื่อให้การนับเวลาทำงานแม่นยำยิ่งขึ้น
- 3.13.15 ค่าความละเอียดของอุณหภูมิอยู่ที่ 0.1°C สำหรับการปรับตั้งอุณหภูมิไม่เกิน 99.9°C และค่าความละเอียดของอุณหภูมิอยู่ที่ 0.5°C สำหรับการปรับตั้งอุณหภูมิเกิน 100°C เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.16 การสอบเทียบเครื่องมือ สามารถทำได้ไม่น้อยกว่า 3 ค่า เทียบเท่าหรือดีกว่า เพื่อให้เหมาะกับการทำงานที่หลากหลายช่วงอุณหภูมิ
- 3.13.17 สามารถบันทึกค่าโปรแกรมล่าสุดได้ ในกรณีที่ไฟฟ้าดับ หรือไฟตกได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.18 สามารถปรับตั้งค่าเฝ้าระวังอุณหภูมิเกินอัตราและตัวจำกัดอุณหภูมิ TB, มีระบบหยุดการทำงานอัตโนมัติตามมาตรฐานป้องกัน Class 1 according to DIN 12 880 ในกรณีที่อุณหภูมิสูงกว่าที่ตั้งไว้ประมาณ 20°C ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.13.19 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรป หรืออเมริกา หรือญี่ปุ่น
- 3.14 เครื่องผลิตอากาศแบบอัด จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.14.1 เป็นเครื่องผลิตอากาศแบบอัด ชนิด Oil Less หรือดีกว่า
- 3.14.2 มอเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 3 HP หรือดีกว่า

- 3.14.3 ขนาดมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 750 วัตต์ และจำนวนลูกสูบไม่น้อยกว่า 3 ลูกสูบ (750 วัตต์ × 3) เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.14.4 ความเร็วรอบมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 1,400 RPM. เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.14.5 แรงดันลมไม่น้อยกว่า 8 kg/cm² เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.14.6 อัตราการผลิตไม่น้อยกว่า 375 ลิตรต่อนาที เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.14.7 ความจุถังลมขนาดไม่น้อยกว่า 100 ลิตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.14.8 ผลิตภัณฑ์ต้องได้รับมาตรฐาน ISO-9001:2015 เป็นอย่างน้อย
- 3.15 ชุดปฏิบัติการออกแบบ จำลองการผลิต และวิเคราะห์เชิงวิศวกรรมการซ่อมบำรุงอากาศยาน จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
- 3.15.1 โปรแกรมช่วยออกแบบ จำลองการผลิต และวิเคราะห์เชิงวิศวกรรมการซ่อมบำรุงอากาศยาน จำนวน 1 ลิขสิทธิ์ มีคุณลักษณะดังนี้
 - 3.15.1.1 โปรแกรมใช้มาตรฐาน Solid Model และ Surface Model แบบ “Hybrid Modeling” รวมถึง Convergent modeling ที่มีรูปร่าง Facet รวมไปด้วยได้
 - 3.15.1.2 โปรแกรมสามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือดีกว่า
 - 3.15.1.3 มีความสามารถด้าน Wireframe Surface, Solid Modeling, Parametric Modeling และ Feature Base
 - 3.15.1.4 สร้างภาพ Section และเส้น Section Lines ตามมาตรฐาน ANSI, JIS และ ISO และสร้างภาพ Sectional โดยการตัดรูปแบบ Full and Aligned
 - 3.15.1.5 กำหนดค่า Default ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของ Drawing แก้ไข ตัดแปลง สร้าง Icon และ Dialog
 - 3.15.1.6 Assembly สามารถทำได้หลายวิธี โดยทำงานผสมผสานระหว่าง Model ที่มี Parametric และไม่มี Parametric เพื่อสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ชิ้นส่วนต่าง ๆ ใน Assembly นำมาประกอบโดยกำหนด Matching Condition (ลักษณะการประกอบกันของชิ้นส่วนต่าง ๆ) ให้มีความสัมพันธ์กัน หรือจะวางให้เป็นอิสระต่อกันได้
 - 3.15.1.7 โปรแกรมรองรับการสร้าง Dimension บนชิ้นงานสามมิติและรองรับการใช้ร่วมกับ Drafting ได้ รวมถึงการแปลง Dimension จาก Drafting ไปบนชิ้นงานสามมิติ
 - 3.15.1.8 Assembly สามารถเลือก Load ชิ้นส่วนที่ต้องการ และมีวิธีที่จะแสดงภาพ Assembly ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างและวิเคราะห์ Assembly ที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน
 - 3.15.1.9 สร้างภาพ Explode View ของ Assemblies และวางรูปใน Drawing โดยไม่มีผลกระทบกับ View นั้น

- 3.15.1.10 ทำงานแบบ Boolean Operation เช่น Union, Subtract, Intersection, Union Trim
- 3.15.1.11 สร้าง Solid จากการ Extrude และ Revolve เส้น Profile ได้
- 3.15.1.12 สามารถ Split (แบ่ง) และ Trim (ตัด) Solid โดยใช้ Surface แบบ Freeform
- 3.15.1.13 มีคำสั่งในการสร้าง Surface แบบ Loft, Swept, Fill Surface และ Offset Surface
- 3.15.1.14 สร้างรูปร่าง Surface ให้ผ่าน Profile จำนวนมากได้แบบ Smooth โดยที่ Profile เหล่านี้ทำเป็นมุมแหลมและประกอบด้วยจำนวนเส้นไม่เท่ากัน เช่น ประกอบด้วย Wireframe Curve หรือ Sketch เป็น Parametric Surface Shape
- 3.15.1.15 Project Curve ลงบน Revolution Surface ได้ และตัดส่วนต่าง ๆ ของ Curve คงเดิม
- 3.15.1.16 โปรแกรมสามารถสร้างชิ้นงานใหม่ด้วยการดึงชิ้นรูปชิ้นงานแบบโค้งเว้าทั้งก้อน และควบคุมความ Smooth ได้
- 3.15.1.17 ทำงานวิศวกรรมย้อนกลับ (Reverse Engineering) ได้ในโปรแกรมเดียวกัน และสามารถสร้างผิวจากการสแกนได้
- 3.15.1.18 พับขึ้นรูปคลี่งานได้อัตโนมัต (Sheet Metal)
- 3.15.1.19 ออกแบบงานเดินท่อ และระบบไฟ (Piping Design and Electrical Wire Harness Design)
- 3.15.1.20 ทำภาพเสมือนจริง (Realistic Rendering) หรือทำเป็นไฟล์ VDO การเคลื่อนที่
- 3.15.1.21 โปรแกรม CAM สามารถสร้าง Tool Path จาก Model ที่สร้างจาก CAD ได้ โดยตรงโดยไม่ต้องแปลงข้อมูล
- 3.15.1.22 สามารถเรียกใช้ Material ที่เหลือจาก Operation ก่อนหน้ามาใช้เป็น Blank ของ Operation ต่อไป
- 3.15.1.23 มี Automatic Clearance Plane เพื่อให้ Tool วิ่งเร็วด้วยความปลอดภัย
- 3.15.1.24 ตรวจสอบความยาวของ Tool ที่ใช้ได้ยาวเพียงพอหรือไม่ รวมถึงสามารถ Simulate การ Machining โดยมี Tool Holder
- 3.15.1.25 กำหนดลักษณะการวิ่งเข้า และออกจาก Part ในลักษณะ Helix, Circular, Linear
- 3.15.1.26 มีแนวกัดแบบ Spiral ซึ่งเป็นประโยชน์ในงาน High Speed Machining
- 3.15.1.27 มี Automatic Pencil ซึ่งจะสร้าง Tool Path ตามมุมและตาม Fillet ของชิ้นงาน โดย Tool จะเดินกัดขีดผิวงานได้มากที่สุด
- 3.15.1.28 ตรวจสอบ Tool Path โดยการเปลี่ยนมุมมองแบบ Real Time ขณะทำ Tool Path Simulation
- 3.15.1.29 รองรับลักษณะ Toolpath การเติมเนื้อแบบ Additive ในเครื่อง CNC

- 3.15.1.30 Simulate การทำงานของเครื่องกัด ซีเอ็นซี 3, 4, 5 แกน รวมถึง Robot Kuka, ABB ได้ เทียบหรือดีกว่า และตรวจสอบการชนระหว่างชิ้นส่วนเครื่องจักร มีดกัด และชิ้นงานได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.1.31 นำเข้าข้อมูลจากโปรแกรม CAD อื่น ๆ ได้ทั้งนามสกุล IGES, DXF, DWG, STL และ STEP
- 3.15.1.32 โปรแกรมสามารถคำนวณความแข็งแรงและการเสียรูปได้ในโปรแกรม โดยไม่จำเป็นต้องสลับโปรแกรมใช้งาน
- 3.15.1.33 โปรแกรมสามารถการสร้างและการคำนวณวัสดุ Composite ได้
- 3.15.2 ชุดประมวลผลขั้นสูงสำหรับโปรแกรมช่วยออกแบบ จำลองการผลิต และวิเคราะห์เชิงวิศวกรรม
 - การซ่อมบำรุงอากาศยาน จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
 - 3.15.2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (Processor) ไม่ต่ำกว่า Intel Core i7 โดยความเร็วไม่น้อยกว่า 2.6 GHz และ Cache Memory 12 MB เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.15.2.2 ชิปประมวลผล (Chipsets) แบบ Integrated เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.15.2.3 หน่วยความจำหลัก (RAM) แบบ DDR4 ความเร็วไม่น้อยกว่า 2933 MHz และความจุไม่น้อยกว่า 16 GB เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.15.2.4 หน่วยสำรองข้อมูล (Hard Disk) แบบ Serial ATA (SATA) ความจุไม่น้อยกว่า 1 TB จำนวน 1 หน่วย และความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 7,200 RPM เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.15.2.5 หน่วยสำรองข้อมูล (Hard Disk) แบบ Solid State Drive หรือ PCIe NVME ชนิด M.2 ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 256 GB เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.15.2.6 จอแสดงผล (Display) เป็นจอภาพชนิด Full-HD หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัยกว่า ซึ่งมีขนาดไม่น้อยกว่า 15.5 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า ซึ่งที่มีความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,080 Pixels เทียบเท่าหรือดีกว่า โดยการไม่สะท้อน Anti-Glare
 - 3.15.2.7 หน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพกราฟฟิกแบบแยกกับแผงวงจรหลักของระบบ ขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB ชนิด GDDR5 เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.15.2.8 มีช่องต่ออุปกรณ์ภายนอก (External Port) มี Monitor Connector (VGA) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือมากกว่า
 - 3.15.2.9 มีช่องเชื่อมต่อ Thunderbolt Type C จำนวน 1 ช่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.15.2.10 มีช่องเชื่อมต่อ USB 3.2 จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ช่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.15.2.11 มีช่องเชื่อมต่อ HDMI จำนวน 1 ช่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.15.2.12 มีช่องเชื่อมต่อสำหรับชุดหูฟัง (Headset Jack) จำนวน 1 ช่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.15.2.13 มีช่องเชื่อมต่อ Micro SD Card จำนวน 1 ช่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า



- 3.15.2.14 มีส่วนเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) ที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 10/100/1000 Mbps ตามมาตรฐาน RJ-45 จำนวน 1 ช่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.2.15 สามารถใช้งาน Wi-Fi 6 AX201 2x2 .11ax 160 MHz และ Bluetooth 5.1 ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.2.16 แป้นพิมพ์มีตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษติดอยู่บนแป้นอย่างถาวร
- 3.15.2.17 มีแบตเตอรี่จำนวนไม่น้อยกว่า 4 Cells, 68 Whr Long Life Battery (ได้รับการรับรองจากบริษัทผู้ผลิต) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.2.18 มีอุปกรณ์จ่ายไฟ (Power Adaptor) ขนาด 130W AC Adapter, USB Type-C เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.2.19 มี Laser Mouse ชนิด USB หรือดีกว่า โดยมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่อง
- 3.15.2.20 ตัวเครื่องได้รับการรับรองมาตรฐาน ENERGY STAR และ EPEAT เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.2.21 มีระบบตรวจสอบความผิดปกติของตัวเครื่อง ผ่านปุ่มคีย์ลัด (Boot Menu) หรือ UEFI โดยมีความสามารถแจ้งเตือนความผิดปกติของอุปกรณ์ภายในเครื่องได้โดยไม่ต้องผ่านระบบปฏิบัติการ (OS) ทั้งยังสามารถแจ้งรายละเอียดของรุ่นเครื่อง, Service tag หรือ Serial number และ BIOS เวอร์ชันได้เป็นอย่างดี
- 3.15.2.22 มีเงื่อนไขการรับประกันเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 3 ปี ในกรณีที่เกิดปัญหาทางด้าน Hardware
- 3.15.2.23 มีระบบ Online Support ที่ให้บริการ Download คู่มือ Driver และ BIOS Update ผ่านทางระบบ Internet
- 3.15.3 ชุดโต๊ะพร้อมเก้าอี้สำหรับวางชุดประมวลผลขั้นสูง จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.15.3.1 พื้นผิวด้านบนของโต๊ะเคลือบด้วยเมลามีน หนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.3.2 ขนาดไม่น้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตร x 600 มิลลิเมตร x 750 มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว x สูง) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.3.3 เก้าอี้เป็นแบบมีพนักพิง หุ้มด้วยผ้าหรือหนังเทียม เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.3.4 เก้าอี้มีขาเป็นพลาสติกหรือเหล็ก แบบมีลูกกลิ้งเลื่อน เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.16 เครื่องขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเทคโนโลยีแม่นยำสูง High Precision Machine จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.16.1 สามารถใช้ได้กับงานประเภทไม้, พลาสติก และวัสดุอ่อนอื่น ๆ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.16.2 ตัวเครื่องควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ หรือดีกว่า
- 3.16.3 ตัวเครื่องมีพื้นที่ทำงานขนาดไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร x 600 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า

- 3.16.4 มีระยะเคลื่อนที่ตามแนวแกน X ไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.5 มีระยะเคลื่อนที่ตามแนวแกน Y ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.6 มีระยะเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.7 ความเร็วเคลื่อนที่แกนสูงสุดในแนวแกน X ไม่น้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อวินาที เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.8 ความเร็วเคลื่อนที่แกนสูงสุดในแนวแกน Y ไม่น้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อวินาที เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.9 ความเร็วเคลื่อนที่แกนสูงสุดในแนวแกน Z ไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อวินาที เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.10 โต๊ะทำงานขนาดไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร x 800 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.11 ระบบส่งกำลังของแนวแกน X, Y และ Z เป็นแบบ Ball screw / Linear guide เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.12 มอเตอร์ของแนวแกน X, Y และ Z เป็นแบบ Step motor เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.13 ระยะการเดินน้อยที่สุดที่สั่งการได้ 0.1 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.14 ค่าความแม่นยำการเดินซ้ำไม่มากกว่า 0.1 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.15 สามารถรองรับไฟฟ้าแบบ 220 V 50 Hz ได้
 - 3.16.16 ความเร็วรอบสูงสุดของหัวจับ 24,000 RPM เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.17 กำลังไฟสูงสุดของมอเตอร์หัวจับ 800 วัตต์ เทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 3.16.18 ติดตั้งเครื่องขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเทคโนโลยีแม่นยำสูง High Precision Machine กับโต๊ะวางเครื่องจักรให้สามารถพร้อมใช้งานได้
- 3.17 ระบบไฟฟ้า จำนวน 1 ระบบ มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.17.1 ติดตั้งตู้ควบคุมเพื่อใช้ในการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่อง และอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยแยกห่างจากตู้ควบคุมของสถาบัน โดยตัวควบคุมการจ่ายไฟหลักที่จะจ่ายให้กับเครื่องและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องเหมาะสม เพียงพอในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งทั้งหมด ตามที่คณะกรรมการเป็นผู้กำหนด
 - 3.17.2 ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้า
 - 3.17.3 การเดินสายไฟและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ได้มาตรฐาน
 - 3.17.4 การเดินสายไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องเดินสายเข้ากล่องหรือรางที่ปิดมิดชิด จัดวางอย่างเป็นระบบ และเป็นระเบียบเรียบร้อย
4. รายละเอียดอื่นๆ
- 4.1 กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 180 วัน นับจากวันที่ทำสัญญา
 - 4.2 ต้องติดตั้ง เครื่องจักรและอุปกรณ์ทั้งหมดให้พร้อมใช้งานในวันส่งมอบ
 - 4.3 มีการฝึกอบรมการใช้งานให้กับบุคลากรเครื่องจักรไม่น้อยกว่า 2 วัน

- 4.4 รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 4.5 ครุภัณฑ์ที่ผู้เสนอราคาเสนอเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- 4.6 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.7 ผู้เสนอราคาต้องทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยกำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะสินค้าที่เสนอราคา โดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้จะต้องทำเครื่องหมายหรือส่วนแสดงข้อกำหนดในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน
- 4.8 เอกสารที่บริษัทโพลดเข้าระบบ e-GP ต้องระบุเลขหน้าในเอกสารทุกแผ่นที่ทำการโพลดให้ชัดเจน โดยระบุเลขหน้าเรียงจากน้อยไปมาก
- 4.9 ผู้ขายต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดส่งครุภัณฑ์ถึง โครงการสถาบันการบินแห่งประเทศไทย เทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- 4.10 ผู้เสนอราคาต้องแยกราคาต่อหน่วยครุภัณฑ์ในใบส่งสินค้าเพื่อแสดงต่อคณะกรรมการตรวจรับครุภัณฑ์
- 4.11 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จะลงนามทำสัญญาก็ต่อเมื่อได้รับการอนุมัติงบประมาณจากสำนักงบประมาณอย่างเป็นทางการเท่านั้น

หมายเหตุ

การเสนอแนะ วิจารณ์ หรือแสดงข้อคิดเห็นจะต้องเสนอเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างชัดเจน ให้กระทำภายใน 3 วันทำการ นับถัดจากวันที่มหาวิทยาลัยเผยแพร่เพื่อมหาวิทยาลัยจะได้นำข้อคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะมาพิจารณาต่อไป สาธารณชนที่ต้องการเสนอแนะวิจารณ์ หรือแสดงข้อคิดเห็น ต้องเปิดเผยชื่อ และที่อยู่ของผู้ใช้ข้อเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็นด้วย



(นายดิฐภัทร ตันประเสริฐ)
ประธานกรรมการ



(นายเจษฎา แพรกนันธะ)
กรรมการ



(นายปรีดี ปิ่นประดับ)
กรรมการและเลขานุการ