

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดติดตามประเมินผลกระทบสารปนเปื้อนโลหะหนักเพื่อขับเคลื่อนสังคมคาร์บอนต่ำและสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

3. รายละเอียดทั่วไป

ชุดติดตามประเมินผลกระทบสารปนเปื้อนโลหะหนักเพื่อขับเคลื่อนสังคมคาร์บอนต่ำและสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโลหะ พร้อมอุปกรณ์ (Inductive Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer, ICP-OES) จำนวน 1 เครื่อง
2. เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography) จำนวน 1 เครื่อง
3. เครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง UV-Vis Spectrophotometer จำนวน 1 เครื่อง
4. เครื่องย่อยสารระบบไมโครเวฟ (Microwave Digestion) จำนวน 1 เครื่อง
5. เครื่องวิเคราะห์สารอินทรีย์คาร์บอน (TOC) จำนวน 1 เครื่อง
6. เครื่องไตเตรทแบบอัตโนมัติ (Automatic Titrator) จำนวน 1 เครื่อง

4. รายละเอียดคุณลักษณะ

4.1 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโลหะ พร้อมอุปกรณ์ (Inductive Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer, ICP-OES) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ระบบการจุดและควบคุมพลาสมา (Plasma ignition and control)

4.1.1.1 แหล่งกำเนิดคลื่นความถี่วิทยุ (RF Generator) ความถี่ไม่ต่ำกว่า 27 MHz ชนิด Solid state เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และเป็นชนิด Free-Running ซึ่งสามารถควบคุมพลังงานของพลาสมาให้คงที่แม้มีการเปลี่ยนชนิดของตัวอย่างหรือดีกว่า

4.1.1.2 ใช้แก๊สอาร์กอนที่ความบริสุทธิ์ 99.99% หรือดีกว่า

4.1.1.3 สามารถปรับพลังงานของความถี่วิทยุ (RF power) ได้ในช่วง 750 ถึง 1500 วัตต์หรือกว้างกว่า โดยสามารถปรับละเอียดได้ 10 วัตต์หรือดีกว่า

4.1.1.4 ระบบจุดพลาสมาเป็นแบบอัตโนมัติ ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

4.1.1.5 มีระบบควบคุมความปลอดภัย (Safety Interlock) โดยจะรายงานผลบนจอภาพถ้ามีระบบใดระบบหนึ่งทำงานผิดปกติ หรือพลาสมาจะดับอัตโนมัติ

4.1.1.6 ระบบน้ำหล่อเย็น (Cooling System) เป็นระบบน้ำหมุนเวียน (Recirculated) พร้อมหน้าจอแสดงอุณหภูมิ เป็นตัวเลขไฟฟ้า เป็นอย่างน้อย

4.1.2 ระบบควบคุมการไหลของแก๊ส (Gas Flow Controls)

4.1.2.1 ระบบควบคุมการไหลของแก๊สอาร์กอน สามารถปรับอัตราการไหลได้จากคอมพิวเตอร์โดยควบคุมการทำงานแบบ Mass Flow Controller มีรายละเอียดของส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1.2.1.1 พลาสมาแก๊ส (Plasma gas) สามารถปรับอัตราการไหลของแก๊สอาร์กอนได้ในช่วง 8 ถึง 20 ลิตรต่อนาทีหรือกว้างกว่า โดยสามารถปรับละเอียดได้ 0.5 ลิตรต่อนาทีหรือดีกว่า

4.1.2.1.2 แก๊สช่วย (Auxiliary gas) สามารถปรับอัตราการไหลของแก๊สอาร์กอนได้ในช่วง 0 ถึง 2 ลิตรต่อนาทีหรือกว้างกว่า โดยสามารถปรับละเอียดได้ 0.10 ลิตรต่อนาทีหรือดีกว่า

4.1.2.1.3 แก๊สฉีดพ่น (Nebulizer gas) สามารถปรับอัตราการไหลของแก๊สอาร์กอนได้ในช่วง 0 ถึง 1.5 ลิตรต่อนาทีหรือกว้างกว่า โดยสามารถปรับละเอียดได้ 0.05 ลิตรต่อนาทีหรือดีกว่า

4.1.3 ระบบควบคุมมุมมองของพลาสมา (Plasma viewing)

สามารถเลือกโหมดในการวัดได้ทั้งหมด 4 รูปแบบ ดังนี้ แบบแนวตั้ง (Axial view) แบบแนวนอน (Radial view) แบบสองมุมมอง (Dual view) และแบบสองมุมมองได้พร้อมกัน (Synchronous Vertical Dual View, SVDV) เป็นอย่างน้อย

4.1.4 ระบบการนำเข้าสู่สารตัวอย่าง (Sample Introduction System)

4.1.4.1 คบพลาสมา (Torch) อยู่ในแนวตั้ง (Vertical) เพื่อยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้น วัสดุทำจาก Quartz ซึ่งทนต่อการกัดกร่อนและสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย สามารถรองรับการวัดตัวอย่างที่มีเปอร์เซ็นต์ Total dissolved solids (TDS) สูงได้เป็นอย่างดี

4.1.4.2 คบพลาสมา สามารถปรับตำแหน่งอัตโนมัติ (Automatic align) และเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายแก๊สได้โดยอัตโนมัติ เมื่อประกอบเข้ากับตัวเครื่อง เพื่อความสะดวก และช่วยประหยัดเวลาในการใช้งาน และสามารถถอดเปลี่ยนคบพลาสมาได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ

4.1.4.3 Spray Chamber เป็นแบบ Cyclonic Double Pass วัสดุทำจากแก้วหรือเทียบเท่า ซึ่งเหมาะสมกับงานที่ต้องการประสิทธิภาพสูง มี Ball และ Socket ทำให้เชื่อมต่อได้สะดวกขึ้น

4.1.4.4 Nebulizer เป็นแบบ Concentric วัสดุทำจากแก้วหรือดีกว่า

4.1.4.5 Peristaltic Pump เป็นแบบไม่น้อยกว่า 5 Channel สามารถปรับความเร็วได้จาก คอมพิวเตอร์ ตั้งแต่ 0-80 รอบต่อนาทีหรือกว้างกว่า

4.1.4.6 มีชุดเพิ่มอัตราเร็วในการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.1.4.5.1 เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งสำเร็จบนตัวเครื่อง ICP-OES

4.1.4.5.2 มีวาล์วสองทางชนิด 7 พอร์ท ที่ทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัด HF และสารละลาย อินทรีย์

4.1.4.5.3 มีปั๊มอัตราเร็วสูงที่สามารถดูดสารละลายได้ในอัตราเร็วไม่น้อยกว่า 35 ml/min

4.1.4.5.4 สามารถควบคุมและสั่งงานบนซอฟต์แวร์ของเครื่อง ICP-OES

4.1.4.5.5 มีระบบคั่นด้วยแก๊สหรืออากาศเพื่อลดการแพร่กระจาย และการเกิด Carry over ระหว่างตัวอย่าง

4.1.4.5.6 สามารถทำงานร่วมกับ Autosampler ที่เสนอได้เป็นอย่างดี และควบคุมได้ อัตโนมัติ

4.1.4.5.7 สามารถปรับเปลี่ยนขนาด sample loop ได้

4.1.5 Spectrometer

4.1.5.1 มีระบบการอ่านสัญญาณแบบ Simultaneous หรือเทียบเท่า

4.1.5.1 ระบบการแยกแสง (Optical System) เป็นแบบ Polychromator ชนิด Echelle Based หรือดีกว่า โดยมีจำนวนเกรตติงประมาณไม่ต่ำกว่า 113.3 ร่องต่อมิลลิเมตร ทำให้ ครอบคลุมช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 167-785 นาโนเมตรหรือกว้างกว่า

4.1.5.2 Resolution มีความละเอียด 0.007 นาโนเมตรหรือน้อยกว่า ที่ความยาวคลื่น 200 หรือ 202.032 นาโนเมตร

4.1.5.3 ส่วนประกอบของ Optical ไม่มีการเคลื่อนที่และมีการควบคุมอุณหภูมิที่ 35 °C เพื่อให้ ได้สัญญาณการวัดที่คงที่ และสามารถทำการไล่อากาศ (Purge) ได้โดยใช้แก๊สอาร์กอน หรือไนโตรเจน

4.1.5.4 ระบบตรวจวัดสัญญาณ (Detector) เป็น Charge-coupled device (CCD) หรือดีกว่า ซึ่งเป็นแบบปิดผนึก ไม่จำเป็นต้องไล่อากาศ ช่วยประหยัดเวลา และแก๊สอาร์กอน โดยแต่

- 4.1.5.5 ละ Pixel มีการป้องกันผลกระทบสัญญาณเกินขีดจำกัดจากข้างเคียง (Anti-blooming) เมื่อทำการวัดตัวอย่างที่มีความเข้มข้นสูงและความเข้มข้นต่ำพร้อมกัน
- 4.1.5.6 สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ตัวตรวจวัดสัญญาณ ได้ต่ำกว่า -40 องศาเซลเซียส เพื่อลด Dark current และสัญญาณรบกวน ใช้เวลาในการอ่านสัญญาณทุก Pixel ภายในเวลาไม่เกิน 1 วินาที
- 4.1.5.7 ระบบกำจัด Interference เป็นแบบ Cool Cone Interface (CCI) หรือดีกว่า สามารถกำจัดตัวรบกวนที่บริเวณปลายพลาสมาซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ (Plasma tail) และช่วยเพิ่มช่วงการทำงานที่เป็นเส้นตรง (Linear dynamic range) ให้กว้างขึ้น
- 4.1.6 เครื่องดูดสารตัวอย่างอัตโนมัติ (Autosampler) สำหรับ ICP-OES**
- 4.1.6.1 มีแขนกลสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างน้อยสามแกนคือ X, Z, และแกนหมุน (Theta) เพื่อให้ทำงานได้อย่างรวดเร็ว
- 4.1.6.2 มีถาดบรรจุ (Rack) ซึ่งสามารถใส่ขวดบรรจุสารตัวอย่างได้ไม่น้อยกว่า 4 ถาดพร้อมกันและบรรจุได้ไม่น้อยกว่า 60 ตัวอย่างต่อถาดบรรจุ
- 4.1.6.3 ตัวเครื่องมี Peristaltic pump เพื่อช่วยในการล้าง (Rinse)
- 4.1.6.4 มีฝาปิดถาดตัวอย่างเพื่อป้องกันการปนเปื้อน พร้อมทั้งระบบดูดไอเหຍสารเคมี ที่มาพร้อมกับตัวเครื่อง
- 4.1.7 ชุดผลิตไอของสารประกอบไฮไดรด์ (Vapor Generation Accessory)**
- เป็นอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ธาตุ Hg, As, Se ในระดับความเข้มข้น $\mu\text{g/L}$
- 4.1.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานตามระบบ ISO 9001 หรือเทียบเท่า**
- 4.1.9 ชุดควบคุมการทำงาน บันทึกข้อมูลและรายงานผล จำนวน 1 ชุด**
- 4.1.9.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน จำนวน 1 ชุด
- 4.1.9.1.1 มีซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของเครื่องมือสามารถทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือดีกว่า พร้อมลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- 4.1.9.1.2 สามารถควบคุมการจุดพลาสมา อัตราการไหลของแก๊สอาร์กอน RF power และตำแหน่งการมองพลาสมาได้
- 4.1.9.1.3 สามารถแสดงกราฟการวิเคราะห์ได้ในขณะที่ทำการเลือกธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ ในหน้าเดียวกันของซอฟต์แวร์

- 4.1.9.1.4 มีโปรแกรมที่สามารถขยายช่วงความเป็นเส้นตรง (Linear Dynamic Range) ในการวิเคราะห์ให้กว้างขึ้นได้ ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งความเข้มข้นสูง และความเข้มข้นต่ำได้ในครั้งเดียว โดยไม่ต้องปรับมุมมองพลาสมา
- 4.1.9.1.5 สามารถแสดงผลในลักษณะที่เป็น Real-time (Continuous graphic) ได้ เพื่อประโยชน์ในการปรับเปลี่ยนและปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์
- 4.1.9.1.6 มีวิธีการจัด Spectral interference สำหรับตัวอย่างที่เมทริกซ์ซับซ้อน เป็นแบบ Fast Automated Curve-fitting Technique (FACT) หรือดีกว่า สามารถกำจัดการรบกวนได้ในขณะที่ทำการวิเคราะห์ (Online)
- 4.1.9.1.7 สามารถเก็บข้อมูลของผลการวิเคราะห์และเรียกกลับมาประมวลผลใหม่ได้ (Reprocess) โดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์ใหม่
- 4.1.9.1.8 สามารถเก็บและเรียกดูข้อมูลของทุกความยาวคลื่นในการวิเคราะห์ (IntelliQuant) โดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์ซ้ำ เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ และเลือกใช้ความยาวคลื่นที่ถูกต้อง
- 4.1.9.2 คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานและประมวลผล แบบที่ 2 จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.9.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.4 GHz จำนวน 1 หน่วย
 - 4.1.9.2.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำ แบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
 - 4.1.9.2.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ

3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

4.1.9.2.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

4.1.9.2.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย

4.1.9.2.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.1.9.2.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

4.1.9.2.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์

4.1.9.2.9 มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

4.1.10 อุปกรณ์ประกอบเครื่อง

4.1.10.1 เครื่องพิมพ์เลเซอร์ หรือ LED ขาวดำ จำนวน 1 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

4.1.10.1.1 มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 600x600 dpi

4.1.10.1.2 มีความเร็วในการพิมพ์สำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที (ppm)

4.1.10.1.3 มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 32 MB

4.1.10.1.4 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.1.10.1.5 มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 150 แผ่น

4.1.10.1.6 สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้

4.1.10.2 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 6 KVA จำนวน 1 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

4.1.10.2.1 มีกำลังไฟฟ้าขาออกน้อยกว่า 6 kVA

4.1.10.2.2 มีแรงดัน Input (VAC) ไม่น้อยกว่า 220+/-25% หรือดีกว่า

4.1.10.2.3 มีแรงดัน Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-5% หรือดีกว่า

4.1.10.2.4 สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที

4.1.10.3 แก๊สอาร์กอนความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.995% พร้อมถังและชุดหัวปรับความดันจำนวน 2 ชุด

4.1.10.4 สายยางสำหรับ Sample channel และ Drain channel สำรอง จำนวน 12 เส้น

4.1.10.5 ระบบระบายอากาศเสีย (Exhaust Hood System) ทำด้วยสแตนเลสพร้อมติดตั้ง จำนวน 1 ชุด

4.1.10.6 ส่วนเปลี่ยนละอองฝอยของตัวอย่างให้กลายเป็นไอออน (Torch) สำรอง จำนวน 1 อัน

4.1.10.7 สารละลายมาตรฐานผสมของธาตุสำหรับเทียบมาตรฐานของเครื่อง จำนวน 1 ขวด

4.1.10.8 สารละลายมาตรฐานผสมของธาตุสำหรับสร้างกราฟมาตรฐาน จำนวน 1 ขวด

4.1.11 เงื่อนไขอื่นๆ

4.1.11.1 ติดตั้งเครื่องมือจนกระทั่งสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี รับประกันคุณภาพของเครื่องมือเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี พร้อมบริการสอบเทียบ และบำรุงรักษาเครื่อง (PM) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ในระยะเวลาประกัน

4.1.11.2 ผู้ขายจะต้องจัดฝึกอบรมการใช้เครื่องมือที่ถูกต้องจนเจ้าหน้าที่สามารถใช้งานเครื่องได้อย่างดี และมีประสิทธิภาพ

4.1.11.3 มีคู่มือประกอบการใช้เครื่อง ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

4.2 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟที่สามารถควบคุมการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์
2. การควบคุมจากคอมพิวเตอร์ โดยระบบ LAN (Local Area Network) เพื่อสะดวกในการใช้งาน
3. มีค่าความสามารถในการทวนซ้ำของเวลาที่สารออกจากคอลัมน์ (Retention time repeatability) น้อยกว่า 0.008% หรือน้อยกว่า 0.0008 นาที มีค่าความสามารถในการทวนซ้ำของพื้นที่ใต้กราฟของสาร (Area repeatability) น้อยกว่า 0.5% RSD
4. มีระบบ Electronic Pneumatic Control (EPC) ซึ่งสามารถควบคุมอัตราการไหลของก๊าซให้คงที่หรือเปลี่ยนแปลง Programming ได้ตามความต้องการ
5. สามารถตั้งค่าพารามิเตอร์ของอัตราการไหล (Flow rate) หรือความดัน (Pressure) ได้จากคอมพิวเตอร์และมีหน้าจอแสดงข้อมูลบริเวณหน้าเครื่อง ซึ่งเป็นระบบสัมผัส (Touch screen) ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว สามารถตั้งค่าความดันได้ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 100 psi ซึ่งสามารถปรับค่าแรงดันได้ละเอียดถึง 0.001 psi หรือดีกว่า
6. มีระบบตรวจเช็คการรั่วไหลของระบบ
7. รองรับการติดตั้งหัวฉีด (Inlet) ตัวอย่างอย่างน้อย 2 ชุด และรองรับการติดตั้งตัวตรวจวัด (Detector) อย่างน้อย 4 ชุด
8. มีบริเวณให้ความร้อน (Heated zone) ไม่น้อยกว่า 8 จุด ซึ่งแยกเป็นอิสระจากกันคือ 3 Detectors, 2 Inlets และ 3 Auxiliary หรือดีกว่า

9. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานตามระบบ ISO 9001 หรือเทียบเท่า
 - 4.2.1 ตู้สำหรับบรรจุคอลัมน์ (Column oven)
 - 4.2.1.1 ตู้ (Column oven) สามารถตั้งอุณหภูมิสูงสุดได้ ไม่น้อยกว่า 450 °C
 - 4.2.1.2 สามารถลดอุณหภูมิจาก 450 °C ถึง 50 °C ได้ภายในเวลาไม่เกิน 4 นาที
 - 4.2.1.3 สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิของตู้ (Column oven) ได้อย่างน้อย 20 ขั้น (20 Ramps)
 - 4.2.1.4 สามารถปรับอัตราการเพิ่มอุณหภูมิตู้ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 120 °C/min (Temperature ramp rate) หรือดีกว่า
 - 4.2.2 ระบบฉีดสารตัวอย่าง (Injection Ports หรือ Inlet)
 - 4.2.2.1 ส่วนสำหรับฉีดสารตัวอย่าง (Injection Port) แบบ Split/Splitless จำนวน 1 ชุด
 - 4.2.2.2 สามารถใช้ Capillary Column ขนาด 0.1-0.53 มิลลิเมตร ได้
 - 4.2.2.3 สามารถตั้งอุณหภูมิได้สูงสุด 400 องศาเซลเซียส
 - 4.2.2.4 มีระบบควบคุมอัตราการไหลด้วย Electronic Septum Purge เพื่อกำจัดพีคที่ไม่ต้องการ (ghost peaks)
 - 4.2.2.5 สามารถตั้งอัตราการไหลของแก๊ส H₂ หรือ He สูงสุดได้ 1250 mL/min หรือดีกว่า
 - 4.2.2.6 มีระบบ Turn Top Inlet ถอดเปลี่ยน liner ได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือถอดประกอบ ที่ติดตั้งมากับเครื่องเพื่อให้สะดวกและรวดเร็วในการเปลี่ยน Injector liner
 - 4.2.2.7 มีระบบประหยัดแก๊ส
 - 4.2.3 ชุดวาล์วที่ประกอบอยู่ในเครื่อง
 - 4.2.3.1 ประกอบด้วยวาล์ว ไม่น้อยกว่า 4 ตัว มีวาล์ว 10 port อย่างน้อย 2 ตัว และวาล์ว 6 port อย่างน้อย 2 ตัว
 - 4.2.3.2 วาล์วทุกตัวสามารถควบคุมได้จาก Software แบบอัตโนมัติ
 - 4.2.3.3 มีการติดตั้งในตู้ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้
 - 4.2.3.4 มี Nickel Catalyst Tube Methanizer จำนวน 1 ชุด
 - 4.2.4 ตัวตรวจวัด (Detector)
 - 4.2.4.1 ตัวตรวจวัดชนิด Flame Ionization Detector (FID) จำนวน 1 ชุด
 - 4.2.4.1.1 สามารถตั้งอุณหภูมิสูงสุดได้ ไม่น้อยกว่า 450 °C หรือดีกว่า

- 4.2.4.1.2 ช่วงเป็นเส้นตรง (Linearity) ไม่น้อยกว่า 10^7
- 4.2.4.1.3 สามารถวัดสารปริมาณต่ำสุดที่ 1.2 pg C/s โดยใช้ Tridecane หรือดีกว่า
- 4.2.4.1.4 สามารถจุดไฟได้เองอัตโนมัติ (Auto ignition) เมื่อไฟดับ
- 4.2.4.1.5 มีอัตราการรับส่งข้อมูล Data rate ได้ไม่น้อยกว่า 1,000 Hz หรือดีกว่า
- 4.2.4.1.6 มี Flame jet เป็นโลหะทั้งชิ้นเพื่อความคงทน และง่ายต่อการทำความสะอาด

4.2.4.2 ตัวตรวจวัดชนิด Thermal Conductivity Detector (TCD) จำนวน 1 ชุด

- 4.2.4.2.1 สามารถตั้งอุณหภูมิสูงสุดได้ ไม่น้อยกว่า $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
- 4.2.4.2.2 สามารถวัดสารปริมาณต่ำสุดที่ 400 pg โดยใช้ Tridecane/mL ถ้าใช้ฮีเลียม หรือดีกว่า
- 4.2.4.2.3 ช่วงเป็นเส้นตรง (Linearity) ไม่น้อยกว่า 10^5

4.2.4.3 ตัวตรวจวัดชนิด Electron capture detector (ECD) จำนวน 1 ชุด

- 4.2.4.3.1 สามารถตั้งอุณหภูมิได้ถึง $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
- 4.2.4.3.2 ช่วงเป็นเส้นตรง (Linearity) มากกว่า 5×10^4 ด้วย Lindane หรือดีกว่า
- 4.2.4.3.3 ปริมาณต่ำสุดที่วัดได้ $< 3.8\text{ fg/mL}$ ด้วย Lindane หรือดีกว่า
- 4.2.4.3.4 สามารถมี Data Acquisition rate ได้สูงถึง 500 Hz หรือดีกว่า

4.2.5 ชุดควบคุมการทำงาน บันทึกข้อมูลและรายงานผล จำนวน 1 ชุด

4.2.5.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน จำนวน 1 ชุด

- 4.2.5.1.1 สามารถควบคุมการทำงานและโปรแกรมให้ทำงานอัตโนมัติกับเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟทั้งส่วนสำหรับฉีดสารตัวอย่าง ส่วนควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ และเครื่องตรวจวัด ด้วยโปรแกรมเดียวกัน
- 4.2.5.1.2 สามารถเรียกดูประวัติการเข้าใช้งานของเครื่อง การทำงานของเครื่อง ข้อมูลการวิเคราะห์ ข้อมูลประมวลผล สามารถบันทึกผลการวิเคราะห์ วิธีการและพิมพ์รายงานผลการวิเคราะห์ จากเครื่องได้ด้วยโปรแกรมเดียวกัน
- 4.2.5.1.3 โปรแกรมที่ควบคุมเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ ที่สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 10 หรือดีกว่า มีลิขสิทธิ์ถูกต้องสำหรับลงโปรแกรมใหม่ได้เมื่อต้องการ

4.2.5.2 คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานและประมวผล แบบที่ 2 จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 4.2.5.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.4 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 4.2.5.2.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำ แบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 4.2.5.2.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 4.2.5.2.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 4.2.5.2.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
- 4.2.5.2.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.2.5.2.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 4.2.5.2.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 4.2.5.2.9 มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

4.2.6 อุปกรณ์ประกอบ

- 4.2.6.1 เครื่องพิมพ์เลเซอร์ หรือ LED ขาวดำ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้
 - 4.2.6.1.1 มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 600x600 dpi
 - 4.2.6.1.2 มีความเร็วในการพิมพ์สำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที (ppm)

- 4.2.6.1.3 มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 32 MB
- 4.2.6.1.4 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.2.6.1.5 มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 150 แผ่น
- 4.2.6.1.6 สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้
- 4.2.6.2 GC Start up kit จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.2.6.3 ชุด gas clean filter จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.2.6.4 ก๊าซฮีเลียม 99.995% พร้อมถังและหัวปรับแรงดัน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.2.6.5 ก๊าซไฮโดรเจน 99.995% พร้อมถังและหัวปรับแรงดัน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.2.6.6 ก๊าซไนโตรเจน 99.995% พร้อมถังและหัวปรับแรงดัน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.2.6.7 แอร์ชีโร พร้อมถังและหัวปรับแรงดัน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.2.6.8 คอลัมน์สำหรับใช้แยก ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และ มีเทน (CH_4) ประกอบด้วย
 - 4.2.6.8.1 คอลัมน์ HayeSep Q 80/100 ขนาด 6Ft, 1/8, 2mm จำนวน 1 ชุด หรือเทียบเท่า
 - 4.2.6.8.2 คอลัมน์ HayeSep Q 80/100 8Ft, 1/8, 2mm จำนวน 1 ชุด หรือเทียบเท่า
- 4.2.6.9 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 6 kVA จำนวน 1 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้
 - 4.2.6.9.1 มีกำลังไฟฟ้าด้านขาออกไม่น้อยกว่า 6 kVA
 - 4.2.6.9.2 มีแรงดัน Input (VAC) ไม่น้อยกว่า 220+/-25% หรือดีกว่า
 - 4.2.6.9.3 มีแรงดัน Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-5% หรือดีกว่า
 - 4.2.6.9.4 สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที
- 4.2.6.10 เก้าอี้สำนักงาน จำนวน 1 ตัว
- 4.2.7 เงื่อนไขและการรับประกัน**
 - 4.2.7.1 ติดตั้งเครื่องมือจนกระทั่งสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี รับประกันคุณภาพของเครื่องมือเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี พร้อมบริการสอบเทียบ และบำรุงรักษาเครื่อง (PM) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ในระยะเวลาประกัน

4.2.7.2 ผู้ขายจะต้องจัดฝึกอบรมการใช้เครื่องมือที่ถูกต้องจนเจ้าหน้าที่สามารถใช้งานเครื่องได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ

4.2.7.3 มีคู่มือประกอบการใช้เครื่อง ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

4.3 เครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง UV-Vis Spectrophotometer จำนวน 1 เครื่อง

โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ระบบออปติก เป็นชนิด Double beam Czerny Tuner Monochromator หรือดีกว่า ใช้เกรตติงชนิดโฮโลกราฟฟิก (Holographic Grating) มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,200 เส้นต่อมิลลิเมตร และมีระบบ room light immunity ที่สามารถเปิดฝาวัดได้โดยไม่ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.3.2 แหล่งกำเนิดแสง (light source) เป็นชนิด xenon flash lamp หรือเทียบเท่า มีอายุการใช้งานยาวนาน และไม่ต้องเปิดเครื่องค้างไว้ (warm up) ก่อนการใช้งาน และรับประกันหลอดไฟแหล่งกำเนิดแสง 10 ปี

4.3.3 เครื่องตรวจวัด (detector) เป็นชนิด silicon diode จำนวน 2 ชุด สำหรับตรวจวัดสัญญาณจากลำแสงที่ผ่านตัวอย่าง และลำแสงอ้างอิงได้พร้อมกัน

4.3.4 สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสง ได้ระหว่างความยาวคลื่น 190 ถึง 1,100 นาโนเมตร หรือกว้างกว่า

4.3.5 ค่าของแสงรบกวน (Stray light)

4.3.5.1 น้อยกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 0.05 ที่ 220 นาโนเมตร ด้วย NaI 10 กรัม/ลิตร ตามวิธีของ ASTM

4.3.5.2 น้อยกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 0.05 ที่ 370 นาโนเมตร ด้วย NaNO_2 50 มิลลิกรัม/ลิตร

4.3.5.3 น้อยกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 1.0 ที่ 198 นาโนเมตร ด้วย KCl 12 กรัม/ลิตร ตามวิธีของ TGA และ BP/EP

4.3.6 ค่าความถูกต้องของความยาวคลื่น (wavelength accuracy) อยู่ที่ระดับ ± 0.5 นาโนเมตร หรือดีกว่า

4.3.7 ค่าความแม่นยำความยาวคลื่น (wavelength reproducibility) อยู่ที่ระดับ ± 0.1 นาโนเมตร หรือดีกว่า

- 4.3.8 ค่าความถูกต้องของแสง (photometric accuracy) ± 0.005 Abs ที่ 1 Abs โดยใช้ NIST ฟิลเตอร์ หรือดีกว่า
- 4.3.9 ค่าความแม่นยำของแสง (photometric reproducibility) น้อยกว่า 0.00050 Abs ที่ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐานของการอ่านค่า 10 ครั้ง หรือดีกว่า
- 4.3.10 ค่าความคงตัวของแสง (photometric stability) อยู่ในระดับน้อยกว่า 0.0004 Abs/ชั่วโมง ที่ 500 นาโนเมตร
- 4.3.11 ค่าสัญญาณรบกวนของแสง (photometric noise) อยู่ในระดับน้อยกว่า 0.0001 Abs ที่ 500 นาโนเมตร 0 Abs
- 4.3.12 มีช่วงวัดของแสง (photometric range) ได้ ± 4 Abs
- 4.3.13 ค่าความเรียบของเบสไลน์ (baseline flatness) อยู่ในช่วง ± 0.001 Abs ในช่วง 200 ถึง 850 นาโนเมตร
- 4.3.14 ค่าความกว้างของช่องแสง (spectral bandwidth) อยู่ในระดับ 1.5 นาโนเมตร
- 4.3.15 อัตราเร็วการสแกน (scan speed) และอัตราย้อนกลับ (slew rate) รวดเร็วไม่น้อยกว่า 24,000 นาโนเมตรต่อวินาที
- 4.3.16 ระยะห่างของข้อมูล (data interval) อยู่ในช่วง 0.15-5.0 นาโนเมตร หรือดีกว่า
- 4.3.17 สามารถบันทึกค่าสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า 80 จุดต่อวินาที
- 4.3.18 สามารถเปิดฝาวัดได้โดยยังให้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง
- 4.3.19 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานตามระบบ ISO 9001 หรือเทียบเท่า
- 4.3.20 **ชุดควบคุมการทำงาน บันทึกข้อมูลและรายงานผล จำนวน 1 ชุด**
- 4.3.20.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน จำนวน 1 ชุด
- ความสามารถในการวิเคราะห์ โดยใช้ software ในคอมพิวเตอร์
- 4.3.20.1.1 อ่านข้อมูลได้เป็นค่าการดูดกลืนแสง (ABS), %T, %R, log Abs
- 4.3.20.1.2 สามารถใช้งานโปรแกรมทำงานหลายหน้าต่างได้
- 4.3.20.1.3 สามารถเก็บวิธีทั้งหมดและพารามิเตอร์ การคำนวณ กราฟฟิก และ ข้อมูลขณะนั้นได้ ภายในแฟ้มเดียวกัน
- 4.3.20.1.4 มี Instrument validation software สำหรับตรวจสอบฮาร์ดแวร์ ของเครื่องได้โดยอัตโนมัติ

4.3.20.1.5 สามารถตรวจสอบคุณลักษณะได้เอง ดังนี้

- Wavelength Accuracy
- Wavelength Reproducibility
- Baseline Flatness
- Photometric Noise
- Stray Light
- Photometric Linearity
- Photometric Accuracy
- Photometric Stability

4.3.20.2 คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานและประมวลผล แบบที่ 2 จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.3.20.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.4 GHz จำนวน 1 หน่วย

4.3.20.2.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำ แบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB

4.3.20.2.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผล โดยมีความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

- 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงผลแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
- 2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผลติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
- 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผลที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

4.3.20.2.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

4.3.20.2.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย

4.3.20.2.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.3.20.2.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

4.3.20.2.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์

4.3.20.2.9 มีจอแสดงผลภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

4.3.21 อุปกรณ์ประกอบ

4.3.21.1 เครื่องพิมพ์เลเซอร์ หรือ LED ขาวดำ จำนวน 1 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

4.3.21.2 มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 600x600 dpi

4.3.21.3 มีความเร็วในการพิมพ์สำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที (ppm)

4.3.21.4 มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 32 MB

4.3.21.5 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.3.21.6 มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 150 แผ่น

4.3.21.7 สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้

4.3.21.8 เครื่องสำรองไฟ (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 2 KVA จำนวน 1 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

- มีกำลังไฟฟ้าด้านขอกไม่น้อยกว่า 2 kVA

- มีแรงดัน Input (VAC) ไม่น้อยกว่า 220+/-20% หรือดีกว่า

- มีแรงดัน Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-10% หรือดีกว่า

- สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที

4.3.21.9 เซลล์มีขนาดทางเดินแสงยาว 10 มิลลิเมตร ทำด้วยควอทซ์ จำนวน 1 คู่

4.3.21.10 Fiber Optic Dip Probe จำนวน 1 ชุด

4.3.22 เงื่อนไข

4.3.22.1 ติดตั้งเครื่องมือจนกระทั่งสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี รับประกันคุณภาพของเครื่องมือเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี พร้อมบริการสอบเทียบ และบำรุงรักษาเครื่อง (PM) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ในระยะเวลาประกัน

4.3.22.2 ผู้ขายจะต้องจัดฝึกอบรมการใช้เครื่องมือที่ถูกต้องจนเจ้าหน้าที่สามารถใช้งานเครื่องได้อย่างดี และมีประสิทธิภาพ

4.3.22.3 มีคู่มือประกอบการใช้เครื่อง ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

4.4 เครื่องย่อยสารระบบไมโครเวฟ (Microwave Digestion) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 4.4.1 แหล่งให้กำเนิดคลื่นไมโครเวฟ ขนาด 1000 วัตต์
- 4.4.2 มีระบบกระจายคลื่นภายในตัวเครื่อง เพื่อให้คลื่นไมโครเวฟกระจายภายในตู้ทั่วทุกจุด
- 4.4.3 มีชุดชุดไอกรดติดตั้งมาพร้อมกับตัวเครื่อง ติดตั้งแยกออกจากส่วน Electronic เพื่อป้องกันการก่อกวนจากไอกรด
- 4.4.4 มีระบบป้องกันการเกิดการเกิดแรงดันสูงในตัวตู้ โดยประตูตู้จะเผยออกเมื่อมีแรงดันภายในตู้สูง และจะปิดกลับที่เดิมเมื่อแรงดันในตัวตู้ลดลง
- 4.4.5 มีระบบตรวจวัดอุณหภูมิของแต่ละภาชนะบรรจุตัวอย่างแบบไม่สัมผัสตัวอย่าง
- 4.4.6 มีระบบป้องกันการเปิดประตูเครื่อง หากอุณหภูมิลดลงไม่ต่ำกว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิที่กำหนดไว้ (ระดับความปลอดภัย) จะไม่สามารถเปิดประตูได้ (Door locking)
- 4.4.7 ตัวตู้ไมโครเวฟทำจากโลหะปลอดสนิม (Stainless steel) ภายในเคลือบด้วยโพลีเมอร์ (PTFE) มีความจุของช่องว่างในตัวเครื่อง 30 ลิตร
- 4.4.8 มีระบบรหัสป้องกันการเข้าระบบการทำงาน (Log in) โดยสามารถสร้างชื่อผู้ใช้งานสำหรับเข้าระบบการทำงาน พร้อมกำหนดรหัสผ่าน และควบคุมผ่านชุดควบคุมภายนอก มีหน้าจอสัมผัส (Touch screen)
- 4.4.9 **ชุดประกอบภาชนะบรรจุตัวอย่าง (Digestion vessel)**
 ภาชนะบรรจุสารตัวอย่างสามารถแยกชิ้นได้ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย Rotor ทนแรงดันได้ 35 บาร์ และทนอุณหภูมิได้สูงสุด 300 องศาเซลเซียส บรรจุตัวอย่างได้ครั้งละ 14 ตัวอย่าง หลอดบรรจุตัวอย่างมีความจุ 100 มิลลิลิตร มีอุปกรณ์พิเศษป้องกันการเกิด overpressure ภายใน vessel ซึ่งนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ประกอบด้วย
 - 4.4.9.1 หลอดบรรจุตัวอย่าง ขนาด 100 มิลลิลิตร 14 ชิ้น
 - 4.4.9.2 ฝาปิดหลอดบรรจุตัวอย่าง 14 ชิ้น
 - 4.4.9.3 อุปกรณ์ป้องกันการเกิด overpressure 14 ชิ้น
- 4.4.10 **อุปกรณ์ประกอบ**
 - 4.4.10.1 หลอดบรรจุตัวอย่าง ขนาด 100 มิลลิลิตร (High pressure vessel) 14 ชิ้น
 - 4.4.10.2 ฝาปิดหลอดบรรจุตัวอย่าง 14 ชิ้น
 - 4.4.10.3 อุปกรณ์ป้องกันการเกิด overpressure 14 ชิ้น

4.4.10.4 เครื่องสำรองไฟ (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 5 KVA จำนวน 1 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

4.4.10.4.1 มีกำลังไฟฟ้าด้านขาออกไม่น้อยกว่า 5 kVA

4.4.10.4.2 มีแรงดัน Input (VAC) ไม่น้อยกว่า 220+/-20% หรือดีกว่า

4.4.10.4.3 มีแรงดัน Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-10% หรือดีกว่า

4.4.10.4.4 สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที

4.4.11 เงื่อนไขอื่นๆ

4.4.11.1 ติดตั้งเครื่องมือจนกระทั่งสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี รับประกันคุณภาพของเครื่องมือเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี พร้อมให้บริการตรวจสอบและซ่อมบำรุงเป็นประจำอย่างน้อยละ 1 ครั้ง ในระยะเวลาประกัน

4.4.11.2 ผู้ขายจะต้องจัดฝึกอบรมการใช้เครื่องมือที่ถูกต้องจนเจ้าหน้าที่สามารถใช้งานเครื่องได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ

4.4.11.3 มีคู่มือประกอบการใช้เครื่อง ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

4.5 เครื่องวิเคราะห์สารอินทรีย์คาร์บอน (TOC) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 ชุดตรวจวิเคราะห์สารอินทรีย์คาร์บอน (TOC) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียด ดังนี้

4.5.1.1 ตัวเครื่องใช้ระบบวิเคราะห์แบบ Combustion Method ที่อุณหภูมิไม่เกิน 680 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของเกลือ จึงไม่ก่อให้เกิดการสลายตัวของเกลือไปก่ดกร่อน อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในเครื่อง

4.5.1.2 สามารถวิเคราะห์ค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยใช้ตัวตรวจรับสัญญาณ (Detector) เป็นแบบ Non Dispersive Infrared (NDIR) ที่สามารถทำงานได้ดีอย่างมีประสิทธิภาพ

4.5.1.3 สามารถเลือกวิธีการวิเคราะห์ได้ทั้งแบบ Differential และ Direct Method โดยสามารถวิเคราะห์ ค่าต่างๆ ได้ภายในเครื่องเดียวกันดังนี้

- Total Carbon (TC)
- Inorganic Carbon (IC)
- Total Organic Carbon (TOC)
- Non Purgeable Organic Carbon (NPOC)

- 4.5.1.4 เครื่องมีความสามารถวิเคราะห์ค่าปริมาณคาร์บอนรวม (TC) และ ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (IC) ได้ละเอียดถึง 4 ไมโครกรัม/ลิตร โดยให้ค่า Reproducibility (% CV) ไม่เกิน 1.5% และสามารถวิเคราะห์หา TC ได้สูงสุด 30,000 มิลลิกรัม/ลิตร และ IC ได้สูงสุด 35,000 มิลลิกรัม/ลิตร
- 4.5.1.5 ตัวเครื่องสามารถดูดสารตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โดยอัตโนมัติเมื่อกดปุ่มวิเคราะห์ โดยสามารถปรับ ปริมาตรการดูดได้ในช่วงไม่น้อยกว่า 10 ถึง 2,000 ไมโครลิตร
- 4.5.1.6 เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยเฉลี่ยประมาณ 4 นาที สำหรับ TC และ IC
- 4.5.1.7 มีระบบตั้งการเปิด-ปิดเครื่องอัตโนมัติ (Automatic sleep/restart)
- 4.5.1.8 มีชุดตัวขจัดความชื้น (Dehumidifier) อยู่ภายในเครื่อง
- 4.5.1.9 มีชุดควบคุมอัตราการไหลของ Carrier gas เป็นแบบ Electronic (Electronic gas flow rate controller)
- 4.5.1.10 ตัวเครื่องมีระบบปรับเปลี่ยนอัตราการเจือจางและปริมาณการฉีดตัวอย่างอัตโนมัติ (Automatic Injection) ในกรณีที่ผลการวิเคราะห์ เกินช่วงที่เหมาะสมของ Calibration Curve
- 4.5.1.11 มีระบบเจือจางสารมาตรฐานจากค่าตั้งต้นค่าเดียวในการทำ Calibration Curve แบบ อัตโนมัติ และทำได้ถึง 10 จุด ใน 1 Curve
- 4.5.1.12 มีปุ่มและหน้าจอ LCD ที่ตัวเครื่องเพื่อใช้ในการควบคุมและสั่งการวิเคราะห์ได้โดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์
- 4.5.1.13 สามารถส่งออก (Export) ข้อมูลการวิเคราะห์ในรูปแบบไฟล์ .csv ออกทาง USB drive ได้
- 4.5.1.14 ใช้กระแสไฟ 220 V., 50 Hz.
- 4.5.2 ชุดป้อนตัวอย่างอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้**
- 4.5.2.1 สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องวิเคราะห์สารอินทรีย์คาร์บอนได้
- 4.5.2.2 สามารถบรรจุขวดตัวอย่าง ขนาด 24 มิลลิลิตรได้ไม่น้อยกว่า 93 ตำแหน่งในเวลาเดียวกัน
- 4.5.2.3 มีอุปกรณ์สำหรับใส่ตัวอย่างขนาด 24 มิลลิลิตรพร้อมฝาปิด จำนวนไม่น้อยกว่า 100 ขวด
- 4.5.2.4 มีระบบกวนสารแบบแม่เหล็ก (Magnetic stirrer) เพื่อป้องกันการเกาะกอนแยกชั้นของ ตัวอย่าง
- 4.5.2.5 มีแท่งแม่เหล็กสำหรับกวน (Stirrer bar) จำนวนไม่น้อยกว่า 100 ชิ้น

4.5.3 อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน

- 4.5.3.1 ชุดอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้ง (Standard Accessories) จำนวน 1 ชุด
- 4.5.3.2 ชุดอุปกรณ์สิ้นเปลือง (Consumable Parts) จำนวน 1 ชุด
- 4.5.3.3 อากาศอัดพร้อมถังและมาตรปรับความดัน จำนวน 1 ชุด
- 4.5.3.4 เครื่องสำรองไฟ (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 2 KVA จำนวน 1 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้
- 4.5.3.4.1 มีกำลังไฟฟ้าด้านขาออกไม่น้อยกว่า 2 kVA
 - 4.5.3.4.2 มีแรงดัน Input (VAC) ไม่น้อยกว่า 220+/-20% หรือดีกว่า
 - 4.5.3.4.3 มีแรงดัน Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-10% หรือดีกว่า
 - 4.5.3.4.4 สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที
- 4.5.3.5 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ จำนวน 1 ชุด

4.5.4 เงื่อนไขและการรับประกัน

- 4.5.4.1 ติดตั้งเครื่องมือจนกระทั่งสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี รับประกันคุณภาพของเครื่องมือเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี
- 4.5.4.2 ผู้ขายจะต้องจัดฝึกอบรมการใช้เครื่องมือที่ถูกต้องจนเจ้าหน้าที่สามารถใช้งานเครื่องได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ
- 4.5.4.3 มีคู่มือประกอบการใช้เครื่อง ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1ชุด

4.6 เครื่องไตเตรทแบบอัตโนมัติ (Automatic Titrator) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 4.6.1 เป็นเครื่องไตเตรทอัตโนมัติสามารถหยุดการไตเตรท ได้เองเมื่อถึงจุดยุติ และสามารถคำนวณผลการไตเตรทได้ในหน่วยต่าง ๆ ได้หลักการวัดมีทั้งแบบ Potentiometric, Amerometric และ Voltametric
- 4.6.2 ประสิทธิภาพในการวัดค่า
- 4.6.2.1 ค่าศักย์ไฟฟ้า (Potential) สามารถวัดค่าได้ตั้งแต่ -2000 mV ถึง 2000 mV และค่าความละเอียดละเอียด 0.1 mV
 - 4.6.2.2 ค่ากระแส (Current) สามารถวัดค่าได้ตั้งแต่ 0 μ A ถึง 200 μ A และความละเอียด 0.1 μ A
 - 4.6.2.3 ค่าอุณหภูมิ (Temperature) สำหรับ PT1000 sensor สามารถวัดค่าได้ตั้งแต่ -20°C ถึง 130 °C และค่าการอ่านละเอียด 0.1°C โดยมีความผิดพลาด 0.2 °C

- 4.6.3 มีจอแสดงผลแบบสัมผัส Color TFT ความละเอียด 800 x 480 พิกเซล ทำมุมปรับระดับได้ เพื่อมองเห็นได้ชัดเจนขณะทำงาน สามารถปรับความสว่างของหน้าจอ และเลือกสีของหน้าจอได้
- 4.6.4 มีไฟสัญญาณแสดงสถานะภาพความพร้อมทำงานของเครื่อง เป็นแสงสีเขียว(พร้อมใช้งาน) แสงสีแดง(รอการดำเนินการ) และสีแดง(ไม่พร้อมใช้งานให้ปรับปรุงแก้ไขเครื่องก่อนใช้งานหรือติดต่อผู้ผลิต) ทำให้สามารถทราบสถานะการทำงานจากระยะไกลหรือใกล้ได้ชัดเจน
- 4.6.5 มีฟังก์ชันสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องบนหน้าจอหลัก ได้แก่
 - 4.6.6.1 Methods เป็นแป้นที่ประกอบด้วยรูปแบบการไทเทรตมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต และผู้ใช้งานสามารถตั้งวิธีการไทเทรตได้เอง
 - 4.6.6.2 Series templates เป็นแป้นที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างคือจำนวนตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ น้ำหนัก, ID number เป็นต้น
 - 4.6.6.3 Results เป็นแป้นที่ใช้สำหรับการตรวจสอบผลการทดลอง การประมวลผล และการคำนวณใหม่
 - 4.6.6.4 Setup เป็นคำสั่งที่ประกอบด้วยฐานข้อมูลของ titrant, electrode, chemical รวมถึงการเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่น
 - 4.6.6.5 Manual สำหรับสั่งการทำงานโดยผู้ปฏิบัติงานเอง เช่น วัดค่า, กวนสาร, เติมสาร เป็นต้น
 - 4.6.6.6 ระบบการควบคุมอื่นๆ ซึ่งสามารถกดได้ตลอดเวลา ได้แก่ Reset , Home, Info
- 4.6.6 สามารถตั้งปุ่มลัดการสั่งงานเฉพาะอย่างที่หน้าจอหลักจำนวน 24 ปุ่ม ต่อผู้ใช้งานหนึ่งท่าน เพื่อเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ปฏิบัติงานให้สามารถทำงานได้โดยการกดปุ่มเพียงปุ่มเดียว
- 4.6.7 สามารถทำการไทเทรตแบบต่าง ๆ ได้ ดังนี้ Acid/Base titrations, Redox titrations, Precipitation titrations, Complexation titrations, pH Stating, Karl Fischer เป็นต้น
- 4.6.8 สามารถเลือกรูปแบบการประมวลผลการทดลองแบบ Standard, Asymmetric, Segmented หรือ Minimum/Maximum of Titration curve
- 4.6.9 มีรูปแบบการไทเทรตให้เลือก 4 แบบ คือ Equivalence point titration, End point titration, pH-stating, Standard addition
- 4.6.10 มีรูปแบบการไทเทรตมาตรฐานหลายวิธีให้เลือกใช้ มากกว่า 60 วิธี และผู้ใช้
- 4.6.11 ขณะทำการไทเทรตหน้าจอจะแสดง กราฟการไทเทรต พร้อมทั้งค่าความต่างศักย์ หรือค่าความเป็นกรดต่างขณะไทเทรต กับปริมาตรของ titrant ที่ใช้

- 4.6.12 สามารถเลือกกระบวนการเติมสารละลายในขณะทำการไตเตรท (Titrant Addition) ได้ 2 ระบบ คือ Dynamic หรือ Incremental เพื่อให้เหมาะสมกับแต่ละปฏิกิริยา
- 4.6.13 มีคำสั่ง Reevaluation เพื่อช่วยในการหาจุดยุติให้ใหม่ได้โดยไม่ต้องทำการทดลองซ้ำ รวมทั้งสามารถคำนวณผลการทดลองซ้ำ (Recalculation) ได้
- 4.6.14 สามารถกวนสารให้เป็นเนื้อเดียวกันในภาชนะไตเตรท มีทั้งแบบใบพัดกวนสาร (Propeller Stirrer) และแบบแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer) ที่ประกอบอยู่ในตัวเครื่อง ทั้ง 2 แบบเป็นอุปกรณ์มาตรฐาน
- 4.6.15 ชุดขับเคลื่อนบิวเรต มีความละเอียดถึง 1/20000 step ของปริมาตรบิวเรต
- 4.6.16 มีชุดขับเคลื่อน Burette สำหรับไตเตรตได้ 1 ช่องเป็นอุปกรณ์มาตรฐาน และสามารถเพิ่มได้อีก 1 ชุด สำหรับไตเตรทหรือเติมสาร ซึ่งสามารถประกอบเข้าเป็นชุดเดียวกับเครื่องได้โดยไม่ต้องตั้งค่าหรือปิดเครื่อง
- 4.6.17 สามารถบันทึกข้อมูลของ titrant ลงในบิวเรตได้ โดยเครื่องจะแสดงข้อมูลของ titrant อัตโนมัติเมื่อประกอบบิวเรตเข้ากับตัวเครื่อง ซึ่งเป็นการส่งสัญญาณแบบ RFID
- 4.6.18 สามารถเปลี่ยนเป็นชนิดการไตเตรทแบบ coulometric ได้ (เป็นอุปกรณ์เพิ่มเติม)
- 4.6.19 มีระบบปรับค่าน้ำหนักของตัวอย่างมาয়เครื่องไตเตรทโดยอัตโนมัติ (Smart sample reader) ซึ่งจะมีข้อมูลของตัวอย่างทั้ง ชื่อและน้ำหนักโดยไม่ต้องป้อนข้อมูลเอง
- 4.6.20 ในการเริ่มไตเตรททุกครั้ง หากอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จำเป็นไม่ถูกประกอบเข้ากับเครื่อง เครื่องจะแสดงรายการอุปกรณ์ที่ไม่ได้ประกอบกับเครื่องทุกครั้ง
- 4.6.21 กำหนดอายุการใช้งานของ อิเล็กโทรด, ไตเตรนท์, สารมาตรฐาน และค่า blank ได้ และยังสามารถเลือกเตือน หรือไม่ให้ใช้งานเมื่อหมดอายุได้
- 4.6.22 สามารถจำกัดการเข้าถึง, การแก้ไขข้อมูล ได้ด้วยการตั้งกลุ่มผู้ใช้งาน ได้มากถึง 10 กลุ่ม และตั้งชื่อผู้ใช้งานได้ 30 คน โดยสามารถเข้าใช้งานแบบไร้รหัสผ่านได้
- 4.6.23 ส่งพิมพ์ผลการทดลอง, ข้อมูลทางสถิติต่าง ๆ และกราฟของการไตเตรทได้ เมื่อต่อเข้ากับเครื่องพิมพ์ผล โดยผ่านทาง USB Port และไม่ต้องใช้ interface เพิ่ม
- 4.6.24 สามารถส่งผลการทดลองเป็นรูปแบบ PDF หรือ CSV หรือ XML file ได้ โดยไม่ต้องใช้โปรแกรม โดยเลือกส่งไปยัง USB memory stick หรือ Network ได้
- 4.6.25 ระบบการทำงานข้อมูล Software สอดคล้องตาม FDA21 CFR part 11 (เพิ่มเติม software เป็นอุปกรณ์ประกอบ)

4.6.26 กรณีเชื่อมต่อกับ Software สามารถสั่งงานและแสดงผลการวิเคราะห์ได้ทั้งบนหน้าจอเครื่องไต่เตรท และคอมพิวเตอร์พร้อมกันได้ (เพิ่มเติม software เป็นอุปกรณ์ประกอบ)

4.6.27 สามารถใช้ได้กับไฟฟ้า 220 V, 50 Hz

4.6.28 สามารถออกแบบใบรับรองผลการสอบเทียบ อุปกรณ์ และเครื่องมือ (โดยต้องแสดงเอกสาร ประกอบการพิจารณา) ได้ทั้ง 3 ส่วนแยกจากกันคือ

- ส่วนสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ (Sensor input)
- ส่วนควบคุมการทำงานของบิวเรต (Burette drive)
- ปริมาตรบิวเรต (Burette volume)

4.6.29 อุปกรณ์ประกอบ

4.6.29.1	อิเล็กทรอนิกส์โทรบ ทดสอบคลอไรด์	จำนวน 1 อัน
4.6.29.2	อิเล็กทรอนิกส์โทรบ ทดสอบซัลเฟต	จำนวน 1 อัน
4.6.29.3	บิวเรตขนาด 10 มิลลิลิตร	จำนวน 2 ชุด
4.6.29.4	ปิ๊กเกอร์ใส่ตัวอย่างขนาด 100 มล.	จำนวน 120 ชิ้น
4.6.29.5	มอเตอร์กวานสาร พร้อมใบพัด	จำนวน 1 ชุด

4.6.30 เงื่อนไขและการรับประกัน

- 4.6.30.1 ติดตั้งเครื่องมือจนกระทั่งสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี รับประกันคุณภาพของเครื่องมือเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี
- 4.6.30.2 ผู้ขายจะต้องจัดฝึกอบรมการใช้เครื่องมือที่ถูกต้องจนเจ้าหน้าที่สามารถใช้งานเครื่องได้อย่างดี และมีประสิทธิภาพ
- 4.6.30.3 มีคู่มือประกอบการใช้เครื่อง ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1ชุด

5. ข้อกำหนดอื่นๆ

5.1 ในช่วงระยะเวลาการรับประกัน หากครุภัณฑ์เกิดการชำรุดเสียหายจากการใช้งานตามปกติ ผู้เสนอราคาจะต้องเข้ามาดำเนินการแก้ไขและซ่อมบำรุงให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ หากมีค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขและซ่อมบำรุง ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเอง

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อก หรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย
7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 120 วัน
8. ระยะเวลาการรับประกัน 1 ปี
9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ และคณะกรรมการกำหนดราคากลางประกอบด้วย

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลยา สารีชีวิน)
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.รัตนา ม่วงโมรา)
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิน่า ปริก)
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาวสุปรีย์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

