

## ชุดฝึกโครงสร้างอากาศยานสมัยใหม่ Composite

แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร

จำนวน 1 ชุด เป็นเงินทั้งสิ้น 6,560,000.00 บาท (หกล้านบาทแสนหกหมื่นบาทถ้วน)

### 1. คุณลักษณะทั่วไป

ชุดฝึกอบรวมสำหรับการเรียนการสอนนักศึกษาชั้นงานช่างซ่อมสำหรับงานโครงสร้างเครื่องบิน และฝึกให้สามารถใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำวัสดุผสม การตรวจสอบประเภทความเสียหายของโครงสร้างที่เป็นวัสดุผสม อีกทั้งยังฝึกให้นักศึกษาได้ปฏิบัติการซ่อมบำรุงวัสดุผสมตามมาตรฐานเอกสารการซ่อมบำรุงได้อย่างปลอดภัยและเป็นมาตรฐานสากล

### 2. คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

ชุดฝึกโครงสร้างอากาศยานสมัยใหม่ Composite จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 2.1 ชุดเครื่องมือควบคุมความร้อนและสร้างสภาวะสุญญากาศสำหรับวัสดุอากาศยาน           | จำนวน 2 ชุด     |
| 2.2 เครื่องตรวจสอบความบกพร่องด้วยระบบ Electronic Digital Tap Hammer               | จำนวน 2 เครื่อง |
| 2.3 เครื่องตรวจสอบความหนาอัลตราโซนิก  | จำนวน 3 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 5 ชุด     |
| 2.8 ตัวอย่างวัสดุ Composite เพื่อศึกษาลักษณะคุณสมบัติและโครงสร้าง                 | จำนวน 1 ชุด     |
| 2.9 ชุดป้องกันสารเคมีแบบนำกลับมาใช้ใหม่   | จำนวน 20 ชุด    |
| 2.10 เครื่องซักผ้าแบบอินเวอร์เตอร์  | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2.11 ตู้และชั้นวางเหล็กสำหรับเก็บวัสดุอากาศยาน                                    | จำนวน 1 ชุด     |
| 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 ระบบไฟฟ้าสำหรับห้องปฏิบัติการ  | จำนวน 1 ระบบ    |

### 3. คุณสมบัติทางเทคนิค

#### 3.1 ชุดเครื่องมือควบคุมความร้อนและสร้างสภาวะสุญญากาศสำหรับวัสดุอากาศยาน จำนวน 2 ชุด ประกอบด้วย

- 3.1.1 เครื่องควบคุมความร้อนและสร้างสภาวะสุญญากาศ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.1.1.1 เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรปหรือประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ผลิตหรือจำหน่าย โดยบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 และมาตรฐานบริหารคุณภาพ สำหรับอุตสาหกรรมการบินและอากาศยาน AS9100D, AS9120B เป็นอย่างน้อย พร้อมแนบเอกสารยืนยันจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง ณ วันยื่นประกวดราคา เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ
  - 3.1.1.2 สามารถควบคุมสุญญากาศได้ในช่วง 0-30 Hg เทียบเท่าหรือดีกว่า
  - 3.1.1.3 สามารถควบคุม Temperature Feedback ได้ไม่น้อยกว่า 6 จุด เทียบเท่าหรือดีกว่า สำหรับ 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 สามารถตั้งค่าและประมวลผลผ่านโปรแกรมควบคุมการทำงานที่มาจากผู้ผลิตเดียวกัน กับตัวเครื่อง
  - 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  $46.1^{\circ}\text{C}$  ( $115^{\circ}\text{F}$ ) เทียบเท่าหรือดีกว่า
  - 3.1.1.11 สามารถใช้งานได้ในสภาวะแวดล้อมที่ความชื้น Relative Humidity ระหว่าง 0-99% เทียบเท่าหรือดีกว่า
  - 3.1.1.12 สามารถควบคุมและสร้างความร้อนได้สูงสุด  $260^{\circ}\text{C}$  ( $500^{\circ}\text{F}$ ) เทียบเท่าหรือดีกว่า
  - 3.1.1.13 ค่าความละเอียดของระบบควบคุมอุณหภูมิไม่มากกว่า  $0.28^{\circ}\text{C}$  ( $0.5^{\circ}\text{F}$ ) เทียบเท่าหรือดีกว่า
  - 3.1.1.14 ค่าความละเอียดของการแสดงผลและปรับตั้งค่าโปรแกรม ไม่มากกว่า  $0.55^{\circ}\text{C}$  ( $1.0^{\circ}\text{F}$ ) เทียบเท่าหรือดีกว่า
  - 3.1.1.15 ค่าความแม่นยำของการควบคุมอุณหภูมิ  $\pm 0.55^{\circ}\text{C}$  ( $1.0^{\circ}\text{F}$ ) 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 x 10 นิ้ว และ 12 นิ้ว x 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/in<sup>2</sup> (0.8 W/cm<sup>2</sup>) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.1.2.6 สายไฟมีความยาวไม่น้อยกว่า 5 ft (1.52 m) และมีขั้วฉนวน 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 x 6 นิ้ว x 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 ชุดประมวลผลขั้นสูงสำหรับโปรแกรมควบคุมความร้อนและสร้างสถานะสัญญาณอากาศ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.1.4.1 เป็นชุดคอมพิวเตอร์ประมวลผลขั้นสูงชนิดพกพา เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.1.4.2 ใช้หน่วยประมวลผลกลาง (Processor) ไม่ต่ำกว่า Intel Core i7 เทียบเท่าหรือดีกว่า โดยความเร็วไม่น้อยกว่า 1.8 GHz หรือดีกว่า และ Cache ไม่น้อยกว่า 8 MB เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.1.4.3 หน่วยความจำ (RAM) แบบ DDR4 เทียบเท่าหรือดีกว่า ซึ่งมีขนาดไม่ต่ำกว่า 8 GB เทียบเท่าหรือดีกว่า

- 3.1.4.4 หน่วยสำรองข้อมูล (Hard Disk) แบบ SSD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512 GB เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.1.4.5 จอภาพขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว ชนิด Full HD (FHD) หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัยกว่า และมีความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,080 Pixels เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.1.4.6 สามารถสนับสนุนการใช้งาน Wi-Fi และ Bluetooth ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.1.4.7 แป้นพิมพ์มีตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษติดอยู่บนแป้นอย่างถาวร
- 3.1.4.8 มี Laser Mouse ชนิด USB เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.1.4.9 มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 10 Pro ที่ถูกกฎหมายตามลิขสิทธิ์

### 3.2 เครื่องตรวจสอบความบกพร่องด้วยระบบ Electronic Digital Tap Hammer จำนวน 2 เครื่อง 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 3 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 สามารถชาร์จพลังงานไฟฟ้าใหม่ได้ 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 JPG 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  $\mu$ s 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 กระเป๋าสำหรับใส่เครื่องตรวจสอบชนิดหิ้ว 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 และใช้เวลาในการชาร์ตแต่ละครั้งอย่างน้อย 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 พร้อมแนบเอกสารยืนยันรายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิคจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่าย ภายในประเทศไทย ณ วันยื่นประกวดราคา เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ
- 3.4.19.2 ชุดหัวตรวจสอบรอยบกพร่องด้วยกระแสไฟฟ้าไหลวนสำหรับการตรวจสอบที่ผิว (Surface Probe Kit) จำนวน 1 ชุด ดังนี้
- (1) หัวตรวจสอบ ชนิด Shielded Absolute ช่วงความถี่ใช้งาน 350 kHz ถึง 3 MHz : Straight 45 Degree และ Straight 90 Degree จำนวน 1 ชิ้น หรือดีกว่า
  - (2) หัวตรวจสอบ ชนิด Shielded Absolute ช่วงความถี่ใช้งาน 20 kHz ถึง 200 kHz : Straight 45 Degree และ Straight 90 Degree จำนวน 1 ชิ้น หรือดีกว่า
  - (3) หัวตรวจสอบ ชนิด Unshielded Absolute ช่วงความถี่ใช้งาน 350 kHz ถึง 3 MHz : Straight จำนวน 1 ชิ้น หรือดีกว่า
  - (4) หัวตรวจสอบ ชนิด Unshielded Absolute ช่วงความถี่ใช้งาน 20 kHz ถึง 200 kHz : Straight จำนวน 1 ชิ้น หรือดีกว่า
  - (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 และไทเทเนียม 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) กระเป๋าสําหรับใส่ชุดหัวตรวจสอบ จำนวน 1 ชิ้น

3.4.19.3 ชุดอุปกรณ์อื่น ๆ ตามมาตรฐานผู้ผลิต พร้อมคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด และต้องมีเครื่องมือที่เกี่ยวข้องต่อกระบวนการทดสอบแบบไม่ทำลายซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ เป็นอย่างน้อย

- (1) เคมีภัณฑ์ชนิดพื้นผิวด้วยแทรกซึมแบบเรืองแสง (Fluorescent Penetrant) ขนาดไม่น้อยกว่า 1 แกลลอน โดยต้องได้รับมาตรฐาน AMS 2644, AECL, ASME BPVC, ASTM E1417, MIL-STD-2132, ASTM E165, MIL-STD-271, Boeing BAC 5423 PSD 6-46 or 8-4 หรือ Boeing PS 21202 เป็นอย่างน้อย
- (2) เครื่องมือตรวจสอบรอยบกพร่อง NDT ชนิด UV100 LED FLASHLIGHT ซึ่งต้องมีความเข้มสูงสุดของแสง UV ไม่น้อยกว่า  $15,000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  และสามารถทำงานได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 80 นาที

3.4.19.4 หัวตรวจสอบสำหรับวัดค่าความนำทางไฟฟ้า Conductivity Probe จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- (1) หัวตรวจสอบชนิด Conductivity Probe 60 kHz – 500 kHz
- (2) หัวทดสอบทุกชนิดต้องมีสายเคเบิลที่สามารถใช้งานกับเครื่องตรวจสอบแบบกระแสไหลวนได้

3.4.19.5 หัวตรวจสอบแบบ Rotary Probe

- (1) หัวตรวจสอบชนิด Mini Drive Scanner หรือ Mini Drive Unit พร้อมอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด
- (2) กล่องบรรจุอุปกรณ์ จำนวน 1 กล่อง
- (3) หัวทดสอบทุกชนิดต้องมีสายเคเบิลที่สามารถใช้งานกับเครื่องตรวจสอบแบบกระแสไหลวนได้

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) ได้เป็นอย่างน้อย

3.5.3 ปุ่มกดเพื่อควบคุมการทำงานเป็นแบบ Multi-functional เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.5.4 สามารถรับข้อมูลสัญญาณเข้าชนิด DCV, TC, RTD, DI ได้เป็นอย่างน้อย

3.5.5 ช่วงเวลาในการวัดสั้นที่สุด (Scan Interval) ที่ 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 PrePreg 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 5 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 (Pell 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 ชั้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.6 พิล์มสุญญากาศ (Bagging Film) หน้ากว้างไม่น้อยกว่า 4 เมตร x 3 เมตร จำนวน 1 ชั้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.7 Vacuum Line Clamper Set จำนวน 4 ชั้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.8 อินพิวชั่นบล็อก ขนาดไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.9 ท่อเกลียวปล่อยเรซิน ความยาวไม่น้อยกว่า 10 เมตร จำนวน 1 ชั้น เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.7.10 ท่อยางพีวีซี ความยาวไม่น้อยกว่า 10 เมตร จำนวน 1 ชั้น 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 เครื่องซั่งแบบดิจิทัล จำนวน 1 เครื่อง เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8 ตัวอย่างวัสดุ Composite เพื่อศึกษาลักษณะคุณสมบัติและโครงสร้าง จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะ ดังนี้
- 3.8.1 3K Plain Weave Carbon Fiber Fabric น้ำหนักไม่น้อยกว่า 5.4 oz./yd<sup>2</sup> เทียบเท่าหรือดีกว่า และมีความกว้างไม่น้อยกว่า 50 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.2 6 oz. Fiberglass Fabric น้ำหนักไม่น้อยกว่า 5.5 oz./yd<sup>2</sup> เทียบเท่าหรือดีกว่า และมีความกว้างไม่น้อยกว่า 38 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.3 Woven Roving น้ำหนักไม่น้อยกว่า 16.9 oz./yd<sup>2</sup> เทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.4 Woven Fiberglass Tapes ความกว้างไม่น้อยกว่า 0.875 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.5 Kevlar® / Carbon Hybrid (yellow) ซึ่งมี Fabric Areal Weight ไม่น้อยกว่า 5.3 oz./yd<sup>2</sup> เทียบเท่าหรือดีกว่า และมีความกว้างไม่น้อยกว่า 49.75 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวน 1 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) หรือดีกว่า
- 3.8.6 Kevlar® Twill Weave Fabric ชนิด (Weave Pattern) 2 x 2 Twill ซึ่งมี Fabric Areal Weight ไม่น้อยกว่า 5.0 oz./yd<sup>2</sup> เทียบเท่าหรือดีกว่า และมีความกว้างไม่น้อยกว่า 49.75 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวน 1 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) หรือดีกว่า
- 3.8.7 Kevlar® Tape (17 x 17 Plain Weave) น้ำหนักไม่น้อยกว่า 4.5 oz./yd<sup>2</sup> เทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวน 1 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) หรือดีกว่า



- 3.8.8 Nylon Bagging Films ความกว้างไม่น้อยกว่า 58.0 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.9 Nylon Bagging Film, Above 300°F ความกว้างไม่น้อยกว่า 59.0 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ม้วน (1 ม้วน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 หลา) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.8.10 Polyethylene Bagging Film ความกว้างไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า 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 เป็นเครื่องซักผ้าแบบฝาบน 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 มีแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน เพื่อช่วยตรวจสอบการใช้งานเบื้องต้น
- 3.10.6 มีเทคโนโลยี Vibration Reduction Technology ลดเสียงรบกวนและแรงสั่นสะเทือนขณะซัก เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11 ตู้และชั้นวางเหล็กสำหรับเก็บวัสดุอากาศยาน จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้**
- 3.11.1 เป็นตู้เหล็กแบบมีประตูเปิดชนิด 2 บาน เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11.2 ขนาดตู้ไม่น้อยกว่า 915 มิลลิเมตร x 450 มิลลิเมตร x 1800 มิลลิเมตร (กว้าง x ลึก x สูง) เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11.3 ผลิตจากเหล็กแผ่นประเภท SPCC หนาอย่างน้อย 0.7 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11.4 มีแผ่นกันชน 3 แผ่น สามารถปรับระดับความสูงได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11.5 ประตูและแผ่นชั้นมีการเสริมความแข็งแรงด้วยการตามด้วยคานเหล็ก เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.11.6 มือจับเป็นแบบมือจับบิดมีกุญแจล็อคในตัว เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.11.7 ชั้นวางเหล็กสำหรับเก็บวัสดุอากาศยาน จำนวน 1 ชุด ต้องสามารถเก็บม้วนวัสดุอากาศยานได้ไม่น้อยกว่า 8 ม้วน ขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 62 นิ้ว และต้องมีแกนเหล็กเพื่อรองรับวัสดุอากาศยานได้

### 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 ตู้อบร้อนสำหรับงานด้านวัสดุอากาศยาน จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้

3.13.1 ใช้กำลังไฟหลัก (Mains Power) 230 V / 50 Hz เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.13.2 สามารถทำอุณหภูมิได้สูงสุด (Max. Oven Temperature) ไม่มากกว่า 204°C (400°F) เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.13.3 ขนาดภายนอกตู้อบไม่น้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตร x 650 มิลลิเมตร x 600 มิลลิเมตร (กว้าง x ลึก x สูง) เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.13.4 สามารถใช้งานที่อุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด (Maximum Ambient Temp.) 35°C (95°F) เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.13.5 ชั้นวางของตู้อบสามารถรองรับน้ำหนักได้สูงสุด (Maximum Shelf Load) 20 kg (per shelf) เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.13.6 สามารถตั้งค่าความแม่นยำของอุณหภูมิ (Set Temperature Accuracy)  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.13.7 สามารถใช้โปรแกรมควบคุมการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 8 โหมด เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.13.8 มี Safety Features : Thermal Cut Out + Thermal Fuse เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.13.9 ผลิตภัณฑ์ต้องได้รับมาตรฐานความปลอดภัย (Safety Standards) CE Marked, BS EN 61010-2-010

3.13.10 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 x 3) เทียบเท่าหรือดีกว่า



- 3.14.4 ความเร็วรอบมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 1,400 RPM. เทียบเท่าหรือดีกว่า
  - 3.14.5 แรงดันลมไม่น้อยกว่า 8 kg/cm<sup>2</sup> เทียบเท่าหรือดีกว่า
  - 3.14.6 อัตราการผลิตลมไม่น้อยกว่า 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 รวมไปถึงได้ด้วย
    - 3.15.1.2 โปรแกรมต้องเป็นลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายพร้อมการรับรองจากเจ้าของลิขสิทธิ์ โดยเป็นลิขสิทธิ์ชนิดไม่มีวันหมดอายุการใช้งาน สามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการ 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 หรือ ASME, JIS และ ISO และสร้างภาพ Sectional โดยการตัดรูปแบบ Full and Aligned
    - 3.15.1.5 กำหนดค่า Default ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของ Drawing แก๊ซ ดัดแปลง 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 และสกัดส่วนต่าง ๆ ของ Curve คงเดิม
- 3.15.1.16 โปรแกรมสามารถสร้างชิ้นงานใหม่ด้วยการดึงชิ้นงานแบบโค้งเว้าทั้งก้อน และควบคุมความ Smooth ได้
- 3.15.1.17 ทำงานวิศวกรรมย้อนกลับ (Reverse Engineering) ได้ในโปรแกรมเดียวกัน และสามารถสร้างผิวจากการสแกนได้
- 3.15.1.18 พับขึ้นรูปคลี่งานได้อัตโนมัติ (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 ที่ใช้ได้ว่ายาวเพียงพอหรือไม่ 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
- 3.15.1.34 โปรแกรมต้องสามารถประมวลผลและแสดงผลปฏิบัติการตามรายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิคที่คณะกรรมการกำหนดในข้อ 3.15.1.1 ถึง 3.15.1.33 ได้จริง โดยต้องเป็นโปรแกรมเดียวกันทั้งหมด ซึ่งต้องมีหลักฐานเอกสารยืนยันจากบริษัทเจ้าของลิขสิทธิ์โดยตรง ณ วันยื่นประกวดราคา เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ
- 3.15.2 ชุดประมวลผลขั้นสูงสำหรับโปรแกรมช่วยออกแบบ จำลองการผลิต และวิเคราะห์เชิงวิศวกรรม การซ่อมบำรุงอากาศยาน จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
- 3.15.2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (Processor) ไม่ต่ำกว่า Intel Core i7 เทียบเท่าหรือดีกว่า ซึ่งอยู่ในเกรดเดียวกันกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการออกแบบทางวิศวกรรมขั้นสูง โดยความเร็วไม่น้อยกว่า 2.9 GHz เทียบเท่าหรือดีกว่า และ Cache ไม่น้อยกว่า 16 MB เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.2.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) แบบ DDR4 เทียบเท่าหรือดีกว่า และความจุไม่น้อยกว่า 32 GB เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.2.3 หน่วยสำรองข้อมูล (Hard Disk) แบบ Solid State Drive (SSD) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512 GB เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.2.4 หน่วยสำรองข้อมูล (Hard Disk) แบบ SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.2.5 หน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพกราฟฟิก ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.2.6 สามารถสนับสนุนการใช้งาน Wi-Fi และ Bluetooth ได้ เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.15.2.7 มีระบบปฏิบัติการ Windows® 10 Professional 64 bit ที่ถูกกฎหมายตามลิขสิทธิ์
- 3.15.2.8 แป้นพิมพ์มีตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษติดอยู่บนแป้นอย่างถาวร
- 3.15.2.9 มี Laser Mouse ชนิด USB เทียบเท่าหรือดีกว่า

- 3.15.2.10 จอแสดงผล (Display) เป็นจอภาพชนิด Full HD (FHD) หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัยกว่า ซึ่งมีขนาดไม่น้อยกว่า 27 นิ้ว เทียบเท่าหรือดีกว่า และมีความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,080 Pixels เทียบเท่าหรือดีกว่า โดยมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่องประมวลผลขั้นสูง
- 3.15.2.11 มีเครื่องสำรองกระแสไฟฟ้า (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 1,500 VA / 865 Watts เทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวน 1 เครื่อง หรือดีกว่า
- 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 แบบมีลูกล้อเลื่อน 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 ความเร็วเคลื่อนแกนสูงสุดในแนวแกน X ไม่น้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อนาที เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.16.8 ความเร็วเคลื่อนแกนสูงสุดในแนวแกน Y ไม่น้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อนาที เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 3.16.9 ความเร็วเคลื่อนแกนสูงสุดในแนวแกน Z ไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อนาที 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 ระบบไฟฟ้าสำหรับห้องปฏิบัติการ 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

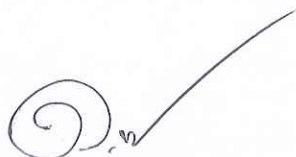
- 4.1 กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 180 วัน นับจากวันที่ทำสัญญา
- 4.2 ต้องติดตั้ง เครื่องจักรและอุปกรณ์ทั้งหมดให้พร้อมใช้งานในวันส่งมอบ
- 4.3 มีการฝึกอบรมการใช้งานให้กับบุคลากรเครื่องจักรไม่น้อยกว่า 2 วัน
- 4.4 รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 4.5 ครุภัณฑ์ที่ผู้เสนอราคาเสนอเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- 4.6 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.7 ผู้เสนอราคาต้องทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยกำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะสินค้าที่เสนอราคา โดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้จะต้องทำเครื่องหมายหรือส่วนแสดงข้อกำหนดในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน
- 4.8 เอกสารที่บริษัทโหลดเข้าระบบ e-GP ต้องระบุเลขหน้าในเอกสารทุกแผ่นที่ทำการโหลดให้ชัดเจน โดยระบุเลขหน้าเรียงจากน้อยไปมาก
- 4.9 ผู้ขายต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดส่งครุภัณฑ์ถึง โครงการสถาบันการบินแห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

4.10 ผู้เสนอราคาต้องแยกราคาต่อหน่วยครุภัณฑ์ในใบส่งสินค้าเพื่อแสดงต่อคณะกรรมการตรวจรับ  
ครุภัณฑ์

4.11 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จะลงนามทำสัญญาก็คต่อเมื่อได้รับการอนุมัติงบประมาณ  
จากสำนักงบประมาณอย่างเป็นทางการเท่านั้น

\*\*\*หมายเหตุ\*\*\*

การเสนอแนะ วิจารณ์ หรือแสดงข้อคิดเห็นจะต้องเสนอเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างชัดเจน ให้กระทำ  
ภายใน 3 วันทำการ นับถัดจากวันที่มหาวิทยาลัยเผยแพร่เพื่อมหาวิทยาลัยจะได้นำข้อคิดเห็น หรือ  
ข้อเสนอแนะมาพิจารณาต่อไป สาธารณชนที่ต้องการเสนอแนะวิจารณ์ หรือแสดงข้อคิดเห็น ต้องเปิดเผยชื่อ  
และที่อยู่ของผู้ใช้ข้อเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็นด้วย



(นายดิฐภัทร ตันประดิฐ)  
ประธานกรรมการ



(นายเจษฎา แพรกนันทะ)  
กรรมการ



(นายปรีดี ปิ่นประดับ)  
กรรมการและเลขานุการ