

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. รายการ ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการการวิเคราะห์ผิววัสดุระดับนาโนเมตร ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. งบประมาณ 12,500,000 บาท
4. ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการการวิเคราะห์ผิววัสดุระดับนาโนเมตร ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
  - 4.1 กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอมสำหรับวิเคราะห์พื้นผิววัสดุระดับนาโนเมตร จำนวน 1 ชุด  
 งบประมาณ 10,508,000 บาท ประกอบด้วย
    - 4.1.1 กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม จำนวน 1 เครื่อง งบประมาณ 6,055,800 บาท
    - 4.1.2 โปรแกรมการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพบนพื้นผิว จำนวน 1 โปรแกรม งบประมาณ 2,400,000 บาท
    - 4.1.3 อุปกรณ์ประกอบกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอมสำหรับวิเคราะห์พื้นผิววัสดุระดับนาโนเมตร จำนวน 1 ชุด งบประมาณ 1,898,500 บาท ประกอบด้วย
      - 4.1.3.1 อุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนแบบแอคทีฟ (Active Vibration Isolation Table) จำนวน 1 ชุด งบประมาณ 250,000 บาท
      - 4.1.3.2 ตู้ป้องกันเสียง (Acoustic Enclosure) และโต๊ะสำหรับวางเครื่อง AFM เพื่อความเสถียรในการลดการสั่นสะเทือน จำนวน 1 ชุด งบประมาณ 350,000 บาท
      - 4.1.3.3 เครื่องประมวลผลวิเคราะห์พื้นผิว จำนวน 1 เครื่อง งบประมาณ 30,000 บาท
      - 4.1.3.4 โต๊ะวางและเก้าอี้สำหรับเครื่องประมวลผลวิเคราะห์พื้นผิว จำนวน 1 ชุด งบประมาณ 10,000 บาท
      - 4.1.3.5 เข็มวัดพื้นผิวชนิดสัมผัสตัวอย่าง Contact Cantilever จำนวน 10 ชิ้น งบประมาณ 230,000 บาท
      - 4.1.3.6 เข็มวัดพื้นผิวชนิดไม่สัมผัสตัวอย่าง Non-Contact Cantilever จำนวน 10 ชิ้น งบประมาณ 200,000 บาท
      - 4.1.3.7 แผ่นวางตัวอย่าง Sample Disks จำนวน 20 ชิ้น งบประมาณ 500,000 บาท
      - 4.1.3.8 ชุดหนีบเข็มวัดตัวอย่าง Standard clip-type chip carrier จำนวน 2 ชิ้น งบประมาณ 60,000 บาท
      - 4.1.3.9 ที่วางสำหรับเปลี่ยนเข็มวัดตัวอย่าง Cantilever exchanger จำนวน 1 ชิ้น งบประมาณ 45,000 บาท
      - 4.1.3.10 ชุด IR detection kit จำนวน 1 ชิ้น งบประมาณ 75,000 บาท
      - 4.1.3.11 Fast Scan Probe Hand สำหรับจับ Cantilever จำนวน 1 ชุด งบประมาณ 50,000 บาท
      - 4.1.3.12 Probe Hand สำหรับจับ Cantilever จำนวน 1 ชุด งบประมาณ 50,000 บาท
      - 4.1.3.13 แท่นจับสำหรับเปลี่ยน Cantilever จำนวน 1ชุด งบประมาณ 48,500 บาท
    - 4.1.4 เครื่องปฏิบัติการสำหรับวิเคราะห์พื้นผิววัสดุระดับนาโนเมตรแบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง งบประมาณ 153,700 บาท
  - 4.2 ชุดระบบสารสนเทศสำหรับการวิเคราะห์ผิววัสดุ จำนวน 1 ชุด งบประมาณ 1,242,000 บาท ประกอบด้วย
    - 4.2.1 ชุดควบคุมไมโครระบบไร้สาย จำนวน 1 ตัว งบประมาณ 40,000 บาท
    - 4.2.2 ไมค์ประธานไร้สาย จำนวน 1 ตัว งบประมาณ 18,000 บาท
    - 4.2.3 ไมค์ผู้ร่วมประชุมแบบไร้สาย จำนวน 30 ตัว งบประมาณ 405,000 บาท
    - 4.2.4 เครื่องขยายเสียง จำนวน 1 ตัว งบประมาณ 13,500 บาท
    - 4.2.5 ตู้ลำโพง 2 ทาง พร้อมขาแขวน จำนวน 2 ตัว งบประมาณ 10,500 บาท

- 4.2.6 โต๊ะประชุมหลัก จำนวน 1 ตัว วงเงิน 60,000 บาท
- 4.2.7 โต๊ะประชุมรอง จำนวน 2 ตัว วงเงิน 65,000 บาท
- 4.2.8 เก้าอี้ประธาน จำนวน 1 ตัว วงเงิน 8,500 บาท
- 4.2.9 เก้าอี้ผู้ร่วมประชุม จำนวน 30 ตัว วงเงิน 102,000 บาท
- 4.2.10 จออัจฉริยะแสดงผลการวิเคราะห์พร้อมโปรแกรมควบคุม จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 390,000 บาท
- 4.2.11 เครื่องฉายภาพ จำนวน 2 เครื่อง วงเงิน 64,000 บาท
- 4.2.12 งานติดตั้งกระจกอลูมิเนียม พื้นที่ไม่น้อยกว่า 72 ตร.ม. (ขนาดไม่น้อยกว่า 8x9 เมตร)  
จำนวน 1 งาน วงเงิน 65,500 บาท

4.3 ตู้ดูไอสารเคมี จำนวน 1 ตู้ วงเงิน 750,000 บาท

## 5. คุณลักษณะเฉพาะ ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการการวิเคราะห์ผิววัสดุระดับนาโนเมตร ตำบลศาลายา

### อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

#### 5.1 กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอมสำหรับวิเคราะห์พื้นผิววัสดุระดับนาโนเมตร จำนวน 1 ชุด

##### รายละเอียดทางเทคนิค

เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์พื้นผิวและรูปพรรณสัณฐานซึ่งเป็นสมบัติทางกายภาพของวัตถุในระดับนาโนเมตร โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม มีส่วนประกอบ อุปกรณ์และความสามารถดังต่อไปนี้

##### 5.1.1 กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม จำนวน 1 เครื่อง

เป็นเครื่องที่สามารถตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างในระดับนาโนเมตร สามารถวิเคราะห์ค่า Roughness, Gain size, Angle ของพื้นผิวของตัวอย่าง โดยแสดงภาพได้ทั้งภาพ Topography และ ภาพ 3 มิติ (3D) รวมทั้งสามารถศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบนพื้นผิวของตัวอย่างได้ เครื่องทำงานโดยใช้ XY Scanner ชนิดแบนราบ (Flexure Scanner) สแกนตัวอย่างในแนวราบ และ Z Scanner สแกนความสูงของตัวอย่างในแนวตั้งซึ่งทำงานเป็นอิสระต่อกัน (Decoupled) ควบคุมการสแกนแบบอัตโนมัติด้วยระบบ Motor ผ่าน Software Control ทำให้สามารถวัดพื้นผิวได้อย่างละเอียดแม่นยำ และรวดเร็ว โดยเครื่องสามารถเลือกบริเวณของการวัดและดูตำแหน่งของ Cantilever ได้จากกล้องจุลทรรศน์ โดยแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD และเลื่อนแกน Z แบบอัตโนมัติด้วย Software เพื่อ approach ไปยังพื้นผิวตัวอย่าง ทำให้สามารถเลือกตำแหน่งได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เครื่องยังสามารถวิเคราะห์ด้วยเทคนิค True Non-Contact mode โดยเป็นเทคนิคที่หัววัดไม่สัมผัสกับพื้นผิวของตัวอย่าง ทำให้อายุการใช้งานของหัววัดยาวนานขึ้น และตัวอย่างไม่เสียหาย นอกจากนี้ยังสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เพื่อศึกษาคุณสมบัติของตัวอย่างได้

##### คุณลักษณะ

5.1.1.1 ตัวเครื่องสามารถวัดตัวอย่างได้หลากหลายประเภท ทั้งตัวอย่างที่เป็น Material และ Biological

5.1.1.2 ชุด XY Scanner และ Z Scanner มีรายละเอียดดังนี้

5.1.1.2.1 ใช้เทคโนโลยี Crosstalk Elimination ซึ่ง XY และ Z Scanner สามารถทำงานอิสระต่อกัน (Completely Decoupled XY and Z-Scanner) โดย XY Scanner เลื่อนตัวอย่างในแนวราบ และ Z Scanner เลื่อน Probe ขึ้น-ลง ในแนวตั้ง ในการสแกนตัวอย่าง

5.1.1.2.2 ใช้หลักการ Closed-loop feedback สำหรับการสแกน

5.1.1.2.3 ใช้ Flexure scanner ซึ่งทำให้ภาพที่ได้เสมือนจริงโดยไม่ต้องมีการขจัด Background Curvature มีความเที่ยงตรง (Precision) ในการสแกนสูง

- 5.1.1.2.4 สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยวิธี True Non-Contact mode ได้ โดยหัววัดไม่สัมผัสกับตัวอย่าง ทำให้อายุการใช้งานของหัววัดยาวนานขึ้น และไม่ทำลายพื้นผิวของตัวอย่างหรือดีกว่า
- 5.1.1.2.5 XY-Scanner เป็นตัวสแกนในแนวนอนชนิดแบนราบ (Flexure scanner) ซึ่งสามารถสแกนได้ ในช่วง (Scan range) ไม่น้อยกว่า 50 x 50 ไมโครเมตร มีการสแกนออกนอกช่วงของการวัด (Out-of-plane curvature) น้อยกว่า 2 นาโนเมตร และมีค่าความละเอียด (Resolution) ไม่เกิน 0.02 นาโนเมตร
- 5.1.1.2.6 Z-Scanner เป็นตัวสแกนในแนวตั้ง ซึ่งสามารถสแกนได้ในช่วง (Scan range) ไม่น้อยกว่า 15 ไมโครเมตร มีค่าความถี่ Resonant ไม่น้อยกว่า 9 kHz และมีค่าความละเอียด (Resolution) ไม่เกิน 0.015 นาโนเมตร
- 5.1.1.3 ชุด AFM Head มีรายละเอียดดังนี้
  - 5.1.1.3.1 ใช้ลำแสงชนิด Super Luminescent Diode (SLD) ที่ความยาวคลื่น 830 นาโนเมตรเป็นอย่างน้อย
  - 5.1.1.3.2 สามารถใช้ได้กับโหมดทั่วไป เช่น True Non-Contact, dynamic contact, contact AFM, Force vs distance spectroscopy และ Phase imaging รวมทั้งโหมดอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี
  - 5.1.1.3.3 มีค่า Resonant frequency ไม่น้อยกว่า 9 kHz
  - 5.1.1.3.4 มีค่า Detector noise ไม่เกิน 0.03 นาโนเมตร
  - 5.1.1.3.5 มีระบบล็อกแบบ Dovetail lock สำหรับการเปลี่ยนหัว AFM หรือดีกว่า
  - 5.1.1.3.6 มี IR detection kit เพื่อตรวจสอบตำแหน่งของลำแสง SLD หรือดีกว่า
  - 5.1.1.3.7 หัววัด AFM สามารถทำ Fast Scan ได้ โดยสามารถปรับค่า scan rate ได้ไม่น้อยกว่า 15 Hz ขณะที่ยังคงให้ภาพที่ความละเอียดสูง
  - 5.1.1.3.8 สามารถทำ Adaptive Scan ได้ เพื่อสามารถปรับความเร็วในการสแกนแบบอัตโนมัติในแต่ละสภาพพื้นผิวได้
  - 5.1.1.3.9 สามารถถอดหัว Z AFM Scanner Head ออกมา เพื่อเปลี่ยนเข็มได้ด้วยมือเปล่า และมีตัวล็อกเพื่อความแข็งแรงขณะทำการวัดได้
  - 5.1.1.3.10 สามารถเปลี่ยนตัวอย่าง โดยไม่ต้องถอดเข็ม Cantilever และทำ Alignment เลเซอร์ใหม่ ในการวัดครั้งถัดไป
  - 5.1.1.3.11 มีระบบนำเข็มเข้าสัมผัสผิวของตัวอย่าง โดยระบบอัตโนมัติ (Auto Approach)
- 5.1.1.4 ชุด Optical Microscope มีรายละเอียดดังนี้
  - 5.1.1.4.1 ใช้หลักการ Direct On-Axis optic ในการดูตัวอย่างและ Cantilever โดยตรงจากด้านบนได้ หรือดีกว่า
  - 5.1.1.4.2 มีค่าความละเอียดทางแสง (optical resolution) สูงสุดไม่เกิน 1 ไมโครเมตร
  - 5.1.1.4.3 มีช่วงในการมองภาพ (Field of view) ขนาดไม่น้อยกว่า 480 x 360 ไมโครเมตร
  - 5.1.1.4.4 มีระบบ Auto Focus เพื่อให้ได้ภาพที่คมชัดจากกล้อง CCD ได้ หรือดีกว่า

- 5.1.1.5 มีชุดสัญญาณดิจิทัล CCD Camera แสดงภาพออกบนจอ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว
- 5.1.1.6 แท่นปรับโฟกัสภาพของหัว Optical มีรายละเอียดดังนี้
  - 5.1.1.6.1 สามารถเคลื่อนที่ได้ไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ด้วยระบบ motor สามารถควบคุมการทำงานผ่าน Software ได้หรือดีกว่า
  - 5.1.1.6.2 มีค่าความละเอียด (Resolution) ไม่นเกิน 0.06 ไมโครเมตร
- 5.1.1.7 แท่นสแกนในแนวตั้ง (Z Stage) มีรายละเอียดดังนี้
  - 5.1.1.7.1 สามารถเคลื่อนที่ได้ไม่น้อยกว่า 22 มิลลิเมตร
  - 5.1.1.7.2 มีค่าความละเอียด (Resolution) ไม่นเกิน 0.08 ไมโครเมตร
  - 5.1.1.7.3 Z Scanner ติดตั้งแยกจาก XY Scanner สามารถควบคุมการเคลื่อนที่แนวตั้งได้อย่างอิสระและแม่นยำสูงได้หรือดีกว่า
- 5.1.1.8 แท่นสแกนในแนวราบ (XY Stage) มีรายละเอียดดังนี้
  - 5.1.1.8.1 สามารถเคลื่อนที่ได้ไม่น้อยกว่า 20 x 20 มิลลิเมตร
  - 5.1.1.8.2 สามารถวัดตัวอย่างที่มีขนาดสูงสุดไม่น้อยกว่า 50x50 มิลลิเมตร หนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
  - 5.1.1.8.3 สามารถเพิ่มแรงดันไฟฟ้า (Bias Voltage) ให้กับตัวอย่างในช่วง -10 ถึง +10 โวลต์ โดยสามารถควบคุมการทำงานผ่าน Software ได้หรือดีกว่า
  - 5.1.1.8.4 XY Scanner ติดตั้งแยกจาก Z Scanner สามารถควบคุมการเคลื่อนที่แนวราบได้อย่างอิสระ ช่วยป้องกันไม่ให้เกิด Bow effect ได้หรือดีกว่า
- 5.1.1.9 ชุดควบคุมการทำงาน (Electronics Controller) มีรายละเอียดดังนี้
  - 5.1.1.9.1 มีระบบ ADC ไม่น้อยกว่า 18 channels และมีระบบ DAC ไม่น้อยกว่า 12 channels
  - 5.1.1.9.2 สามารถสแกนภาพได้ขนาดสูงสุดไม่น้อยกว่า 4096 x 4096 pixel
- 5.1.1.10 กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอมมีโหมดพื้นฐาน (Standard Modes) สำหรับวัดตัวอย่างไม่น้อยกว่า 14 โหมดการทำงาน มีรายละเอียดดังนี้
  - 5.1.1.10.1 True Non-Contact Mode
  - 5.1.1.10.2 Dynamic Force Mode (DFM)
  - 5.1.1.10.3 Contact Mode
  - 5.1.1.10.4 Lateral Force Microscopy (LFM) mode
  - 5.1.1.10.5 Force Distance (F-D) Spectroscopy/ Force volume imaging
  - 5.1.1.10.6 Phase imaging
  - 5.1.1.10.7 Pinpoint-Mechanical Mode
  - 5.1.1.10.8 Pinpoint-Electrical Mode
  - 5.1.1.10.9 Magnetic Force Microscopy (MFM)
  - 5.1.1.10.10 Force Modulation Microscopy (FMM)
  - 5.1.1.10.11 Electrostatic Force Microscopy (EFM)
  - 5.1.1.10.12 Piezo Electric Force Microscopy (PFM)
  - 5.1.1.10.13 Adhesion, Stiffness และ Modulus
  - 5.1.1.10.14 Nanolithography & Nanomanipulation

- 5.1.1.11 มี chamber สำหรับใส่ตัวอย่างที่สามารถควบคุมความชื้นของตัวอย่างได้แบบ อัตโนมัติ โดยมีความสามารถในการควบคุมความชื้นไม่เกิน 5 %Rh
- 5.1.1.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อสะดวกในการให้บริการหลังการขาย

**5.1.2 โปรแกรมการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพบนพื้นผิว จำนวน 1 โปรแกรม มีรายละเอียดดังนี้**

- 5.1.2.1 เป็นโปรแกรมชนิด Smart Scan สำหรับประมวลผล วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูล ซึ่งใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องมีการสั่งงานได้ทั้งแบบปกติและแบบอัตโนมัติ
- 5.1.2.2 โปรแกรมสามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือดีกว่า
- 5.1.2.3 สามารถแสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ได้ ดังนี้ Topography, Phase, Lateral Force microscopy, F/D Spectroscopy และ Force Volume imaging ได้เป็นอย่างดี
- 5.1.2.4 สามารถวิเคราะห์ค่า Pinpoint Mechanical Property ของพื้นผิวได้ เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกลได้แบบ Quantitative data เช่น ค่า Adhesion, Stiffness และ Modulus ได้เป็นอย่างดี
- 5.1.2.5 สามารถวิเคราะห์ค่า Pinpoint Conductive AFM ของพื้นผิวได้ เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของภาพ current image แบบ real time พร้อมกับการวัด Topography ได้หรือดีกว่า
- 5.1.2.6 มีฟังก์ชันสำหรับการวัดภาพขั้นสูง Advance software ที่สามารถปรับค่าต่าง ๆ ได้เอง สามารถเลือกความละเอียดคมชัด และความเร็วในการสแกนได้โดยไม่ต้องปรับค่า I Gain หรือ P Gain ได้หรือดีกว่า
- 5.1.2.7 สามารถรองรับการเพิ่ม ฟังก์ชัน Photo Current Mapping , Scanning Thermal Microscopy, Scanning Ion Conductance Microscopy และ Scanning Spread Resistance Microscopy ได้

**5.1.3 อุปกรณ์ประกอบกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอมสำหรับวิเคราะห์พื้นผิววัสดุระดับนาโนเมตร จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้**

- 5.1.3.1 อุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนแบบแอคทีฟ (Active Vibration Isolation Table) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.1.3.1.1 เป็นอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนโดยสามารถวางเครื่องมือวัดไว้ด้านบนได้
- 5.1.3.1.2 ตัวเครื่องรองรับไฟฟ้า 200-240 โวลต์และทำงานได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
- 5.1.3.2 ตู้ป้องกันเสียง (Acoustic Enclosure) และโต๊ะสำหรับวางเครื่อง AFM เพื่อความเสถียรในการลดการสั่นสะเทือน จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.1.3.2.1 เป็นตู้ทึบสำหรับป้องกันเสียง
- 5.1.3.2.2 ภายในตู้วัสดุป้องกันเสียงรบกวนและเสียงสะท้อน

- 5.1.3.3 เครื่องประมวลผลวิเคราะห์พื้นผิว จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.1.3.3.1 มีหน่วยประมวลผล Intel Core i7 หรือดีกว่า
  - 5.1.3.3.2 มีหน่วยความจำหลัก RAM ขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB
  - 5.1.3.3.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลขนาดไม่น้อยกว่า 1 TB
  - 5.1.3.3.4 มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว
- 5.1.3.4 โตะวางและเก้าอี้สำหรับเครื่องประมวลผลวิเคราะห์พื้นผิว จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.1.3.4.1 เป็นโตะสำหรับวางเครื่องคอมพิวเตอร์ โครงสร้างทำด้วยเหล็ก พื้นผิวด้านบนของโตะเคลือบด้วยเมลามีน
  - 5.1.3.4.2 เก้าอี้เป็นแบบมีพนักพิงหุ้มด้วยตาข่ายระบายอากาศและมีพนักพิงแขน
- 5.1.3.5 เข็มวัดพื้นผิวชนิดสัมผัสตัวอย่าง Contact Cantilever จำนวน 10 ชิ้น มีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.1.3.5.1 มีค่า Spring constant (K) ไม่น้อยกว่า 2.5 N/m
  - 5.1.3.5.2 มีค่า Cantilever frequency (f) ไม่น้อยกว่า 70 kHz
- 5.1.3.6 เข็มวัดพื้นผิวชนิดไม่สัมผัสตัวอย่าง Non-Contact Cantilever จำนวน 10 ชิ้น มีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.1.3.6.1 มีค่า Spring constant (K) ไม่น้อยกว่า 24 N/m
  - 5.1.3.6.2 มีค่า Cantilever frequency (f) ไม่น้อยกว่า 295 kHz
- 5.1.3.7 แผ่นวางตัวอย่าง Sample Disks จำนวน 20 ชิ้น
- 5.1.3.8 ชุดหนีบเข็มวัดตัวอย่าง Standard clip-type chip carrier จำนวน 2 ชิ้น
- 5.1.3.9 ที่วางสำหรับเปลี่ยนเข็มวัดตัวอย่าง Cantilever exchanger จำนวน 1 ชิ้น
- 5.1.3.10 ชุด IR detection kit จำนวน 1 ชิ้น
- 5.1.3.11 Fast Scan Probe Hand สำหรับจับ Cantilever จำนวน 1 ชุด
- 5.1.3.12 Probe Hand สำหรับจับ Cantilever จำนวน 1 ชุด
- 5.1.3.13 แทนจับสำหรับเปลี่ยน Cantilever จำนวน 1ชุด
- 5.1.4 เครื่องปฏิบัติการสำหรับวิเคราะห์พื้นผิววัสดุระดับนาโนเมตรแบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้**
- 5.1.4.1 รองรับระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือดีกว่า
  - 5.1.4.2 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 14 แกนหลัก (14 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.4 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย
  - 5.1.4.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพเป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำแบบ GDDR6X ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
  - 5.1.4.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB
  - 5.1.4.5 หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ ssd m.2 nvme ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB และหน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ ssd ชนิด sata หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
  - 5.1.4.6 มีจอภาพขนาดไม่น้อยกว่า 15.6 นิ้ว ที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1920 x 1200 Pixel (Full HD) Refresh Rate 60 Hz หรือดีกว่า
  - 5.1.4.7 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ DisplayPort หรือ Thunderbolt จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 5.1.4.8 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n, ac) และ Bluetooth
  - 5.1.4.9 มีอุปกรณ์เมาส์ แผ่นรองเมาส์ Adapter พร้อมกระเป๋า

## 5.2 ชุดระบบสารสนเทศสำหรับการวิเคราะห์ผิววัสดุ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

### 5.2.1 ชุดควบคุมไมค์ระบบไร้สาย จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 5.2.1.1 มีหน้าจอเป็นแบบ TFT LCD สำหรับควบคุมการทำงานและแสดงผลการทำงาน
- 5.2.1.2 มีช่องเชื่อมต่อกับ USB สำหรับฟังก์ชันเล่นและบันทึกเสียงโดยรองรับ USB ความจำสูงสุด 128GB
- 5.2.1.3 สามารถเล่นเพลงได้โดยเชื่อมต่อับเครื่องเล่นผ่านสัญญาณ Bluetooth
- 5.2.1.4 ชุดควบคุมไมค์แต่ละเครื่องสามารถเชื่อมต่อกับชุดประชุมได้สูงสุด 256 ชุด
- 5.2.1.5 สามารถใช้งานชุดควบคุมไมค์ได้สูงสุด 3 เครื่องในสถานที่เดียวกัน
- 5.2.1.6 ความถี่ที่ใช้งานเป็นความถี่ย่าน UHF โดยสามารถเปลี่ยนความถี่ได้ 20 ชุดความถี่
- 5.2.1.7 สามารถใช้งานชุดประชุมพร้อมกันได้สูงสุด 4 ชุด โดยปรับเลือกการทำงานได้ 4 โหมดการทำงาน ได้แก่
  - 5.2.1.7.1 LIMIT : ปรับเลือกให้ใช้งานชุดประชุมพร้อมกันได้ 1-4 ชุด
  - 5.2.1.7.2 LIMIT TIME : ปรับเลือกให้ใช้งานชุดประชุมพร้อมกันได้ 1-4 ชุด โดยระบบจะทำการจับเวลาและปิดชุดประชุมโดยอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนดไว้
  - 5.2.1.7.3 FIFO : ปรับเลือกให้ใช้งานชุดประชุมพร้อมกันได้ 1-4 ชุด โดยชุดผู้ร่วมประชุมที่เปิดไว้ก่อนหน้าจะปิดเองอัตโนมัติ
  - 5.2.1.7.4 CHAIRMAN : ปรับเลือกให้ใช้งานได้เฉพาะชุดประธานเท่านั้น

### 5.2.2 ไมค์ประธานไร้สาย จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 5.2.2.1 ไมโครโฟนแบบคอนเดนเซอร์พร้อมไฟวงแหวนสีแดงแสดงสถานะการทำงาน
- 5.2.2.2 ก้านไมโครโฟนสามารถโค้งงอได้
- 5.2.2.3 ก้านไมโครโฟนสามารถถอดออกได้เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บและเคลื่อนย้าย
- 5.2.2.4 มีหน้าจอแบบ TFT LCD สำหรับแสดงสถานะการทำงาน
- 5.2.2.5 มีสวิตช์ไมโครโฟนสำหรับเปิด-ปิดการทำงานของไมโครโฟน
- 5.2.2.6 มีสวิตช์ตัดการสนทนาสำหรับกีดตัดการทำงานของชุดผู้ร่วมประชุม

### 5.2.3 ไมค์ผู้ร่วมประชุมแบบไร้สาย จำนวน 30 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 5.2.3.1 ไมโครโฟนแบบคอนเดนเซอร์พร้อมไฟวงแหวนสีแดงแสดงสถานะการทำงาน
- 5.2.3.2 ก้านไมโครโฟนสามารถโค้งงอได้
- 5.2.3.3 ก้านไมโครโฟนสามารถถอดออกได้เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บและเคลื่อนย้าย
- 5.2.3.4 มีหน้าจอแบบ TFT LCD สำหรับแสดงสถานะการทำงาน

### 5.2.4 เครื่องขยายเสียง จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 5.2.4.1 มีกำลังขับ (Stereo  $8\Omega$  /ch.) ไม่น้อยกว่า 100 วัตต์
- 5.2.4.2 มีกำลังขับ (Stereo  $4\Omega$  /ch.) ไม่น้อยกว่า 150 วัตต์
- 5.2.4.3 มีกำลังขับ (Bridge Mono  $8\Omega$ ) ไม่น้อยกว่า 300 วัตต์
- 5.2.4.4 มีการตอบสนองความถี่ระหว่าง 20Hz - 20KHz, หรือดีกว่า
- 5.2.4.5 การรับสัญญาณภาคอินพุตไม่น้อยกว่า 0.7V

### 5.2.5 ตู้ลำโพง 2 ทาง พร้อมขาแขวน จำนวน 2 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 5.2.5.1 ตู้ลำโพงแขวนผนัง 8 นิ้ว พร้อมขาแขวน
- 5.2.5.2 ตัวลำโพงสามารถปรับก้มเงยได้
- 5.2.5.3 รองรับกำลังขับไม่น้อยกว่า 85W RMS
- 5.2.5.4 ค่าความต้านทานไม่น้อยกว่า 8 โอห์ม

5.2.5.5 ย่านความถี่ 45Hz ~ 20KHz

5.2.5.6 ขนาดดอกเสียงต่ำไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว

5.2.5.7 ขนาดดอกเสียงแหลมไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว

5.2.5.8 การตอบสนองความถี่ระหว่าง 45 Hz – 20 kHz หรือดีกว่า

#### 5.2.6 โตะประชุมหลัก จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

5.2.6.1. มีขนาดไม่น้อยกว่า 6000x1200x750 มิลลิเมตร

5.2.6.2 ท็อปโตะ หนาไม่น้อยกว่า 20 mm. พื้นผิวด้านบนเคลือบผิวด้วยเมลามีนปิดขอบด้วย PVC Edge หรือดีกว่า

5.2.6.3 ขาและคานทำด้วยเหล็กพ่นสี Epoxy Powder Coating หรือดีกว่า

#### 5.2.7 โตะประชุมรอง จำนวน 2 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

5.2.7.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า 6000x600x750 มิลลิเมตร

5.2.7.2 ท็อปโตะ หนาไม่น้อยกว่า 20 มม. พื้นผิวด้านบนเคลือบผิวด้วยเมลามีนปิดขอบด้วย PVC Edge หรือดีกว่า

5.2.7.3 ขาและคานทำด้วยเหล็กพ่นสี Epoxy Powder Coating หรือดีกว่า

#### 5.2.8 เก้าอี้ประธาน จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

5.2.8.1 เก้าอี้เป็นแบบพนักพิง เบาะนั่งหุ้มด้วยหนังหรือดีกว่า

5.2.8.2 มีที่พนักพิงทำจากเหล็กชุบโครเมียมหุ้มด้วยหนังหรือดีกว่า

5.2.8.3 สามารถปรับระดับความสูง – ต่ำ ของเบาะนั่งได้ หรือดีกว่า

5.2.8.4 เก้าอี้มีขาเป็นเหล็กชุบโครเมียมหรือวัสดุที่ดีกว่าและมีล้อสำหรับเลื่อน

#### 5.2.9 เก้าอี้ผู้ร่วมประชุม จำนวน 30 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

5.2.9.1 เก้าอี้เป็นแบบมีพนักพิง เบาะนั่งหุ้มทับด้วยหนังหรือดีกว่า

5.2.9.2 มีที่พนักพิงทำจาก PP โพลีโพลีลีนหรือดีกว่า

5.2.9.3 เก้าอี้มีขา 5 แฉกและล้อสำหรับเลื่อน

#### 5.2.10 จออัจฉริยะแสดงผลการวิเคราะห์พร้อมโปรแกรมควบคุม จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

5.2.10.1 เป็นจอ LED ระบบ Touch screen แบบ Built in sensor ระบบ IR technology หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 55 นิ้ว

5.2.10.2 ความละเอียดของจอแสดงผล ไม่ต่ำกว่า 4K (3840x2160pixel)

5.2.10.3 รองรับการใช้งานต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมงต่อวัน

5.2.10.4 อายุการใช้งานของหลอด Backlight ไม่น้อยกว่า 30,000 ชั่วโมง ระยะเวลาการตอบสนอง (Response time G to G) 8M

5.2.10.5 กระจกหน้าจอแข็งระดับ 7H หน้าจอกระจกมีความหนาไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิเมตรและกันรอยนิ้วมือ

5.2.10.6 รองรับการทำงานแบบ Multi touch แบบ 20 จุดพร้อมกัน

5.2.10.7 ความสว่างไม่ต่ำกว่า 400 cd/m<sup>2</sup>

5.2.10.8 มีระบบปรับความสว่างอัตโนมัติ (Auto backlight)

5.2.10.9 ระบบปฏิบัติการ Android มีชุดประมวลผลไม่ต่ำกว่า QUADCORE, 3GBRAM, 16GBROM



- 5.2.10.10 มีช่องสัญญาณเข้า (INPUT) ในการเชื่อมต่อ ดังนี้
- 5.2.10.10.1 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ USB ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
  - 5.2.10.10.2 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
  - 5.2.10.10.3 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ DP ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 5.2.10.10.4 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ VGA ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 5.2.10.10.5 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ PC Audio ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 5.2.10.10.6 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ RS232 (Serial Port) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 5.2.10.10.7 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ RJ45 (Network Port) ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
  - 5.2.10.10.8 รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi
- 5.2.10.11 มีช่องต่อสัญญาณออก (OUTPUT) ดังนี้
- 5.2.10.11.1 มีพอร์ต การเชื่อมต่อHDMI OUT ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 5.2.10.11.2 สามารถเลือกความละเอียดของ HDMI Out เป็น 1920x1080 หรือ 3840x2160 pixel
  - 5.2.10.11.3 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ Audio Out ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 5.2.10.11.4 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ SPDIF (Optical) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 5.2.10.11.5 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ TOUCH USB ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 5.2.10.12 ลำโพงในตัวเครื่องจำนวน 2 ตัว ไม่ต่ำกว่า 15 W + 15 W
- 5.2.10.13 รองรับการเสไฟฟ้า 100 – 240V AC, 50/60HZ
- 5.2.10.14 โปรแกรมการควบคุมการทำงานของกระดาน มีรายละเอียดดังนี้
- 5.2.10.14.1 มีฟังก์ชันในการเขียน ลบ บันทึกลง และ แชรซ์ ได้
  - 5.2.10.14.2 รองรับการเขียนพร้อมกันได้ไม่น้อยกว่า 15 จุด
  - 5.2.10.14.3 รองรับการเขียนพร้อมกันได้ ไม่น้อยกว่า 2 สี ในเวลาเดียวกัน
  - 5.2.10.14.4 ปากกาสามารถทำได้ทั้งเขียนและลบได้ในด้ามเดียว
  - 5.2.10.14.5 รองรับการสัมผัสได้เล็กสุดไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร
  - 5.2.10.14.6 สามารถบันทึกไฟล์ได้ทั้งแบบ PDF และ ไฟล์รูปภาพในโปรแกรมการเขียน
  - 5.2.10.14.7 สามารถบันทึก ลายมือเขียนเพื่อแก้ไขได้
  - 5.2.10.14.8 สามารถบันทึกและส่งไฟล์ในโปรแกรมการเขียนไปยังอุปกรณ์อื่น โดยผ่าน QR Code
  - 5.2.10.14.9 สามารถเปลี่ยนสีหน้าจอกระดานในโปรแกรมการเขียนได้ไม่น้อยกว่า 7 สี และแสดงผลทันทีในหน้าปัจจุบัน
  - 5.2.10.14.10 สามารถเพิ่มรูปภาพพื้นหลังสำหรับการเขียนได้
  - 5.2.10.14.11 สามารถแทรกรูปภาพบนโปรแกรมการเขียนได้
  - 5.2.10.14.12 มีฟังก์ชันการ “ยกเลิก” และ “ทำซ้ำ” การเขียนด้วยลายมือบนหน้าจอ
  - 5.2.10.14.13 สามารถเพิ่มหน้ากระดานในการเขียนได้ไม่น้อยกว่า 20 หน้า
  - 5.2.10.14.14 มีฟังก์ชันแบ่งหน้ากระดานได้ไม่น้อยกว่า 3 ส่วนและสามารถเขียนและลบได้อย่างอิสระพร้อมกัน
  - 5.2.10.14.15 สามารถสะท้อนหน้าจอคอมพิวเตอร์ทั้ง แบบตั้งโต๊ะ และ Notebook รองรับทั้งระบบ Window และ MacOS แบบไร้สายโดยผ่าน อุปกรณ์เสริม รวมทั้งสามารถควบคุมและเขียนจากหน้าจอได้

5.2.10.14.16 สามารถสะท้อนภาพหน้าจอได้พร้อมกันสูงสุด 4 หน้าจอแบบไร้สาย

5.2.10.14.17 สามารถส่งไฟล์ภาพ ไฟล์วีดีโอ และ ไฟล์เสียง จากอุปกรณ์ระบบ Android ไปที่จอแบบไร้สายได้

5.2.10.14.18 สามารถดึงหน้าจอและควบคุมหน้าจอได้บนสมาร์ตโฟนระบบ Android

5.2.10.14.19 สามารถใช้มือถือระบบแอนดรอยด์แทนรีโมทคอนโทรลในการควบคุมและสั่งงานจอได้

5.2.10.14.20 สามารถลงโปรแกรมแอนดรอยด์เพิ่มได้เองจากตัวเครื่องโดยตรง

5.2.10.14.21 มีฟังก์ชันเน้นความสำคัญ (SPORTLIGHT) ที่สามารถ ย่อ / ขยายขนาดได้อิสระ

5.2.10.14.22 สามารถถ่ายรูปหน้าจอแสดงผลได้ (SCREEN CAPTURE)

5.2.10.14.23 มีแถบ Short cut เมฆบนหน้าจอ

- SOURCE / INPUT

- SETTING

- BACK

- HOME

- APPLICATION SHORT CUT

- MARK MODE

5.2.10.14.24 ระบบสามารถเลือกแหล่งที่มาของสัญญาณภาพได้อัตโนมัติ

5.2.10.15 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อสะดวกในการให้บริการหลังการขาย

#### 5.2.11 เครื่องฉายภาพ จำนวน 2 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

5.2.11.1 ค่าความส่องสว่างของแสงขาวและแสงสี ไม่น้อยกว่า 3,700 ลูเมน

5.2.11.2 เป็นเครื่องฉายชนิด 3LCD Projector มีขนาด LCD Panel ไม่น้อยกว่า 0.59 นิ้ว ความละเอียดภาพระดับ True WXGA (1280x800 จุด)

5.2.11.3 ใช้หลอดภาพชนิดUHE กำลังไฟไม่เกิน 210 วัตต์ อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 6,000 ชั่วโมงในโหมดปกติ และไม่น้อยกว่า 12,000 ชั่วโมง ในโหมดประหยัดพลังงาน

5.2.11.4 มีอัตราส่วน Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 16,000:1

5.2.11.5 มีช่องต่อสัญญาณอย่างน้อยดังนี้

5.2.11.5.1 Computer port (D-Sub 15 pin) ขาเข้าไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.11.5.2 Composite (RCA) ขาเข้าไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.11.5.3 HDMI ขาเข้าไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.11.5.4 Audio ขาเข้า แบบ RCA (สีขา 1 ช่อง และสีแดง 1 ช่อง) ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.2.11.5.5 USB Port Type A และ Type B อย่างละไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.11.6 สามารถปรับแก้ไขสี่เหลี่ยมคางหมูโดยปรับมุมได้ทั้ง 4 มุม (Quick Corner) เพื่อรองรับการวางเครื่องฉายแบบเอียงได้

5.2.11.7 สามารถปรับแก้ไขสี่เหลี่ยมคางหมูในแนวตั้งและแนวนอน (Keystone Correction) ได้ไม่น้อยกว่า +/- 30 องศา และ แบบ Auto ได้ในแนวตั้งเป็นอย่างน้อย

- 5.2.11.8 มีฟังก์ชันหน้าจอหลัก (Home Screen) เพื่อตั้งค่าเมนูที่ใช้อย่างน้อย, แสดงสถานะของสัญญาณที่เชื่อมต่อ, แสดงสถานะการตั้งค่าเครือข่าย
- 5.2.11.9 สามารถเปิดเครื่องได้ทันที เมื่อมีการเชื่อมต่อช่องสัญญาณภาพขาเข้า (Auto Power On) และเมื่อมีการเสียบปลั๊กไฟเข้าตัวเครื่องโปรเจคเตอร์ (Direct Power On) เป็นอย่างน้อย
- 5.2.11.10 มีฟังก์ชันการตรวจจับสัญญาณขาเข้า (input signal) อัตโนมัติ (Auto Source Search)
- 5.2.11.11 มีปุ่มเลื่อนสไลด์เพื่อปรับสีเหลืองคางหมูในแนวนอน
- 5.2.11.12 สามารถนำเสนอฟล์รูปภาพผ่าน USB Thumb Drive โดยไม่ต้องผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์
- 5.2.11.13 สามารถรับข้อมูลภาพจากเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยระบบ Wireless (อุปกรณ์เสริม)
- 5.2.11.14 มีระบบ Instant Off เพื่อรองรับการปิดเครื่องได้โดยไม่ต้องรอ Cool-Down
- 5.2.11.15 มีฝาปิดครอบเลนส์ เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน ซึ่งเป็นส่วนประกอบเดียวกับตัวเครื่อง
- 5.2.11.16 สามารถฉายภาพ 2 ภาพบนจอเดียวกันจาก 2 แหล่งสัญญาณภาพ (Split Screen)
- 5.2.11.17 มีระบบป้องกันการใช้งานและการโจรกรรมไม่น้อยกว่า 4 ระบบ
  - 5.2.11.17.1 ระบบตั้งค้ำรหัสในการใช้เครื่อง (Password)
  - 5.2.11.17.2 ระบบการตั้งรูปภาพ Logo ของหน่วยงาน เพื่อระบุถึงส่วนงานที่เป็นเจ้าของเครื่อง
  - 5.2.11.17.3 ระบบการล็อคปุ่มบนตัวเครื่องเพื่อป้องกันการปรับเปลี่ยนค่ากำหนด (Panel Lock)
  - 5.2.11.17.4 มีช่องสำหรับสาย Kensington ใช้ต่อสายเคเบิลนิรภัยเพื่อป้องกันการโจรกรรม
- 5.2.12 งานติดตั้งกระจกอลูมิเนียม พื้นที่ไม่น้อยกว่า 72 ตร.ม. (ขนาดไม่น้อยกว่า 8x9 เมตร)
  - จำนวน 1 งาน มีรายละเอียดดังนี้
    - 5.2.12.1 กระจกอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร
    - 5.2.12.2 กระจกสีใสหนาไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร
    - 5.2.12.3 มีประตูกระจกสีใสกระจกอลูมิเนียมสำหรับเข้าออกอย่างน้อย 1 ช่องทาง
- 5.3 ตู้ดูดไอสารเคมี จำนวน 1 ตู้ มีรายละเอียดทางเทคนิค
  - 5.3.1 ตัวตู้ดูดไอสารเคมีมีขนาดรวมไม่น้อยกว่า 1200x950x2300 มม.
  - 5.3.2 โครงสร้างตู้ดูดไอสารเคมีตอนบน ขนาดไม่น้อยกว่า 1200x950x1500 มม. (กว้างxลึกxสูง)
    - มีรายละเอียดดังนี้
      - 5.3.2.1 โครงสร้างตู้ภายนอกทำจากแผ่นเหล็กกรีดเย็น หนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร เคลือบกัลป์วาไนซ์ด้วยระบบไฟฟ้า ป้องกันสนิม พับขึ้นรูป พ่นทับด้วยสีผง COAT 100% EPOXY ผิวเรียบไม่เก็บฝุ่น ทนรอยขีดข่วน และทนต่อการกัดกร่อนของไอสารเคมีได้เป็นอย่างดี
      - 5.3.2.2 โครงสร้างผนังภายในส่วนใช้งาน ขนาดไม่น้อยกว่า 1020 x 620 x 1200 มม. (กxลxส) วัสดุแผ่นโพลีโพรพิลีน (POLYPROPYLENE) หนาไม่น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร ผิวเรียบ ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีได้เป็นอย่างดี มีแผ่นควบคุมการไหลของอากาศ (BUFFER) สามารถถอดทำความสะอาดได้

- 5.3.2.3 พื้นที่ใช้งาน สามารถรับน้ำหนักได้ 150 กิโลกรัม มีกรวยสำหรับน้ำทิ้ง พร้อมสะดืออ่าง ดักกลิ่นดักตะกอน เป็นวัสดุโพลีโพรพิลีน วัสดุพื้นตู้ทำจากวัสดุเซรามิกสีดำ หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร พื้นผิวเรียบทนความร้อนได้ 1,000 องศาเซลเซียส ทนต่อการกัดกร่อนของกรด-ด่างได้ดี พร้อมเสริมขอบมารินเอด
- 5.3.2.3 บานประตูเปิด-ปิด วัสดุทำด้วยกระจกนิรภัยใสลามิเนต หนาไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับ มอก. กรอบเฟรมทำด้วยอลูมิเนียมเคลือบด้วยสีอีพ็อกซี การเลื่อนขึ้นลงแนวตั้งเป็นระบบ T-Slide สามารถหยุดหน้าบานได้ทุกระยะ ด้วยชุดถ่วงสมดุลเดี่ยว อยู่หน้าตู้สามารถถอดเข้า-ออกได้ ด้วยระบบ SLIDE LOCK ซ่อมบำรุงได้จากด้านหน้า และมีระบบป้องกันอันตรายจากกรณีสายถ่วงสมดุลขาด 1 ด้าน
- 5.3.2.4 ชุดโคมไฟแสงสว่าง มีหลอดไฟชนิด LED 2 หลอด ให้ค่าความเข้มแสงพื้นที่ใช้งาน ไม่น้อยกว่า 500 LUX พร้อมแผ่นกระจกใสลามิเนต หนาไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร ป้องกันการกัดกร่อนของสารเคมี
- 5.3.2.5 มีช่อง BY PASS ด้านบน และมีแผ่น AIR FOIL ครอบด้วยแผ่นโพลีโพรพิลีน หนาไม่น้อยกว่า 3 มม. ป้องกันการกัดกร่อนของสารเคมี
- 5.3.2.6 มีก๊อกน้ำภายในตู้ 1 ชุด ทำด้วยวัสดุทองเหลืองเคลือบด้วย Epoxy ปลายก๊อกสามารถ สวมท่ออย่างได้ พร้อมทั้งชุดควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ (Front Control Valve) 1 ชุด ทำด้วยวัสดุทองเหลืองเคลือบด้วย Epoxy มือหมุนทำด้วยวัสดุโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) ทนการกัดกร่อนของ กรด-ด่างได้ดี ทนแรงดันได้ 10 บาร์ ได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001
- 5.3.2.7 เต้ารับไฟฟ้า (15A 250V.AC) เต้ารับคู่ 3 สาย มีสวิทช์ เปิด-ปิดในตัว จำนวน 2 ชุด 4 เต้ารับ เพื่อสะดวกต่อการใช้อุปกรณ์เครื่องมือไฟฟ้า ในการปฏิบัติงานภายในตู้
- 5.3.2.8 มีกล่องจัดเก็บงานระบบไฟฟ้า (Electric Service Box System) เปิด-ปิดด้วยระบบ แม่เหล็ก บานพับโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) เพื่อจัดเก็บอุปกรณ์ควบคุมและ ส่งการระบบไฟฟ้า
- 5.3.3 ระบบไฟฟ้า มีชุดเซอร์กิตเบรกเกอร์ ภาค POWER 20A. จำนวน 1 ชุด ป้องกันไฟฟ้าดูด พร้อม MAGNATIC CONTRACTOR-OVERLOAD RELAY ป้องกันความเสียหายมอเตอร์
- 5.3.4 โครงสร้างตู้ตอนล่างภายนอก ขนาดไม่น้อยกว่า 1200 x 850 x 850 มม. มม. (กว้างxลึกxสูง) มีรายละเอียดดังนี้
- 5.3.4.1 โครงสร้างตู้วัสดุเหล็กแผ่นรีดเย็น หนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร เคลือบกัลวาไนซ์ ด้วยระบบไฟฟ้าป้องกันสนิม พับขึ้นรูป ฟันทับด้วยสีผง POWDER COAT 100% EPOXY ผิวเรียบไม่เก็บฝุ่น ทนรอยขีดข่วน และทนต่อการกัดกร่อนของไอสารเคมี ได้เป็นอย่างดี

5.3.4.2 หน้าบานวัสดุเดียวกับตัวตู้ ประกอบด้วยบานพับเปิด-ปิด 270 ° แบบสวิง 2 ชุดต่อ  
 1 หน้าบาน มีมือจับแบบ Grip Section Post Form Handle Emulation System  
 ทำจากวัสดุ PVC ขนาดหน้าตัดไม่น้อยกว่า 20x50 มม. ฝังอยู่ด้านบนสุดของหน้าบานตู้  
 มีช่องใส่ป้ายชื่อ ขนาดไม่น้อยกว่า 20x50x95 มิลลิเมตร ทั้งด้านซ้ายและขวาของมือจับ  
 ทำจากพลาสติก ABS พร้อม Label Cover Mark ขนาดไม่น้อยกว่า 30x75x3 มม.  
 ทำจากพลาสติกอะคริลิกใสชนิดขึ้นรูป แผ่นป้ายสามารถเปลี่ยนตำแหน่งได้ทั้งซ้าย-ขวา  
 และหน้าบานมีตะแกรงปิดช่องระบายอากาศ (Ventilation Grill) ทำจากวัสดุพลาสติก  
 ขนาดไม่น้อยกว่า 125x250 มิลลิเมตร พร้อมมีแผ่นกรองฝุ่น (Filter)

#### 5.3.5 ระบบควบคุมการทำงาน มีรายละเอียดดังนี้

5.3.5.1 มีปุ่มสวิทช์กึ่งสัมผัส เปิด-ปิด Power, Fan Motor, Lighting, มีไฟ LED บอกรสถานะ  
 และรูปสัญลักษณ์การทำงานต่าง ๆ ปลอดภัย-สีเขียว, ไม่ปลอดภัย-สีแดงกระพริบ  
 พร้อมเสียงเตือน, มีปุ่มระงับหรือหยุดเสียงเตือนได้

5.3.5.2 มีจอแสดงผลค่าความเร็วลมหน้าตู้แบบ LCD และอ่านค่าเป็นหน่วย FPM และ MPS  
 ได้ และจอ LCD สามารถตั้งค่าต่าง ๆ ของระบบควบคุมในขณะที่ปฏิบัติงานได้

5.3.5.3 มีระบบเตือนระยะความสูงของหน้าบานตู้ (Sash)

5.3.5.4 มีระบบตั้งเวลาเตือนในการปฏิบัติงาน

5.3.5.5 มีระบบตั้งเวลา เปิด-ปิดการทำงานของระบบได้

5.3.5.6 มีระบบตั้งเวลาหน่วงการทำงานหลังปิดระบบแล้ว

5.3.5.7 มีระบบ Control รองรับการเพิ่มระบบบำบัดสารเคมีด้วย Wet Scrubber

5.3.5.8 มีระบบ Control รองรับการเพิ่มระบบบำบัดสารเคมีด้วย Filter Scrubber

#### 5.3.6 ระบบระบายอากาศ มีรายละเอียดดังนี้

5.3.6.1 ตัวท่อและข้อต่อทำด้วยวัสดุ PVC ปลายท่อต้องมีอุปกรณ์กันนก และน้ำฝน  
 อยู่ภายนอกอาคาร

5.3.6.2 มอเตอร์แบบ Out Door Type ตามมาตรฐาน IP55 พร้อมฝาครอบมอเตอร์  
 แบบระบายอากาศได้ และมี SAFETY SWITCH

5.3.6.3 พัดลมทำด้วยวัสดุโพลีโพรพิลีน (POLYPROPYLENE) เป็นระบบ LOW Pressure  
 Centrifugal Fan Direct Drive System ใบพัดแบบ Forward Curved Dynamic  
 Balance ที่ความเร็วรอบ 1450 RPM

5.3.6.4 ความเร็วลมหน้าตู้ที่ความสูงหน้าบาน (SASH) 300 มิลลิเมตร จะต้องไม่น้อยกว่า  
 80 FPM ไม่เกิน 150 FPM

5.3.6.5 มีอุปกรณ์ปรับลดหรือเพิ่มความเร็วลมหน้าตู้ได้ (Damper)

#### 5.3.7 ชุดบำบัดไอสารเคมีด้วยระบบแผ่นกรอง (Filter Scrubber) แบบ Fully Knock-Down System สำหรับดักไอสารเคมี มีรายละเอียดดังนี้

5.3.7.1 ชุดบำบัดไอสารเคมีด้วยระบบแผ่นกรอง (Filter Scrubber) มีขนาดไม่น้อยกว่า  
 1200x600x700 มม.

5.3.7.2 โครงสร้างภายนอก ทำด้วย Fiberglass (FRP) ชนิด ISO-TYPE ซึ่งทนสารเคมีและ  
 ทนต่อการกัดกร่อนของ กรดต่างได้เป็นอย่างดี และสามารถทนความร้อนได้ 100 °C

5.3.7.3 โครงสร้างภายใน ทำด้วย Fiberglass (FPR) ชนิด ISO-TYPE ซึ่งทนสารเคมีและทนต่อการกัดกร่อนของ กรดต่างได้เป็นอย่างดีและสามารถทนความร้อนได้ 100 °C ประกอบด้วยช่องใส่ Filter โดยประกอบด้วย

- Pre-Filter with Aluminum Frame (Arrestance 94%) ขนาด 24”x 24” x 2” มีประสิทธิภาพ ในการดัก ฝุ่นละอองได้เป็นอย่างดีและไอกรดสารเคมีได้บางส่วน
- Pure Activated Carbon Filter ขนาด 24” x 24” x 12” ประกอบด้วยตะแกรงรังผึ้ง (Honey Comb Panel) จำนวน 8 แผ่น ซึ่งกั้นแบ่งช่องออกเป็น 4 ช่อง ภายในตะแกรงรังผึ้งบรรจุด้วยผ้าฝ้ายห่อเม็ดถ่านกัมมันต์ (ธาตุคาร์บอนบริสุทธิ์) ซึ่งทำจากกะลามะพร้าวมีคุณสมบัติในการดูดซับสารประกอบและกลิ่น มาก ประเภท ในปริมาณสูง มีประสิทธิภาพในการดักไอสารเคมีและดูดซับกลิ่นได้เป็นอย่างดี พื้นผิวถูกออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อสามารถบรรจุคาร์บอนได้เพิ่มมากขึ้นและลดแรงต้านของกระแสลม โครงสร้างขอบบน-ล่างทำจากพลาสติก ABS ที่มีความแข็งแรงทนทานสูง ส่วนขอบแนวตั้งซ้าย-ขวาทำจากเหล็ก Galvanized เพื่อโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน โดยประกอบติดด้วย กาว (Hot Melt) ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อป้องกันอากาศผ่านเข้า-ออก

5.3.7.4 มีหน้าแปลนไว้สำหรับถอดเปลี่ยน Pre-Filter และ Pure Activated Carbon Filter โดยยึดด้วยน็อตสแตนเลส เพื่อสะดวกในการบำรุงและดูแลรักษา

5.3.7.5 ชุดบำบัดกลิ่นไอสารเคมี (Filter Scrubber) ต้องติดตั้งร่วมกับตู้ดูดควันไอสารเคมี

5.3.8 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องทำการตรวจวัดค่า ของตู้ดูดไอสารเคมี ดังนี้

5.3.8.1 ตรวจวัดระบบไฟฟ้าควบคุมตู้

5.3.8.2 ตรวจวัดความเร็วลมหน้าตู้และในตู้ (ค่าเฉลี่ยที่ 80-120 FPM ที่หน้าบานสูง 300 มม.)

5.3.8.3 ทดสอบการไหลของอากาศภายในตู้ (ต้องไม่รั่วไหลออกภายนอกตู้)

5.3.8.4 ตรวจวัดความเข้มของแสงสว่างภายในพื้นที่ใช้งาน (ค่าเฉลี่ยที่ 500 LUX)

5.3.8.5 ตรวจวัดระดับเสียงหน้าตู้ (ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 73 dB(A))

## 6. รายละเอียดอื่น ๆ

- 6.1 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องเสนอรายละเอียดแคตตาล็อกของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตั้งให้คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ พิจารณา โดยยื่นเสนอมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อสะดวกในการให้บริการหลังขาย
- 6.2 ส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 180 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
- 6.3 คณะกรรมการทวงไว้ซึ่งสิทธิ์ในการเรียกดูอุปกรณ์หรือชุดฝึกซอฟต์แวร์โปรแกรมที่ระบุในรายละเอียดครุภัณฑ์บางรายการหรือทั้งหมดก็ได้เพื่อความถูกต้องประกอบการพิจารณา
- 6.4 รับประกันความชำรุดบกพร่องของครุภัณฑ์ ไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ มีมติตรวจรับครุภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว
- 6.5 ต้องมีการฝึกอบรมให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 6.6 ครุภัณฑ์ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 6.7 สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ พื้นที่ศาลายา
- 6.8 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานราชการ และได้แจกหนังสือเวียนแล้ว
- 6.9 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องทำการติดตั้งครุภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ
- 6.10 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องนำหมายเลขครุภัณฑ์ที่มหาวิทยาลัย กำหนดให้ ไปเขียนหรือติดด้วยสติ๊กเกอร์ที่มีความคงทนถาวร ไว้ที่ครุภัณฑ์ทุกตัวเพื่อความสะดวกในการตรวจรับครุภัณฑ์

\*\*\*\*\*