

# ชุดปฏิบัติการวิเคราะห์และจำลองการผลิตต้นแบบเชิงวิศวกรรมโครงสร้างอากาศยาน

แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร

จำนวน 1 ชุด เป็นเงินทั้งสิ้น 7,900,000 บาท (เจ็ดล้านเก้าแสนบาทถ้วน)

## 1. คุณลักษณะทั่วไป

ชุดปฏิบัติการวิเคราะห์และจำลองการผลิตต้นแบบเชิงวิศวกรรมโครงสร้างอากาศยาน เพื่อฝึกอบรมนักศึกษาในงานออกแบบและขึ้นรูปต้นแบบงานโครงสร้างเครื่องบิน และฝึกให้สามารถใช้กระบวนการขึ้นรูปด้วยเทคโนโลยีในการผลิตต้นแบบในระดับอุตสาหกรรม อีกทั้งยังสามารถนำประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมือทดสอบอากาศยาน ให้สามารถเข้าใจถึงกระบวนการออกแบบเชิงประสิทธิภาพของชิ้นงานด้านโครงสร้างอากาศยาน

## 2. คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

- 2.1 เครื่องปฏิบัติการสร้างชิ้นงานชนิดเส้นพลาสติกวัสดุผสมเชิงวิศวกรรมโครงสร้างในอากาศยาน จำนวน 1 ชุด
- 2.2 ชุดวิเคราะห์และตรวจสอบโครงสร้างชิ้นงานต้นแบบเชิงวิศวกรรมโครงสร้างอากาศยาน จำนวน 1 ชุด
- 2.3 เครื่องวิเคราะห์โครงสร้างด้วยคลื่นเสียงอุลตราโซนิกสำหรับวิศวกรรมโครงสร้างอากาศยาน จำนวน 1 ชุด
- 2.4 กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงพร้อมอุปกรณ์ถ่ายภาพ และจอภาพ จำนวน 1 ชุด
- 2.5 เครื่องประมวลผลวิเคราะห์และช่วยในการออกแบบเชิงวิศวกรรมโครงสร้างอากาศยาน จำนวน 2 ชุด
- 2.6 เครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ ขนาด 2 ตัน จำนวน 1 ชุด
- 2.7 ระบบไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 2.8 ชุดแบตเตอรี่ไฟฟ้าสำหรับรถลากเครื่องบิน จำนวน 1 ชุด

## 3. คุณลักษณะทางด้านเทคนิค

3.1 เครื่องปฏิบัติการสร้างชิ้นงานชนิดเส้นพลาสติกวัสดุผสมเชิงวิศวกรรมโครงสร้างในอากาศยาน

จำนวน 1 ชุด

- 3.1.1 มีวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานแบบ Continuous Filament Fabrication (CFF) หรือ Continuous Fiber Reinforcement (CFR)
- 3.1.2 มีพื้นที่ผลิตชิ้นงานเป็นรูปแบบสี่เหลี่ยม มีพื้นที่ในการสร้างชิ้นงานความกว้างไม่น้อยกว่า 330 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 270 มิลลิเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร
- 3.1.3 สามารถขึ้นรูปชิ้นงานโดยมีความละเอียดที่ขนาด 0.05 มิลลิเมตรต่อชั้น Layer ได้

26

*(Handwritten signatures)*

- 3.1.4 สามารถขึ้นรูปชิ้นงานด้วยวัสดุพลาสติกประเภทดังต่อไปนี้
- 3.1.4.1 ไนลอน
  - 3.1.4.2 ไนลอนผสมเส้นใยคาร์บอน
  - 3.1.4.3 ไนลอนผสมเส้นใยคาร์บอน ชนิดหน่วงการติดไฟ (Flame-Retardant)
  - 3.1.4.4 ไนลอนผสมเส้นใยคาร์บอน ชนิดป้องกันไฟฟ้าสถิต (ESD-Safe)
- 3.1.5 สามารถขึ้นรูปชิ้นงานวัสดุพลาสติกเสริมด้วยเส้นใยไฟเบอร์กลาสชนิดยาวต่อเนื่อง (Continuous Fiber) ได้
- 3.1.6 มีหัวฉีดจำนวน 2 หัวหรือดีกว่า สำหรับฉีดขึ้นรูปชิ้นงานด้วยวัสดุพลาสติก และฉีดเส้นใยคอมโพสิตเสริมความแข็งแรงให้กับชิ้นงาน
- 3.1.7 สามารถขึ้นรูปชิ้นงานที่มีค่าความต้านทานแรงดึงไม่น้อยกว่า 500 MPa และมีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นไม่น้อยกว่า 20 GPa ตามมาตรฐานการทดสอบชนิด ASTM D3039
- 3.1.8 มีซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ซึ่งสามารถสร้างตัวรองรับ (Support) ให้ชิ้นงานได้โดยอัตโนมัติ และสามารถปรับแต่งการเสริมเส้นใยคอมโพสิตภายในชิ้นงานได้
- 3.1.9 มีระบบเซนเซอร์ชนิดแสงเลเซอร์ สำหรับปรับระดับฐานพิมพ์แบบอัตโนมัติ
- 3.1.10 มีกล้องภายในตัวเครื่อง โดยสามารถส่งบันทึกภาพภายในห้องเครื่องพิมพ์ผ่านระบบ Cloud, WiFi-Network ได้
- 3.1.11 มีหน้าจอสัมผัสสำหรับแสดงผลและควบคุมการทำงานของเครื่อง
- 3.1.12 มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB และ Ethernet (LAN) และ WiFi หรือดีกว่า
- 3.1.13 เครื่องพิมพ์มีฝาปิดมิดชิดทุกด้าน เพื่อรักษาอุณหภูมิในห้องพิมพ์ให้คงที่
- 3.1.14 สามารถพิมพ์ชิ้นงานจากไฟล์ชนิด STL ได้
- 3.1.15 เป็นสินค้าจากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 27001:2013 เพื่อรับรองความปลอดภัยของระบบจัดเก็บข้อมูล โดยมีเอกสารรับรองมาตรฐานอย่างชัดเจน
- 3.1.16 มีใบอนุญาตนำเข้าเครื่องพิมพ์สามมิติจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ หรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ จากกรมการค้าต่างประเทศ มาแสดง ณ วันเสนอราคา เพื่อรับรองการบริการและจำหน่ายสินค้าประเภทเครื่องพิมพ์สามมิติ
- 3.1.17 มีใบประกอบกิจการโรงงาน (รง.4) จากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ หรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศมาแสดง ณ วันเสนอราคา เพื่อรับรองการบริการซ่อมบำรุงเครื่องจักรได้อย่างเชี่ยวชาญ
- 3.1.18 มีวัสดุอุปกรณ์เสริมดังนี้

๗๘  

- 3.1.18.1 กล่องเก็บวัสดุพลาสติกชนิดป้องกันความชื้น ขนาดไม่น้อยกว่า 50 ลูกบาศก์ เซนติเมตร จำนวน 1 กล่อง
- 3.1.18.2 วัสดุพิมพ์ชนิดไนลอนผสมเส้นใยคาร์บอน จำนวนไม่น้อยกว่า 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 3.1.18.3 วัสดุพิมพ์ชนิดเส้นใยไฟเบอร์กลาส จำนวนไม่น้อยกว่า 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

### 3.2 ชุดวิเคราะห์และตรวจสอบโครงสร้างชิ้นงานต้นแบบเชิงวิศวกรรมโครงสร้างอากาศยาน

จำนวน 1 ชุด

- 3.2.1 เป็นเครื่องสแกนวัตถุแบบสามมิติ มีระบบการทำงานโดยใช้เทคโนโลยี Structure-light ชนิดแสง
- 3.2.2 มีกล่องสำหรับสแกนจำนวนสองกล่อง มาพร้อมโปรเจคเตอร์
- 3.2.3 สามารถใช้มือถือจับสแกน (Handheld) ได้
- 3.2.4 ขนาดในการสแกนต่อ shot ไม่ต่ำกว่า 250\*200mm
- 3.2.5 ความละเอียดในการสแกนสูงสุดไม่ต่ำกว่า 40Micron ในกรณีใช้ขาตั้งกล่อง และไม่ต่ำกว่า 100Micron ในกรณีใช้มือจับถือสแกน (Handheld Scan)
- 3.2.6 รองรับการสแกนได้หลายวิธี เช่น การใช้มือจับถือสแกน(Handheld), การสแกนโดยทำงานร่วมกับจุดอ้างอิง(Maker) และ การสแกนโดยใช้ขาตั้งกล่อง(Tripod)
- 3.2.7 มาพร้อม Software ในการสแกนชิ้นงาน
- 3.2.8 สามารถสแกนงานในโหมด Manual ได้โดย Software สามารถต่อพ่วงผิวในการสแกนได้เอง
- 3.2.9 เมื่อสแกนเสร็จ Software สามารถปิดผิวชิ้นงานเป็น Solid ได้
- 3.2.10 มีแผ่นบอร์ดสำหรับใช้ในการปรับค่าความเที่ยงตรงในการสแกน
- 3.2.11 กรณีเป็นสินค้าผลิตจากต่างประเทศ ผู้ประกอบการต้องมีหนังสือทะเบียนนำเข้าและเก็บรักษาเครื่องมือแพทย์ ในขอบข่าย Dentistry, Health Facility, Implants เป็นอย่างน้อย โดยหนังสือดังกล่าวมีผลมาแล้วไม่ต่ำกว่า 3 เดือน หรือ ได้รับการแต่งตั้งจากนิติบุคคลที่มีหนังสือทะเบียนดังกล่าว
- 3.2.12 ไฟล์งานสแกนที่ได้ออกมาเป็น OBJ, STL, ASC

### 3.3 เครื่องวิเคราะห์โครงสร้างด้วยคลื่นเสียงอัลตราโซนิกสำหรับวิศวกรรมโครงสร้างอากาศยาน

- เป็นเครื่องมือตรวจสอบหารอยร้าวในเหล็กแบบไม่ทำลาย (Ultrasonic Flaw Detector) โดยใช้หัววัด Antenna Array โดยสามารถแสดงผลในรูปแบบของ Detector Tomograph ในลักษณะแบบ Real time และสามารถใช้ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนามได้

26 *Ang K* *AW*

- 3.3.1 เป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบรอยร้าวในเหล็กด้วยคลื่น Ultrasonic แบบ Cross-section images 25 frames/second ในรูปแบบ Real time
- 3.3.2 สามารถตรวจสอบโครงสร้างภายในของวัสดุทดสอบในรูปแบบ tomograph mode (B-scan) , flaw detector mode(A-Scan)
- 3.3.3 สามารถทำการ Scanning along welding line (C-Scan) และเก็บบันทึกค่าได้
- 3.3.4 มีการตรวจจับหารอยร้าว Detector tomograph ด้วยรูปแบบ DFA (digitally focuses array method)
- 3.3.5 สามารถตรวจจับรอยร้าวด้วยหัวทรานสดิวเซอร์ แบบ Antenna Array
- 3.3.6 มีหน้าจอแบบสีขนาดใหญ่ (Large color display) โดยสามารถแสดงค่า Cross-section graphic image , coordinates และ signal level
- 3.3.7 หน้าจอมีค่าความละเอียดเป็นแบบ TFT ไม่น้อยกว่า 640x480 pixels
- 3.3.8 มีขนาด Size of image ไม่น้อยกว่า 256x256 pixels
- 3.3.9 มีค่า Tomograph reconstruction interval 0.1-2.0 mm
- 3.3.10 มีช่วงความเร็วในการวัด 1000 – 10000 m/s
- 3.3.11 มีอุณหภูมิการทำงานอยู่ในช่วง -10 °C ถึง 55 °C
- 3.3.12 มีช่วงของการขยายสัญญาณ (Gain) 0-100 dB
- 3.3.13 สามารถสร้างย่านการวัดได้ตั้งแต่ 1 ถึง 10 MHz
- 3.3.14 สามารถวัดความลึกของวัสดุ ด้วยหัววัดปกติ ได้ตั้งแต่ 7 ถึง 7200 mm
- 3.3.15 สามารถวัดความลึกของวัสดุ ด้วยหัววัดแบบมุม ได้ตั้งแต่ 2-1600 mm ที่ 2.5 MHz
- 3.3.16 สามารถวัดความลึกของวัสดุ ด้วยหัววัดแบบมุม ได้ตั้งแต่ 2 – 1300 mm ที่ 5 MHz
- 3.3.17 สามารถวัดความลึกของวัสดุแบบ DFA ได้ตั้งแต่ 7-300 mm
- 3.3.18 ตัวเครื่องใช้แบตเตอรี่แบบ Li-ion และมีอายุการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 7.5 ชั่วโมง

#### 3.4 กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงพร้อมอุปกรณ์ถ่ายภาพ และจอภาพ จำนวน 1 ชุด

เป็นชุดกล้องจุลทรรศน์ สำหรับงานโลหะวิทยา ชนิด 3 กระบอกตา ใช้ขยายตัวอย่างทางวัสดุศาสตร์

##### 3.4.1 กล้องจุลทรรศน์ โลหะวิทยา กำลังขยายสูง ชนิด 3 กระบอกตา (Metallurgical Microscope)

- 3.4.1.1 หัวกล้อง เป็นชนิด 3 กระบอกตา เอียงไม่เกิน 30 องศา และมีระยะห่างระหว่างตา สามารถปรับได้ 55-75 มิลลิเมตร หรือดีกว่า มีปุ่มปรับเลือกทางเดินแสงให้เข้าสู่กระบอกตา โดยตรงเพื่อการถ่ายภาพ

3.4.1.2 เลนส์ตา ชนิดเห็นภาพกว้าง (Super Wide Field) กำลังขยาย 10X จำนวน 1 คู่ มีค่า Field of View ไม่น้อยกว่า 20 mm

3.4.1.3 เลนส์วัตถุ Objectives ประกอบด้วย

LM Plan 5X มีค่า W.D. 20.3 mm/N.A. 0.13

LM Plan 10X มีค่า W.D. 17.5 mm/N.A. 0.25

LM Plan 20X มีค่า W.D. 8.1 mm/N.A. 0.40

LM Plan 50X มีค่า W.D. 8.4 mm/N.A. 0.55

LM Plan 100X มีค่า W.D. 2.0 mm/N.A. 0.80

3.4.1.4 แท่นวางตัวอย่างสี่เหลี่ยม ขนาดไม่น้อยกว่า 180 x 140 มิลลิเมตร เคลือบแข็งป้องกันรอยขีดข่วน พร้อมช่องเปิดให้แสงส่องผ่าน มีชุดปรับเลื่อนตัวอย่างในแนวแกน X หรือแกน Y ได้ 75x50 มิลลิเมตร (Travel range) หรือดีกว่า.

3.4.1.5 ระบบให้แสงสว่างไฟแบบ Halogen tungsten ขนาดไม่น้อยกว่า 12V/50 W

3.4.1.6 ระบบปรับภาพ มีปุ่มปรับภาพหยาบและละเอียด (Fine Focus) ได้ 2  $\mu\text{m}$  หรือดีกว่า พร้อมตัวเลขกำกับ ชนิดแกนร่วม

3.4.1.7 มีกระบอกตาที่ 3 สำหรับต่อกล้องถ่ายภาพ (Photo Port) อยู่ด้านบนของหัวกล้อง (Trinocular Head) เพื่อความสะดวกในการติดตั้งอุปกรณ์บันทึกภาพ โดยจะต้องมีรูปภาพแบบการประกอบของตัวกล้องกับอุปกรณ์ต่างๆ แบบ Diagram System มาแสดงในวันยื่นซอง

3.4.1.8 สามารถทดสอบตัวอย่างได้หนาไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร

3.4.1.9 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001:2000, ISO 14001:2004, ISO 13485 ซึ่งจะต้องแนบมาในการเสนอราคา เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการพิจารณา

3.1.4.20 มีคู่มือการใช้งานฉบับภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวนอย่างละ 2 ชุด

3.4.2 ชุดถ่ายภาพ (Camera System 8 MP) จำนวน 1 ชุด

3.4.3 โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างโลหะ (Image Analysis Software for Metallurgical) แบบลิขสิทธิ์จากบริษัทผู้ผลิต จำนวน 1 ชุด

3.4.3.1 เป็นโปรแกรมที่สามารถทำหน้าที่ได้ดังต่อไปนี้ Image Editing & View, Morphometry Measurement, Image Processing, Routine Filters, Special Filter, Edge Detection

3.4.3.2 สามารถทำการสอบเทียบ (Calibration) ได้

76 

6/10

- 3.4.3.3 สามารถทำการแบ่งกลุ่ม และนับจำนวนได้ (Count and Classification)
  - 3.4.3.4 สามารถทำการวัดแบบ Threshold particle measurement
  - 3.4.3.5 สามารถทำการวัดแบบ Morphometry
  - 3.4.3.6 ทำการวิเคราะห์แบบ Locational
  - 3.4.3.7 สามารถวัดค่าสัดส่วนตามพื้นที่ สัดส่วนตามปริมาตร รวมทั้งวัดค่า Phase เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E562 & E1245
  - 3.4.3.8 สามารถทำการวัด Nodularity ได้ตามมาตรฐาน ASTM 247
  - 3.4.3.9 สามารถวิเคราะห์ปริมาณ Porosity ได้ตามมาตรฐาน ASTM B276
  - 3.4.3.10 สามารถวัดค่า Coating Thickness ได้ตามมาตรฐาน ASTM B487
  - 3.4.3.11 สามารถวัดค่า Decarburisation ได้ตามมาตรฐาน ASTM 1077
  - 3.4.3.12 สามารถวัดค่า Grain Size ได้ตามมาตรฐาน ASTM E112
  - 3.4.3.13 สามารถหาค่า Graphite Flakes length, wide distribution and percentage ได้ตามมาตรฐาน ASTM A247
  - 3.4.3.14 สามารถทำการรายงานผล (Report) โดยส่งข้อมูลไปยัง MS Office หรือ Excel ได้
- 3.4.4 ตัวอย่างงานโลหะวิทยา ประกอบด้วย วัสดุแบบต่างๆ ไม่น้อยกว่า 15 ชนิด จำนวน 1 กล่อง โดยจะต้องแนบภาพประกอบของวัสดุแต่ละชนิดพร้อมคำบรรยายได้ภาพมาด้วยในวันยื่นซอง เพื่อประกอบในการพิจารณา

### 3.5 คอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลวิเคราะห์และช่วยในการออกแบบเชิงวิศวกรรมโครงสร้าง

อากาศยาน

จำนวน 2 ชุด

- 3.5.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.8 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย
- 3.5.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB
- 3.5.3 ใช้หน่วยประมวลผลแบบ Core i7 Processor หรือดีกว่า
- 3.5.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 3.5.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลเป็นชนิด SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 400 GB จำนวน 1 หน่วย
- 3.5.6 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย

76

*Angk* *Ami*

- 3.5.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 3.5.8 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 3.5.9 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 3.5.10 มีจอแสดงผลภาพขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว โดยมีช่องต่อ VGA, HDMI หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 3.5.11 เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวเครื่อง จอภาพ แป้นพิมพ์ และเมาส์ มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน โดยแสดงเครื่องหมายการค้า (ยี่ห้อ) อย่างถาวรบนผลิตภัณฑ์ โดยมีใช่เป็นการดัดแปลงหรือสกรีนทับลงบนอุปกรณ์

### 3.6 เครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ ขนาด 2 ตัน จำนวน 1 เครื่อง

- 3.6.1 เครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ ขนาดไม่น้อยกว่า 20 กิโลนิวตัน (2 ตัน)
- 3.6.2 มีค่าความละเอียดในการวัด 1/10000 หรือดีกว่า และมีค่าความเที่ยงตรง  $\pm 0.5\%$  ตลอดช่วงการใช้งาน
- 3.6.3 มีความเร็วในการทดสอบ 10300 มิลลิเมตร/นาที โดยมีหลักการควบคุมแบบเซอร์โวมอเตอร์ หรือดีกว่า
- 3.6.4 มีฐานที่ทำด้วยเหล็กกล้า (Cast Steel) คุณภาพสูงโดยมี 2 เส้า และมีการขับเคลื่อน Crosshead แบบสกรูทั้ง 2 ด้าน
- 3.6.5 มีระยะในการเคลื่อนที่ของ Cross head ไม่ต่ำกว่า 80 มิลลิเมตร และระยะระหว่างเส้าไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร
- 3.6.6 มีชุดควบคุมการทำงานและแสดงผลแยกออกจากตัวเครื่องทดสอบเป็นส่วน เพื่อความสะดวกในการใช้งาน พร้อมทั้งมีประตูเปิดด้านหน้าที่ชุดควบคุมการทำงานเพื่อตรวจสอบภายในเครื่องทดสอบได้สะดวก
- 3.6.7 โปรแกรมใช้ในการควบคุมการทดสอบและคำนวณประมวลผล ใช้ร่วมกับโปรแกรมวินโดวส์ 10 หรือดีกว่า โดยสามารถทำงานได้ดังนี้ และจะต้องมีภาพประกอบแนบมาในวันยื่นซองเพื่อประกอบในการพิจารณา ของคณะกรรมการ
- 3.6.8 แสดงกราฟ Stress-Strain, Load-Elongation, Load-Time, Stress-Time, Strain-Time, Elongation-Time หรือมากกว่าตลอดช่วงการทดสอบแบบ (Real Time)
- 3.6.9 สามารถเลือกแสดงค่า Young's Modulus, Tangent Modulus, Chord Modulus และ Elastic Modulus ได้

- 3.6.10 ต้องมีฟังก์ชัน Best Fit Cal สำหรับแก้ความถูกต้องในการแสดงผลเมื่อมีการสอบเทียบ (Calibration) และสามารถเลือกหน่วยเป็นต้น, กิโลนิวตัน, กรัม, กิโลกรัม, ปอนด์, นิวตัน, มิลลิเมตร, เมตร, ฟุต, นิ้ว, เซนติเมตร, Psi, Mpa, N/mm<sup>2</sup>, bar
- 3.6.11 สามารถแสดงผลการทดสอบได้ดังต่อไปนี้ คือ Ultimate Value, Brake Value, Energy, Compare Diagram, Average Value, Standard Deviation
- 3.6.12 สามารถควบคุมการทำงานได้ดังต่อไปนี้ Constant speed load, Constant speed stress, Constant speed rate, Constant speed strain, Constant speed stress VS strain, Constant load control, Constant displacement control.
- 3.6.13 มีชุดการ์ดควบคุมสามารถถอดเปลี่ยนเพื่ออัปเดต และเชื่อมต่อผ่านคอมพิวเตอร์ได้
- 3.6.14 มีระบบป้องกันการเกิดอันตรายกับโหลดเซลล์ (Load Cell) และระบบคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องจะตัดการทำงาน อย่างอัตโนมัติ ด้วยระบบตัดการทำงานของเครื่องที่ได้มีการตั้งค่าความปลอดภัยไว้ (Over the safety capacity) เครื่องทดสอบจะหยุดการทำงานอย่างอัตโนมัติทันที หากขึ้นทดสอบขาดหรือเกิดความเสียหาย
- 3.6.15 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ 1 เฟส 50/60 เฮิรตซ์ หรือ 380 โวลท์ 3 เฟส 50/60 เฮิรตซ์
- 3.6.16 ชุดจับชิ้นงานทดสอบแรงดึง (Tension Grip) สำหรับลวดประเภทต่างๆ ขนาด 4-9 มิลลิเมตร จำนวนอย่างละ 1 ชุด
- 3.6.17 ชุดจับชิ้นงานทดสอบแรงอัด (Compression Plate) จำนวน ชุด 1
- 3.6.18 ชุดจับชิ้นงานทดสอบแรงดัดงอ (Bending Grip) จำนวน ชุด 1
- 3.6.19 บริษัทผู้ผลิตจะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 17025 (TYPE FORCE LAB) และ ISO 9001 พร้อมแนบเอกสาร มาแสดงในวันยื่นซอง

### 3.7 ระบบไฟฟ้า จำนวน 1 ระบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 3.7.1 ติดตั้งตู้ควบคุมเพื่อใช้ในการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่อง และอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยแยกห่างจากตู้ควบคุมของสถาบัน โดยตัวควบคุมการจ่ายไฟหลักที่จะจ่ายให้กับเครื่องและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องเหมาะสม เพียงพอในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งทั้งหมด ตามที่คณะกรรมการเป็นผู้กำหนด
- 3.7.2 การเดินสายไฟและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ได้เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
- 3.7.3 การเดินสายไฟเพื่อจ่ายไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องเดินสายเข้ารางหรือท่อร้อยสายที่ปิดมิดชิด จัดวางอย่างเป็นระบบ และเป็นระเบียบเรียบร้อย

### 3.8 ชุดแบตเตอรี่ไฟฟ้าสำหรับรถลากเครื่องบิน จำนวน 1 ชุด

- 3.8.1 แบตเตอรี่ชนิด Lead acid traction เทียบเท่าหรือดีกว่า

๗

Agust Ari



3.8.2 มีขนาด 360 Ah/5Hr 48 โวลต์ เทียบเท่าหรือดีกว่า

4. รายละเอียดอื่นๆ

- 4.1 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- 4.2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน สามารถตรวจเช็คได้จากเว็บไซต์ผู้ผลิต
- 4.3 ในกรณีที่เป็นสินค้าที่ผลิตภายในประเทศไทยบริษัทผู้ผลิตจะต้องได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001 ด้านการขายกับการจัดการ เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและการใช้งานพร้อมคุณภาพของสินค้าที่ได้มาตรฐานสากลทั่วโลกยอมรับและพร้อมให้คำปรึกษาหลังการขายตลอดอายุการใช้งาน
- 4.4 ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิต หรือได้รับแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ (รายการที่ 1-4) โดยต้องแนบหนังสือยืนยันการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตโดยระบุชื่อตัวแทนจำหน่าย และชื่อสถาบันฯ หรือหน่วยงานราชการ ฉบับปัจจุบันในเอกสารให้ชัดเจนเพื่อประโยชน์ในการให้บริการและคำปรึกษาภายหลังการขาย
- 4.5 แคตตาล็อกจะต้องเป็นเอกสารที่จัดทำจากบริษัทผู้ผลิต มีรายละเอียดที่แสดงให้เห็นว่าบริษัทผู้ผลิตเป็นผู้จัดทำ ถ้ามีรายละเอียดไม่ครบถ้วนหรือไม่มี ถือว่าไม่ผ่านการคัดเลือก กรณีคัดลอกรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์ตามประกาศของมหาวิทยาลัยที่กำหนด ไปจัดทำแคตตาล็อก ถือว่าไม่ผ่านการคัดเลือก
- 4.6 รับประกันความเสียหายของเครื่องมือ อันเนื่องมาจากการใช้งานปกติเป็นเวลา 1 ปี และในกรณีที่มีอุปกรณ์ชิ้นส่วนของเครื่องมือเสียหายอันเนื่องมาจากชิ้นส่วนไม่ได้คุณภาพ หรือเกิดจากการเสื่อมสภาพในระหว่างการประกัน จะทำการเปลี่ยนใหม่ให้ใช้งานได้ตามปกติ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น
- 4.7 กำหนดส่งมอบภายใน 180 วัน นับจากวันที่ทำสัญญา
- 4.8 ผู้เสนอราคาจะต้องมีการจัดอบรมแบบ Proposal Online Recurrent training according to EASA PART 147 regulation ให้แก่บุคลากรทางมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 25 คน และ ต้องมีระยะเวลาในการอบรมจำนวนไม่น้อยกว่า 5 วัน
- 4.9 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.10 ผู้เสนอราคาจะต้องติดตั้งครุภัณฑ์และอุปกรณ์ทั้งหมดให้ใช้งานได้ และดำเนินการอบรมการใช้งานเครื่องและโปรแกรมให้กับบุคลากรไม่น้อยกว่า 3 วัน โดยค่าใช้จ่ายในการอบรมผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด
- 4.11 รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

76 

- 4.12 ผู้เสนอราคาจะต้องติดตั้งครุภัณฑ์และอุปกรณ์ทั้งหมดให้ใช้งานได้ และดำเนินการอบรมการใช้งานเครื่องและโปรแกรมให้กับบุคลากรไม่น้อยกว่า 3 วัน โดยค่าใช้จ่ายในการอบรมผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด
- 4.13 ผู้เสนอราคาต้องทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยกำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะสินค้าที่เสนอราคา โดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้จะต้องทำเครื่องหมายหรือส่วนแสดงข้อกำหนดในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน
- 4.14 เอกสารที่บริษัทโพลด์เข้าระบบ e-GP ต้องระบุเลขหน้าในเอกสารทุกแผ่นที่ทำการโพลด์ให้ชัดเจน โดยระบุเลขหน้าเรียงจากน้อยไปมาก
- 4.15 ผู้ขายต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดส่งครุภัณฑ์ถึงสาขาวิชาวิศวกรรมซ่อมบำรุงอากาศยาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- 4.16 ผู้เสนอราคาต้องแยกราคาต่อหน่วยครุภัณฑ์ในใบส่งสินค้าเพื่อแสดงต่อคณะกรรมการตรวจรับครุภัณฑ์
- 4.17 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จะลงนามทำสัญญาก็ต่อเมื่อได้รับการอนุมัติงบประมาณจากสำนักงบประมาณอย่างเป็นทางการเท่านั้น

## 5. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ ใช้เกณฑ์การพิจารณาราคา


### คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ

ลงชื่อ .....  ..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนันต์ โสภิต)

ลงชื่อ .....  ..... กรรมการ

(นายเสรี คงเจริญสุข)

ลงชื่อ .....  ..... กรรมการและเลขานุการ

(นายณรงค์ฤทธิ์ เมฆลอย)