

ขอบเขตของงาน (Term of Reference : TOR)

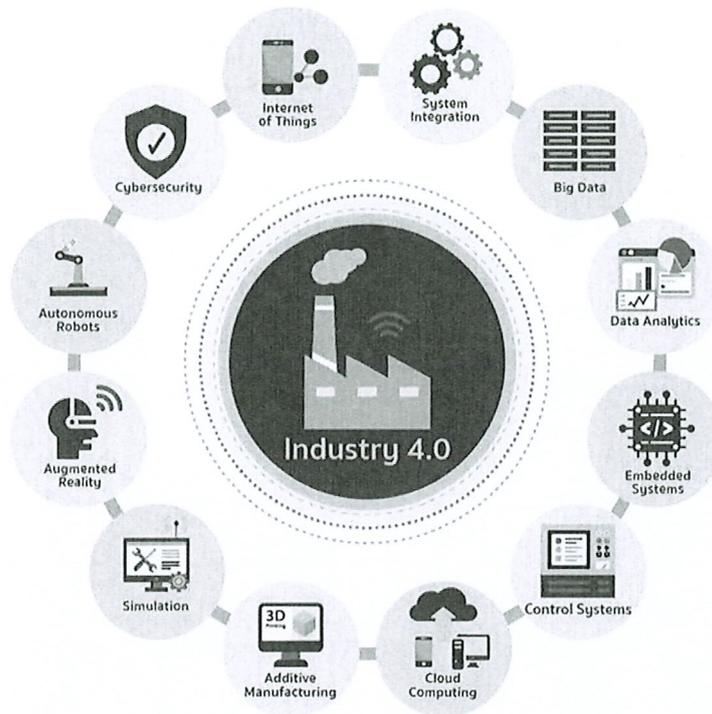
โครงการจัดซื้อ ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0
ต.ช่างเผือก อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

1. ความเป็นมา

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่ (หรืออุตสาหกรรม 4.0) คือระบบอัตโนมัติที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องของการผลิตแบบดั้งเดิมและการปฏิบัติทางอุตสาหกรรมโดยใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะที่ทันสมัย การสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักรขนาดใหญ่ (M2M) และอินเทอร์เน็ตของสิ่งต่าง ๆ (IoT) ถูกรวมเข้าด้วยกันเพื่อเพิ่มระบบอัตโนมัติการสื่อสารที่ดีขึ้นและการตรวจสอบตนเองและการผลิตเครื่องจักรอัจฉริยะที่สามารถวิเคราะห์และวินิจฉัยปัญหาโดยไม่ต้องอาศัยการแทรกแซงจากมนุษย์ เทคโนโลยียุคที่สี่นี้ซึ่งรวมฮาร์ดแวร์ซอฟต์แวร์และชีววิทยา (Cyber Physical System) และเน้นความก้าวหน้าในการสื่อสารและการเชื่อมต่อ Schwab นวัตกรรมในเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่ในสาขาต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์, ปัญญาประดิษฐ์, นาโนเทคโนโลยี, คอมพิวเตอร์ควอนตัม, เทคโนโลยีชีวภาพที่อินเทอร์เน็ตในสิ่งที่อินเทอร์เน็ตอุตสาหกรรมสิ่ง, การกระจายอำนาจตามเทคโนโลยีไร้สายรุ่นที่ห้า, การพิมพ์ 3 มิติและยานพาหนะของตนเองอย่างเต็มที่ระบบไซเบอร์-กายภาพ หรือ Cyber-Physical Systems (CPS) มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อนโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมและงานวิจัยในประเทศชั้นนำต่างๆ เช่น ประเทศเยอรมันหรือสหรัฐอเมริกา จนในบางครั้งภาพแสดงวิวัฒนาการของการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 หรือ Industry 4.0 สามารถอธิบายด้วยคำสั้นๆ ว่า คือยุคของระบบไซเบอร์-กายภาพ หรือพูดอีกนัยหนึ่งว่า ถ้าระบบทั้งหลายในโลกนี้สามารถออกแบบและทำงานได้ตามแนวคิดของ CPS แล้ว ผลกระทบจากการบูรณาการของการสื่อสาร การประมวลผล และการควบคุมสิ่งต่างๆจะมีมูลค่ามหาศาล

CPS นั้นถูกนิยามขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นแห่งแรกในแวดวงการวิจัย และได้รับความนิยมแพร่หลายในปัจจุบันเนื่องจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทั้งหลายเช่น Internet of Things (IoT), ระบบฝังตัว (Embedded Systems), ระบบควบคุม (Control Systems), การประมวลผลด้วยเครือข่ายคลาวด์ (Cloud Computing) และ การวิเคราะห์ขั้นสูง (Data Analytics) มีความก้าวหน้าและพร้อมใช้มากขึ้น ซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อนให้เรานำข้อมูลจากสรรพสิ่งมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าที่สุดในยุคของ Industry 4.0

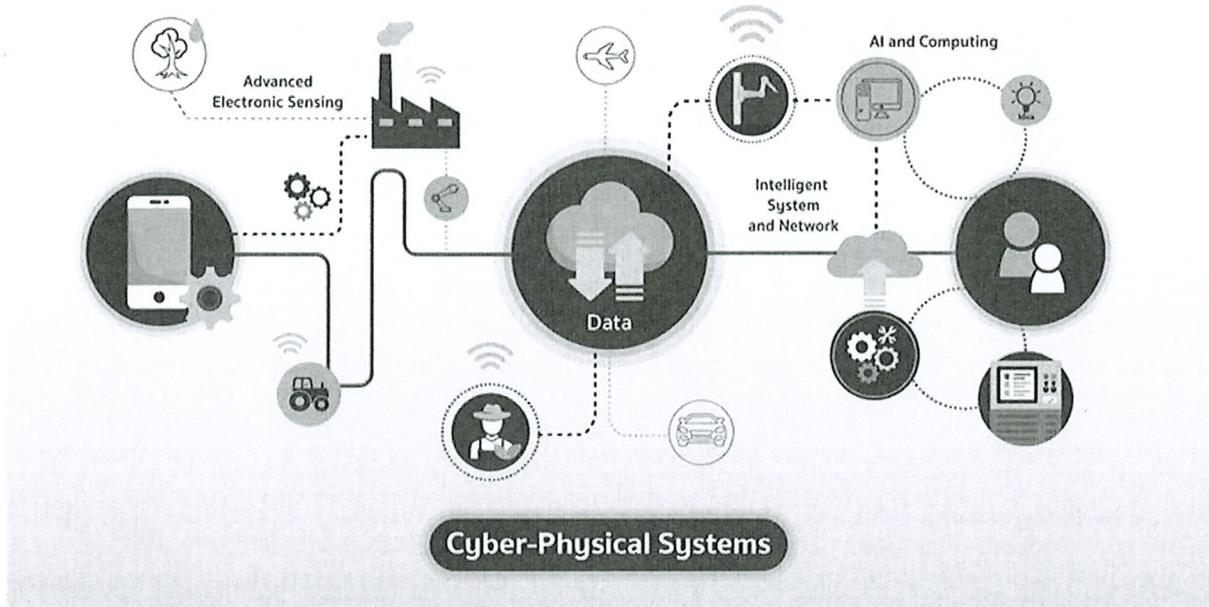
ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ



ระบบไซเบอร์-กายภาพ คือระบบทางวิศวกรรมที่บูรณาการโลกกายภาพ (Physical World) กับโลกไซเบอร์ (Cyber World) เข้าด้วยกัน โลกกายภาพประกอบด้วยสิ่งต่างๆ เช่น อุปกรณ์ เครื่องจักร มนุษย์ ระบบต่างๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นหรือเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ รวมถึงสภาพแวดล้อม ส่วนโลกไซเบอร์หรือโลกดิจิทัลนั้นเป็นโลกแห่งการประมวลผลและการควบคุม การผนวกสองโลกเข้าด้วยกันเริ่มจากการเชื่อมต่อของสิ่งต่างๆ ในโลกกายภาพแบบเป็นเครือข่าย ซึ่งเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ก็เป็นตัวช่วยหนึ่งที่ทำให้เกิดการเชื่อมต่อ (Connectivity) การสื่อสาร (Communication) และการนำข้อมูลจากอุปกรณ์ เครื่องจักร หรือสถานะแวดล้อมต่างๆ ในโลกกายภาพส่งต่อไปให้โลกของไซเบอร์ช่วยประมวลผล (Computing) วิเคราะห์คำนวณ หรือตัดสินใจ เพื่อส่งข้อมูลย้อนกลับมาควบคุม (Feedback Control) โลกกายภาพอีกทีอย่างเป็นอัตโนมัติ

การหลอมรวมของสองโลกนี้ทำให้สิ่งต่างๆ ในระบบสามารถเชื่อมต่อทำงานร่วมกันได้ สามารถตรวจสอบและควบคุมเพื่อเปลี่ยนแปลงสถานะต่างๆ ของระบบได้ตามความเหมาะสม แต่สิ่งนี้จะเกิดขึ้นได้ด้วยจากการนำศาสตร์แขนงต่างๆ มาบูรณาการร่วมกัน ประกอบไปด้วยวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์สาขาต่างๆ เช่น วิศวกรรมไฟฟ้า (อิเล็กทรอนิกส์, คอมพิวเตอร์, ระบบควบคุม) วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอุตสาหการ วิศวกรรมการผลิต เป็นต้น ระบบไซเบอร์-กายภาพจึงเป็นภาพที่ใหญ่กว่า Internet of Things (IoT) เนื่องจากเป็นการบูรณาการการสื่อสาร การประมวลผล และการควบคุม เข้ากันเป็นระบบที่ชาญฉลาดนั่นเอง

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ



การออกแบบและพัฒนา CPS

แนวทางการออกแบบและพัฒนาระบบไซเบอร์-กายภาพเป็นการออกแบบทางวิศวกรรมที่เริ่มจากชั้นของกายภาพที่มีการตรวจสอบวัดค่า (Monitoring) หรือรับรู้ (Sensing) สถานะ หรือ State ต่างๆ ของระบบรวมทั้งตัวแปรอื่นๆ จากสิ่งแวดล้อมซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ตามกาลเวลา เพื่อให้ชั้นของไซเบอร์สามารถวิเคราะห์และตัดสินใจควบคุมระบบให้เป็นไปตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายให้มากที่สุด การออกแบบและพัฒนาระบบไซเบอร์-กายภาพมีความท้าทายในหลายมิติ เช่น ความแตกต่างในโลกกายภาพซึ่งเป็นสิ่งของจริงที่อยู่ภายใต้กฎของฟิสิกส์ซึ่งแตกต่างจากสิ่งของเสมือน เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลผลในโลกของไซเบอร์ ซึ่งต้องมารับรู้ข้อมูลจากโลกกายภาพเพื่อนำไปวิเคราะห์คำนวณ

พื้นฐานสำคัญในการยกระดับเทคโนโลยี

CPS เป็นระบบที่จำเป็นสำหรับ Applications และ Services ที่หลากหลาย เช่น ในภาคอุตสาหกรรม การเกษตร การจราจร การแพทย์ พลังงาน เป็นต้น สำหรับตัวอย่างในภาคการผลิตในยุคของ Industry 4.0 นั้น เครื่องจักรจะมีอุปกรณ์เซนเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมที่สามารถส่งข้อมูลทุกอย่างในโลกกายภาพเพื่อให้โลกไซเบอร์ได้บริหารจัดการระบบ ช่วยตัดสินใจ หรือควบคุมได้ดีที่สุด ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น เร็วขึ้น สามารถลดต้นทุนหรือของเสียที่เกิดจากการผลิต เพิ่มคุณภาพโดยลดความผิดพลาด และป้องกันความเสียหายหรือยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์เครื่องจักร

ดังนั้นการพัฒนาระบบต่างๆ ตามกรอบแนวคิดของระบบไซเบอร์-กายภาพจึงเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการยกระดับเทคโนโลยีของประเทศ

Center for Cyber-Physical Systems

ในปี 2562-2565 เนคเทค-สวทช. ได้ตั้งเป้าหมายการส่งเสริม CPS (Cyber-Physical Systems) อย่างจริงจัง เป็นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ในยุคปัจจุบันที่ภาคอุตสาหกรรมต้องจับตามองเพราะ CPS เป็นการใช้ Sensors จับข้อมูลผ่านเครือข่าย ไปยัง AI ซึ่งเป็นสมองคำนวณแล้วส่งกลับผ่าน Systems ไปควบคุม ทั้งนี้เนคเทค-

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
 ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

สวทช. มีความเชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านอย่างชัดเจน เรามีทีมวิจัยต้นน้ำ ทั้งด้าน Sensor, System และ AI-Big data ดังนั้น ในยุคไทยแลนด์ 4.0 เครื่องจักรทั้งสามส่วนนี้จะเป็นกำลังสำคัญอย่างยิ่งในทุกภาคส่วน เช่น Smart City, Smart Agriculture, Smart Manufacturing เป็นต้น และในปลายปี 2562 เนคเทค-สวทช. จะมีศูนย์บริการใหม่ ชื่อว่า “Center for Cyber-Physical Systems” ซึ่งจะเป็นแหล่งความรู้ แหล่งทดสอบ และแหล่งผลิตบุคลากรด้าน CPS ตอบโจทย์ประเทศ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เป็นส่วนสำคัญในการ พัฒนาความรู้พื้นฐานและขั้นสูงให้กับวิศวกรนักปฏิบัติทุกสาขา และเอกลักษณ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา เรามีความถนัดและความสามารถด้าน เทคโนโลยีอุตสาหกรรมขั้นสูง เกษตรอุตสาหกรรม เกษตรปลอดภัย ความหลากหลายทางชีวภาพ ความมั่นคงทางนวัตกรรมเกษตร อาหารล้านนา เทคโนโลยีและการจัดการเพื่อชุมชน โครงข่ายคมนาคมขนส่ง และระบบโลจิสติกส์ การค้าชายแดนและบริการจัดการเทคโนโลยี วัฒนธรรมท้องถิ่นและ นวัตกรรม อาหารสุขภาพและพันธุกรรมพืช เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนและสร้างความเข้าใจ ให้มีเป้าหมาย เดียวกัน มหาวิทยาลัยหนึ่งให้ความสำคัญในการผลิตกำลังคนเพื่อร่วมมือพัฒนาให้กับสถานประกอบการที่มีการ พัฒนาสายการผลิตไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 และทางมหาวิทยาลัย ได้รับการสนับสนุนจากโครงการบัณฑิตพันธุ์ใหม่ ทั้ง ระบบการเรียนปกติ (Degree) และ การเรียนต่อเนื่องหลักสูตรระยะสั้น (Non-Degree) โดยได้จัดอบรมให้กับนักเรียน ระดับมัธยม นักศึกษาด้านอาชีวศึกษา และใช้การเรียนการสอนแบบ Project Base Learning ดังนั้นเพื่อส่งเสริมให้ เยาวชน ในเขตภูมิภาคภาคเหนือได้มีโอกาสเรียนรู้และพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามอุตสาหกรรม เป้าหมายของประเทศ

จึงเสนอให้จัดโครงการ “ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0”

มาตรฐานขั้นต่ำที่ควรมี1 ระบบ..... มีอยู่แล้ว0..... ใช้การได้0..... ขำрут0..... ใช้ สำหรับวิชา

1.สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

-หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

2.สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

-หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หลักสูตร สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรชีวภาพ

3.สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

-หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมซอฟต์แวร์ วิศวกรรม เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

-หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุมอัตโนมัติ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

-หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

4.สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

5.สาขาวิศวกรรมโยธา

6.สาขาวิศวกรรมแม่พิมพ์

7.วิทยาลัยเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์และสหวิทยาการ

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เตรียมวิศวกรรมศาสตร์
 - หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ แมคคาทรอนิกส์
- จำนวนนักศึกษา 1,000 คน ความถี่ในการใช้งาน 90 คาบต่อสัปดาห์

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาทักษะพื้นฐานบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ทุกสาขา อาทิเช่น เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า เทคโนโลยีอุตสาหกรรมขั้นสูง เกษตรอุตสาหกรรม เกษตรปลอดภัย ความหลากหลายทางชีวภาพ ความมั่นคงทางนวัตกรรมเกษตร อาหารล้ำนา เทคโนโลยีและการจัดการเพื่อชุมชน โครงข่ายคมนาคมขนส่ง และระบบโลจิสติกส์
- 2.2 เพื่อพัฒนาทักษะบัณฑิตของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร และคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่เรียนในหลักสูตรเดิมและบุคลากรในสถานประกอบการ (Re-skill) ด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมขั้นสูง เกษตรอุตสาหกรรม เกษตรปลอดภัย ความหลากหลายทางชีวภาพ ความมั่นคงทางนวัตกรรมเกษตร อาหารล้ำนา เทคโนโลยีและการจัดการเพื่อชุมชน โครงข่ายคมนาคมขนส่ง และระบบโลจิสติกส์
- 2.3 เพื่อพัฒนาหลักสูตรทั้งหลักสูตรปริญญา (Degree) และประกาศนียบัตรวิชาชีพ (None-degree) ด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมขั้นสูง และเกษตรอุตสาหกรรม

3. คุณสมบัติผู้มีสิทธิเสนอราคา

- 3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.7 เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น
- 3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

4. รายละเอียดขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะของงานซื้อ

ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0

ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

ประกอบด้วย

1. ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 (เชียงใหม่)

| | |
|--|-----------|
| 1.1 ชุดเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางความร้อนของสาร (Differential scanning calorimeter (DSC) | 1 เครื่อง |
| 1.1.1 เครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางความร้อนของสาร (Differential scanning calorimeter (DSC) | 1 เครื่อง |
| 1.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 1.1.3 เครื่องพิมพ์สีแบบ Inkjet Printer | 1 เครื่อง |
| 1.1.4 โต๊ะหินสำหรับวางเครื่อง DSC | 1 ชุด |
| 1.1.5 เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 3000 VA สำหรับเครื่อง DSC | 1 เครื่อง |
| 1.1.6 ชุดทำความเย็นชนิด Intracooler | 1 ชุด |
| 1.2 ชุดเครื่องวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน Thermo gravimetric analysis (TGA) | 1 ชุด |
| 1.2.1 เครื่องวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน Thermo gravimetric analysis (TGA) | 1 เครื่อง |
| 1.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 1.2.3 เครื่องพิมพ์สีแบบ InkJet Printer | 1 เครื่อง |
| 1.2.4 โต๊ะหินสำหรับวางเครื่อง TGA จำนวน | 1 ชุด |
| 1.2.5 เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 3000 VA จำนวน | 1 เครื่อง |
| 1.3.ชุดตู้อบสุญญากาศพร้อมปั๊มสุญญากาศ (Vacuum oven with vacuum pump) | 1 ชุด |
| 1.3.1 ตู้อบสุญญากาศพร้อมปั๊มสุญญากาศ (Vacuum oven with vacuum pump) | 1 เครื่อง |
| 1.3.3 เครื่องปั๊มสุญญากาศพร้อมตู้ใส่ | 1 เครื่อง |
| 1.4.ตู้ดูดไอสารเคมี (Fume hood) | 1 เครื่อง |

2. ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ด้านเทคโนโลยีเกษตรของอุตสาหกรรม (เชียงราย)

| | |
|---|-----------|
| 2.1 ชุดเครื่องวัดการดูดกลืนแสง-ส่งผ่านแสง-สะท้อนแสง | 1 ชุด |
| 2.1.1 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง-ส่งผ่านแสง-สะท้อนแสง | 1 เครื่อง |
| 2.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 2.2 เครื่องวัดกัมมันตรังสี Bata/Gamma/X-ray | 1 ชุด |
| 2.3 เครื่องวัดความเร็วลมแบบ Data Logger | 1 ชุด |

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

| | |
|---|-----------|
| 2.4 ชุดเครื่องวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารตัวอย่าง (Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS)) | 1 ชุด |
| 2.4.1 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (Gas Chromatograph) | 1 ชุด |
| 2.4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ | 1 ชุด |
| 2.4.3 เครื่องพิมพ์ผลเลเซอร์ | 1 ชุด |
| 2.4.4 เครื่องสำรองแรงดันไฟฟ้า (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 6 KVA | 1 เครื่อง |
| 2.4.5 โต๊ะสำหรับวางเครื่อง GCMS | 1 ชุด |
| 2.5 ชุดกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope : SEM) | 1 ชุด |
| 2.5.1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope : SEM) | 1 เครื่อง |
| 2.5.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 2.5.3 เครื่องปรับอากาศ แบบแขวน ไม่ต่ำกว่า 30,000 BTU | 1 เครื่อง |
| 3. ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ด้านเทคโนโลยีการแปรรูปสมุนไพรไทย (นาน) | |
| 3.1 ตะเกียงบุนเสนอัตโนมัติ (Safety Bunsen Burner) | 3 ชุด |
| 3.2 เครื่องปั่นผสมตัวอย่าง | 1 เครื่อง |
| 3.3 ชุดตู้อบภายใต้สุญญากาศ (Vacuum Oven) | 1 ชุด |
| 3.3.1 ตู้อบภายใต้สุญญากาศ | 1 เครื่อง |
| 3.3.2 เครื่องปั๊มสุญญากาศสำหรับตู้อบภายใต้สุญญากาศพร้อมตู้สำหรับใส่ | 1 เครื่อง |
| 3.3.3 เครื่องหั่นซอยผักและสมุนไพร | 1 เครื่อง |
| 3.3.4 เครื่องปิดผนึกฝากระป๋องอัตโนมัติชนิดกระป๋องไม่หมุน (Can Seamer Machine) | 1 เครื่อง |
| 3.3.5 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง | 1 เครื่อง |
| 3.3.6 เครื่องบดปั่นตัวอย่าง (Blender) | 1 เครื่อง |
| 3.4 เครื่องทำความสะอาดความถี่สูง | 1 เครื่อง |
| 3.5 ชุดเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaker incubator) | 1 ชุด |
| 3.5.1 เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ | 1 เครื่อง |
| 3.5.2 ตู้เหล็กเก็บอุปกรณ์ | 2 ตู้ |
| 3.5.3 โต๊ะพับอลูมิเนียม แบบพกพาได้ (Folding Table) | 2 ตัว |
| 3.5.4 เก้าอี้ | 2 ตัว |
| 3.5.5 ชั้นวางของสเตนเลสเนกประสงค์ 4 ชั้น | 5 ตัว |
| 3.5.6 เครื่องพิมพ์วันที่แบบพ่นหมึกชนิดพกพา | 1 ชุด |
| 3.5.7 เครื่องวัดความเป็นกรด - เป็นด่าง แบบตั้งโต๊ะ | 1 เครื่อง |
| 3.6 ชุดเครื่องทำตัวอย่างเข้มข้นพร้อมเครื่องทำแห้งตัวอย่างแบบลาด | 1 ชุด |
| 3.6.1 เครื่องทำตัวอย่างเข้มข้นด้วยการพ่นฝอยระดับห้องแล็บ | 1 เครื่อง |

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

| | |
|--|-----------|
| 3.6.2 เครื่องทำแห้งตัวอย่างแบบเยือกแข็ง (Freeze Dryer) | 1 เครื่อง |
| 3.6.3 ตู้แช่แข็งฝาหีบ (Freezer) | 1 ตู้ |
| 3.6.4 ตู้อบแห้งไฟฟ้าแบบถาดหมุน | 1 เครื่อง |
| 3.6.5 ตู้แช่แข็งชนิดตู้นอน | 1 ตู้ |
| 3.6.6 ตู้แช่เย็น/แข็ง 2 ระบบ ชนิดตู้แนวนอน (10°C ถึง -30°C) | 2 ตู้ |
| 3.6.7 ตู้แช่เย็น/แข็งแนวตั้ง (Vertical Freezer) 2 ระบบ | 2 ตู้ |
| 3.6.8 ตู้แช่เย็นแนวตั้ง ระบบ 2 ประตู | 2 ตู้ |
| 3.6.9 เครื่องวัดความหวาน (Brix Refractometer) แบบกลิ้งสอง | 2 เครื่อง |
| 3.6.10 เครื่องกรองน้ำ DI | 1 เครื่อง |
| 3.6.11 เครื่องทำน้ำแข็ง | 1 ชุด |
| 3.6.12 เครื่องอัดแก๊ส CO ₂ | 1 ชุด |
| 3.7 กล้องจุลทรรศน์ชนิดสองกระบอกตา | 20 ชุด |
| 4. ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ด้านเทคโนโลยีการผลิตเกษตรอุตสาหกรรม4.0 (ลำปาง) | |
| 4.1 เครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอน 15,000 รอบ (Centrifuge) | 1 เครื่อง |
| 4.2 ตู้ปลอดเชื้อ (laminar air flow) | 1 เครื่อง |
| 4.3 ชุดเครื่องวิเคราะห์ด้วยการดูดกลืนแสง (UV/Vis Spectrophotometer) | 1 ชุด |
| 4.3.1 เครื่องวิเคราะห์ด้วยการดูดกลืนแสง (UV/Vis Spectrophotometer) | 1 เครื่อง |
| 4.3.2 ระบบคอมพิวเตอร์ | 1 ชุด |
| 4.3.3 เครื่องสำรองไฟขนาดไม่น้อยกว่า 6KVA/6KW | 1 เครื่อง |
| 4.4 ชุดเครื่องสำหรับทำแห้งตัวอย่าง (Freeze dryer) | 1 ชุด |
| 4.4.1 เครื่องสำหรับทำแห้งตัวอย่าง (Freeze dryer) | 1 เครื่อง |
| 4.4.2 ปัมสุญญากาศ (Vacuum pump) | 1 ชุด |
| 4.4.3 ตู้แช่เตรียมตัวอย่าง (Pre-freezing) | 1 ชุด |
| 4.5 Fermenter ขนาด 1.5-2.0 ลิตร | 1 ชุด |
| 4.6 ชุดปฏิบัติการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า | 1 ชุด |
| 4.7 ชุดปฏิบัติการการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า | 1 ชุด |
| 4.8 เครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า (Conductometer) | 1 เครื่อง |
| 5. ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ด้านเทคโนโลยีการผลิตอาหารปลอดภัย (พิษณุโลก) | |
| 5.1 ตู้แช่แข็งขนาดใหญ่ | 1 ตู้ |
| 5.2 ชุดวัดค่าการดูดกลืนแสงแบบลำแสงคู่ | 1 ชุด |
| 5.2.1 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงแบบลำแสงคู่ | 1 เครื่อง |
| 5.2.2 ชุดควบคุมและประมวลผล | 1 ชุด |

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

| | |
|--|-----------|
| 5.2.3 เครื่องพิมพ์ผลชนิดเลเซอร์ (Laser printer) | 1 เครื่อง |
| 5.2.4 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS with Stabilizer) ขนาด 2 KVA | 1 เครื่อง |
| 5.2.5 เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัตโนมัติปริมาณดูดจ่าย 0.5 ml (500 µl) | 2 เครื่อง |
| 5.2.6 เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัตโนมัติปริมาณดูดจ่าย 1.0 ml (1000 µl) | 2 เครื่อง |
| 5.2.7 เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัตโนมัติปริมาณดูดจ่าย 0.5-5.0 ml | 2 เครื่อง |
| 5.2.8 โต๊ะสำหรับวางเครื่องมือ | 1 ตัว |
| 5.3 เครื่องกลั่นน้ำชนิด 2 ครั้ง | 1 เครื่อง |
| 5.4 ชุดเครื่องวัดก๊าซชีวภาพ | 1 ชุด |
| 5.4.1 เครื่องวัดก๊าซชีวภาพ | 1 เครื่อง |
| 5.4.2 เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ | 1 เครื่อง |
| 6. ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ด้านเทคโนโลยีการบริหารการผลิตแบบอัจฉริยะ (ตาก) | |
| 6.1 ชุดทดลองและสาธิตเครื่องระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม | 1 ชุด |
| 6.1.1 ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic) | 1 ชุด |
| -แผงโซลาร์เซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells) | 1 ระบบ |
| -แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells) | 1 ระบบ |
| -เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าและชุดควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบบไฮบริด (Solar Hybrid Inverter) | 1 ชุด |
| 6.1.2 โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์(Mounting structure) | 3 ชุด |
| 6.1.3 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์(Solar Inverter) | 1 ชุด |
| 6.1.4 ชุดแบตเตอรี่ (Battery Bank) | 1 ชุด |
| -แบตเตอรี่ชนิดลิเทียม (Lithium Battery) | 1 ชุด |
| -แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (Deep Cycle Battery) | 1 ชุด |
| 6.1.5 ตู้ควบคุมไฟฟ้า (DB Solar) | 1 ชุด |
| 6.1.6 คอมโบเนออร์โซลาร์เซลล์ (PV Combiner Box) | 3 ชุด |
| -อุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก (Surge protector) ชนิดใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสตรง | 3 ชุด |
| -อุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก (Surge protector) ชนิดใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ | 3 ชุด |
| 6.1.7 อุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อ วงจรไฟฟ้า | 4 ชุด |
| 6.1.8 สายไฟฟ้า และท่อร้อยสายไฟฟ้า | 1 ชุด |
| 6.1.9 ระบบควบคุมบริหารจัดการพลังงาน และแสดงผล (EMS & Monitoring) | 1 ชุด |
| 6.1.10 กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ แบบแนวนอน (Horizontal Wind Turbine) | 1 ชุด |
| 6.1.11 กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ แบบแนวตั้ง (Vertical Wind Turbine) | 1 ชุด |

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

| | |
|--|-----------|
| 6.1.12 สถานีตรวจวัดสภาพอากาศ Weather station เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม | 1 ชุด |
| 6.1.13 ชุด Smart sensor ตรวจวัดสภาพอากาศ ส่งข้อมูล Realtime ผ่าน Bluetooth พร้อมแสดงผลบน Smart device | 1 ชุด |
| 6.2 ชุดทดลองและสาธิตเรื่องการวิเคราะห์คุณสมบัติฉนวนกันความร้อน | 1 ชุด |
| 6.2.1 อุปกรณ์ศึกษาการนำความร้อน | 1 เครื่อง |
| 6.2.2 โปรแกรมช่วยประมวลผลการทดลอง | 1 ชุด |
| 6.2.3 อุปกรณ์ปฏิบัติการถ่ายเทความร้อน | 1 เครื่อง |
| 6.2.4 ชุดวัดอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการ | 1 ชุด |
| 6.2.5 คอมพิวเตอร์แสดงผล พร้อมอุปกรณ์ | 1 ชุด |
| 6.2.6 เครื่องบันทึกข้อมูลอนุกรมประสงค์ | 1 ชุด |

5. รายละเอียดทางเทคนิค

รายการที่ 1. ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 (เชียงใหม่) ประกอบด้วย

1.1 ชุดเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางความร้อนของสาร (Differential scanning calorimeter (DSC) จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทั่วไป

1.1.1 เครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางความร้อนของสาร (Differential scanning calorimeter (DSC) จำนวน 1 เครื่อง

1) มีหลักการทำงานของเครื่องแบบ heat flux โดยการใส่สารตัวอย่างและสารอ้างอิงที่ต้องการวัดภายในเตาให้ความร้อน (Furnace) และ บน Sensor เดียวกัน ระบบ Sensor เป็นแบบ Ceramic ทนการกัดกร่อนสูง และมี Thermocouple ทำจากวัสดุโลหะผสม Au/AuPd ที่นำความร้อนได้ดีเยี่ยม

1.1) มีค่า Signal time constant เท่ากับ 1.8 วินาที หรือดีกว่า

1.2) ค่า Calorimetric resolution เท่ากับ 0.04 ไมโครวัตต์ หรือดีกว่า

1.3) มีช่วงกว้างของการวัดค่าพลังงาน (Calorimetric range) เท่ากับ +/- 350 mW หรือดีกว่า

1.4) โดยมีค่า TAWN sensitivity เท่ากับ 11.9 และ ค่า TAWN resolution เท่ากับ 0.12 หรือดีกว่า

2) มีช่วงอุณหภูมิศึกษาอุณหภูมิ -85 องศาเซลเซียส ถึง 700 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

3) มีค่าความถูกต้องของอุณหภูมิ เท่ากับ +/- 0.2 เคลวิน หรือ +/- 0.2 เซลเซียส หรือดีกว่า

4) มีค่าความแม่นยำของอุณหภูมิ เท่ากับ +/- 0.02 เคลวิน หรือ +/- 0.2 เซลเซียส หรือดีกว่า

5) มีอัตราเร็วในการให้ความร้อนตั้งแต่ 0.02-300 เคลวินต่อนาที หรือดีกว่า

6) มีอัตราเร็วการลดอุณหภูมิตั้งแต่ 0.02-50 เคลวินต่อนาที หรือดีกว่า

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

7) ระบบแก๊ส สามารถทดลองภายใต้สภาวะที่เป็น INERT หรือ OXIDATION โดยมีระบบควบคุมก๊าซภายในตัวเครื่อง (software-controlled mass flow gas controller) ที่สามารถปรับอัตราการไหล และสามารถเปลี่ยนชนิดของก๊าซโดยอัตโนมัติด้วยระบบซอฟต์แวร์

8) สามารถแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง

9) ระบบ Temperature Calibration

9.1) มีการสอบเทียบอุณหภูมิ, ค่าความร้อน (Heatflow) และ ค่า Taulag ด้วยสารมาตรฐานบริสุทธิ์ ได้แก่ Indium และ Zinc ซึ่งสามารถทำการทดลองได้ทันทีโดยไม่ต้องสอบเทียบใหม่เมื่อมีการเปลี่ยนสภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น Heating Rate, Crucible, Gas เป็นต้น

10) ส่วนของโปรแกรม software จะประกอบด้วยโปรแกรมหลักดังนี้

10.1) สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิที่แตกต่างกันและต่อเนื่องกันได้ ไม่น้อยกว่า 30 ขั้นตอน ทั้งแบบ Dynamic และ Isothermal รวมทั้งสามารถให้เครื่องหาคurve Blank curve ได้โดยอัตโนมัติ

10.2) โปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้าง, บันทึก, แก้ไขวิธีการทดลองและส่งวิธีการทดลอง (Send Experiment) รวมทั้งยังสามารถดู Online Curve ขณะทดลอง, เวลาที่ใช้ในการทดลองจากหน้าจอของ โปรแกรมนี้

10.3) มีโปรแกรมพื้นฐานสำหรับการประมวลผล (Evaluations) Thermogram ที่ได้โดยสามารถ หา ค่า Onset, Endset, Normalized, Integral, %Crystallization, Glass transition, MeltingTemperature, Purity, Gelatinization temperature, Denaturation Temperature, Enthalpy, Conversion

10.4) มีโปรแกรมที่ใช้ปรับค่าต่างๆทั้งหมด (Total Calibration, Tau lag) ที่ทำให้สามารถทำการทดลองได้ทันที เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการเพิ่มอุณหภูมิ, ชนิดของ Crucible, ชนิดของ gas ของการทดลอง โดยไม่ต้องทำการสอบเทียบ ณ อัตราการเพิ่มอุณหภูมินั้นใหม่

10.5) มีโปรแกรม Temperature Modulated แบบ ADSC (sine program) ซึ่งสามารถศึกษา และประมวลผลของข้อมูล Total heat flow, reversing-heat flow, non-reversing heat flow, in-phase Cp, out-phase Cp, Cp complex

10.6) มีโปรแกรมศึกษา Specific heat ของสารตัวอย่าง

10.7) สามารถส่งข้อมูลการทดลองได้ทั้งไฟล์รูปภาพ และโปรแกรม excel ได้

12) อุปกรณ์ประกอบ

12.1) ชุดควบคุมการไหลและการเปลี่ยนชนิดของก๊าซ (software-controlled mass flow gas controller) จำนวน 1 ชุด

12.2) แก๊สออกซิเจนชนิดความบริสุทธิ์สูง พร้อมถังแก๊สและตัวปรับแรงดันแก๊ส จำนวน 1 ชุด

12.3) แก๊สไนโตรเจนชนิดความบริสุทธิ์สูง พร้อมถังแก๊สและตัวปรับแรงดันแก๊ส จำนวน 1 ชุด

12.4) ชุด Crucibles sealing press สำหรับผนึกฝา Crucible จำนวน 1 ชุด

12.5) ชุดหัวกด ซึ่งสามารถใช้งานได้กับ Aluminum crucible standard 40 μ L จำนวน 1 ชุด

12.6) ถ้วยใส่สารตัวอย่างชนิด Aluminum crucible Standard ขนาด 40 μ L พร้อมฝา ขนาด 100 ชิ้น/กล่อง จำนวน 5 กล่อง

12.7) มีกล่องอุปกรณ์สอบเทียบซึ่งประกอบด้วย In และ Zn จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 12.8) Sapphire สำหรับใช้ศึกษาค่าความจุความร้อนจำเพาะของสาร (Specific heat) จำนวน 5 แผ่น
- 13) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 หรือ ISO 14001 หรือ CE
 - 14) รับประกันคุณภาพสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี
 - 15) ทำ Preventive Maintenance และ Calibrate เครื่อง DSC จำนวน 1 ครั้ง/ปี เป็นระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ตรวจรับสินค้า
 - 16) เครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชิ้นสามารถใช้กับไฟฟ้า 220 V 50 Hz ได้
 - 17) มีเอกสารคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
 - 18) โปรแกรมของเครื่อง DSC ทั้งหมดต้องมี License พร้อมแผ่น Disc สำหรับการติดตั้งและต้องปรับปรุงเพิ่มเติมโปรแกรมการทำงานของเครื่องให้มีความก้าวหน้า (Software upgrade) ตลอดอายุการใช้งานตามบริษัทผู้ผลิตโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย
 - 19) ผู้ขายต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศโดยให้ยื่นในขณะเข้าเสนอราคา

1.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.2 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย
- 2) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level)เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB
- 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 3.1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่ น้อยกว่า 2 GB
 - 3.2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 3.3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 4) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 5) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 240 GB จำนวน 1 หน่วย
- 6) มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 7) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือ ดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 8) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 9) มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 10) มีจอแสดงผลภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

1.1.3 เครื่องพิมพ์สีแบบ Inkjet Printer

จำนวน 1 เครื่อง

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 1) เป็นเครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึกพร้อมติดตั้งถังหมึกพิมพ์(Ink Tank Printer) หรือดีกว่า จากโรงงานผู้ผลิต มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 1,200x1,200 dpi
- 2) มีความเร็วในการพิมพ์ร่างขาวสำหรับกระดาษขนาด A4 ไม่น้อยกว่า 19 หน้าต่อนาที(ppm) หรือ 8.8 ภาพต่อนาที
- 3) มีความเร็วในการพิมพ์ร่างสีสำหรับกระดาษขนาด A4 ไม่น้อยกว่า 15 หน้าต่อนาที(ppm) หรือ 5 ภาพต่อนาที(ipm)
- 4) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5) มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 50 แผ่น
- 6) สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้

1.1.4 โต๊ะหินสำหรับวางเครื่อง DSC

จำนวน 1 ชุด

- 1) ผิวหน้าโต๊ะเรียบ
- 2) ขนาด กว้าง 60 cm x ยาว 90 cm x สูง 80 cm

1.1.5 เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 3000 VA สำหรับเครื่อง DSC

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) สามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 230V 50Hz
- 2) มีหน้าจอบอกแสดง Input Voltage, Output Voltage, Battery voltage

1.1.6 ชุดทำความเย็นชนิด Intracooler

จำนวน 1 ชุด

- 1) ชุดทำความเย็นชนิด Intracooler สามารถทำอุณหภูมิได้ -85 °C หรือดีกว่า
- 2) สามารถติดตั้งและสั่งงานภายใต้ระบบเครื่อง DSC
- 3) เป็นระบบ Air-cooled, natural refrigerant
- 4) สามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 230V 50Hz

1.1.7 ติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบไฟฟ้าให้เครื่องมือทำงานได้เป็นอย่างดี และทำการสอบเทียบ (calibrate) เครื่องมือโดยใช้ช่างที่มีใบรับรองการสอบเทียบจากผู้ผลิต และส่งมอบรายงานผลการติดตั้งและผลการสอบเทียบตามระบบคุณภาพ พร้อมใบรับรองการติดตั้ง (Installation certificate) และใบรับรองการสอบเทียบ (calibration certificate)

1.1.8 ทำการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้ โดยมีหัวข้อดังนี้ ความรู้เบื้องต้นการใช้งานทั้งเครื่องมือและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Hardware และ Software) การวิเคราะห์ผลจาก Thermogram และการดูแลรักษาเครื่องมือ (routine maintenance)

1.1.10 การติดตั้งพร้อมใช้งาน และปรับปรุงพื้นที่ให้เหมาะสม ณ มทร.ล้านนา เชียงใหม่

1.2 ชุดเครื่องวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน Thermo gravimetric analysis (TGA)

จำนวน 1 ชุด

มีคุณลักษณะดังนี้

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

1.2.1 เครื่องวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน Thermo gravimetric analysis (TGA) จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารตัวอย่าง เช่น Volatiles, Thermal degradation, Ash ฯลฯ โดยศึกษาน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ และบรรยากาศในการเกิดปฏิกิริยาของสารตัวอย่าง ตามโปรแกรมอุณหภูมิ
- 2) มีช่วงอุณหภูมิศึกษาตั้งแต่อุณหภูมิห้อง จนถึง 1,100 องศาเซลเซียส (Large Furnace) หรือดีกว่า
 - 2.1) มีค่าความถูกต้องของอุณหภูมิเท่ากับ ± 0.3 เคลวิน หรือดีกว่า
 - 2.2) มีค่าความแม่นยำของอุณหภูมิเท่ากับ ± 0.2 เคลวิน หรือดีกว่า
 - 2.3) มีอัตราเร็วในการให้ความร้อนสูงสุดที่ 150 เคลวิน ต่อนาที หรือดีกว่า
 - 2.4) มีอัตราเร็วการลดอุณหภูมิสูงสุดที่ -20 เคลวิน ต่อนาที หรือดีกว่า
- 3) ระบบเครื่องชั่ง
 - 3.1) เป็นลักษณะแนวนอน (Horizontal type) เพื่อลดผลกระทบอันเนื่องมาจากแรงลอยตัวของอากาศและลดความผิดพลาดจากตำแหน่งการวางสารตัวอย่างบน Sensor
 - 3.2) ตัวเครื่องชั่งมีระบบ Internal calibration โดยมี Internal Weight จำนวน 2 ลูก เพื่อความถูกต้องของการอ่านค่าน้ำหนัก และบริเวณที่มีเครื่องชั่งจะถูกหล่อเย็นด้วยน้ำ (Thermostat cooling) เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดเวลา
 - 3.3) เครื่องชั่งมีค่าความถูกต้องของการอ่านน้ำหนักเท่ากับ 0.005% หรือดีกว่า
 - 3.4) เครื่องชั่งมีค่าความแม่นยำของการอ่านน้ำหนักเท่ากับ 0.0025% หรือดีกว่า
 - 3.5) สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 1 กรัม (รวมภาชนะ) โดยมีความละเอียด 0.1 ไมโครกรัม หรือดีกว่า
- 4) ระบบ Sensor
 - 4.1) Sensor สามารถให้สัญญาณ Mass loss
 - 4.2) Sensor สามารถให้สัญญาณ Heat flow curve โดยตรวจวัด DSC ได้ละเอียดเท่ากับ 0.1 mW หรือดีกว่า และมี Signal time constant อยู่ที่ 14 วินาทีหรือดีกว่า
- 5) ระบบแก๊ส
 - 5.1) สามารถทดลองภายใต้สภาวะการที่เป็น INERT หรือ OXIDATION โดยมีระบบควบคุมก๊าซภายในตัวเครื่อง (Built-in gas flow control) ที่สามารถปรับอัตราการไหลและสามารถเปลี่ยนชนิดของก๊าซโดย อัตโนมัติด้วยระบบซอฟต์แวร์
 - 5.2) มีระบบ Final purge gas ซึ่งสามารถเลือกชนิดของแก๊ส, ปริมาณของแก๊สรวมถึงระยะเวลาที่ต้องการให้ purge gas ดังกล่าว ไหล่แก๊สชนิดก่อนหน้าออกจากเตาเผา
- 6) สามารถแสดงสถานะ การทำงานของเครื่อง
- 7) ระบบ Temperature Calibration
 - 7.1) มีโปรแกรมการ Calibrate อุณหภูมิ ด้วยสารมาตรฐานคือหาจุดหลอมเหลวของสารมาตรฐาน ได้แก่ Indium, Zinc, Aluminium และ Gold
- 8) ส่วนของโปรแกรม software จะประกอบด้วยโปรแกรมหลักดังนี้
 - 8.1) สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิที่แตกต่างกันและต่อเนื่องกันได้ใน 1 การทดลอง ทั้งแบบ Dynamic และ Isothermal รวมทั้งสามารถให้เครื่องห้กลับ Blank curve ได้โดยอัตโนมัติ

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 8.2) มีระบบ Automatic buoyancy compensation
- 8.3) โปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้าง, บันทึก, แก้ไขวิธีการทดลองและส่งวิธีการทดลอง(Send Experiment) รวมทั้งยังสามารถดู Online Curve ขณะที่ยี่ทดลอง, เวลาที่ใช้ในการทดลองจากหน้าจอของโปรแกรมนี้
- 8.4) โปรแกรมพื้นฐานสำหรับการประมวลผล (Evaluations) ของ Thermogram ที่ได้โดยสามารถหาค่า Onset, Endset, 1st derivative, 2nd derivative, Step horizontal, Residue, DSC curve, Normalized, Integral, Melting Temperature, Conversion
- 8.5) มีโปรแกรมที่ใช้ปรับค่าต่างๆทั้งหมด (Total Calibration, Tau lag) ที่ทำให้สามารถทำการทดลองได้ทันที เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเพิ่มอุณหภูมิ, ชนิดของ Crucible, ชนิดของ gas ของการทดลองโดยไม่ต้องทำการสอบเทียบ ณ อัตราการผลิตอุณหภูมินั้นใหม่
- 9) ชุดควบคุมการไหลและการเปลี่ยนชนิดของก๊าซ (Built-in gas flow control) จำนวน 1 ชุด
- 10) Thermo/Cryostat 1 ตัว สำหรับควบคุมอุณหภูมิของเครื่องชั่งให้คงที่
- 11) มีกล่องอุปกรณ์สอบเทียบซึ่งประกอบด้วย Indium, Zinc, Aluminium และ Gold จำนวน 1 ชุด
- 12) ถ้วยใส่สารตัวอย่างชนิดอะลูมินา ขนาด 70 ไมโครลิตร 20 ชิ้น/กล่อง ชนิด Reusable พร้อมฝาปิด จำนวน 3 กล่อง
- 13) ถ้วยใส่สารตัวอย่างชนิดอะลูมินา ขนาด 150 ไมโครลิตร 20 ชิ้น/กล่อง ชนิด Reusable พร้อมฝาปิด จำนวน 3 กล่อง
- 14) แก๊สไนโตรเจนความบริสุทธิ์สูง ขนาด 7 คิว พร้อมเกจวัดแรงดันบนหัวถังแก๊ส จำนวน 1 ชุด
- 15) แก๊สออกซิเจนความบริสุทธิ์สูง ขนาด 7 คิว พร้อมเกจวัดแรงดันบนหัวถังแก๊ส จำนวน 1 ชุด
- 16) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 หรือ ISO 14001 หรือ CE
- 17) รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 18) ทำ Preventive Maintenance และ Calibrate เครื่อง TGA จำนวน 1 ครั้ง/ปี เป็นระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ตรวจรับสินค้า
- 19) เครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชิ้นสามารถใช้กับไฟฟ้า 220 V 50 Hz ได้
- 20) เครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นเป็นของใหม่ที่ไม่ผ่านการใช้งานหรือการสาธิตการใช้งานมาก่อน
- 21) มีเอกสารคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 22) โปรแกรมเครื่อง TGA ที่ติดตั้งในคอมพิวเตอร์ต้องมี License และต้องปรับปรุงเพิ่มเติมโปรแกรมการทำงานของเครื่องให้มีความก้าวหน้า (Software upgrade) ตลอดอายุการใช้งานตามบริษัทผู้ผลิต โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

1.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 7 แกนหลัก (7 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.0 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย
- 2) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 3.1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 3.2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 3.3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 4) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 5) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 240 GB จำนวน 1 หน่วย
- 6) มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 7) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 8) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 9) มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 10) มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

1.2.3 เครื่องพิมพ์สีแบบ InkJet Printer

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึกพร้อมติดตั้งถังหมึกพิมพ์ (Ink Tank Printer) จากโรงงานผู้ผลิต หรือดีกว่า
- 2) มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 1,200x1,200 dpi
- 3) มีความเร็วในการพิมพ์ร่างขาวดำสำหรับกระดาษขนาด A4 ไม่น้อยกว่า 19 หน้าต่อนาที(ppm) หรือ 8.8 ภาพต่อนาที
- 4) มีความเร็วในการพิมพ์ร่างสีสำหรับกระดาษขนาด A4 ไม่น้อยกว่า 15 หน้าต่อนาที(ppm) หรือ 5 ภาพต่อนาที(ipm)
- 5) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 6) มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 50 แผ่น
- 7) สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้

1.2.4 โต๊ะหินสำหรับวางเครื่อง TGA จำนวน

1 ชุด

- 1) โต๊ะหิน ผิวหน้าโต๊ะเรียบ
- 2) โต๊ะมีขนาด กว้าง 60 cm x ยาว 90 cm x สูง 80 cm

1.2.5 เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 3,000 VA จำนวน

1 เครื่อง

- 1) มีหน้าจอบอกแสดง Input Voltage, Output Voltage, Battery voltage
- 2) สามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 230V 50Hz

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 1.2.6 ติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบไฟฟ้าให้เครื่องมือทำงานได้เป็นอย่างดี และทำการสอบเทียบ (calibrate) เครื่องมือ โดยใช้ช่างที่มีใบรับรองการสอบเทียบจากผู้ผลิต และส่งมอบรายงานผลการติดตั้งและผลการสอบเทียบตามระบบคุณภาพ พร้อมใบรับรองการติดตั้ง (Installation certificate) และใบรับรองการสอบเทียบ (calibration certificate)
- 1.2.7 ทำการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้ โดยมีหัวข้อดังนี้ ความรู้เบื้องต้นการใช้งานทั้งเครื่องมือและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Hardware และ Software) การวิเคราะห์ผลจาก Thermogram และ การดูแลรักษาเครื่องมือ (routine maintenance)
- 1.2.8 การติดตั้งพร้อมใช้งาน และปรับปรุงพื้นที่ให้เหมาะสม ณ มทร.ล้านนา เชียงใหม่
- 1.3 ชุดตู้อบสุญญากาศพร้อมปั๊มสุญญากาศ (Vacuum oven with vacuum pump) จำนวน 1 ชุด
- 1.3.1 ตู้อบสุญญากาศพร้อมปั๊มสุญญากาศ (Vacuum oven with vacuum pump) จำนวน 1 เครื่อง
- 1) โครงสร้างทั้งภายในและภายนอกของตู้ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม และทนต่อการกัดกร่อน
 - 2) ขนาดภายในไม่น้อยกว่า 400x385x330 มิลลิเมตร (กว้างxสูงxลึก) ความจุไม่น้อยกว่า 49 ลิตร
 - 3) ปรับแต่งชุดควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ +20 องศาเซลเซียส ถึง +200 องศาเซลเซียส โดยช่วงอุณหภูมิของการทำงานภายในตู้สามารถปรับได้ตั้งแต่ +5 องศาเซลเซียส เหนืออุณหภูมิห้องถึง 200 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 4) มีหัววัดอุณหภูมิชนิด Pt100 ที่มีความแม่นยำและความเที่ยงตรงสูง
 - 5) ควบคุมความดันภายในตู้ได้อย่างน้อยตั้งแต่ 10 มิลลิบาร์ ถึง 1,100 มิลลิบาร์ หรือดีกว่า
 - 6) ฝาประตูด้านหน้าของตู้เครื่องเป็นกระจกแก้วทำให้สามารถมองเห็นภายในตู้ได้
 - 7) แผงควบคุมการทำงานเป็นแบบ Touch, Turn, Go อยู่ด้านหน้าเครื่องเพื่อสะดวกในการใช้งานแผงควบคุมการทำงานเป็นแบบ TwinDISPLAY
 - 8) มีจอตัวเลขสีฟ้าชนิด TFT-colour display สามารถปรับตั้งการทำงานจากหน้าจอได้อย่างน้อยดังนี้ ปรับตั้งอุณหภูมิ, เวลาในการทำงาน, ความเป็นสุญญากาศ
 - 9) สามารถตั้งเวลาการทำงานได้ตั้งแต่ 1 นาที ถึงไม่น้อยกว่า 99 วัน แสดงผลเวลาเป็นตัวเลข หรือดีกว่า
 - 10) เมื่อเกิดเหตุผิดปกติเครื่องจะตัดการทำงานด้วยระบบตัดการทำงานที่ติดตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิต
 - 11) มีชั้นวางของแบบ Thermoshelves ทำด้วยอลูมิเนียม จำนวน 1 ชั้น
 - 12) มีระบบควบคุมความดันภายในตู้
 - 13) ใช้ไฟฟ้า 220 V 50 Hz
- 1.3.2) เครื่องปั๊มสุญญากาศพร้อมตู้สำหรับใส่ จำนวน 1 เครื่อง
- 1) ปั๊มสุญญากาศชนิดทนการกัดกร่อนสารเคมี
 - 2) สามารถดูดอากาศออกในอัตรา 3 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงหรือมากกว่า
 - 3) มีตัวชุดกรองดักจับไอสารเคมี ก่อนเข้าปั๊ม จำนวน 1 ชุด
 - 4) มีตู้ที่เหมาะสมในการวางปั๊มทำด้วยโลหะไร้สนิมอย่างดี
 - 5) มีเอกสารคู่มือประกอบการใช้และดูแลรักษา
 - 6) รับประกันคุณภาพ 1 ปี พร้อมกับใบรับรองมาตรฐานจากโรงงาน

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

7) การติดตั้งพร้อมใช้งาน และปรับปรุงพื้นที่ให้เหมาะสม ณ มทร.ล้านนา เชียงใหม่

1.4 ตู้ดูดไอสารเคมี (Fume hood)

จำนวน 1 เครื่อง

รายละเอียดทั่วไป

- 1) ตู้ดูดควันระเหยสารเคมี (FUME HOOD) พร้อมชุดกำจัดไอสารเคมี สำเร็จรูปใช้ดูดไอ กรดสารเคมีและกำจัดไอสารเคมีเป็นพิษในเครื่องเดียวกันเพื่อการปฏิบัติงานทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นชนิดระบบ AUTOMATIC BY PASS SYSTEM
- 2) ขนาดของตู้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้
 - 2.1 ส่วนบนมีขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x ลึก x สูง) 1.20 x 1.05 x 1.50 เมตร
 - 2.2 ส่วนล่างมีขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x ลึก x สูง) 1.20 x 0.95 x 0.85 เมตร
- 3) ส่วนล่างมีประตูสามารถเปิด - ปิด เป็นตู้เก็บของหรือถังแก๊สขนาดไม่น้อยกว่า 7 กิโลกรัม
 - 3.1 ส่วนล่างที่ 1 บรรจุถังเก็บน้ำเพื่อการหมุนเวียน
 - 3.2 ส่วนล่างที่ 2 ตำแหน่งติดตั้งปั้มน้ำทวนสารเคมี
- 4) ส่วนบนมีประตูกระจกนิรภัยสามารถเลื่อนขึ้น - ลง ได้ประโยชน์ใช้ทำการทดลองสารเคมีที่เป็นพิษในการปฏิบัติงานทางด้านวิทยาศาสตร์
- 5) การติดตั้งตู้ดูดควันอ้างอิงตามมาตรฐาน BS 14175 (BRITISH STANDARD)
- 6) มีเอกสารคู่มือประกอบการใช้และดูแลรักษา
- 7) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา เชียงใหม่
- 8) รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี และมีใบรับรองมาตรฐานจากโรงงาน

ลักษณะตู้ดูดไอระเหยสารเคมี

(1) ลักษณะตู้ดูดควันส่วนบน

(1.1) โครงสร้างภายนอกทำด้วยเหล็กแผ่นรีดเย็น (COLD ROLLED STEEL SHEET) ความหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร ทุกชิ้นทำเป็นระบบถอดประกอบได้ (KNOCK DOWN) คือสามารถถอดตัวตู้ด้านหน้าด้านซ้าย - ขวา และด้านหลัง เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายและบำรุงรักษาเคลือบกันสนิมด้วย ZINC PHOSPHATE COATING โดยกรรมวิธี DIPPING เพื่อกันสนิมทั่วถึงทุกชิ้นส่วนของโครงสร้างภายนอกแล้วผ่านการอบแห้งด้วยกรรมวิธี DRYING OVEN และต่อเนื่องด้วยการพ่นทับด้วยสี EPOXY ชนิดสีผงทั่วถึงผิว เหล็กทุกด้านทั้งภายในและภายนอก (CONDUCTIVE EPOXY POWDER COATING) โดยใช้ระบบไฟฟ้าสถิต ELECTROSTATIC PAINTING SYSTEM แล้วผ่านกระบวนการอบสีด้วยระบบ DRYING OVEN ที่ความร้อนไม่น้อยกว่า 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 10 นาที เมื่อเสร็จแล้วสีต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 80 ไมครอน โดยสีจะต้องทนต่อการกัดกร่อนของไอระเหยสารเคมีและทนต่อการขีดข่วนได้ดี ชิ้นงานเหล็กพ่นสีแล้วต้องผ่านการทดสอบ SALT SPRAY 500

(1.2) โครงสร้างผนังภายในตู้ตอนบนซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใช้งาน (WORKING AREA PART) ทำด้วยวัสดุไฟเบอร์กลาสชนิดหล่อจากแบบเป็นเนื้อเดียวกันตลอด (ONE PIECE MOULDING) หนาไม่น้อยกว่า

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 3 มม. และส่วนพื้นที่ใช้งานเป็นชนิด ISO – TYPE แบบ POLYLITE ที่ทนสารเคมี และทนต่อการกัดกร่อนของกรด -ด่าง ได้เป็นอย่างดี และรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 80 กิโลกรัม
- (1.3) พื้นี่ด้านในสุดเป็นรางระบายน้ำ มีสะดืออ่างสำหรับน้ำทิ้งจากราง ระบบท่อน้ำทำด้วย POLYPROPYLENE
- (1.4) บานประตูตู้ดูดควัน เป็นกระจกนิรภัยใสหนาไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร ชนิดไม่มีขอบกระจกแขวนห้อย ด้วยลวดสลิงสแตนเลสไร้สนิม สามารถเลื่อนขึ้น – ลง ตามแนวตั้งได้ทุกระยะโดยมีตุ้มถ่วงน้ำหนักเป็นตัวถ่วงสมดุลโดยใช้ลวดสลิงสแตนเลส เป็นตัวแขวนอยู่ในรอก ขนาดความกว้างภายในตู้ไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร ความสูงไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ด้านล่างมีมือจับเลื่อนขึ้น – ลง ซึ่งทำจากโพลีโพรไพลีน พร้อมรางกระจกทำด้วย PVC
- (1.5) มีระบบ AIR FLOW BY PASS ทำให้ไม่เกิดสูญญากาศเมื่อปิดบานประตูตู้ดูดควันสนิท ทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ชนิด ISO-TYPE มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. สามารถทนต่อการขีดข่วนและการกัดกร่อนของสารเคมีได้ดี
- (1.6) ภายในตู้ดูดควันผนังหลังมีแผ่นบังคับทิศทางอากาศไหลของอากาศ (BAFFLE) ตามหลัก AERO DYNAMIC ป้องกันการหมุนของลมได้ดี ไม่ให้เกิดลมวนกลับเข้าหาตัวผู้ใช้งาน ด้วยวัสดุไฟเบอร์กลาส โดยบังคับให้อากาศไหลเข้าได้ 4 ช่องด้านล่าง 1 ช่อง ตรงกลาง 2 ช่อง และด้านบน 1 ช่อง ซึ่งแผ่นบังคับทิศทางของอากาศ ต้องเป็นชนิดเดียวกันกับพื้นที่ส่วนใช้งาน สามารถถอดซ่อมบำรุงรักษาได้สะดวก โดยสามารถทดสอบได้ด้วยควันหลังการติดตั้งเสร็จ
- (2) ลักษณะตู้ดูดควันส่วนล่าง (STORAGE PART)
- (2.1) โครงสร้างภายนอกทำด้วยเหล็กแผ่นรีดเย็น (COLD ROLLED STEEL SHEET) ความหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร ทุกชิ้นทำเป็นระบบถอดประกอบได้ (KNOCK DOWN) สามารถถอดตัวตู้ด้านหน้า ด้านซ้าย-ขวา และด้านหลังเพื่อง่ายต่อการเคลื่อนย้ายและซ่อมบำรุงรักษาเคลือบผิวกันสนิมด้วย ZINC PHOSPHATE COATING โดยกรรมวิธี DIPPING เพื่อเคลือบกันสนิมทั่วถึงทุกชิ้นส่วนของโครงสร้างภายนอกแล้วผ่านการอบแห้งด้วยกรรมวิธี DRYING OVEN แล้วพ่นทับด้วยสี EPOXY ชนิดผงทั่วถึงผิวเหล็กทุกด้านทั้งในและนอก CONDUCTIVE EPOXY POWDER COATING) โดยใช้ระบบไฟฟ้าสถิต ELECTROSTATIC PAINTING SYSTEM แล้วผ่านกระบวนการอบสีด้วยระบบ DRYING OVEN ที่ความร้อนไม่น้อยกว่า 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที เมื่อเสร็จแล้วสีต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 80 ไมครอน โดยสีต้องทนต่อการกัดกร่อนของไอระเหยสารเคมีและทนต่อการขีดข่วนได้ดี ชิ้นงาน เหล็กพ่นสีแล้วต้องผ่านการทดสอบ SALT SPRAY 500 ชั่วโมง
- (2.2) ด้านหน้าเป็นบานประตูเปิด – ปิด ทำด้วยวัสดุเดียวกันกับตู้ ส่วนหน้าบานมีระบบบานพับ เป็นสปริงล๊อคอย่างน้อย 3 จุด ต่อ 1 หน้าบาน เพื่อเสริมความแข็งแรงและสะดวกต่อการเปิด – ปิดได้เป็นอย่างดี มือจับเปิด – ปิด ทำด้วย PVC GRIP SECTION
- (2.3) หน้าบานเปิด – ปิด ด้านในแต่ละบานมีที่ใส่แผ่นงานอย่างน้อยหน้าบานละ 1 ช่อง พร้อมซีลขอบประตูเพื่อป้องกันเสียงการทำงานของภายในตู้ดูดควัน
- (3) อุปกรณ์ประกอบตู้ดูดควัน
- (3.1) อุปกรณ์ประกอบภายในตู้ดูดควันส่วนบน

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- (3.1.1) ก๊อแก๊ส 1 ชุด ตัวก๊อทำด้วยทองเหลืองเคลือบด้วยสี EPOXY ที่มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนของกรด - ด่าง ขนาด 3/8 INCH BSP โดยปลายก๊อกระียวเล็กสามารถสวมต่อด้วยท่อยาง หรือพลาสติกได้ ติดตั้งที่ผนังด้านข้างภายในควบคุมการเปิด - ปิด ด้วย FRONT CONTROL VALVE
- (3.1.2) ก๊อน้ำ 1 ชุด ตัวก๊อทำด้วยทองเหลืองเคลือบด้วยสี EPOXY ที่มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนของกรด - ด่าง ขนาด 3/8 INCH BSP โดยปลายก๊อกระียวเล็กสามารถสวมต่อด้วยท่อยาง หรือพลาสติกได้ ติดตั้งที่ผนังด้านข้าง ภายในตู้ควบคุมการจ่ายน้ำด้วย FRONT CONTROL VALVE
- (3.1.3) สะดืออ่างน้ำทิ้งทำจากวัสดุโพลีโพรพิลีน (POLYPROPYLENE) สีดำ มีคุณสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนของกรด - ด่าง ได้เป็นอย่างดี
- (3.1.4) ที่ดักกลิ่น (BOTTLE TRAP) ทำด้วยวัสดุ POLYPROPYLENE จากการผลิต INJECTION MOLDED การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต้องเป็นระบบ MECHANICAL JOINT SYSTEM สามารถถอดซ่อมบำรุงหรือประกอบได้ทุกแห่งโดยไม่มีการต่อเชื่อมด้วยความร้อน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
- (3.1.5) หลอดไฟแสงสว่างฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 2 ชุด พร้อมทั้งครอบซึ่งทำด้วยกระจกนิรภัยป้องกันความร้อนและการกัดกร่อนของไฮดรอกไซด์
- (3.2) อุปกรณ์ภายนอกตู้ดูดควัน
- (3.2.1) ชุดควบคุมการจ่ายน้ำ (FRONT CONTROL) จำนวน 1 ชุด วัสดุทำด้วยทองเหลืองเคลือบด้วยสี EPOXY มือหมุนเปิด - ปิด ทำด้วยวัสดุโพลีโพรพิลีน (POLYPROPYLENE) ซึ่งทนต่อการกัดกร่อนของกรด - ด่าง และสารเคมีสามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 147 PSI (POUNDS / SQ - INCH)
- (3.2.2) ชุดควบคุมการจ่ายแก๊ส (FRONT CONTROL) จำนวน 1 ชุด วัสดุทำด้วยทองเหลืองเคลือบด้วยสี EPOXY มือหมุนเปิด - ปิด ทำด้วยวัสดุโพลีโพรพิลีน (POLYPROPYLENE) ซึ่งทนต่อการกัดกร่อนของกรด-ด่าง และสารเคมีสามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 100 PSI (POUNDS/ SQ - INCH)
- (3.2.3) เต้าเสียบไฟฟ้าชนิดคู่สามารถเสียบได้ทั้งกลมและแบน ขนาด 16A 220V 1 เฟส พร้อมสายดิน
- (3.3) แผงควบคุมการทำงานตู้ควันเป็นชนิดกึ่งสัมผัส ควบคุมด้วย MICROPROCESSOR CONTROLLER ควบคุมการทำงานดังนี้
- (3.3.1) ปุ่มกดเปิด - ปิด POWER เพื่อเปิดหรือปิด ระบบการทำงานหลัก
- (3.3.2) ปุ่มกดเปิด - ปิดพัดลม (BLOWER) เพื่อเปิดหรือปิดพัดลมดูดไฮดรอกไซด์พร้อมสัญญาณหลอดไฟแสดง
- (3.3.3) ปุ่มกดเปิด - ปิดไฟแสงสว่าง (LIGHT) เพื่อเปิดหรือปิด แสงสว่างภายในตู้พร้อมสัญญาณหลอดไฟแสดง
- (3.3.4) จอแสดงความเร็วลมภายในตู้ HOOD แสดงผล DIGITAL MONITOR เป็นจอ LED แบบ 7 - SEGMENT เพื่อสามารถมองเห็นได้ในระยะไกล และสามารถแสดงผลความเร็วลมได้ทั้งแบบฟุตต่อนาที (FPM) หรือเมตรต่อวินาที (m/s)

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- (3.3.5) หลอดไฟ LED แสดงสถานะความเร็วลมว่าปลอดภัยแสดงเป็นสีเขียว (AIR SAFE) และไฟสีแดงกระพริบกรณีแรงลมผิดปกติ (AIR FAIL) พร้อมเสียงเตือน
- (3.3.6) ปุ่มกด MUTE กดเพื่อเงียบเสียงเตือนที่ตั้งหากตู้ดูดควันขัดข้อง แต่ LED ไฟสีแดงยังคงกระพริบอยู่
- (3.3.7) หลอดไฟ LED แสดงสถานะประตูเลื่อนด้านหน้า (SASH) ว่าอยู่ในระดับปกติ (SASH SAFE) โดยไฟแสดงสีเขียว และถ้ากระจกเปิดสูงเกินกำหนดไปเป็นสีแดงกระพริบ (SASH FAIL) พร้อมเสียงเตือน
- (3.3.8) จอแสดงผลการทำงานของตัวควบคุมรอง แสดงผลเป็นจอ LCD โดยจะแสดงสถานะการทำงานของระบบควบคุมตู้
- (3.3.9) ปุ่มกด MODE กดเลือกการทำงานของตัวควบคุมหลัก โดยมีการแสดงการทำงานต่างๆ เช่น ตั้งเวลา, ตั้งเวลาเปิด - ปิดการทำงานของพัดลม, ดูชั่วโมงการทำงานของพัดลม
- (3.3.10) ปุ่มกด ENTER กดเข้าสู่การทำงานและจบการทำงานของ MODE ต่างๆ
- (3.3.11) ปุ่มกดเพื่อเลือกค่าในโหมดต่างๆ
- (3.4) ชุดกำจัดไอสารเคมี
 - (3.4.1) ชุดสเปรย์ฉีดน้ำชนิดพิเศษทำจากวัสดุ PP (POLYPROPYLENE) ทนไอสารเคมีจำนวน 2 หัวสเปรย์ ซึ่งออกแบบชนิดพิเศษเพื่อใช้กับน้ำที่มีตะกอนไม่ก่อให้เกิดการอุดตันจากตะกอน มีมุมกว้างในการสเปรย์มาน้ำ 120 องศา เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ในการดักจับไอสารเคมี
 - (3.4.2) ถังเก็บน้ำระบบหมุนเวียนมีขนาดไม่น้อยกว่า 110 ลิตร ทำจากไฟเบอร์กลาส ชนิด ISO TYPE แบบ POLYLITE ชนิดแนวนอน ที่ทนการกัดกร่อนของสารเคมีหล่อเป็นชิ้นเดียวกัน โดยไม่มีรอยเชื่อมเพื่อป้องกันการรั่วซึม พื้นตอนล่างของถังเป็นรูปแบบ V-SHAPE โดยรูน้ำทิ้งอยู่ที่จุดต่ำสุดของถังป้องกันการตกค้างของตะกอนสารเคมี ถังเก็บน้ำติดตั้งอยู่ที่ตอนล่างของตู้ดูดควัน
 - (3.4.3) ปั๊มน้ำทกรดชนิด MAGNET PUMP ขับเคลื่อนด้วยกระแสแม่เหล็กแบบไม่มีซีลป้องกันปัญหารั่วซึมจากสารเคมีกัดกร่อนแกนหมุนและซีลยาง ตัวเสื้อและใบพัดทำด้วยโพลีโพรพิลีน (POLYPROPYLENE) ใช้ไฟ 220 V 1 เฟส 50 Hz มอเตอร์ IP44 ขนาดไม่น้อยกว่า 250 วัตต์ สามารถจ่ายน้ำไม่น้อยกว่า 125 ลิตร/นาที ที่ความสูง 12.3 เมตร
 - (3.4.4) HIGH PRESSURE SWITCH สำหรับตัดระบบปั๊มน้ำเมื่อหัวสเปรย์อุดตันพร้อมสัญญาณเตือนระบบขัดข้อง 1 ชุด
 - (3.4.5) LOW PRESSURE SWITCH สำหรับตัดระบบการทำงานของปั๊มทำเมื่อระบบขาดน้ำ 1 ชุด
 - (3.4.6) FLOATING SWITCH อุปกรณ์ตรวจวัดความสูงต่ำและเติมน้ำอัตโนมัติในถัง 2 ชุด
 - (3.4.7) SOLINOIL VALVE วาล์วเปิด - ปิด เติมน้ำอัตโนมัติ เมื่อระดับน้ำในถังลดลงกว่าระดับที่กำหนด 1 ชุด
 - (3.4.8) BALL VALVE น้ำดี ทำด้วย PVC สำหรับเปิดเติมน้ำใส่ถัง ถังบำบัด 1 ชุด กรณีเปลี่ยนถ่ายน้ำ
 - (3.4.9) BALL VALVE น้ำทิ้ง เปิด - ปิด ระบบระบายน้ำทิ้ง 1 ชุด

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- (3.4.10) ALARM BUZZER สัญญาณเตือนเมื่อระบบการทำงานชุดบำบัดขัดข้อง 1 ชุด
- (3.4.11) ก๊อกน้ำ PVC สำหรับเปิดน้ำเพื่อตรวจวัดค่า pH 1 ชุด
- (3.4.12) สวิตช์เปิด - ปิด ป้อนน้ำและการทำงานของระบบบำบัดพร้อมสัญญาณไฟแสดงการทำงาน
- (3.4.13) สวิตช์กวดปิดยกเลิกสัญญาณเตือนระบบขัดข้อง
- (3.4.14) การตรวจซ่อมบำรุงรักษางานระบบให้ทำจากด้านหน้าตู้ดูควันทันนั้น
- (3.5) พัดลมตู้ดูดไอระเหยสารเคมี มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - (3.5.1) พัดลมเป็นระบบ LOW PRESSURE CENTRIFUGAL FAN DIRECT DRIVE มอเตอร์แบบอุตสาหกรรม
 - (3.5.2) ตัวใบพัดทำด้วยวัสดุโพลีโพรพิลีน (POLYPROPYLENE) ชนิดทนต่อการกัดกร่อนของกรด - ด่าง ได้เป็นอย่างดี เป็นแบบ FORWARD CURVED ผลิตโดยกรรมวิธี INJECTION MOULDING ถ่วงใบพัดด้วยระบบ DYNAMIC BALANCE ศูนย์เที่ยงตรงสามารถหมุนได้ในความเร็วรอบตั้งแต่ 1,400 รอบ/นาที (RPM) ขึ้นไป โดยไม่แกว่งหรือสั่น
 - (3.5.3) ตัวเสื้อพัดลมทำด้วยวัสดุไฟเบอร์กลาส หรือโพลีโพรพิลีน หล่อเป็นชิ้นเดียวกัน ชนิดทนต่อการกัดกร่อนของกรด - ด่าง ได้เป็นอย่างดี ด้านหน้าของเสื้อพัดลมสามารถถอดประกอบได้ เพื่อความสะดวก ในการซ่อมบำรุงและง่ายต่อการติดตั้ง
 - (3.5.4) ตัวพัดลมจะมีคุณสมบัติในการดูดควันทันไม่น้อยกว่า 1,000 - 2,000 ลบ.ม. /ชม. ตามลำดับมีประสิทธิภาพสูงกินไฟน้อยและทำงานเงียบโดยตลอด
 - (3.5.5) แทนของพัดลมสำหรับติดตั้งมอเตอร์ต้องมีที่ครอบกันน้ำทุกด้าน และยางกันสะเทือนของพัดลม
 - (3.5.6) มีความสามารถในการดูดไอระเหยสารเคมีจากตู้ดูดไอระเหยสารเคมี โดยมีค่า VELOCITY ประมาณ 100 ฟุต/นาที (FPM) เมื่อเปิดบานกระจกหน้าตู้ดูดควันทันสูง 30 ซม. หรือมีค่าความเร็วลมของหน้าตู้ อย่างสม่ำเสมอ
 - (3.5.7) มอเตอร์ใช้แบบอุตสาหกรรม IP 55 HEAVY DUTY ขนาดไม่น้อยกว่า 1 HP 1400 รอบ 380 V 3 เฟส
 - (3.5.8) มีสวิตช์ ON - OFF SAFETY SWITCH ชนิด IP 65 ทำหน้าที่เปิด - ปิด มอเตอร์พัดลม ชนิดกันน้ำติดตั้งบริเวณแทนพัดลมใกล้มอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงรักษา
- (4) ลักษณะระบบท่อระบายควันทัน
 - (4.1) ท่อควันทัน PVC ชั้นคุณภาพที่ 5 ขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว พร้อมข้องอ, หน้าแปลน, อุปกรณ์ท่อยึดที่เป็นวัสดุชนิดที่แข็งแรง
 - (4.2) การติดตั้งท่อระบายควันทันจุดที่มีการต่อท่อควันทันมีข้องอ, หน้าแปลน, ต้องใช้วิธีการเชื่อมด้วยวัสดุชนิดเดียวกันกับท่อ
- (5) ผู้ขายจะต้องทดสอบค่าความเร็วลมตามที่กำหนด พร้อมแนะนำการใช้และทำ TEST REPORT เสนอในวันส่งมอบด้วย

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

รายการที่ 2 ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ด้านเทคโนโลยีเกิดவேย์ของอุตสาหกรรม (เชิงรายชื่อ)
จำนวน 1 ชุด

2.1 ชุดเครื่องวัดการดูดกลืนแสง-ส่งผ่านแสง-สะท้อนแสง จำนวน 1 ชุด

2.1.1 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง-ส่งผ่านแสง-สะท้อนแสง จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องวิเคราะห์ด้วยการดูดกลืนแสงชนิดแบบ Double Beam เพื่อหาปริมาณสารโดยสามารถวัดปริมาณสารได้ ในความยาวคลื่นแสงช่วง UV/Visible
- 2) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor Controlled
- 3) สามารถวัดค่าการดูดกลืนคลืนแสง (Absorbance range) ได้ในช่วง -4.000 ถึง +4.000 A หรือดีกว่า
- 4) เลือกความยาวคลื่นในการใช้งานได้จาก (Wavelength range) 190 - 1100 นาโนเมตร หรือดีกว่า
- 5) มีส่วนควบคุมแสง (Monochromator) เป็นแบบ Aberration corrected concave grating ที่มีจำนวนร่องตามมาตรฐาน 1,200 ร่องต่อมิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 6) แหล่งกำเนิดแสงใช้หลอดทิวเทอเรียมและ ทั้งสแตน
- 7) มีตัวตรวจวัด (Detector) เป็นแบบ Dual solid state silicon photodiode
- 8) ความกว้างของแถบสเปกตรา (Spectral Bandwidth) ที่ 1 นาโนเมตร หรือดีกว่า
- 9) มีค่า Wavelength accuracy ไม่เกิน ± 0.3 nm, ค่า Wavelength reproducibility ไม่เกิน ± 0.1 nm และมีค่า Toluene in Hexane EP resolution > 2.0 หรือดีกว่า
- 10) ค่า Stray light $< 0.025\%$ T ที่ 220 nm กรณีใช้ NaI และ ที่ 340 nm กรณีใช้ NaNO_2 ค่า Baseline ± 0.001 A across a range หรือดีกว่า
- 11) ค่า Photometric Reproducibility ± 0.002 A at 1A และค่า scan speed $> 2,400$ nm/ min หรือดีกว่า
- 12) ภาษาในการเลือกใช้งานเป็นภาษาอังกฤษ หรือมากกว่า
- 13) สามารถบันทึกโปรแกรมการทำงานที่ความจำของตัวเครื่องได้
- 14) มีช่อง (port) สำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์ USB เพื่อเก็บข้อมูล (Data storage) ต่างๆในการทำงานและบันทึกผล
- 15) มีจอภาพแสดงผลแบบ LCD ที่ควบคุมที่ตัวเครื่อง หรือควบคุมการทำงานผ่านโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ได้
 - 15.1) ค่าการดูดกลืนคลืนแสง (Absorbance)
 - 15.2) การส่งผ่านของแสง (% Transmission)
 - 15.3) ความเข้มข้น (Concentration)
 - 15.4) กราฟ หรือ Kinetics
- 16) มีโปรแกรม (Build in software) ที่สามารถใช้งานได้โดยตรงกับเครื่องดังนี้
 - 16.1) Single Wavelength
 - 16.2) Wavelength scanning
 - 16.3) Concentration Standard curve

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 16.4) Kinetics
- 16.5) Life science methods
- 16.6) Custom method development (Equation Editor) เช่น Multiple wavelength measurement เป็นต้น
- 17) โปรแกรมต้องมี License พร้อมแผ่น Disc สำหรับการติดตั้งและต้องปรับปรุงเพิ่มเติมโปรแกรมการทำงานของเครื่องให้มีความก้าวหน้า (Software upgrade) ตลอดอายุการใช้งานตามบริษัทผู้ผลิตโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย
- 18) มีระบบการตรวจสอบความยาวคลื่น (Wavelength calibration) ด้วยระบบอัตโนมัติเมื่อเปิดเครื่อง
- 19) ช่องใส่ตัวอย่างสามารถใช้กับอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติมได้
- 20) ตัวเครื่องมีช่องสัญญาณ (Digital output) ที่สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆเพิ่มเติม เช่น PC
- 21) สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องผ่านคอมพิวเตอร์ สำหรับงานวิเคราะห์ทั่วไป
- 22) ใช้ไฟฟ้า 220 V 50 Hz
- 23) รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี

2.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์

จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้

- 1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (TurboBoost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.3 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 2) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 3.1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3.2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ GraphicsProcessing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3.3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 3.4) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
 - 3.5) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid StateDrive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย
 - 3.6) มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
 - 3.7) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 3.8) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 3.9) มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 3.10) มีจอแสดงผลภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

2.1.3) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา เชียงราย

2.2 เครื่องวัดกัมมันตรังสี Bata/Gamma/X-ray

จำนวน 1 เครื่อง

รายละเอียดทั่วไป

- 1) สามารถแสดงค่าได้ทั้ง Gamma radiation dose rate และ dose measurement
- 2) มีฟังก์ชันแจ้งเตือน Alert mode indicator
- 3) หน้าจอแสดงแบบ LCD
- 4) มีอัตราการสุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 6 วินาทีต่อครั้ง
- 5) มีฟังก์ชันหยุดหน้าจอเพื่ออ่านค่า Data hold
- 6) ใช้แบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 9 V ใช้งานได้ไม่น้อย 8 ชั่วโมง
- 7) การวัดการวัดรังสี Beta/Gamma/X-ray
 - 7.1) ช่วงการวัด 0.05 μ Sv/h ถึง 39.99 μ Sv/h และ 5.00 μ Rem/h ถึง 3999 μ Sv/h หรือดีกว่า
 - 7.2) มีความละเอียดในการวัด 0.01 μ Sv/h และ 0.01 μ Rem/h หรือดีกว่า
 - 7.3) มีความถูกต้องแม่นยำ $\pm 15\%$ cesium-137
 - 7.4) เซนเซอร์ตรวจจับการแผ่รังสีแบบท่อไกเกอร์มูลเลอร์
 - 7.5) ช่วงการวัดรังสี Gamma energy range 10KeV ถึง 1.25MeV
 - 7.6) ช่วงการวัดรังสี X-rays energy range: 3KeV ถึง 3.0MeV
 - 7.7) ช่วงการวัดรังสี β -beta energy range: 25KeV ถึง 3.5MeV
- 8) ตัวเครื่องขนาดประมาณ 115x60x31 มิลลิเมตร
- 9) รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 10) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 11) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการส่งมอบครุภัณฑ์ ณ มทร.ล้านนา เชียงราย

2.3 เครื่องวัดความเร็วลมแบบ Data Logger

จำนวน 1 เครื่อง

รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมได้ ที่รวบรวมการใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์แบบพกพา ขนาดกะทัดรัดเข้าไว้ด้วยกัน พร้อมด้วยเมนูการวัดที่ใช้งานง่าย

รายละเอียดทางเทคนิค

- 1) ตัวเครื่องและหัววัดสามารถเชื่อมต่อกันผ่านสัญญาณบลูทูธได้
- 2) ตัวเครื่องสามารถเชื่อมต่อหัววัดได้พร้อมกัน 2 หัววัด คือ หัววัดแบบบลูทูธ และแบบมีสาย
- 3) สามารถใช้งานและเก็บรักษาตัวเครื่องได้ที่อุณหภูมิในช่วง -20 ถึง 50 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 4) หัววัดความเร็วลมแบบใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร
 - 4.1) มีช่วงการวัดความเร็วลม 0.3 ถึง 35 m/s : ค่าความถูกต้อง $\pm(0.1 \text{ m/s} + 1.5\% \text{ of m.v.})$ ในช่วง 0.3 ถึง 20 m/s $\pm(0.2 \text{ m/s} + 1.5\% \text{ of m.v.})$ ในช่วง 20.01 ถึง 35 m/s หรือดีกว่า
 - 4.2) มีช่วงการวัดอุณหภูมิ - 20 ถึง 70 องศาเซลเซียส : ค่าความถูกต้อง ± 0.5 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 5) หัววัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
 - 5.1) มีช่วงการวัดอุณหภูมิ -20 ถึง 70 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 5.2) ค่าความแม่นยำ ± 0.5 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 5.3) ความละเอียดในการอ่านค่า 0.1 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 5.4) มีช่วงการวัดความชื้นสัมพัทธ์ 0 ถึง 100% RH หรือดีกว่า
 - 5.5) ค่าความแม่นยำ $\pm 2\%$ RH (ในช่วง 5 ถึง 90 %RH) หรือดีกว่า
 - 5.6) ความละเอียดในการอ่านค่า 0.1 %RH หรือดีกว่า
- 6) หัววัดความเร็วลมแบบใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร
 - 6.1) มีช่วงการวัดความเร็วลม 0.6 ถึง 50 m/s หรือดีกว่า
 - 6.2) ค่าความถูกต้อง $\pm(0.2 \text{ m/s} + 1\% \text{ of m.v.})$ ในช่วง 0.6 to 40 m/s และ $\pm(0.2 \text{ m/s} + 2\% \text{ of m.v.})$ ในช่วง 40.1 to 50 m/s หรือดีกว่า
 - 6.3) มีช่วงการวัดอุณหภูมิ - 10 ถึง 70 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 6.4) ค่าความถูกต้อง ± 1.8 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 7) มีหน่วยความจำในตัวเครื่องไม่ต่ำกว่า 7,000 ข้อมูล
- 8) สามารถใช้งานร่วมกับหัววัดแบบไร้สายได้
- 9) ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่
- 10) หน้าจอแสดงผลมีความชัดเจน แสดงค่าการวัดไม่ต่ำกว่า 3 ค่าพร้อมกัน
- 11) สามารถส่งข้อมูลการวัดออกมาได้ผ่านทางสาย USB
- 12) อุปกรณ์ประกอบ
 - 12.1) แบตเตอรี่เพียงพอต่อการใช้งาน
 - 12.2) สาย USB จำนวน 1 เส้น
 - 12.3) กระเป๋าสำหรับใส่อุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
 - 12.4) คู่มือการใช้งาน
- 13) รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 14) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 15) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการส่งมอบครุภัณฑ์ ณ มทร.ล้านนา เชียงราย

2.4 ชุดเครื่องวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารตัวอย่าง
(Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS))
รายละเอียดทั่วไป

จำนวน 1 เครื่อง

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

เป็นเครื่องวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารตัวอย่างโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์พร้อมทั้งมีชุดบ่อนสารตัวอย่างแบบอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์และพิมพ์ผลการวิเคราะห์ออกทางเครื่องพิมพ์

2.4.1 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatograph)

จำนวน 1 ชุด

มีรายละเอียดดังนี้

1) ตู้อบสำหรับบรรจุคอลัมน์ (Column Oven)

- 1.1) สามารถปรับอุณหภูมิในการวิเคราะห์ ได้ไม่น้อยกว่าในช่วงเหนือจากอุณหภูมิห้อง จนถึง 450 องศาเซลเซียส
- 1.2) มีค่าความถูกต้องในการปรับอุณหภูมิผิดพลาดไม่มากกว่า $\pm 1\%$ หรือดีกว่า
- 1.3) ภายใน Column Oven มีปริมาตรสำหรับการทำงานไม่ต่ำกว่า 13.7 ลิตร
- 1.4) สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิ (Temperature Programming Steps) ได้ไม่น้อยกว่า 32 ระดับ
- 1.5) สามารถตั้งเวลาในการโปรแกรมอุณหภูมิได้ถึง 9,999.99 นาที หรือมากกว่า
- 1.6) มีไฟส่องแสงสว่างภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิเพื่อความสะดวกในการมองเห็นในการเปลี่ยนคอลัมน์

2) ชุดฉีดสารตัวอย่าง (Sample injection port)

- 2.1) เป็นแบบ Split/Splitless Injector Unit จำนวน 1 ชุด
- 2.2) สามารถตั้งอุณหภูมิสูงสุดได้ 450 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 2.3) สามารถเปิดหรือปิดชุดฉีดสารตัวอย่าง (Injection port) ได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ใดๆ ซึ่งจะทำให้การเปลี่ยน insert ง่ายขึ้น
- 2.4) สามารถใส่หัวฉีดสำหรับการทำงานหลายลักษณะได้ไม่น้อยกว่า 3 ชุด พร้อมกันในเครื่อง โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิได้เป็นอิสระต่อกัน (กรณีเพิ่มเติมอุปกรณ์ในภายหลัง)

3) ชุดควบคุมอัตราการไหลของก๊าซ (Flow control unit)

- 3.1) มีระบบควบคุมอัตราการไหลของก๊าซเป็นแบบ Advanced flow controller (AFC) สำหรับการทำงานแบบ Split/Splitless injection
- 3.2) สามารถควบคุมความดันได้ในช่วง 0 ถึง 1035 kPa หรือดีกว่า
- 3.3) สามารถทำโปรแกรมของความดันได้ 7 ระดับ หรือดีกว่า
- 3.4) มีช่วงอัตราส่วนในการปล่อยสารทิ้ง (Split Ratio) ได้ถึง 9,999.9:1 หรือกว้างกว่า
- 3.5) มีระบบ Constant linear velocity เพื่อทำให้การวิเคราะห์มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

4) ชุดควบคุมการวิเคราะห์บนตัวเครื่อง

- 4.1) เครื่องมีหน้าจอขนาดใหญ่เป็นชนิด Color Touch Screen ซึ่งสามารถแสดงโครมาโตแกรม (Chromatogram) และ Analytical conditions ได้ที่จอภาพโดยตรงเพื่อสะดวกในการใช้งาน
- 4.2) มีโปรแกรมการตรวจเช็คตัวเอง (Diagnostic function)
- 4.3) มีระบบประหยัดพลังงาน (Sleep/Wake Function)

5) ชุดตรวจวัดสารแบบแมสสเปกโตรมิเตอร์ (Mass Spectrometer)

จำนวน 1 ชุด

มีรายละเอียดดังนี้

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 5.1) สามารถทำการวิเคราะห์สารตัวอย่างในช่วง 1.5-1090 m/z หรือกว้างกว่า
 - 5.2) มีฟีลामেন্ট 2 ชุด ซึ่งเมื่อชุดหนึ่งขาดอีกชุดหนึ่งจะทำงานโดยอัตโนมัติทำให้สะดวกในการใช้งาน
 - 5.3) มีแหล่งกำเนิดไอออนเป็นแบบ Electron Ionization โดยมีความไวในการตรวจวิเคราะห์ (Sensitivity) S/N > 2000 สำหรับการ วิเคราะห์ Octafluoronaphthalene แบบสแกนที่ความเข้มข้น 1 พิโคกรัม หรือดีกว่า
 - 5.4) มีปั๊มสุญญากาศชนิด Turbo Molecular Pump สามารถทำงานแบบ Differential Exhaust System ซึ่งมีความเร็วในการทำสุญญากาศรวมไม่น้อยกว่า 360 ลิตรต่อวินาที (190+170 ลิตรต่อวินาที) และมีปั๊มสุญญากาศชนิด Rotary Pump ขนาดไม่น้อยกว่า 30 ลิตรต่อนาที จำนวน 1 ชุด ทำให้สามารถทำงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
 - 5.5) สามารถรองรับอัตราการไหลของแก๊สตัวพา (Column flow) ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 15 มิลลิลิตรต่อนาที
 - 5.6) มีตัวตรวจวัดเป็นแบบ Electron multiplier with low noise overdrive lens
 - 5.7) มีความเร็วในการสแกนสูงสุดไม่น้อยกว่า 20,000 μ sec
 - 5.8) มี Mass Analyzer เป็นแบบ Metal quadrupole with pre-rod หรือ off-axis ion guide pre-filter ofr noise reduction and solid, homogeneous non-coated, maintenance-free auddrupole rods
- 6) ชุดฉีดสารตัวอย่างของเหลวแบบอัตโนมัติ (Auto-sampler) จำนวน 1 ชุด
มีรายละเอียดดังนี้
- 6.1) สามารถฉีดสารตัวอย่างได้หลายช่วงปริมาตร ช่วง 0.1 – 8.0 ไมโครลิตร โดยปรับได้ละเอียดถึง 0.1 ไมโครลิตร หรือดีกว่า
 - 6.2) เลือกความเร็วในการฉีดสารตัวอย่างและระยะเวลาเข็มค้างระหว่างช่วงการฉีดตัวอย่างได้
 - 6.3) สามารถเลือกวิธีในการฉีดสารตัวอย่างได้ หรือปรับตั้งค่าการฉีดสารตัวอย่างได้
 - 6.4) สามารถป้อนสารตัวอย่าง 1.5 หรือ 2 มิลลิลิตรได้ 150 ขวด หรือมากกว่า
- 7) โปรแกรมควบคุมและประมวลผล จำนวน 1 ชุด
มีรายละเอียดดังนี้
- 7.1) มีโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องทุกเครื่องที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 10 Professional สามารถรับข้อมูล ประมวลผล บันทึกผล และพิมพ์รายงานผลวิเคราะห์จากเครื่องได้
 - 7.2) มีระบบรักษาความปลอดภัยโดยกำหนดชื่อผู้ใช้งาน และรหัสผ่าน
 - 7.3) มีโปรแกรม Automatic Adjustment of Retention Time (AART) หรือ Retention Time Alignment(RTA) เพื่อช่วยในการประมวลผลผลการวิเคราะห์ หรือ ปรับวิธีการวิเคราะห์ ในกรณีที่ความยาวของคอลัมน์เปลี่ยนไป
 - 7.4) มี MS navigator ทำหน้าที่ให้คำแนะนำการบำรุงรักษาเครื่องที่จำเป็นเพื่อให้เครื่องอยู่ในสถานะที่ดีที่สุดตลอดเวลา
 - 7.5) มีโปรแกรมฐานข้อมูล NIST Mass Spectral Library แบบถูกลิขสิทธิ์

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 7.6) โปรแกรมต้องมี License พร้อมแผ่น Disc สำหรับการติดตั้งและต้องปรับปรุงเพิ่มเติมโปรแกรมการทำงานของเครื่องให้มีความก้าวหน้า (Software upgrade) ไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย
- 8) อุปกรณ์ประกอบเครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
- | | |
|--|---------------|
| 8.1) ชุดกรองไอน้ำมัน | จำนวน 1 ชุด |
| 8.2) ชุด Exhaust duct | จำนวน 1 ชุด |
| 8.3) ท่อนำก๊าซ 5 เมตร | จำนวน 1 ชุด |
| 8.4) ชุดกรองก๊าซ | จำนวน 1 ชุด |
| 8.5) ชุด Septum Injection Port | จำนวน 1 ชุด |
| 8.6) สารมาตรฐานสำหรับตรวจเช็คระบบ EI | จำนวน 1 ชุด |
| 8.7) Snoop Leak Detector | จำนวน 1 ชุด |
| 8.8) คอลัมน์สำหรับวิเคราะห์สารตัวอย่าง | จำนวน 2 ชุด |
| 8.9) Ceramic cutter | จำนวน 1 ชุด |
| 8.10) ขวดสารตัวอย่างขนาด 1.5 – 2 มิลลิลิตร | จำนวน 300 ขวด |
| 8.11) แก๊สฮีเลียมพร้อมถังและมาตรวัดความดัน | จำนวน 1 ชุด |
- 9) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 10) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 11) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา เชียงราย
- 12) ผู้ขายต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศโดยให้ยื่นในขณะเข้าเสนอราคา

2.4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์

จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้

- 1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (TurboBoost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.3 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 2) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 3.1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3.2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3.3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 4) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 5) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid StateDrive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย
- 6) มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 7) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 8) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 9) มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 10) มีจอแสดงผลภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

2.4.3) เครื่องพิมพ์ผลเลเซอร์

จำนวน 1 ชุด

คุณลักษณะพื้นฐาน

- 1) มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 600x600 dpi
- 2) มีความเร็วในการพิมพ์ขาวดำสำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 27 หน้าต่อนาที (ppm)
- 3) มีความเร็วในการพิมพ์สีสำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 27 หน้าต่อนาที (ppm)
- 4) สามารถพิมพ์เอกสารกลับหน้าอัตโนมัติได้
- 5) มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 512 MB
- 6) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 7) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่องและสามารถใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n) ได้
- 8) มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 250 แผ่น
- 9) สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้

2.4.4) เครื่องสำรองแรงดันไฟฟ้า (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 6 KVA

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) มีกำลังไฟฟ้าขาออก (Output) ไม่น้อยกว่า 6 kVA (5,400 Watts)
- 2) มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Input (VAC) ไม่น้อยกว่า 220+/-25%
- 3) มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-5%
- 4) สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที

2.4.5) โต๊ะสำหรับวางเครื่อง GCMS

จำนวน 1 ชุด

- 1) โต๊ะสำหรับวางเครื่อง GCMS ขนาดไม่น้อยกว่า ยาว 2 เมตร กว้าง 0.8 เมตร สูง 0.8 เมตร

2.4.6) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา เชียงราย

2.5 ชุดกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
(scanning electron microscope : SEM)

จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

2.5.1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope : SEM) จำนวน 1 เครื่อง เป็นเครื่องสังเคราะห์ภาพกำลังขยายสูงแบบตั้งโต๊ะที่มีระบบควบคุมการทำงานโดยใช้คอมพิวเตอร์สามารถใช้ในการตรวจวิเคราะห์หิวจัยโครงสร้างและพื้นผิวตัวอย่างทางด้านชีววิทยาและวัสดุศาสตร์สามารถทำงานทั้งในสภาวะสุญญากาศสูงและต่ำ

รายละเอียดเฉพาะ

1) ชุดถ่ายภาพแบบตั้งโต๊ะ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1.1) เป็นชุดถ่ายภาพแบบตั้งโต๊ะที่สามารถเลือกใช้งานได้ทั้งในระบบสุญญากาศสูงและสุญญากาศต่ำ
- 1.2) มีตัวตรวจรับสัญญาณ Secondary electron จำนวน 1 ชุด
- 1.3) มีตัวตรวจรับสัญญาณ backscattered electron จำนวน 1 ชุด โดยสามารถถ่ายทอดสัญญาณภาพได้ อย่างน้อย 4 ชนิด คือ Composition, topographic, stereoscopic images และ Live 3D images
- 1.4) มีกำลังขยายภาพตั้งแต่ 10 เท่า ถึง 100,000 เท่า หรือสูงกว่า
- 1.5) สามารถเลือกปรับค่า accelerating voltage ได้ 5, 10 และ 15 กิโลโวลต์ หรือดีกว่า
- 1.6) มีแหล่งกำเนิดแสงเป็นชนิด tungsten filament หรือมีแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนเป็นชนิด CeB6
- 1.7) มีคอนเดนเซอร์เลนส์เป็นชนิด Electromagnetic 2- stage
- 1.8) สามารถปรับเลื่อนขึ้นตัวอย่างได้ในแกน X ไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร แกน Y ไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตรเอียงได้ในช่วง -10 ถึง 45 องศา หรือ หมุนได้ 360 โดยการควบคุมด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- 1.9) สามารถเลือกบันทึกภาพดิจิทัลได้ไม่น้อยกว่า 3 รูปแบบ คือ BMP, TIFF และ JPEG
- 1.10) มีระบบทำงานแบบอัตโนมัติ อย่างน้อย 4 ชนิดคือ
 - 1.10.1) Automatic gun alignment (AGA)
 - 1.10.2) Automatic contrast/brightness (ACB)
 - 1.10.3) Automatic focusing (AF)
 - 1.10.4) Automatic stigmator (AS):
- 1.11) โปรแกรมการวัดขนาดติดตั้งพร้อมใช้งาน
- 1.12) มีความสามารถในการสังเคราะห์ 3 มิติแบบ Realtime พร้อมโปรแกรมแสดงความสูงต่ำ
- 1.13) มีความสามารถในการสังเคราะห์ภาพแบบ Montage ที่ทำงานแบบอัตโนมัติ
- 1.14) มีชุดวิเคราะห์ธาตุชนิดทำความเย็นด้วยไฟฟ้าโดยเป็นชุดวิเคราะห์ดังกล่าวเป็นยี่ห้อเดียวกันกับกล้องจุลทรรศน์ที่นำเสนอ เพื่อประโยชน์ด้านบริการหลังการขายมีคุณลักษณะดังนี้
 - 1.14.1) มีขนาดพื้นที่รับสัญญาณไม่น้อยกว่า 30 ตร.มม.
 - 1.14.2) สามารถวิเคราะห์ธาตุได้ตั้ง Be ถึง U และมีซอฟต์แวร์ที่มี License พร้อมแผ่น Disc สำหรับการติดตั้งและต้องปรับปรุงเพิ่มเติมโปรแกรมการทำงานของเครื่องให้มีความก้าวหน้า (Software upgrade) ตลอดอายุการใช้งานตามบริษัทผู้ผลิตโดยไม่มีคิดค่าใช้จ่าย
 - 1.14.3) สามารถสั่งการวิเคราะห์ธาตุได้หลายรูปแบบ เช่น
 - การวิเคราะห์เป็นพื้นที่
 - การวิเคราะห์รูปแบบเส้น

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

-การวิเคราะห์แบบ Mapping

-สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างแบบ Live Analysis

- 1.15) มีเครื่องเคลื่อนตัวอย่างด้วยโลหะนำไฟฟ้าเป็นยี่ห้อเดียวกันกับกล้องจุลทรรศน์ที่นำเสนอ เพื่อประโยชน์ด้านบริการหลังการขาย มีคุณลักษณะดังนี้
 - 1.15.1) เป็นเครื่องเคลื่อนตัวอย่างด้วยโลหะนำไฟฟ้า
 - 1.15.2) ห้องใส่ตัวอย่างมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 86 มิลลิเมตร สูงไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร
 - 1.15.3) สามารถปรับความสูงของแท่นวางตัวอย่างได้ระหว่าง 10 ถึง 50 มิลลิเมตร หรือกว้างกว่า
 - 1.15.4) ทำสุญญากาศด้วยปั๊มสุญญากาศชนิด Rotary
 - 1.15.5) มีแผ่นทองคำเพื่อใช้เป็นวัสดุเคลือบ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 49 มิลลิเมตรหนาไม่น้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 1.16) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 1.17) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 1.18) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา เชียงราย
- 1.19) ผู้ขายต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ โดยให้ยื่นในขณะเข้าเสนอราคา

2.5.2 คอมพิวเตอร์ควบคุม

จำนวน 1 เครื่อง

คุณลักษณะพื้นฐาน

- 1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (TurboBoost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.3 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 2) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 4) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 5) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย
- 6) มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 7) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 8) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 9) มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 10) มีจอแสดงผลภาพขนาดไม่น้อยกว่า 21 นิ้ว จำนวน 2 หน่วย

2.5.4 เครื่องปรับอากาศ แบบแชนนอน ไม่ต่ำกว่า 30,000 BTU จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เครื่องปรับอากาศที่มีความสามารถในการทำความเย็นขนาดไม่เกิน 40,000 บีทียู ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5
- 2) ต้องเป็นเครื่องปรับอากาศที่ประกอบสำเร็จรูปทั้งชุด ทั้งหน่วยส่งความเย็นและหน่วยระบายความร้อนจากโรงงานเดียวกัน
- 3) มีความหน่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์
- 4) อุปกรณ์ประกอบติดตั้งพร้อมใช้งาน

2.5.5 ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา เชียงราย

รายการที่ 3 ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ด้านเทคโนโลยีการแปรรูปสมุนไพรไทย (นาน) ประกอบด้วย

3.1 ตะเกียงบุนเสนอัตโนมัติ (Safety Bunsen Burner) จำนวน 3 ชุด

มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าดังต่อไปนี้

- 1) เป็นตะเกียงบุนเสนที่ใช้กับแก๊สหุงต้มควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่
- 2) โครงสร้างภายนอกทำด้วยโครเมียมหรือสแตนเลส ทำให้สามารถทำความสะอาดได้ง่าย และสามารถป้องกันแสง UV และสารเคมีได้ โดยมีส่วนที่สัมผัสกับเปลวไฟเป็นโลหะทนความร้อน
- 3) มีหน้าจอกระจก LCD อยู่ด้านหน้าเครื่อง ที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ mode การทำงานของเครื่อง หรือ ข้อความแสดงความผิดปกติของเครื่องได้ (Error message)
- 4) มีปุ่มควบคุม ก๊าซ, อากาศ และ Menu อยู่ด้านหน้าตัวเครื่อง
- 5) ปุ่ม Menu สามารถเลือกปรับทำงานของเครื่องได้ โดยเลือกปรับ Mode การทำงานดังนี้

5.1) Foot switch สามารถควบคุมการจุดติดไฟโดยใช้เท้าเหยียบเมื่อปล่อยไฟจะดับลง หรือสามารถตั้งเวลาการดับไฟได้ ในช่วง 1 วินาที - 120 นาที หรือดีกว่า

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 5.2) Botton สามารถควบคุมการจุดติดไฟและดับไฟโดยการกดปุ่ม หรือสามารถตั้งเวลาการดับไฟได้ ในช่วง 1 วินาที - 120 นาที หรือดีกว่า
- 5.3) Sensor สามารถควบคุมการจุดติดไฟเพียงผ่านมือหรืออุปกรณ์ไปที่หน้าเครื่อง รั้งสีอินฟาเรดจะรับรู้ และจุดติดไฟ หรือสามารถตั้งเวลาการดับไฟได้ ในช่วง 1 วินาที ถึง 120 นาที
- 6) สามารถตั้งค่าการปิดเครื่องอัตโนมัติเมื่อไม่ได้ใช้งานได้ ตั้งแต่ 1-60 นาที หรือกว้างกว่า
- 7) มีระบบความปลอดภัย คือ เมื่อไฟดับ เปลวไฟไม่ติด หรือเปลวไฟมีความร้อนสูงเกินไป เครื่องจะตัดการทำงานอัตโนมัติ หรือขึ้น Error massage บนหน้าจอเพื่อเตือนให้ทราบว่าเครื่องผิดปกติไป
- 8) อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน
 - 8.1) ชุดวาล์วสำหรับต่อระบบแก๊สพร้อมท่อแก๊สและคลิปหนีบท่อแก๊ส จำนวน 3 ชุด
 - 8.2) ถังแก๊สขนาดเล็ก ไม่เกิน 10 กก. พร้อมเซฟตี้วาล์ว หัวปรับแรงดันแก๊ส จำนวน 3 ชุด
 - 8.3) แป้นเหยียบแบบไร้สาย (wireless foot pedal) จำนวน 3 ชุด
- 9) ใช้กับไฟ 220-230 V 50 Hz
- 10) ได้มาตรฐาน CE
- 11) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 12) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 13) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
- 14) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา น่าน

3.2 เครื่องปั่นผสมตัวอย่าง

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องปั่นผสมตัวอย่างอาหารแช่แข็ง โดยไม่ต้องทำการละลายน้ำแข็ง
- 2) มีหน้าจอแสดงฟังก์ชันการทำงานแบบตัวหนังสือไฟฟ้าหรือแบบอื่นที่ดีกว่า พร้อมมีปุ่มกดฟังก์ชันการทำงานอยู่ด้านหน้าเครื่องและมีฟังก์ชันที่ช่วยเคลื่อนใบมีด แบบ 2 ทิศทาง (DOUBLE PROCESSING FUNCTION) หรือระบบอื่นที่ดีกว่า เพื่อให้สามารถปั่นบดอาหารแช่แข็งที่เย็นมากหรือมีปริมาณน้ำสูงได้ และมีระบบฟังก์ชันทำความสะอาดใบมีดและใบมีดหรือระบบอื่นที่ดีกว่า
- 3) ความเร็วของมอเตอร์ (Motor speed) ไม่น้อยกว่า 5000 rpm และความเร็วการหมุนของใบมีด (Blade speed) ไม่น้อยกว่า 2000 รอบต่อนาที
- 4) มีช่องวางสำหรับใส่ชุดใส่โลบีน (jar holder) ที่บรรจุโลบีนปริมาตรอย่างน้อย 1 ลิตรและสามารถจุตัวอย่างได้ไม่น้อยกว่า 0.8 ลิตร และเครื่องจะไม่ทำงานหากชุดใส่โลบีนไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
- 5) สามารถปั่นตัวอย่างแช่แข็งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียส และมีระบบกรองอากาศเข้าเครื่องแบบถ่านกัมมันต์ หรือระบบอื่นที่ดีกว่า
- 6) มีอุปกรณ์ประกอบสำหรับการเตรียมก่อนใช้งานเครื่องมือ ดังนี้
 - 6.1 ชุดโลบีนสแตนเลสพร้อมฝาปิดที่สามารถสวมเข้ากับชุดใส่โลบีน (jar holder) ของเครื่อง จำนวน 2 ชุด
 - 6.2 ใบมีดทำจากสแตนเลส หรือโลหะไร้สนิมอย่างดีที่มีลักษณะเทียบเท่า สำหรับเครื่องปั่น 1 ชุด
 - 6.3 ส่วนกรองอากาศแบบถ่านกัมมันต์ จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

6.4 ชุดใส่โถปั่น (jar holder) สำหรับใส่โถปั่นสแตนเลสพร้อมตัวยึดครอบฝา (sealing lid) จำนวน 1 ชุด

- 7) ได้รับมาตรฐาน CE
- 8) ใช้ไฟฟ้า 220 V 50 Hz
- 9) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 10) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 11) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
- 12) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา น่าน

3.3 ชุดตู้อบภายใต้สุญญากาศ (Vacuum Oven) จำนวน 1 ชุด

3.3.1 ตู้อบภายใต้สุญญากาศ จำนวน 1 เครื่อง

- 1) โครงสร้างของตู้ทั้งภายในและภายนอกทำด้วยเหล็กไร้สนิม และทนต่อการกัดกร่อน
- 2) มีขนาดภายใน (กว้าง x สูง x ลึก) ไม่น้อยกว่า 385x385x330 มม. หรือความจุไม่น้อยกว่า 49 ลิตร
- 3) สามารถปรับแต่งชุดควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ +20°C ถึง +200°C หรือดีกว่า โดยที่อุณหภูมิของการทำงานภายในตู้ ได้ตั้งแต่ 5 °C เหนืออุณหภูมิห้องถึง 200 °C หรือดีกว่า
- 4) ควบคุมความดันภายในตู้ได้ตั้งแต่ 10 mbar ถึง 1100 mbar หรือดีกว่า
- 5) ฝาประตูด้านหน้าของตัวเครื่องเป็นกระจกแก้วทำให้สามารถมองเห็นภายในได้
- 6) มีจอแสดงผลการทำงานเป็นตัวเลขไฟฟ้า ชนิด TFT-color display แสดงอุณหภูมิและความดันภายในตู้ได้อย่างถูกต้องและมองเห็นได้ชัดในที่มืด
- 7) เมื่อเกิดเหตุผิดปกติเครื่องจะตัดการทำงานด้วยระบบตัดการทำงานของเครื่องที่ติดตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิต
- 8) มีปุ่มสำหรับปิด-เปิดระบบไฟฟ้าหลักของตัวตู้
- 9) มีชั้นวางของแบบ Thermo shelves จำนวนอย่างน้อย 1 ชั้น ทำด้วยอลูมิเนียม หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า
- 10) มีระบบป้องกันความดันภายในตู้
- 11) สามารถใช้กับไฟฟ้า 220-240 V 50-60 Hz

3.3.2 เครื่องปั๊มสุญญากาศสำหรับตู้อบภายใต้สุญญากาศพร้อมตู้สำหรับใส่ จำนวน 1 เครื่อง

- 1) ปั๊มสุญญากาศชนิดหนการกัดกร่อนสารเคมี
- 2) สามารถดูดอากาศออกในอัตรา 3 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงหรือมากกว่า
- 3) มีตัวชุดกรองดักจับไอสารเคมี ก่อนเข้าปั๊ม จำนวน 1 ชุด
- 4) มีตู้ที่เหมาะสมในการวางปั๊มทำด้วยโลหะไร้สนิมอย่างดี

3.3.3 เครื่องหั่นซอยผักและสมุนไพร จำนวน 1 เครื่อง

- 1) การตัดด้วยใบมีดแบบหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- 2) มีความเร็วไม่น้อยกว่า 800 รอบ/นาที

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 3) สามารถควบคุมความเร็วของใบมีดตัดได้ ใบมีดผลิตจากเหล็กกล้าสแตนเลสที่ไม่ขึ้นสนิม
- 4) สามารถปรับระดับความหนา-บางของการหั่นได้อย่างน้อย 0.1-0.5 มม.
- 5) มีระบบป้องกันมอเตอร์ไหม้

3.3.4 เครื่องปิดผนึกฝากระป๋องอัตโนมัติชนิดกระป๋องไม่หมุน (Can Seamer Machine) จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้

- 1) มีฟังก์ชันการทำงาน แบบ Manual, simi-Auto, และแบบ Auto ใช้เวลาควบคุมรอบการทำงาน
- 2) รองรับสำหรับกระป๋อง : พลาสติกPET, โลหะ, กระดาษ
- 3) โครงสร้างผลิตจากสแตนเลสสตีล 304 มอเตอร์ออกแบบให้มีแรงบิดที่สูง
- 4) ชุดหัวซีลและลูกรีดผลิตจากเหล็กชุบแข็ง 60°-65° HRC หรือวัสดุอื่นที่ทนทานกว่าปรับระดับความสูงได้อย่างน้อย 40-200 มิลลิเมตร รองรับขนาดกระป๋องได้อย่างน้อย 50-100 มิลลิเมตร และเปลี่ยนหัวปิดฝาได้ง่าย
- 5) มีฟังก์ชันการตั้งเวลาแบบดิจิตอลได้ตั้งแต่ 0-99 วินาที เป็นอย่างน้อย
- 6) หน้าจอแสดงผล LED ทำงานปิดฝาอัตโนมัติด้วยการกดสวิทช์เพียงครั้งเดียว สวิทช์ปิด-ปิด แสดงสัญญาณไฟเมื่อพร้อมเครื่องทำงาน
- 7) มีเมาน์พิวส์ป้องกันความเสียหาย หรือเกิดความผิดปกติ
- 8) สามารถควบคุมการปิดฝากระป๋องผ่านสวิทช์แบบเท้าเหยียบได้
- 9) ตัวเครื่องยึดกับฐานล้อที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายและสะดวก
- 10) A.C. มอเตอร์ กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 370W

3.3.5 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณลักษณะดังนี้

- 1) เป็นเครื่องชั่งไฟฟ้าระบบอิเล็กทรอนิกส์ แสดงผลเป็นตัวเลขไฟฟ้า VFD (Vacuum Fluorescent Display) แสดงผลหรืออักษรเป็นสัญลักษณ์เรืองแสง สามารถมองเห็นและอ่านได้ง่ายแม้ในสภาวะแสงสว่างน้อย
- 2) สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด (Weight Range) 2,200 กรัม สามารถอ่านค่าน้ำหนักได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม หรือดีกว่า
- 3) สามารถป้องกันน้ำและฝุ่นละอองได้ในระดับ IP65 (Compliant Water / Dust Proof)
- 4) สามารถแสดงค่าน้ำหนัก (Stabilization Time) ได้ภายใน 1 วินาที ด้วยระบบ Super Hybrid Sensor (SHS)
- 5) มีระบบป้องกันการชั่งน้ำหนักเกินพิคคของเครื่องชั่ง (Shock Absorber Function)
- 6) สามารถชั่งน้ำหนักได้น้อยสุดที่สามารถอ่านได้ (Minimum Weighing Value) 0.01 กรัม
- 7) ค่าความผิดพลาดในการอ่านค่าน้ำหนักซ้ำ (Repeatability) ไม่เกิน 0.01 กรัม
- 8) ค่าเบี่ยงเบนของผลการชั่งจากน้ำหนักจากน้ำหนักที่ถูกต้อง (Linearity) ไม่เกิน ± 0.02 กรัม หรือดีกว่า

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 9) สามารถเลือกค่าที่เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมในการชั่งน้ำหนักได้ 3 ระดับ (Fast, Mid, Slow)
- 10) สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 5°C ถึง 40°C
- 11) มี Counting Mode สำหรับนับจำนวนชิ้น ซึ่งสามารถเริ่มนับจากตัวอย่าง 10 ชิ้น และมีระบบ Automatic Counting accuracy Improvement (ACAI) ซึ่งสามารถคำนวณค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อชิ้นใหม่โดยอัตโนมัติ เมื่อจำนวนชิ้นตัวอย่างเพิ่มขึ้น เพื่อความถูกต้อง
- 12) มี Percentage Mode สำหรับการชั่งน้ำหนักเทียบเป็น % ได้
- 13) งานชั่งทำด้วยโลหะปลอดสนิม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร
- 14) มีระบบปรับชดเชยความผิดพลาดของน้ำหนักลูกตุ้มได้ ใช้ระบบ External Calibration เพื่อความถูกต้องในการ Calibration
- 15) สามารถเปลี่ยนหน่วยในการชั่ง (Multiple Weighing Units) ได้ไม่น้อยกว่า 10 หน่วย คือ กรัม (g), นับชิ้น (pcs), เปอร์เซ็นต์ (%), ออนซ์ (oz), ปอนด์ (lb), ปอนด์:ออนซ์ (L oz), ออนซ์ทรอย (ozt), กระจัต (ct), โมมเม (mom), เพนนี่เวลท์ (dwt), เกรน (gn), โทล่า (t), แทลล์ (tt)
- 16) ใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50 ไซเคิล โดยใช้ Adapter

3.3.6 เครื่องบดปั่นตัวอย่าง (Blender)

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องบดผสมตัวอย่างโดยมีโถบรรจุขนาด 4 ลิตร พร้อมหุ้บจับด้านข้างและฝาปิดด้านบน
- 2) สามารถสั่งปิดเครื่องและเลือกกระดืบความเร็วได้ 3 ระดับ และมีปุ่มกด Pulse สำหรับการใช้งานในช่วงระยะเวลาใช้งานสั้นๆได้ โดยชุดส่งงานแบบ Electronic membrane
- 3) สามารถกำหนดระยะเวลาให้เครื่องทำงานได้สูงสุด 3 นาทีและมีจอแสดงผลแบบตัวเลขดิจิทัล
- 4) สามารถใช้กับโถตัวอย่างที่มีขนาดปริมาตร 4 ลิตรหรือใช้กับโถตัวอย่างขนาด 1 ลิตรได้โดยใช้ชุดแปลงขนาด
- 5) มอเตอร์ให้กำลังมีขนาดสูงสุดที่ 3.75 แรงม้า เป็นแบบ Heavy duty การใช้งานนานกว่ามอเตอร์ทั่วไป
- 6) ตัวโถใส่ตัวอย่างและใบมีด ทำมาจากโลหะสแตนเลสอย่างดีทนต่อกรดต่างได้ดีสามารถจุตัวอย่างได้อย่างน้อยขนาด 2 ลิตร ได้ และมีหูหิ้วสำหรับหิ้วหรือเทตัวอย่าง และมีระบบล็อกฝาปิด แบบ Clamps เพื่อความปลอดภัยขณะใช้งาน
- 7) ตัวเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาด 220-240 V 50 Hz
- 8) มีอะไหล่ใบมีดและฐานรองใบมีดสำรอง อีก 1 ชุด พร้อมเปลี่ยนใช้งานเพื่อเตรียมไว้สำหรับกรณีชำรุด

3.4 เครื่องทำความสะอาดความถี่สูง

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นอ่างล้างเครื่องมือโดยใช้คลื่นความถี่สูงและให้ความร้อน ใช้ทำความสะอาดเครื่องแก้วหรือเครื่องมือและไม่ทำความเสียหายแก้ววัสดุชิ้นงาน
- 2) มีขนาดความจุ 12.9 ลิตร
- 3) โครงสร้างภายนอกทำด้วย Stainless steel มีขนาด (กว้างxลึกxสูง) 380x300x330 มม.

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 4) โครงสร้างภายในทำด้วยสแตนเลสสตีล บีมขึ้นรูปไม่มีรอยเชื่อมุม ภายในอ่างมีความโค้งมนเพื่อ
ง่ายต่อการทำความสะอาดมีขนาดภายใน(กว้างxลึกxสูง) 300x215x195 มม.
- 5) คลื่นความถี่ 37 KHz
- 6) สามารถตั้งอุณหภูมิในการใช้งานได้ตั้งแต่ 40 °C จนถึง 60 °C มีจอ LEDแสดงผลของอุณหภูมิตั้ง
ด้านหน้าของตัวเครื่องอย่างชัดเจน
- 7) มีระบบ Eco เพื่อทำการล้างอย่างอ่อนโยน โดยมีจอ LED แสดงการทำงานอยู่ด้านหน้าของ
ตัวเครื่องอย่างชัดเจน
- 8) มีระบบ sweep เพื่อให้การล้างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยมีจอ LED แสดงการทำงานอยู่
ด้านหน้าของตัวเครื่องอย่างชัดเจน
- 9) มีระบบ Pulse สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของ Ultrasonic โดยมีจอ LED แสดงการทำงาน
อยู่ด้านหน้าของตัวเครื่องอย่างชัดเจน
- 10) มีระบบ Dynamic เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างระบบ sweep และระบบ pluses เพื่อให้
การล้างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- 11) มีระบบ Degas เพื่อขจัดแก๊สออกจากของเหลว โดยมีจอ LED แสดงการทำงานอยู่ด้านหน้า
ของ ตัวเครื่องอย่างชัดเจน
- 12) มีปุ่ม ปิด-เปิด (Off – On) และ ปุ่ม เริ่ม-หยุด (Play – Stop) และ LED แสดงการทำงานอยู่
ด้านหน้าของตัวเครื่องอย่างชัดเจน
- 13) มีปุ่มบิตระบายน้ำอยู่ด้านข้างของตัวเครื่องและมีช่องสำหรับระบายน้ำออกอยู่ทางด้านหลังของ
ตัวเครื่อง พร้อมข้อต่อ 90 องศาสำหรับต่อสายยาง
- 14) เครื่องปิดงานอัตโนมัติหลังการใช้งาน 8 ชั่วโมงเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน
- 15) ฝาปิดทำด้วยพลาสติกอย่างดีสามารถลดเสียงรบกวนและมีขอบสำหรับให้อุ่นน้ำที่ก่เกิดขึ้นเกิดการ
หยดตัวลงในอ่างโดยไม่หยดออกจากตัวเครื่อง
- 16) สามารถกำลังให้ความร้อนได้สูงสุด 800 วัตต์
- 17) ประสิทธิภาพของสูงสุดของอุลตราโซนิก 1000 วัตต์
- 18) ได้รับมาตรฐาน ISO13485 หรือมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่งที่เทียบเท่า
- 19) มีอุปกรณ์ประกอบสำหรับการเตรียมก่อนใช้งานเครื่องมือ ได้แก่ ตะกร้า สำหรับใส่อุปกรณ์ที่
ต้องการทำความสะอาด จำนวน 1 ใบ
- 20) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 21) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 22) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
- 23) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา
น่าน

3.5 ชุดเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaker incubator)

จำนวน 1 ชุด

3.5.1 เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) แสดงผลด้วยหน้าจอลงจอ LED โดยบอกค่าความเร็วและเวลา

ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 2) วิธีการเขย่าเป็นแบบวงกลม (orbital)
- 3) เส้นผ่านศูนย์กลางการเขย่าเท่ากับ 20 มิลลิเมตร
- 4) น้ำหนักสูงสุดที่สามารถใช้งานได้ รวมอุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 20 กิโลกรัม
- 5) ช่วงความเร็วรอบที่ปรับได้อยู่ในช่วง 10 - 500 รอบต่อนาที (rpm)
- 6) ช่วงอุณหภูมิที่ทำได้เท่ากับ 5 องศาเซลเซียสเหนืออุณหภูมิห้อง จนถึง 80 องศาเซลเซียส
- 7) สามารถต่อกับเครื่องทำความเย็นภายนอกได้
- 8) เมื่อต่อพ่วงกับเครื่องหล่อเย็นภายนอก สามารถควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง 10 องศาเซลเซียส จนถึง 80 องศาเซลเซียส
- 9) มีการเคลือบสารป้องกันการสะสมของแบคทีเรีย
 - 10) มีการควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบ (ใช้เซ็นเซอร์ชนิด PT 1000 จำนวน 2 ตัว)
 - 11) มีพื้นที่สำหรับต่อเซ็นเซอร์เพิ่มเติม ตัวอย่างเช่น PT 1000.60
 - 12) ควบคุมอุณหภูมิและความเร็วด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์
 - 13) ตั้งเวลาได้ในช่วง 0 – 999 ชั่วโมง (ตั้งเป็นนาทีหรือชั่วโมง)
 - 14) เครื่องมีระบบหยุดอัตโนมัติเมื่อมีการรบกวน
 - 15) เครื่องมีระบบหยุดอัตโนมัติเมื่อฝาเปิด
 - 16) มีถาดรองและมีท่อระบายของเหลวด้านหลังเครื่อง
 - 17) อุปกรณ์ประกอบ
 - 17.1) มีฐานรองชนิด Fixing clip attachment
 - 17.1) มี fixing clip สำหรับ flask
 - 18) ตัวควบคุมอุณหภูมิหล่อเย็นระบบน้ำหมุนเวียน พร้อมสารหล่อเย็น
 - 18.1) อ่างควบคุมอุณหภูมิพร้อมระบบหมุนเวียนน้ำ ความจุ 15 ลิตร สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ พร้อมล้อเลื่อนเพื่อสะดวกในการใช้งาน
 - 18.2) ตัวอ่างทำด้วยสแตนเลสสตีล โดยมีท่อทำความเย็นขดเป็นวงอยู่ด้านในของอ่าง พร้อมฉนวนบุด้านนอก โดยรอบหนา ½ นิ้ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ความเย็น
 - 18.3) ส่วนควบคุมอุณหภูมิเป็นคอมเพรสเซอร์แบบโรตารี ขนาด 1 แรงม้า
 - 18.4) สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง 0 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิห้อง พร้อมจอแสดงระดับน้ำภายในอ่างและอุณหภูมิที่ใช้งานเป็นตัวเลข
 - 18.5) ระบบน้ำหมุนเวียนน้ำเป็นปั๊มแบบจุ่ม ใบพัดทำด้วยสแตนเลสสตีล ขนาดของมอเตอร์ 0.33 กิโลวัตต์ โดยมีความเร็วรอบ 2800 รอบ/นาที และมีอัตราการส่งน้ำ 15 ลิตร/นาที
 - 18.6) มีช่องแสดงระดับน้ำภายในอ่าง ซึ่งสามารถมองเห็นได้สะดวก
 - 18.7) มีวาล์วสำหรับปรับอัตราการไหลของน้ำหมุนเวียน
 - 18.8) มีระบบตัดไฟอัตโนมัติในกรณีที่เครื่องทำงานผิดปกติ
 - 18.9) ใช้ไฟฟ้า 220 V 50 Hz
 - 19) มีอุปกรณ์ประกอบสำหรับการเตรียมก่อนใช้งานเครื่องมือ ดังนี้
 - มีฐานรองชนิด Fixing clip attachment

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 19.1) Clip racks for Erlenmeyer ขนาด 100 ml จำนวน 10 ชุด
- 19.2) Clip racks for Erlenmeyer ขนาด 250 ml จำนวน 10 ชุด
- 19.3) Clip racks for Erlenmeyer ขนาด 500 ml จำนวน 6 ชุด
- 19.4) Clip racks for Erlenmeyer ขนาด 1000 ml จำนวน 6 ชุด
- 20) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 21) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 22) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด

3.5.2 ตู้เหล็กเก็บอุปกรณ์ จำนวน 2 ตู้

- 1) ชนิด 2 บานเลื่อนเปิด-ปิด
- 2) เป็นกระจกใส
- 3) ขนาดไม่น้อยกว่า 40 x 85 85 ซม. (กว้าง x ยาว x สูง)
- 4) ตัวตู้พื้นเคลือบวัสดุและสีกันสนิมและสารเคมี

3.5.3 โต๊ะพับอลูมิเนียม แบบพกพาได้ (Folding Table) จำนวน 2 ตัว

- 1) โต๊ะพับอลูมิเนียม แบบพกพาได้ (Folding Table)
- 2) เป็นโต๊ะพับสี่เหลี่ยม วัสดุโครงสร้างผลิตจากอลูมิเนียม ขนาดไม่น้อยกว่า 60x120 ซม.
- 3) สามารถปรับความสูงได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ
- 4) น้ำหนักเบา เมื่อพับครึ่งเก็บแล้วมีขนาดไม่เกิน 60x61 ซม.
- 5) มีหูจับเพื่อเคลื่อนย้ายได้สะดวกสบาย พร้อมตัวล็อกนิรภัย

3.5.4 เก้าอี้ จำนวน 2 ตัว

- 1) เบาะที่นั่งและพนักพิงบุฟองน้ำอย่างดี เกรดเอ
- 2) ขึ้นรูปหุ้มหนังเทียมสีดำ
- 3) โครงสร้างมั่นคงแข็งแรง มีเท้าแขน
- 4) ขนาด กว้างxลึกxสูง ไม่น้อยกว่า 60 x 58 x 88-100 เซนติเมตร
- 5) สามารถปรับระดับสูง-ต่ำ ด้วยไฮดรอลิค
- 6) ฐานเก้าอี้เป็นวัสดุไวนิลพร้อมล้อเลื่อนมีความมั่นคงแข็งแรง

3.5.5 มีชั้นวางของสแตนเลสเนกประสงค์ 4 ชั้น จำนวน 5 ตัว

- 1) ชั้นวางของทำจากสแตนเลสเนกประสงค์ 4 ชั้น
- 2) ขนาดไม่เกิน 45 x 60 x 120 ซม. (กว้าง x ยาว x สูง)
- 3) รับน้ำหนักได้สูงสุด 20 กก./ชั้น
- 4) น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก

3.5.6 เครื่องพิมพ์วันที่แบบพ่นหมึกชนิดพกพา จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 1) ตัวเครื่องทนทานทำด้วย Plastic ABS เคลือบ UV หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า
- 2) ใช้แบตเตอรี่ Li-ion 12V จำนวน 2 ชุด
- 3) หน้าจอสัมผัส ใช้งานง่าย สามารถพิมพ์ QR Code / Barcode ได้ พิมพ์ได้อย่างน้อย 5 บรรทัด ความละเอียดการพิมพ์อย่างน้อย 600dpi ปรับความเข้มได้ 6 ระดับ
- 4) ตลับหมึกพิมพ์สีดำกันน้ำได้ จำนวน 2 ตลับ
- 5) ใช้กับไฟฟ้า 220-240 V 50-60 Hz
- 6) เฟลทสแตนเลสสำหรับทาบ 1 ชิ้น
- 7) Power Adapter สำหรับชาร์ต 1 ชิ้น
- 8) ปากกาสำหรับทัชหน้าจอ 1 ชิ้น
- 9) มี Case กันกระแทกสำหรับเก็บเครื่องและอุปกรณ์ 1 ใบ
- 10) สายพานและชุด kit ใช้ร่วมสายพาน จำนวน 1 ชุด
- 11) Flash Drive สำหรับโหลดโลโก้
- 12) น้ำยาสำหรับลบเมือพิมพ์ผิด

3.5.7 เครื่องวัดความเป็นกรด - เป็นด่าง แบบตั้งโต๊ะ

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
 - ช่วงการวัดค่า (Range) 0.000 ถึง 14.000pH หรือดีกว่า
 - ช่วงการวัดค่าที่หน้าจอ(Display range) -2.000 ถึง 19.999pH หรือดีกว่า
 - ค่าความละเอียด (Resolution) 0.001 pH หรือดีกว่า
 - ค่าการทำซ้ำ (Repeatability) ± 0.005 pH ± 1 digit หรือดีกว่า
- 2) การวัดค่ามิลลิโวลต์ (mV) (Optional electrode)
 - ช่วงการวัดค่า (Range) $\pm 1,999.9$ mV หรือดีกว่า
 - ค่าความละเอียด (Resolution) 0.1 mV หรือดีกว่า
 - ค่าการทำซ้ำ (Repeatability) ± 0.1 mV ± 1 digit หรือดีกว่า
- 3) การวัดอุณหภูมิ
 - ช่วงการวัดค่า (Range) 0.0 ถึง 100.0 °C หรือดีกว่า
 - ค่าความละเอียด (Resolution) 0.1 °C หรือดีกว่า
 - ค่าการทำซ้ำ (Repeatability) ± 0.1 °C ± 1 digit หรือดีกว่า
- 4) ทฤษฎีการวัดค่า เป็นแบบ Glass electrode method
- 5) แผงปุ่มกดทนต่อฝุ่นละออง และป้องกันน้ำกระเด็นใส่ (Splash-proof housing) หน้าจอ LCD
- 6) คีย์แพดเป็นแบบสัมผัส
- 7) มีฟังก์ชันย้อนเช็คข้อมูล Repeatability check เพื่อสะดวกสำหรับตรวจสอบข้อมูล
- 8) สามารถตั้งเวลาการสอบเทียบเครื่องได้
- 9) สามารถเลือกใช้ระบบชดเชยอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ (Automatic Temperature Compensation) และแบบกำหนดอุณหภูมิเอง (Manual Temperature Compensation) ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 100.0 °C

ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 10) สามารถสอบเทียบแบบอัตโนมัติ (Auto Calibration) ทั้ง pH แบบจุดเดียวและหลายจุด ไม่มากกว่า 5 จุด
- 11) สามารถทำการคั่งค่าที่หน้าจอได้ด้วยฟังก์ชัน Auto Hold ช่วยให้สะดวกในการอ่านและการบันทึกค่า
- 12) มีระบบตรวจสอบประสิทธิภาพของอิเล็กโทรด โดยพิจารณาจากค่า pH slope และค่า offset
- 13) สามารถบันทึกข้อมูลสู่หน่วยความจำได้ 999 ชุด ซึ่งหน่วยความจำนี้เป็นแบบ interval memory
- 14) สามารถตั้งค่า Security password ได้
- 15) มีพอร์ตต่อเชื่อมสาย USB peripherals
- 16) ช่วงอุณหภูมิของสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานของเครื่อง 0 ถึง 45 °C
- 17) สามารถใช้กับไฟฟ้า 220-240 V 50-60 Hz
- 19) ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลอย่างใดอย่างหนึ่งที่เทียบเท่า

3.5.8 รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.5.9 มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด

3.5.10 ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา น่าน

3.6 ชุดเครื่องทำตัวอย่างเข้มข้นพร้อมเครื่องทำแห้งตัวอย่างแบบถาด จำนวน 1 ชุด

3.6.1 เครื่องทำตัวอย่างเข้มข้นด้วยการพ่นฝอยระดับห้องแลป จำนวน 1 เครื่อง

- 1) มีปริมาณตัวอย่างทำแห้งแบบพ่นฝอยได้อย่างน้อย 2000 มล.ต่อชั่วโมง
- 2) สามารถปรับอุณหภูมิการทำงานในท่อลมขาเข้า ได้ตั้งแต่ 40 ถึง 300 องศาเซลเซียส และมีความแม่นยำของอุณหภูมิไม่น้อยกว่า ± 1 องศาเซลเซียส
- 3) อุณหภูมิการทำงานในท่อลมขาออกอยู่ในช่วง 80 ถึง 90 องศาเซลเซียส
- 4) มีระบบหัวฉีดแบบไหล 2 กระแส (Two-fluid nozzle) ทิศทางการฉีดเป็นแบบ ฉีดพ่นลงด้านล่าง
- 5) เวลาในการใช้ทำแห้งอย่างน้อย 1 ถึง 1.5 วินาที
- 6) สามารถปรับความเร็วป้อนในการฉีด 50 ถึง 2000 มล.ต่อชั่วโมง
- 7) รองรับหัวฉีดพ่นมาตรฐานที่มีขนาด 1.0 มิลลิเมตร
- 8) มีระบบควบคุมเครื่องแบบ PLC
- 9) ตัวทำความร้อนใช้กำลังไฟ 3500 วัตต์
- 10) กำลังไฟที่ใช้ทั้งหมด 4500 วัตต์ ไฟฟ้า 220 V
- 11) ระบบลมเป็นชนิดไม่ใช้น้ำมัน ติดตั้งมาในเครื่อง
- 12) ให้ผลผลิต (Dried powder restoring rate) มากกว่า หรือเท่ากับ 92 % (maltodextrin มากกว่า 92%)
- 13) ขนาดเครื่อง ไม่น้อยกว่า 940x850x1500 มม.
- 14) วัสดุเครื่องทำมาจาก สแตนเลสสตีล มุมโค้งขอเครื่องเคลือบพอลิเอสเตอร์ป้องกันการกัดกร่อน
- 15) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 16) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 17) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
- 18) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา น่าน

3.6.2 เครื่องทำแห้งตัวอย่างแบบเยือกแข็ง (Freeze Dryer)

จำนวน 1 เครื่อง

เป็นเครื่องที่ใช้หลักการแช่แข็งและระเหิดน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะสุญญากาศได้ภายในเครื่อง โดยมีความสามารถอบแห้งแบบเยือกแข็งผลิตภัณฑ์ได้ 8 กิโลกรัมต่อรอบการผลิต

1) โครงสร้างของเครื่อง (Structure) ประกอบด้วย

- 1.1) โครงสร้างเครื่องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel SUS 304) มีขนาดไม่น้อยกว่า 1.10 m x 1.00 m x 1.45 m (กว้างxลึกxสูง)
- 1.2) ตัวถังผลิตภัณฑ์ (Product Chamber) ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel SUS 304) ฝาปิดทำด้วยอะครีลิกใส สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ (Product) ภายในถัง และมีซีลด์ (Door Seal) ทำด้วยยางซิลิโคน (Silicone Rubber) ที่มีปีกทั้งสองข้างเพื่อเพิ่มหน้าสัมผัสในการยึดแน่น
- 1.3) ชั้นวางถาดผลิตภัณฑ์ (Plate) มีขนาด 300 mm x 400 mm และมีจำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชั้น และสามารถวางถาดผลิตภัณฑ์ (Product Tray) เพื่อทำแห้งได้ไม่น้อยกว่า 5 ชั้น
- 1.4) ถาดผลิตภัณฑ์ (Product Tray) ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel SUS 304) มีขนาด 300 mm. x 400 mm. x 20 mm. (กว้าง x ยาว x สูง) จำนวน 3 ชุด ชุดละ 6 ใบ

2) ระบบทำสุญญากาศ (Vacuum System) ประกอบด้วย

- 2.1) สามารถดูดอากาศได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยขนาดของระบบต้องสามารถรองรับการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็งได้ ซึ่งประกอบไปด้วย
 - Vacuum Pump จำนวน 1 ตัว
 - Vacuum Sensor จำนวน 1 ตัว
- 2.2) มีระบบป้องกัน (Vacuum Valve) ไม่ให้น้ำมันไหลย้อนกลับเข้าไปในถังควบแน่นไอระเหยของผลิตภัณฑ์ (Ice Condenser Chamber)
- 2.3) มีตัว Gas Ballast ป้องกันการจับตัวของไอน้ำในปั๊ม
- 2.4) มีอุปกรณ์ดักละอองน้ำมันต่ออยู่กับปั๊ม เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของน้ำมันสู่บรรยากาศ

3) ระบบทำความร้อน (Heating System) เป็นระบบควบคุมความร้อนและเย็นของชั้นวางผลิตภัณฑ์ (Plate) โดย

- 3.1) ใช้น้ำมันซิลิโคนเป็นสื่อกลาง
- 3.2) ใช้ปั๊มหมุนเวียนน้ำมันซิลิโคน ภายในระบบ
- 3.3) มีตัวให้ความร้อนด้วยระบบไฟฟ้า และสามารถควบคุมอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -25 องศาเซลเซียส หรือ ต่ำกว่า ถึงอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

4) ระบบทำความเย็น (Cooling System) ประกอบด้วย

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 4.1) ใช้คอมเพรสเซอร์แบบ Hermetic Compressor ระบายความร้อนด้วยอากาศ จำนวน 2 ตัว
 - 4.2) ใช้สารทำความเย็นที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม Non-CFC เบอร์ R404a
 - 4.3) สามารถทำอุณหภูมิของซิลิโคนในชั้นวางถาดผลิตภัณฑ์ (Plate) ได้ต่ำถึง -25 องศาเซลเซียส หรือ ต่ำกว่า และสามารถทำอุณหภูมิของส่วนควบแน่นไอระเหยสาร (Ice Condenser) ได้ต่ำถึง -40 องศาเซลเซียส หรือ ต่ำกว่า
- 5) ระบบไฟฟ้าและควบคุม (Electrical and Control System) ประกอบด้วย
- 5.1) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ PLC สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความดัน และเวลา โดยแสดงผลผ่านส่วนแสดงผลและการป้อนคำสั่งเป็นแบบจอสัมผัส (Touch Screen)
 - 5.2) ส่วนของการควบคุมอุณหภูมิ ใช้การควบคุมอุณหภูมิแบบ PID Controller
 - 5.3) มีระบบตั้งขั้นตอนการทำงานได้ 3 ช่วงการทำงานคือ Pre-Freezing, Primary drying และ Secondary drying ซึ่งในแต่ละช่วงสามารถตั้ง Step ของการควบคุมอุณหภูมิและเวลา (Ramp-Soak) ได้ โดยสามารถสั่งงานระบบได้ทั้งแบบ Manual และ Automatic
 - 5.4) สามารถตั้งโปรแกรมการทำงานแบบอัตโนมัติได้อย่างน้อย 10 โปรแกรม
 - 5.5) มีชุดสำรองไฟ สำหรับระบบควบคุม (Control System) ในกรณีไฟตกหรือไฟดับจะทำการสำรองไฟเพื่อให้ระบบควบคุมหรือโปรแกรมการทำงาน ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง
 - 5.6) มี Product Sensor ชนิด Thermocouple Type K สำหรับวัดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ใน Chamber จำนวน 3 หัววัด
 - 5.7) มี Silicone Oil Sensor ชนิด Pt100 สำหรับวัดอุณหภูมิของซิลิโคน (Silicone Oil) จำนวน 1 หัววัด
 - 5.8) มี Ice Condenser Sensor ชนิด Pt100 สำหรับวัดอุณหภูมิของส่วนควบแน่นไอระเหยของผลิตภัณฑ์ (Ice Condenser) จำนวน 1 หัววัด
 - 5.9) ใช้ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 V 50 Hz
- 6) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
 - 7) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
 - 8) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด

3.6.3 ตู้แช่แข็งฝาที่บ (Freezer)

จำนวน 1 ตู้

- 1) ขนาดไม่น้อยกว่า 7 คิว
- 2) สามารถทำอุณหภูมิได้ต่ำถึง -20 °C หรือต่ำกว่า จำนวน 1 ตู้
- 3) เป็นรุ่นที่ได้รับฉลากประสิทธิภาพ เบอร์ 5 ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
- 4) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
- 5) รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี
- 6) ติดตั้งพร้อมสาธิตการใช้งาน
- 7) ติดตั้งระบบไฟฟ้า ระบบน้ำ รองรับมายังจุดติดตั้งเครื่องมือ

ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

3.6.4 ตู้อบแห้งไฟฟ้าแบบถาดหมุน

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องใช้อบแห้งผลผลิต แบบถาดหมุน ขนาด 16 ถาด และทำจาก Stainless Steel SUS 304 มาตรฐาน Food grade หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า
- 2) ถาดกรรมตะแกรงถี่ ทำจาก Stainless Steel SUS 304 มาตรฐาน Food grade ขนาดตะแกรงอบ เส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 47 cm สูงอย่างน้อย 4 cm
- 3) มีแผงควบคุมระบบดิจิตอล สามารถตั้ง อุณหภูมิ เวลาและการแจ้งเตือนในการอบ
- 4) การกระจายลมร้อนเท่ากันในทุกจุด ด้วยระบบหมุนถาดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้อบแห้งเท่ากันอย่างสมบูรณ์
- 5) มีฉนวนกันความร้อนภายในช่วยรักษาอุณหภูมิในตู้อบ
- 6) มีระบบตัดไฟอัตโนมัติ มีสวิตช์ เปิด/ปิด และฟังก์ชันการตั้งค่าอุณหภูมิและเวลา และมีหน้าจอแสดงฟังก์ชันการทำงาน
- 7) สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ติดตั้ง ล้อพร้อมที่ล็อก
- 8) สามารถทำความร้อนได้สูงถึง 100 องศา
- 9) โบลว์เวอร์ (Blower) สามารถกระจายความร้อนได้ดีทำจากวัสดุทนทาน
- 10) มีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ทำให้อ่านค่าได้แม่นยำและควบคุมให้อุณหภูมิคงที่ได้ตลอดเวลา
- 11) มีช่องการระบายความชื้นจากภายในเครื่องออกสู่ภายนอก
- 12) ติดตั้ง ฉนวนกันความร้อน เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานจากความร้อนที่รั่วไหลออกนอกเครื่อง
- 13) รองรับการใช้งานกับไฟบ้าน 220V/280v
- 14) มีถาดอบกลมทำจาก Stainless Steel SUS 304 มาตรฐาน Food grade จำนวน 10 ถาด
- 15) ต้องติดตั้งเครื่องและเดินสายไฟ ให้เครื่องแล้วเสร็จพร้อมใช้งาน
- 16) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
- 17) มีการจัดอบรมและสาธิตการใช้เครื่องจนสามารถใช้งานเครื่องได้
- 18) ผลิตภัณฑ์ได้รับมาตรฐานอย่างน้อย มอก. หรืออย่างอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า
- 19) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 20) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้

3.6.5 ตู้แช่แข็งชนิดตู้นอน

จำนวน 1 ตู้

- 1) ขนาดภายนอกประมาณ 1,664 x 665 x 853 มิลลิเมตร (กว้าง x ลึก x สูง)
- 2) ขนาดภายในประมาณ 1,495 x 495 x 685 มิลลิเมตร (กว้าง x ลึก x สูง)
- 3) ขนาดความจุของตัวตู้ภายใน 476 ลิตร (16.8 ลูกบาศก์ฟุต)
- 4) สามารถปรับตั้งอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -25 °C ถึง -45 °C
- 5) มีระบบทำความเย็นโดยคอมเพรสเซอร์เดี่ยว
- 6) สารทำความเย็นเป็นชนิด R290 ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- 7) ตัวตู้ภายในทำด้วยเหล็กเคลือบสี (Coated steel)

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 8) ฉนวนกันความร้อนภายในทำจาก Polyurethane foam มีความหนา 80 มิลลิเมตร และผสม cyclopentane
- 9) มีระดับเสียงเกิดจากการใช้งานของตู้ 55 เดซิเบล
- 10) มีตะกร้าใส่ของ จำนวน 3 ใบ (จากบริษัทผู้ผลิต) ตะกร้าทำมาจากเหล็กเคลือบสี
- 11) แผงควบคุมหน้าจอใช้งานสะดวกและหน้าจอแสดงผลอุณหภูมิเป็นดิจิตอล
- 12) มีสัญญาณเสียงเตือน เมื่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าที่ตั้งไว้
- 13) ตัวล็อกพาสานกับตู้ เพื่อป้องกันการเปิดปิด
- 14) ใช้กับไฟฟ้า 220 V, 50 Hz
- 15) safeguard ขนาด 10 Amp. (ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ) จำนวน 1 ชุด
- 16) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
- 17) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.6.6 ตู้แช่เย็น/แช่แข็ง 2 ระบบ ชนิดตู้แนวนอน (10°C ถึง -30°C) จำนวน 2 ตู้

- 1) เป็นตู้แช่ 2 ระบบ แช่เย็นหรือแช่แข็ง ชนิดตู้แนวนอน ฝาพับ สามารถปรับเปลี่ยนฟังก์ชันการใช้งานได้ตามความต้องการ โดยสามารถปรับเปลี่ยนอุณหภูมิช่องแช่เย็นได้สูงสุดที่ 10°C และต่ำสุดที่ -30°C และมีความคงที่ เพียงตรงและสม่ำเสมอ
- 2) ระบบควบคุมอุณหภูมิเป็น electronic
- 3) ตู้แช่มีความจุไม่น้อยกว่า 500 ลิตร
- 4) ตัวตู้มีล้อสำหรับเคลื่อนย้ายได้สะดวกและมีความแข็งแรง
- 5) สารทำความเย็นเป็นชนิด CFC Free หรือระบบอื่นที่ดีกว่า และประหยัดพลังงาน
- 6) ผนังตู้เสริมฉนวนกันความร้อน ช่วยประหยัดพลังงาน
- 7) มีหลอดไฟ LED cool white
- 8) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.6.7 ตู้แช่เย็น/แช่แข็งแนวตั้ง (Vertical Freezer) 2 ระบบ จำนวน 2 ตู้

- 1) เป็นตู้แช่แนวตั้ง (Vertical Freezer) 2 ระบบ (ปรับได้ทั้งแช่เย็นหรือแช่แข็ง)
- 2) มีระบบละลายน้ำแข็งอัตโนมัติ
- 3) ช่องแช่แข็ง แยกเป็นลิ้นชักใส่ เพื่อความสะดวกในการแช่
- 4) สามารถปรับอุณหภูมิภายในช่องแช่แข็งในช่วง -24°C ถึง 5°C
- 5) ฝาตู้แช่เป็นฝาพับที่มีระบบช่วยผ่อนแรงเวลาเปิดฝาทำให้ง่ายต่อการเปิด-ปิดฝาตู้ และมีช่องสำหรับมือจับเปิดฝาที่ใช้งานสะดวกและง่ายต่อผู้ใช้งาน
- 6) ตู้แช่มีความจุไม่น้อยกว่า 150 ลิตร
- 7) สารทำความเย็นเป็นชนิด CFC Free หรือระบบอื่นที่ดีกว่า และประหยัดพลังงาน
- 8) มีหลอดไฟ LED cool white
- 9) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

3.6.8 ตู้แช่เย็นแนวตั้ง ระบบ 2 ประตู

จำนวน 2 ตู้

- 1) ตู้แช่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 690 ลิตร และมีฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5
- 2) ฝาเปิดปิดตู้แช่ทำจากกระจกประหยัดพลังงานอย่างน้อย 2 ชั้น
- 3) สามารถควบคุมช่วงอุณหภูมิภายในตู้ อยู่ที่ +2 ถึง +10°C มีหลอดไฟ LED cool white
- 4) ควบคุมความเย็นด้วยระบบ Digital Thermostat
- 5) ใช้กระแสไฟฟ้า 220V/50Hz ได้
- 6) สารทำความเย็นเป็นชนิด CFC Free หรือระบบอื่นที่ดีกว่า มีอย่างน้อย 10 ชั้นวางและปรับระดับได้ มีล้อเลื่อนสะดวกแก่การเคลื่อนย้าย
- 7) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.6.9 เครื่องวัดความหวาน (Brix Refractometer) แบบกลิ้งสอง

จำนวน 2 เครื่อง

- 1) มีช่วงการวัด Brix 0 - 53% จำนวน 1 เครื่อง
- 2) มีช่วงการวัด Brix 58 - 90% จำนวน 1 เครื่อง
- 3) ใช้ตัวอย่างในการทดสอบเพียง 2-3 หยด
- 4) ตัวเครื่องมีขนาดเล็กพกพาสะดวก มีความแข็งแรงทนทาน
- 5) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.6.10 เครื่องกรองน้ำ DI

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องกรองน้ำที่รวมเอาระบบรีเวอร์สออสโมซิส (RO) และ ดีไอ (Deionization system) เข้าด้วยกัน กำลังการผลิตไม่น้อยกว่า 600 ลิตรต่อวัน
 - ขั้นตอนที่ 1 ใส้กรอง PP 5micron ยาว20นิ้ว กำจัดตะกอนและของแข็งแขวนลอย จากท่อส่งน้ำประปา
 - ขั้นตอนที่ 2 ใส้กรอง Block Carbon ยาว20นิ้ว กำจัดตะกอนที่อาจหลุดลอดมาอีกครั้ง พร้อมทั้ง กำจัด สี กลิ่น และคลอรีนในน้ำ
 - ขั้นตอนที่ 3 ใส้กรองเรซินยาว 20นิ้ว กำจัดหินปูน และปรับรสชาติให้น้ำนุ่มนวลชวนดื่มยิ่งขึ้น
 - ขั้นตอนที่ 4 ใส้กรอง Membrane 150GPD จำนวน 1ท่อน สามารถกรองสารละลายออกจากน้ำ89-99%ให้เหลือเฉพาะโมเลกุลของน้ำ
 - ขั้นตอนที่ 5 ใส้กรอง DI. Filter ยาว12 นิ้ว จำนวน 2 ใส้ ใช้เรซินชนิด Nuclear Grade ion Exchange Resin (Mixed Bed) ซีดความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุสูงสามารถให้ค่าการนำไฟฟ้า Conductivity ต่ำสุด 0.1 $\mu\text{s}/\text{cm}$
- 2) มีระบบควบคุมน้ำเข้า-ออกเครื่อง
- 3) ถังสำรองน้ำ PE ขนาด 100 ลิตรพร้อมลูกลอยควบคุมระดับน้ำ
- 4) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

3.6.11 เครื่องทำน้ำแข็ง

จำนวน 1 ชุด

- 1) เป็นเครื่องทำน้ำแข็งหลอดเล็ก โดยด้านหน้ามีช่องสำหรับกดจ่ายน้ำแข็ง มีความจุถังเก็บ ไม่น้อยกว่า 30 กก. ต่อวัน
- 2) ตัวเครื่องทำจากวัสดุสแตนเลสตีลที่คงทนปลอดภัยตามมาตรฐานอุตสาหกรรม
- 3) มีระบบการผลิตน้ำสะอาดระดับ RO ก่อนเข้าสู่เครื่องผลิตน้ำแข็งที่สะอาด
- 4) ใช้ไฟฟ้า 220 V 50 Hz ได้
- 5) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.6.12 เครื่องอัดแก๊ส CO₂

จำนวน 1 ชุด

- 1) เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับทำเครื่องอัดแก๊สพร้อมชุด CO₂ Regulator
- 2) ถัง Keg แบบ Ball Lock Keg ชนิด stainless steel SS304 Food grade ขนาดไม่เกิน 9.5 ลิตร จำนวน 2 ถัง สามารถรับแรงดันในการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 130psi น้ำหนักไม่เกิน 4.5 กก.
- 3) มีสาย Gas Line 2 เมตร ขนาด 5mmID x 8mmOD (13/64"x5/16") จำนวน 1 เส้น
- 4) ข้อต่อ 8mm x FFL จำนวน 2 ชิ้น
- 5) ชุด Ball Lock Disconnect ของฝั่งแก๊ส และ ฝั่งของเหลว จำนวน 2 ชุด
- 6) CO₂ Tank (CGA320) ทำจากอลูมิเนียม ขนาด 5 ปอนด์ พร้อม เติมแก๊ส CO₂ เต็มถัง จำนวน 1 ถัง
- 7) Flow control tap set จำนวน 2 ชุด มีประแจสำหรับขันชิ้นส่วนต่างๆ
- 8) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.6.13 มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด

3.6.14 ผู้ขายต้องมีการติดตั้ง อบรม ทดสอบสาธิตการทำงาน พร้อมทั้งฝึกอบรมการใช้งาน จนผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้โดยมีประสิทธิภาพก่อนส่งมอบ ณ มทร.ล้านนา น่าน

3.7 กล้องจุลทรรศน์ชนิดสองกระบอกตา

จำนวน 20 ชุด

1) หัวกล้อง

- 1.1) เป็นชนิด 2 กระบอกตา พร้อมเคลือบสารป้องกันเชื้อรา
- 1.2) มีกระบอกตาคู่เอียงไม่น้อยกว่า 30 องศา
- 1.3) สามารถปรับระยะห่างระหว่างตาได้ในช่วง 48 ถึง 75 มิลลิเมตร หรือกว้างกว่า
- 1.4) สามารถปรับ Eyepoint ได้ตั้งแต่ 370.0 ถึง 432.9 มิลลิเมตร หรือแบบอื่นที่ดีกว่า
- 1.5) หัวกล้องมีระบบล็อค อย่างน้อย 2 จุด เพื่อป้องกันหัวกล้องตกหล่น

2) เลนส์ตา

- 2.1) เป็นชนิดเห็นภาพกว้าง มีขนาดกำลังขยาย ไม่น้อยกว่า 10 เท่า จำนวน 1 คู่
- 2.2) มีค่า Field number ขนาดไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 2.3) มีขอบยางเพื่อป้องกันการกระแทกกับเลนส์ตา
- 2.4) มีการเคลือบสารป้องกันเชื้อรา

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 3) แป้นบรรจุเลนส์วัตถุ
 - 3.1) เป็นแบบหันเข้าหาตัวกล้อง (Inward) สามารถบรรจุเลนส์วัตถุได้ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
 - 3.2) แป้นบรรจุเลนส์เป็นแบบขบขยงเพื่อความนุ่มนวลในการเปลี่ยนกำลังขยาย
- 4) เลนส์วัตถุเป็นแบบ Infinity optical system ชนิด Plan achromat หรือแบบอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า พร้อมเคลือบสารป้องกันเชื้อรา
 - 4.1) ขนาดกำลังขยาย 4 เท่า มีค่า N.A. 0.10 มีระยะการทำงานไม่น้อยกว่า 27.8 มิลลิเมตร
 - 4.2) ขนาดกำลังขยาย 10 เท่า มีค่า N.A. 0.25 มีระยะการทำงานไม่น้อยกว่า 8.0 มิลลิเมตร
 - 4.3) ขนาดกำลังขยาย 40 เท่า มีค่า N.A. 0.65 มีระยะการทำงานไม่น้อยกว่า 0.6 มิลลิเมตร
 - 4.4) ขนาดกำลังขยาย 100 เท่า มีค่า N.A. 1.25 มีระยะการทำงานไม่น้อยกว่า 0.13 มิลลิเมตร (oil)
- 5) แผ่นวางตัวอย่าง
 - 5.1) เป็นแบบ Mechanical มีขนาดไม่น้อยกว่า 174 x 89 มิลลิเมตร ไม่มีแกนยื่นออกมานอกฐาน (rackless)
 - 5.2) สามารถเลื่อนสไลด์ในแนวแกน X และแกน Y ได้ไม่น้อยกว่า 76 x 30 มิลลิเมตร
- 6) เลนส์รวมแสง
 - 6.1) เป็นชนิด Abbe มีค่า N.A. ไม่น้อยกว่า 1.25
 - 6.2) สามารถปรับขึ้น-ลงได้โดยมีปุ่มควบคุม
 - 6.3) มีตัวเลขระบุกำลังขยายที่เหมาะสมกับขนาดของรูรับแสง
- 7) ระบบปรับภาพชัด
 - 7.1) มีปุ่มปรับภาพหยาบและละเอียดเป็นแบบชนิดแกนร่วม อยู่ทั้งสองข้างของกล้องจุลทรรศน์
 - 7.2) มีระบบ Coarse adjustment limit stopper เพื่อป้องกันเลนส์วัตถุกระทบกับตัวอย่าง
 - 7.3) สามารถปรับความฝืดเบาของปุ่มปรับภาพหยาบได้
- 8) ระบบแสงสว่าง
 - 8.1) ใช้หลอดไฟชนิด LED ขนาดไม่น้อยกว่า 0.5 วัตต์ มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 20,000 ชั่วโมง
 - 8.2) มีปุ่มเปิด-ปิด และปุ่มปรับความสว่างแยกออกจากกัน
 - 8.3) สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ 100-240V, 50/60Hz
 - 8.4) มีช่องหรือระบบสำหรับเก็บชุดแปลงไฟและสายไฟอยู่ที่ตัวกล้อง หรือรูปแบบอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า เพื่อความสะดวกและความปลอดภัยในการเคลื่อนย้าย
 - 8.5) มีช่องหรือระบบสำหรับรองรับการถือตัวกล้องหรือรูปแบบอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า เพื่อป้องกันการสูญหายได้ง่าย
 - 8.6) ตัวกล้องมีระบบ Ergonomic grip หรือระบบแบบอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายกล้อง
 - 8.7) อุปกรณ์อื่นๆ ประกอบด้วย
 - 8.7.1) ถังคลุมกล้อง จำนวน 1 ชุด ต่อ 1 ชุด
 - 8.7.2) Immersion oil จำนวน 1 ขวด ต่อ 1 ชุด

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 9) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 10) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 11) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 4 ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ด้านเทคโนโลยีการผลิตเกษตรอุตสาหกรรม 4.0 (ลำปาง)
จำนวน 1 ชุด

4.1 เครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอน 15,000 รอบ (Centrifuge) จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องปั่นเหวี่ยงเพื่อให้สารตกตะกอน ควบคุมการทำงานด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นแบบตั้งโต๊ะที่ได้มาตรฐาน ISO 9001 มีระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์แบบไม่ใช้แปรงถ่าน(Brushless drive)
- 2) ช่องปั่นเหวี่ยงทำด้วยโลหะ สแตนเลส มีฝาปิดทึบแข็งแรงทำด้วยโลหะ สามารถเปิดฝาได้เมื่อหัวปั่นหยุดหมุน
- 3) มีระบบแสดงค่าความเร็วรอบสูงสุดของหัวปั่น (Automatic rotor recognition)
- 4) ตัวเครื่องมีความเร็วรอบสูงสุดในการปั่นไม่น้อยกว่า 13,000 รอบต่อนาที สำหรับหัวปั่นแบบ Swing rotor และไม่น้อยกว่า 18,000 รอบต่อนาที สำหรับหัวปั่นแบบ Angle Rotor (ขึ้นอยู่กับชนิดของหัวปั่นที่เลือกใช้) และตัวเครื่องมีค่าแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 31,514 xg
- 5) มีความจุสูงสุดในการปั่นเหวี่ยงไม่น้อยกว่า 60x1.5/2.0 มิลลิลิตร สำหรับหัวปั่นแบบ Drum Rotor และไม่น้อยกว่า 48x1.5/2.0 มิลลิลิตร สำหรับหัวปั่นแบบ Angle Rotor
- 6) สามารถปรับตั้งค่าความเร็วรอบ RCF(g) อัตราเร่ง ระดับเบรก และเวลา โดยการป้อนข้อมูลแบบแป้นและปุ่มหมุน และแสดงผลเป็นตัวเลขชนิด LCD
- 7) ตั้งเวลาในการปั่นได้ตั้งแต่ 1 นาที ถึง 99 นาที 59 วินาที และสามารถปรับตั้งเวลาการปั่นแบบต่อเนื่องได้ และมีระบบ IMPULSE เพื่อให้เครื่องทำงานในเวลาสั้นๆ โดยไม่ต้องตั้งเวลา
- 8) ตั้งค่าอัตราการเร่งของหัวปั่นและตั้งค่าระดับการเบรกได้ไม่น้อยกว่า 9 ระดับ
- 9) ผู้ใช้สามารถบันทึกโปรแกรมการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 9 โปรแกรม
- 10) มีสัญญาณเสียงเตือน เมื่อหัวปั่นหยุดการทำงานและผู้ใช้ไม่ได้เปิดฝาเครื่องเพื่อนำของที่ปั่นออก
- 11) สามารถถอดเปลี่ยนใช้หัวปั่นชนิดต่างๆ ได้หลายแบบ เช่น angle rotor, swing rotor, Drum rotor ได้
- 12) มีระบบตรวจสอบและความปลอดภัยของเครื่องดังนี้
 - 12.1) มีระบบตรวจสอบความผิดปกติของเครื่อง โดยจะบอกความผิดปกติที่จอแสดงผล
 - 12.2) สามารถเช็คตรวจสอบได้ว่าเครื่องมืออายุการใช้งานมานานเท่าใด
 - 12.3) เครื่องจะล๊อคฝาอัตโนมัติขณะที่หัวปั่นหมุนอยู่ และจะไม่ทำงานเมื่อเปิดฝาหรือปิดฝาไม่สนิท
 - 12.4) มีระบบตรวจสอบความไม่สมดุลของหัวปั่นเหวี่ยง (Imbalance switch-off) โดยมีสัญญาณไฟแสดงเมื่อหัวปั่นเหวี่ยงอยู่ในสภาพไม่สมดุล และเครื่องจะหยุดทำงาน
 - 12.5) มีสัญญาณไฟแสดงเมื่อหัวปั่นเหวี่ยงกำลังทำงานอยู่
- 13) มีอุปกรณ์ประกอบการใช้งานดังนี้
 - 13.1) มีหัวปั่นชนิดกำหนดมุมคงที่ (Angle Rotor) ขนาด 24x1.5/2.0 มล. จำนวน 1 หัว (มีความเร็วรอบสูงสุดไม่น้อยกว่า 18,000 รอบต่อนาที)

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 13.2) มี adapter สำหรับหลอดทดลองขนาด 1.5 มล. จำนวน 24 อัน
- 14) ใช้กระแสไฟฟ้าสลับชนิด 220 V
- 15) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 16) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 17) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด

4.2 ตู้ปลอดเชื้อ (laminar air flow)

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นตู้ปฏิบัติงานที่สามารถป้องกันอันตรายและการปนเปื้อนจากการทำงานของทั้งผู้ปฏิบัติงาน และผลิตภัณฑ์ทดลอง
- 2) มีขนาดภายในประมาณ 120x78x63 ซม. (กxสxล) และมีขนาดภายนอกประมาณ 130x157x80 ซม. (กxสxล)
- 3) พื้นที่ใช้งานภายในทำด้วยเหล็กปลอดสนิมชิ้นเดียวกัน
- 4) ด้านหน้าตู้มีบานกระจกเลื่อนขึ้น-ลงได้สูงสุดและต่ำสุด พร้อมมีสัญญาณเสียงเตือนเมื่อเปิดกระจกสูงเกินกว่าตำแหน่งที่ควรใช้งาน
- 5) มีแผ่นกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) จำนวน 2 แผ่น (แผ่นแรกสำหรับกรองอากาศที่เป่าลงไปภายในตู้ ส่วนแผ่นที่สองจะกรองอากาศที่ถูกเป่าออกนอกตู้)
- 6) การหมุนเวียนของอากาศภายในตู้อาศัยมอเตอร์ชนิดกระแสตรง จำนวน 2 ชุด ที่มีการปรับความเร็วรอบแบบ Real-Time โดยแยกควบคุมแรงลมที่เป่าลงภายในตู้ (Down-flow) และแรงลมที่เป่าออก (Exhaust)
- 7) มีระบบ Night-set-back
- 8) สามารถตั้งเวลาการทำงานของหลอด UV ได้
- 9) มีช่องสัญญาณ สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น พอร์ตอนุกรม RS-232 หรือ HDMI
- 10) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ microprocessor โดยมีจอแสดงการทำงานและแสดงข้อมูลการใช้งานต่างๆ ดังนี้
 - 10.1 หน้าจอแสดงค่าแรงลม และเวลาในการใช้งาน เป็นตัวเลขไฟฟ้า LED
 - 10.2 มีปุ่มควบคุมการทำงานของ Blower, หลอดไฟให้แสงสว่าง, หลอดไฟ UV, ปลั๊กไฟ
 - 10.3 มีปุ่มปิดเสียงสัญญาณเตือน
 - 10.4 มีสัญลักษณ์แสดงการทำงานในรูปแบบประหยัดพลังงาน
 - 10.5 มีสัญญาณเตือนทั้งแสงและเสียง เมื่อประตูด้านหน้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
 - 10.6 มีสัญญาณเตือนทั้งแสงและเสียง เมื่อแรงลมผิดปกติ
- 11) อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน
 - 11.1 มีวาล์วสำหรับต่อระบบแก๊ส จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 อัน
 - 11.2 มีวาล์วสำหรับต่อระบบสุญญากาศ จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 อัน
 - 11.3 มีปลั๊กสำหรับใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน จำนวนไม่ต่ำกว่า 2 ปลั๊ก
 - 11.4 มีหลอดไฟแสงนวลให้ความสว่างภายในตู้ จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 ดวง
 - 11.5 มีหลอดไฟ Ultraviolet Lamp สำหรับฆ่าเชื้อ จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 หลอด

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 11.6 มีโครงสำหรับวางตู้ จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 ตัว
11.7 มีที่พักแขนขณะปฏิบัติงาน (Armrest) จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 อัน
12) ใช้ไฟฟ้า 220 V
13) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
14) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
15) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
16) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา ลำปาง

4.3 ชุดเครื่องวิเคราะห์ด้วยการดูดกลืนแสง (UV/Vis Spectrophotometer) จำนวน 1 ชุด

4.3.1 เครื่องวิเคราะห์ด้วยการดูดกลืนแสง (UV/Vis Spectrophotometer) จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องวิเคราะห์ด้วยการดูดกลืนแสงชนิดแบบ Double Beam เพื่อหาปริมาณสารโดยสามารถวัดปริมาณสารได้ ในความยาวคลื่นแสงช่วง UV/Visible
- 2) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor Controlled
- 3) สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance range) ได้ในช่วง -4.000 ถึง +4.000 A หรือดีกว่า
- 4) เลือกความยาวคลื่นในการใช้งานได้จาก (Wavelength range) 190 - 1100 นาโนเมตร หรือดีกว่า
- 5) มีส่วนควบคุมแสง (Monochromator) เป็นแบบ Aberration corrected concave grating ที่มีจำนวนร่องตามมาตรฐาน 1,200 ร่องต่อมิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 6) แหล่งกำเนิดแสงใช้หลอดดีฟิวเทอเรียมและ ทังสเตน
- 7) มีตัวตรวจวัด (Detector) เป็นแบบ Dual solid state silicon photodiode
- 8) ความกว้างของแถบสเปกตรัม (Spectral Bandwidth) ที่ 1 นาโนเมตร หรือดีกว่า
- 9) มีค่า Wavelength accuracy ไม่เกิน ± 0.3 nm, ค่า Wavelength reproducibility ไม่เกิน ± 0.1 nm และมีค่า Toluene in Hexane EP resolution > 2.0 หรือดีกว่า
- 10) ค่า Stray light $< 0.025\%$ T ที่ 220 nm กรณีใช้ NaI และ ที่ 340 nm กรณีใช้ NaNO_2 ค่า Baseline ± 0.001 A across a range หรือดีกว่า
- 11) ค่า Photometric Reproducibility ± 0.002 A at 1A และค่า scan speed $> 2,400$ nm/ min หรือดีกว่า
- 12) ภาษาในการเลือกใช้งานเป็นภาษาอังกฤษ หรือมากกว่า
- 13) สามารถบันทึกโปรแกรมการทำงานที่ความจำของตัวเครื่องได้
- 14) มีช่อง (port) สำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์ USB เพื่อเก็บข้อมูล (Data storage) ต่างๆในการทำงานและบันทึกผล
- 15) มีจอภาพแสดงผลแบบ LCD ที่ควบคุมที่ตัวเครื่อง หรือควบคุมการทำงานผ่านโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ได้
 - 15.1) ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance)
 - 15.2) การส่องผ่านของแสง (% Transmission)
 - 15.3) ความเข้มข้น (Concentration)
 - 15.4) กราฟ หรือ Kinetics

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 16) มีโปรแกรม (Build in software) ที่สามารถใช้งานได้โดยตรงกับเครื่องดังนี้
 - 16.1) Single Wavelength
 - 16.2) Wavelength scanning
 - 16.3) Concentration Standard curve
 - 16.4) Kinetics
 - 16.5) Life science methods
 - 16.6) Custom method development (Equation Editor) เช่น Multiple wavelength measurement เป็นต้น
- 17) โปรแกรมต้องมี License พร้อมแผ่น Disc สำหรับการติดตั้งและต้องปรับปรุงเพิ่มเติมโปรแกรมการทำงานของเครื่องให้มีความก้าวหน้า (Software upgrade) ตลอดอายุการใช้งานตามบริษัทผู้ผลิตโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย
- 18) มีระบบการตรวจสอบความยาวคลื่น (Wavelength calibration) ด้วยระบบอัตโนมัติเมื่อเปิดเครื่อง
- 19) ช่องใส่ตัวอย่างสามารถใช้กับอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติมได้
- 20) ตัวเครื่องมีช่องสัญญาณ (Digital output) ที่สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆเพิ่มเติม เช่น PC
- 21) สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องผ่านคอมพิวเตอร์ สำหรับงานวิเคราะห์ทั่วไป
- 22) ใช้ไฟฟ้า 220 V 50 Hz
- 23) รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี

4.3.2 ระบบคอมพิวเตอร์

จำนวน 1 ชุด

- 1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (TurboBoost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.3 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 2) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 3.1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3.2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3.3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 4) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 5) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย
- 6) มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 7) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 8) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 9) มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 10) มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

4.3.3 เครื่องสำรองไฟขนาดไม่น้อยกว่า 6KVA/6KW จำนวน 1 เครื่อง

- 1) มีระบบการทำงานแบบ True Online Double Conversion Design ควบคุมการทำงานด้วยระบบ DSP (Digital Signal Processing)
- 2) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor
- 3) แรงดันไฟฟ้าขาเข้า 220 V ac +/- 25% (Full load)
- 4) แรงดันไฟฟ้าขาออก 220, 230 & 240 V ac +/- 1% (สามารถเลือกแรงดันไฟฟ้าขาออกได้)
- 5) สัญญาณไฟฟ้าขาออกของภาค Inverter เป็น Pure Sine Wave
- 6) Output Power Factor 1.0 เพื่อรองรับอุปกรณ์หลากหลาย
- 7) หน้าจอ LCD Digital เตือนบอกสถานะการทำงาน
- 8) มีสวิตช์ฉุกเฉิน Emergency Power Off (EPO) เพื่อปิดระบบ UPS ในกรณีฉุกเฉินได้
- 9) ใช้แบตเตอรี่แบบ Sealed Lead Acid Maintenance Free
- 10) สามารถทำงานร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ (Generator Compatible)

4.3.4 รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

4.3.5 ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา ลำปาง

4.4 ชุดเครื่องสำหรับทำแห้งตัวอย่าง (Freeze dryer) จำนวน 1 ชุด

4.4.1 เครื่องสำหรับทำแห้งตัวอย่าง (Freeze dryer) 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องสำหรับทำแห้งตัวอย่าง (Freeze-drying) โดยอาศัยหลักการแช่แข็งและระเหิดเอาน้ำออกจากตัวอย่างภายใต้ภาวะสุญญากาศ
 - 1.1) ส่วนควบแน่นไอระเหยของสาร หรือช่องทำน้ำแข็ง (Ice condenser)
 - 1.2) ระบบควบคุมการทำงาน
 - 1.3) ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump)
 - 1.4) ชุดอุปกรณ์ประกอบสำหรับทำแห้งตัวอย่าง (Drying chamber)
- 2) ส่วนควบแน่นไอระเหยสาร มีรายละเอียดดังนี้

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 2.1) โครงสร้างด้านนอกของส่วนควบแน่นไอระเหยสาร ทำจากโลหะเคลือบด้วยโพลีเอสเตอร์ มีฉนวนระหว่างโครงสร้างด้านนอกและช่องควบแน่นความหนาไม่น้อยกว่า 9 เซนติเมตร
 - 2.2) ภายในของช่องควบแน่นไอระเหยของสาร ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม เกรด AISI 316
 - 2.3) มีความจุสูงสุด (Total volume) ไม่น้อยกว่า 4 ลิตร สามารถควบแน่นไอระเหยของสารได้ไม่น้อยกว่า 2.5 กิโลกรัม ต่อ 24 ชั่วโมง และมีความจุของน้ำแข็งภายในช่องควบแน่นสูงสุดไม่น้อยกว่า 3 กิโลกรัม
 - 2.4) สามารถทำความเย็นได้ ต่ำไม่น้อยกว่า -110°C (ทดสอบที่อุณหภูมิแวดล้อมไม่เกิน 20°C) สารทำความเย็นที่ใช้เป็นชนิด R507/R1150
 - 2.5) มีท่อนำสารทำความเย็น (Cooling coil) อยู่บริเวณรอบช่องควบแน่นไอระเหย
 - 2.6) มีวาล์วสำหรับระบายของเหลวออกจากช่องควบแน่น
- 3) ระบบควบคุมการทำงาน
- 3.1) คุมการทำงานด้วยระบบไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor control) มีหน้าจอชนิด LCD Display โดยสามารถแสดงค่าอุณหภูมิของช่องควบแน่น และความดัน
 - 3.2) สามารถบอกสถานะ การทำงานของอุณหภูมิของช่องควบแน่นในรูปแบบของแสงสี
 - 3.3) มีวาล์วควบคุมความดันชนิด solenoid
 - 3.4) มีระบบเตือนเมื่อการทำงานของเครื่องผิดปกติ เช่น อุณหภูมิของช่องควบแน่นไอระเหยของสาร สูงกว่า -50°C หัววัดความดัน (Pressure sensor) ผิดปกติ เป็นต้น
- 4) ใช้ไฟฟ้า 220-240 V

4.4.2 ปัมสุญญากาศ (Vacuum pump)

จำนวน 1 ชุด

- 1) เป็นปัมสุญญากาศชนิด แบบ 2 stage rotary vane pump มีระบบ cool running ช่วยในการระบายความร้อน พื้นผิวด้านในของชุดเก็บน้ำมันเคลือบ PTFE ป้องกันการกัดกร่อน และพื้นผิวด้านนอกของ pump module เคลือบด้วย black oxide
- 2) สามารถสูบอากาศ (free air displacement) ไม่น้อยกว่า 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง หรือ 100 ลิตรต่อ นาที 50 Hz และสามารถทำค่าความเป็นสุญญากาศได้ต่ำสุดประมาณ (ultimate pressure without gas ballast total) 2×10^{-3} มิลลิบาร์
- 3) ตัวมอเตอร์มีขนาดไม่น้อยกว่า 0.37 kW ที่ 50 Hz
- 4) สามารถบรรจุน้ำมันได้ไม่น้อยกว่า 1,150 มิลลิลิตร
- 5) มีระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำ ระดับ IP54 หรือดีกว่า
- 6) มีความเร็วรอบมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 1,450 rpm ที่ 50Hz

4.4.3 ตู้แช่เตรียมตัวอย่าง (Pre-freezing)

จำนวน 1 ชุด

- 1) ตู้แช่แข็งแบบแนวนอน (Chest freezer) ควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง -20 องศาเซลเซียส ถึง -45 องศาเซลเซียส (ที่อุณหภูมิห้อง 35 องศาเซลเซียส) ค่าความละเอียดของการตั้งค่าอุณหภูมิที่ 1 องศาเซลเซียส

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 2) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor แสดงค่าอุณหภูมิภายในตู้ผ่านจอแสดงผลชนิด LED display
- 3) มีความจุใช้งาน (Net capacity) ไม่น้อยกว่า 120 ลิตร
- 4) โครงสร้างภายนอกตู้ (ไม่รวมฝา) ทำจากโลหะเคลือบอีพอกซี (Epoxy) และโครงสร้างภายในทำจากอะลูมิเนียม
- 5) มีฉนวนกันความร้อนปราศจากสาร CFC ซึ่งทำจากโพลียูรีเทนชนิดความหนาแน่นสูง ความหนาไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร
- 6) มีประตูเปิดแบบบานพับทำจากอยู่ด้านบนของตัวเครื่องโดยใช้ระบบถ่วงน้ำหนัก (Counterbalance hinges) พร้อมระบบล็อก มีประเก็นยาง (Magnetic rubber gasket) ติดตั้งอยู่โดยรอบ
- 7) ควบคุมการทำงานแบบ Digital electronic thermostat โดยมีสัญญาณเตือนในรูปแบบแสงและเสียง (Acoustic and visual alarm) ในกรณีที่อุณหภูมิภายในตู้มีการเปลี่ยนแปลง เช่น สูงกว่า หรือ ต่ำกว่า ค่าอุณหภูมิที่กำหนดไว้ และมีระบบตัดสัญญาณเสียงเตือนผ่านสวิทช์
- 8) มีระบบคอมเพรสเซอร์ชนิด hermetic compressor จำนวน 1 ตัว และใช้สารทำความเย็น (Refrigerant) ชนิดปราศจากสาร CFC และ HCFC
- 9) มีท่อถ่ายสำหรับถ่ายน้ำทิ้ง ในกรณีละลายน้ำแข็งภายในตู้
- 10) มีขาตั้งตู้ ไม่น้อยกว่า 4 ขา
- 11) ผลิตภัณฑ์ได้รับการรับรองมาตรฐาน CE

4.4.4 อุปกรณ์ประกอบชุดทำแห้ง

- 1) ชุดทำแห้งตัวอย่างบรรจุสุญญากาศ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.1) ชุดทำแห้งตัวอย่าง (Drying chamber) แบบทรงกระบอก ทำจากอะคริลิกใส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 1.2) ชั้นวางตัวอย่าง จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชั้น
 - 1.3) ภาควางผลิตภัณฑ์ผลิตจากสแตนเลสสตีลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร จำนวน 3 ใบ
- 2) ชุดทำแห้งตัวอย่างแบบขวด ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.1) ก้าน manifold ผลิตจากสแตนเลสสตีล มีช่องสำหรับต่อกับ rubber valve 4 ช่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 2.2) ขวดกั้นกลม ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ใบ
 - 2.3) ขวดกั้นกลม ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ใบ

4.4.5 รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

4.4.6 มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้

4.4.7 มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

4.4.8 ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา ลำปาง

4.5 ถังหมัก Fermenter ขนาด 1.5 - 2.0 ลิตร

จำนวน 1 ชุด

- 1) เป็นถังหมักที่ทำจากวัสดุสแตนเลสสตีล SUS 304
- 2) มีขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 ลิตร
- 3) อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการหมัก (fermentation) ที่มีการจัดและควบคุมสภาวะ เช่น อุณหภูมิ ค่า pH หรือ ดีกว่า
- 4) เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์
- 5) รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 6) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา ลำปาง

4.6 ชุดปฏิบัติการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

- 1) เครื่องชุบโลหะเหมาะสำหรับงานชุบสังกะสี นิกเกิล โครเมียม เป็นต้น
- 2) สามารถปรับแรงดันไฟฟ้า (Constant voltage adjust) ได้ที่ 0-15 V ไม่น้อยกว่า 150A
- 3) ใช้ไฟฟ้า 1 phase AC220 V
- 4) หน้าจอแสดงผลค่าแรงดันไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้า แบบดิจิตอล
- 5) ระบบหล่อเย็น (Cooling system) แบบลมเป่า (Blower)
- 6) มีระบบป้องกันแบบ Input breaker
- 7) หม้อแปลงไฟฟ้าแบบ Isolation type class H 180 องศาเซลเซียส
- 8) ระบบ Rectifier แบบ Full wave
- 9) อุปกรณ์ประกอบสำหรับชุบตัวอย่างได้แก่ ชุดอ่างชุบตัวอย่างชนิดต่าง ๆ ขนาดบรรจุไม่ต่ำกว่า 50 ลิตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 10) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ ไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 11) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา ลำปาง

4.7 ชุดปฏิบัติการการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

- 1) ผลิตแก๊สไฮโดรเจนสูงสุด (Max gas output) ได้ไม่น้อยกว่า 1000 ลิตรต่อชั่วโมง
- 2) อัตราการสิ้นเปลืองกำลัง (Power consumption) 3 kw/h หรือดีกว่า
- 3) ความดันสูงสุด 2 kg/cm² หรือดีกว่า
- 4) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำสูงสุด 0.89 L/h
- 5) ใช้ไฟฟ้า 220 V 50/60 Hz, Single phase
- 6) อุปกรณ์ประกอบได้แก่
 - 6.1) Hydrogen torch with frame flashback 5 ชุด
 - 6.2) Stand for torch 5 ชุด
 - 6.3) Flame flashback arrestor protection 1 ชิ้น
 - 6.4) Niddle for micro 1 กล้อง

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 6.5) Gas hose for torch 1 ชุด
- 7) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ ไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 8) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา ลำปาง

4.8 เครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า (Conduct meter) จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องสำหรับวัดค่าความนำไฟฟ้า (conductivity) และอุณหภูมิของสารละลายแบบตั้งโต๊ะ โดยแสดงผลการตรวจวัดเป็นแบบ LCD
- 2) ตัวเครื่องมีความสามารถในการวัดดังนี้
 - 2.1) วัดค่าความนำไฟฟ้าได้ 0.00 μ s/cm ถึง 200 ms/cm อ่านค่าได้ละเอียด 0.01 ถึง 1, ค่าความถูกต้อง \pm 0.5% หรือดีกว่า
 - 2.2) วัดค่าอุณหภูมิได้ -10.0 $^{\circ}$ C ถึง +110 $^{\circ}$ C อ่านค่าได้ละเอียด 0.1 $^{\circ}$ C ค่าความถูกต้อง \pm 0.2 $^{\circ}$ C หรือดีกว่า
 - 2.3) วัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลาย (TDS) ได้ 0 ถึง 2000 ppm อ่านค่าได้ละเอียด 1 ppm, ค่าความถูกต้อง \pm 0.5% หรือดีกว่า
 - 2.4) วัดค่าความเค็ม (salinity) ได้ 0.0 ถึง 70.0 ppt อ่านค่าได้ละเอียด 0.1 ppt ,ค่าความถูกต้อง \pm 0.5% หรือดีกว่า
- 3) สามารถเลือกค่า Cell constant ได้
- 4) มีช่องสัญญาณ สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก
- 5) สามารถเก็บผลบันทึกการวัดได้ไม่น้อยกว่า 450 ค่า
- 6) มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้
 - 6.1) มีหัววัด Conductivity probe จำนวนไม่น้อยกว่า 1 อัน
 - 6.2) Swing arm electrode holder จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 6.3) คู่มือการใช้งานและดูแลรักษาเครื่อง จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 7) ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง
- 8) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน ISO 9001
- 9) รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 10) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา ลำปาง

รายการที่ 5 ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ด้านเทคโนโลยีการผลิตอาหารปลอดภัย (พิษณุโลก) จำนวน 1 ชุด

5.1 ตู้เขี่ยเขี่ยขนาดใหญ่ จำนวน 1 ตู้

- 1) เป็นตู้ปฏิบัติงานที่สามารถป้องกันอันตรายและการปนเปื้อนจากการทำงานของทั้งผู้ปฏิบัติงาน และผลิตภัณฑ์ทดลอง และสิ่งแวดล้อม ที่ได้รับการออกแบบตามมาตรฐาน NSF
- 2) มีขนาดภายในไม่น้อยกว่า 110 x75x60 ซม. (gxสxl) และมีขนาดภายนอกไม่น้อยกว่า 120x150x70 ซม. (gxสxl)

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 3) พื้นที่ใช้งานภายในทำด้วยเหล็กปลอดสนิมขึ้นเดียวกัน เพื่อง่ายต่อการทำความสะอาด
- 4) ด้านหน้าตู้มีบานกระจกเลื่อนขึ้น-ลงได้ พร้อมมีสัญญาณเสียงเตือนเมื่อเปิดบานกระจกสูงเกินกว่าตำแหน่งที่ควรใช้งาน
- 5) มีแผ่นกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) จำนวน 2 แผ่น คือ แผ่นแรกสำหรับกรองอากาศที่เป่าลงไปภายในตู้ ส่วนแผ่นที่สองจะกรองอากาศที่ถูกเป่าออกนอกตู้ด้านบน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอนได้มากกว่า 99.0%
- 6) การหมุนเวียนของอากาศภายในตู้อาศัยมอเตอร์ชนิดกระแสตรง จำนวน 2 ชุด ที่มีการปรับความเร็วรอบแบบ Real-Time โดยแยกควบคุมแรงลมที่เป่าลงภายในตู้ และแรงลมที่เป่าออก (Exhaust)
- 7) มีระบบ Night-set-back
- 8) มีบานกระจกด้านหน้าเป็นชนิด laminated safety glass สามารถเปิดเลื่อนขึ้นลงได้สูงสุดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 นิ้ว และขณะปฏิบัติงานสามารถเปิดได้สูงไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 นิ้ว
- 9) กระจกด้านหน้าได้รับการออกแบบมาให้ทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง
- 10) สามารถตั้งเวลาการทำงานของหลอด UV
- 11) หากกระจกหน้าตู้ยังไม่ถูกปิดลง หลอด UV จะไม่สามารถเปิดใช้งานได้ และในกรณีที่กำลังฆ่าเชื้อด้วยหลอด UV และมีการเปิดกระจกหน้าตู้ขึ้น ระบบฆ่าเชื้อด้วยหลอด UV จะถูกตัดอัตโนมัติ
- 12) ตัวเครื่องออกแบบมาให้มีเสียงดังรบกวนไม่มากกว่าหรือเท่ากับ 65 เดซิเบล
- 13) มีช่องสัญญาณเพื่อส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ภายนอก
- 14) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ microprocessor โดยมีจอแสดงการทำงานอยู่บริเวณด้านหน้าของตู้ แสดงข้อมูลการใช้งานต่าง ๆ ดังนี้
 - 14.1) หน้าจอแสดงค่าแรงลม และเวลาในการใช้งาน เป็นตัวเลขไฟฟ้า LED
 - 14.2) มีปุ่มควบคุมการทำงานของ Blower, หลอดไฟให้แสงสว่าง, หลอดไฟ UV, ปลั๊กไฟ
 - 14.3) มีปุ่มปิดเสียงสัญญาณเตือน
 - 14.4) มีสัญลักษณ์แสดงการทำงานในรูปแบบประหยัดพลังงาน
 - 14.5) มีสัญญาณเตือนทั้งแสงและเสียง เมื่อประตูด้านหน้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
 - 14.6) มีสัญญาณเตือนทั้งแสงและเสียง เมื่อแรงลมผิดปกติ
- 15) อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน
 - 15.1) มีวาล์วสำหรับต่อระบบแก๊ส จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 อัน
 - 15.2) มีวาล์วสำหรับต่อระบบสุญญากาศ จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 อัน
 - 15.3) มีปลั๊กสำหรับใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน จำนวนไม่ต่ำกว่า 2 ปลั๊ก
 - 15.4) มีหลอดไฟแสงนวลให้ความสว่างภายในตู้ จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 ดวง
 - 15.5) มีหลอดไฟ Ultraviolet Lamp สำหรับฆ่าเชื้อจำนวนไม่ต่ำกว่า 1 หลอด
 - 15.6) มีโครงสำหรับวางตู้ จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 ตัว
 - 15.7) มีที่พักแขนขณะปฏิบัติงาน (Armrest) จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 อัน
- 16) ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์
- 17) เครื่องสำรองไฟฟ้าและป้องกันไฟกระชาก (Stabilizer) ขนาดไม่น้อยกว่า 2 kVA จำนวน 1 เครื่อง

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- มีกำลังไฟฟ้าขาออก (Output) ไม่น้อยกว่า 2 kVA (1,200 Watts)
- มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Input (VAC) ไม่น้อยกว่า 220+/-20%
- มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-10%
- สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที

18) มีเก้าอี้ล้อเลื่อนมีพนักพิงหลังและที่วางแขน

จำนวน 1 ตัว

- เบาะที่นั่งและพนักพิงบุฟองน้ำอย่างดี เกรดเอ
- ชั้นรูปหุ้มหนังเทียมสีดำ
- โครงสร้างมั่นคงแข็งแรง มีเท้าแขน
- ขนาด กว้างXลึกXสูง ไม่น้อยกว่า 60 x 58 x 88-100 เซนติเมตร
- สามารถปรับระดับสูง-ต่ำ ด้วยไฮดรอลิก
- ฐานเก้าอี้เป็นวัสดุในล้อพร้อมล้อเลื่อนมีความมั่นคงแข็งแรง

19) มีคู่มือการใช้งาน อย่างน้อย 1 ชุด

20) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

21) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้

22) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด

23) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา พิษณุโลก

5.2 ชุดวัดค่าการดูดกลืนแสงแบบลำแสงคู่

จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

5.2.1 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงแบบลำแสงคู่

จำนวน 1 เครื่อง

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลายโดยอาศัยการดูดกลืนรังสีของสารในช่วงอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิล (UV-Vis) ควบคุมการทำงานและประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์

รายละเอียดทั่วไป

- 1) เป็นเครื่องวิเคราะห์ด้วยการดูดกลืนแสงชนิดแบบ Double Beam เพื่อหาปริมาณสารโดยสามารถวัดปริมาณสารได้ในความยาวคลื่นแสงช่วง UV/Visible
- 2) ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor Controlled
- 3) สามารถวัดค่าการดูดกลืนคลิ่นแสง (Absorbance range) ได้ในช่วง -4.000 ถึง +4.000 A หรือดีกว่า
- 4) เลือกความยาวคลื่นในการใช้งานได้จาก (Wavelength range) 190 - 1100 นาโนเมตร หรือดีกว่า
- 5) มีส่วนควบคุมแสง (Monochromator) เป็นแบบ Aberration corrected concave grating ที่มีจำนวนร่องตามมาตรฐาน 1,200 ร่องต่อมิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 6) แหล่งกำเนิดแสงใช้หลอดทิวเทอเรียมและ ทังสเตน
- 7) มีตัวตรวจวัด (Detector) เป็นแบบ Dual solid state silicon photodiode
- 8) ความกว้างของแถบสเปกตรา (Spectral Bandwidth) ที่ 1 นาโนเมตร หรือดีกว่า

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 9) มีค่า Wavelength accuracy ไม่เกิน ± 0.3 nm, ค่า Wavelength reproducibility ไม่เกิน ± 0.1 nm และมีค่า Toluene in Hexane EP resolution > 2.0 หรือดีกว่า
- 10) ค่า Stray light $< 0.025\%$ T ที่ 220 nm กรณีใช้ NaI และ ที่ 340 nm กรณีใช้ NaNO_2 ค่า Baseline ± 0.001 A across a range หรือดีกว่า
- 11) ค่า Photometric Reproducibility ± 0.002 A at 1A และค่า scan speed $> 2,400$ nm/ min หรือดีกว่า
- 12) ภาษาในการเลือกใช้งานเป็นภาษาอังกฤษ หรือมากกว่า
- 13) สามารถบันทึกโปรแกรมการทำงานที่ความจำของตัวเครื่องได้
- 14) มีช่อง (port) สำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์ USB เพื่อเก็บข้อมูล (Data storage) ต่างๆในการทำงานและบันทึกผล
- 15) มีจอภาพแสดงผลแบบ LCD ที่ควบคุมที่ตัวเครื่อง หรือควบคุมการทำงานผ่านโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ได้
 - 15.1) ค่าการดูดกลืนคลื่นแสง (Absorbance)
 - 15.2) การส่องผ่านของแสง (% Transmission)
 - 15.3) ความเข้มข้น (Concentration)
 - 15.4) กราฟ หรือ Kinetics
- 16) มีโปรแกรม (Build in software) ที่สามารถใช้งานได้โดยตรงกับเครื่องดังนี้
 - 16.1) Single Wavelength
 - 16.2) Wavelength scanning
 - 16.3) Concentration Standard curve
 - 16.4) Kinetics
 - 16.5) Life science methods
 - 16.6) Custom method development (Equation Editor) เช่น Multiple wavelength measurement เป็นต้น
- 17) โปรแกรมต้องมี License พร้อมแผ่น Disc สำหรับการติดตั้งและต้องปรับปรุงเพิ่มเติมโปรแกรมการทำงาน ของเครื่องให้มีความก้าวหน้า (Software upgrade) ตลอดอายุการใช้งานตามบริษัทผู้ผลิตโดยไม่คิด ค่าใช้จ่าย
- 18) มีระบบการตรวจสอบความยาวคลื่น (Wavelength calibration) ด้วยระบบอัตโนมัติเมื่อเปิดเครื่อง
- 19) ช่องใส่ตัวอย่างสามารถใช้กับอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติมได้
- 20) มี Cuvette แบบ Quartz cell ขนาด 10 mm pathlength จำนวน 2 ชิ้น
- 21) ตัวเครื่องมีช่องสัญญาณ (Digital output) ที่สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆเพิ่มเติม เช่น PC
- 22) สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องผ่านคอมพิวเตอร์ สำหรับงานวิเคราะห์ทั่วไป
- 23) ใช้ไฟฟ้า 220 V 50 Hz
- 24) รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี

ลงชื่อ ประธานกรรมการ, ลงชื่อ กรรมการ, ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ, ลงชื่อ กรรมการ, ลงชื่อ กรรมการ, ลงชื่อ กรรมการ

5.2.2 ชุดควบคุมและประมวลผล มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังต่อไปนี้หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด
คุณลักษณะพื้นฐาน

- 1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.3 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 2) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 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) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 5) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย
- 6) มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 7) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 8) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 9) มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 10) มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
- 11) โปรแกรมควบคุมการทำงานและประมวลผล

11.1 มีซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่อง เก็บผลการวิเคราะห์และการรายงานผลบนระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือดีกว่า สแกนสเปกตรัมของสารตัวอย่าง (scan) โดยสามารถ

11.1.1 แสดงตำแหน่งยอดพีค (Label peak) ได้

11.1.2 เลือกการวัดได้ทั้งแบบ Absorbance (A) และ % Transmittance (%T) วิเคราะห์หาปริมาณหรือความเข้มข้นของสารได้ (Concentration หรือ Wavelength Quant)

11.2 แสดงกราฟและบันทึกกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) เก็บไว้ได้

11.3 เลือก curve fit ได้อย่างน้อย แบบ linear, quadratic และ cubic หรือดีกว่าวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงเทียบกับเวลาได้ (Time Drive หรือ Kinetic) วิเคราะห์แบบโปรแกรมหลายความยาวคลื่น (Wavelength program) อย่างน้อย 8 ความยาวคลื่น หรือมากกว่ามีโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของเครื่อง (Validation)

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

11.4 มีระบบตรวจสอบความถูกต้องของเครื่อง (System Self-Test) เมื่อเปิดใช้งานเครื่องอย่างน้อยดังนี้

11.4.1 Main Board Check

11.4.2 Tungsten และ Deuterium intensity check

11.4.3 Slit calibration

11.4.4 Filter Calibration

11.4.5 Deuterium Peak Check

5.2.3 เครื่องพิมพ์ผลชนิดเลเซอร์ (Laser printer) จำนวน 1 เครื่อง

- 1) มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 1,200x1,200 dpi
- 2) มีความเร็วในการพิมพ์สำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 38 หน้าต่อนาที (ppm)
- 3) สามารถพิมพ์เอกสารกลับหน้าอัตโนมัติได้
- 4) มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 256 MB
- 5) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 6) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน
- 7) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือสามารถใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n) ได้
- 8) มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 250 แผ่น
- 9) สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้

5.2.4 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS with Stabilizer) ขนาด 2 KVA จำนวน 1 เครื่อง

คุณลักษณะพื้นฐาน

- มีกำลังไฟฟ้าขาออก (Output) ไม่น้อยกว่า 2 kVA (1,200 Watts)
- มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Input (VAC) ไม่น้อยกว่า 220+/-20%
- มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-10%
- สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที

5.2.5 เครื่องดูจ่ายสารละลายอัตโนมัติปริมาณดูจ่าย 0.5 ml (500 µl) จำนวน 2 เครื่อง

- 1) มีค่าความไม่ถูกต้องจากโรงงานผู้ผลิตไม่เกิน $\pm 0.6\%$
- 2) มีค่าความไม่แม่นยำจากโรงงานผู้ผลิตไม่เกิน $\pm 0.2\%$

5.2.6 เครื่องดูจ่ายสารละลายอัตโนมัติปริมาณดูจ่าย 1.0 ml (1000 µl) จำนวน 2 เครื่อง

- 1) มีค่าความไม่ถูกต้องจากโรงงานผู้ผลิตไม่เกิน $\pm 0.6\%$ หรือดีกว่า
- 2) มีค่าความไม่แม่นยำจากโรงงานผู้ผลิตไม่เกิน $\pm 0.2\%$ หรือดีกว่า

5.2.7 เครื่องดูจ่ายสารละลายอัตโนมัติปริมาณดูจ่าย 0.5-5.0 ml จำนวน 2 เครื่อง

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 1) มีค่าความไม่ถูกต้องจากโรงงานผู้ผลิตที่ปริมาตร 0.5 ml ไม่เกิน $\pm 2.4\%$ หรือดีกว่า
- 2) มีค่าความไม่ถูกต้องจากโรงงานผู้ผลิตที่ปริมาตร 2.5 ml ไม่เกิน $\pm 1.2\%$ หรือดีกว่า
- 3) มีค่าความไม่ถูกต้องจากโรงงานผู้ผลิตที่ปริมาตร 5 ml ไม่เกิน $\pm 0.6\%$ หรือดีกว่า
- 4) มีค่าความไม่แม่นยำจากโรงงานผู้ผลิตที่ปริมาตร 0.5 ml ไม่เกิน $\pm 0.6\%$ หรือดีกว่า
- 5) มีค่าความไม่แม่นยำจากโรงงานผู้ผลิตที่ปริมาตร 2.5 ml ไม่เกิน $\pm 0.25\%$ หรือดีกว่า
- 6) มีค่าความไม่แม่นยำจากโรงงานผู้ผลิตที่ปริมาตร 5 ml ไม่เกิน $\pm 0.15\%$ หรือดีกว่า

5.2.8 โต๊ะสำหรับวางเครื่องมือ

จำนวน 1 ตัว

โต๊ะสำหรับวางเครื่องมือขนาดไม่น้อยกว่า $1.8 \times 0.75 \times 0.75$ เมตร (กxลxส)

5.2.9 มีคู่มือการใช้งาน อย่างน้อย 1 ชุด

5.2.10 รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

5.2.11 มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้

5.2.12 มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด

5.2.13 ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา พิษณุโลก

5.3 เครื่องกลั่นน้ำชนิด 2 ครั้ง

จำนวน 1 เครื่อง

- 1) ใช้กลั่นน้ำให้บริสุทธิ์สองครั้งแบบอัตโนมัติได้ไม่น้อยกว่า 8 ลิตรต่อชั่วโมง และใช้งานได้ทั้งตั้งโต๊ะแขวนติดผนัง
- 2) น้ำที่กลั่นได้มีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ $2.2 \mu\text{S}/\text{cm}$ ที่อุณหภูมิ 25°C ในการกลั่นครั้งแรก และค่าการนำไฟฟ้าประมาณ $1.6 \mu\text{S}/\text{cm}$ ที่อุณหภูมิ 25°C
- 3) อุปกรณ์ส่วนการทำระเหยของเครื่องกลั่น (Evaporator) ทำจาก Stainless steel
- 4) อุปกรณ์ส่วนการควบแน่นในการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (Condenser) ทำจาก Stainless steel ในห้องกลั่นครั้งแรก และห้องกลั่นครั้งที่สองทำมาจากแก้ว Borosilicate glass 3
- 5) อุปกรณ์ส่วนให้ความร้อน (Heating Element) ทำจาก Stainless steel
- 6) อุปกรณ์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับน้ำที่ใช้ในการผลิต ประกอบด้วยวาล์วแบบ Solenoid ซึ่งแรงดันน้ำที่ใช้จะต้องมีค่ามากกว่า 3 บาร์และสูงสุดไม่เกิน 7 บาร์ โดยวาล์วแบบ Solenoid จะเริ่มทำงานในการนำน้ำเข้าเมื่อมีการเปิดเครื่อง
- 7) ตัวเครื่องมีวาล์วเปิดและปิดเพื่อจ่ายน้ำที่กลั่นได้อยู่บริเวณด้านหน้าของตัวเครื่อง ทำให้สะดวกในการใช้งาน
- 8) มีระบบตรวจสอบสิ่งปนเปื้อน ในกรณีที่ระดับสิ่งปนเปื้อนมาก จะมีไฟสัญญาณแสดงเตือนสีแดง
- 9) ตัวเครื่องมีสวิตช์อัตโนมัติสำหรับหยุดการทำงานของเครื่องเมื่อน้ำกลั่นในถังพักน้ำเต็มและเครื่องจะทำงานเมื่อน้ำในถังพักน้ำลดลง
- 10) มีท่อระบายน้ำที่ได้จากการทำระเหยทั้งทางด้านข้างของตัวเครื่องและมีท่อระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกทางช่องระบายด้านบนของตัวเครื่อง (condenser)
- 11) ตัวเครื่องทำมาจากเหล็กเคลือบผงสี galvanized sheet, powder coated
- 12) ใช้ไฟฟ้า 400 V, 3 เฟส 50-60 Hz

ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 13) มีสายยางสำหรับน้ำเข้าและน้ำออก (Hose set) จำนวน 1 ชุด
- 14) มีกำลังในการปั้มน้ำได้ไม่น้อยกว่า 400 วัตต์
- 15) ความจุถังเก็บน้ำก่อนเข้าเครื่องกรองน้ำขนาดไม่น้อยกว่า 250 ลิตร พร้อมต่อท่อเข้า
- 16) มีระบบกรองน้ำ 3 ขั้นตอน ก่อนเข้า (Pretreatment)
- 17) มีชุดไส้กรองสำรอง 3 ชุด
- 18) ถังรองรับน้ำกลั่นไม่น้อยกว่า 25 ลิตร จำนวน 3 ถัง
- 19) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 20) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 21) มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
- 22) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา พิษณุโลก

5.4 ชุดเครื่องวัดก๊าซชีวภาพ จำนวน 1 ชุด

5.4.1 เครื่องวัดก๊าซชีวภาพ จำนวน 1 เครื่อง

- 1) สามารถวัดค่าก๊าซออกซิเจน (O₂) มีเทน (CH₄) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) ค่าแรงดันบรรยากาศได้
- 2) ช่วงการวัด
 - 2.1) ก๊าซออกซิเจน (O₂) 0-25% หรือกว้างกว่า
 - 2.2) ก๊าซมีเทน (CH₄) 0-100% หรือกว้างกว่า
 - 2.3) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) 0-100% หรือกว้างกว่า
 - 2.4) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) 0-10,000 ppm
- 3) ค่าความถูกต้องของการวัด
 - 3.1) ก๊าซออกซิเจน (O₂) ใน ช่วง 0 - 25% ไม่เกิน ±1% (Vol)
 - 3.2) ก๊าซมีเทน (CH₄)
 - 3.2.1) ในช่วง 0-70% (Vol) ไม่เกิน ±0.5% (Vol) และ
 - 3.2.2) ในช่วง 70-100% (Vol) ไม่เกิน ±1.5% (Vol)
 - 3.3) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)
 - 3.3.1) ในช่วง 0-60% ไม่เกิน ±0.5% (Vol)
 - 3.3.2) ในช่วง 60-100% ไม่เกิน ±1.5% (Vol)
 - 3.4) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) ในช่วง 0.-10,000 ppm ไม่เกิน ±5.0% FS ของค่าที่อ่านได้ หรือดีกว่า
- 4) มีหน้าจอ full color TFT สีแสดงผลการวัดขนาดใหญ่ หรือดีกว่า
- 5) ตัวเครื่องมีระบบป้องกันฝุ่นและน้ำ IP65 หรือดีกว่า
- 6) ตัวเครื่องมีฟังก์ชันการทดสอบการทำงานของตัวเองเมื่อเริ่มเปิดเครื่อง
- 7) ตัวเครื่องมีปุ่มดูอากาศภายในตัวเครื่อง โดยมีอัตราการดูดไม่ต่ำกว่า 550 มล.ต่อนาที
- 8) สามารถบันทึกข้อมูลและอ่านค่าได้โดยตรงจากตัวเครื่องอย่างน้อย 500 ข้อมูล
- 9) ได้รับการรับรองมาตรฐาน ATEX, IECEx, CSA, MCERTS และ UKAS calibration (ISO 17025)

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 10) สามารถดึงผลข้อมูลผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยใช้งาน USB ได้
- 11) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 1 ฉบับ
- 12) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 13) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 14) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา พิษณุโลก

5.4.2 เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้

จำนวน 1 เครื่อง

เป็นเครื่องวัดก๊าซมลพิษจากแหล่งกำเนิดชนิดเคลื่อนที่ (Portable) พร้อมอุปกรณ์ประกอบ และสามารถวัดค่าก๊าซพร้อมกันได้มากที่สุดถึง 4 ชนิดก๊าซ

คุณลักษณะเฉพาะ

- 1) มีความสามารถในการทำงานตรวจวัดก๊าซแบบเคลื่อนที่ (Portable)
- 2) มีชุดควบคุมการทำงาน (Control unit) ที่สามารถแสดงผลการตรวจวัดเป็นตัวเลขและตัวอักษร ได้ขณะทำงาน รวมทั้งมีปุ่มควบคุมการทำงานและแสดงผล โดยหน้าจอแสดงผล และมีไฟเรืองแสงสำหรับอ่านค่าในที่มืด
- 3) มีหน่วยความจำบันทึกข้อมูลในการตรวจวัดได้ในตัวเครื่อง
- 4) สามารถวัดค่าความดันต่างได้ในช่วง -200 to 200 hPa ความละเอียดในการอ่านค่าอยู่ที่ 0.1 hPa ค่าความถูกต้อง ± 0.5 hPa (ในช่วงการวัด -49.9 ถึง 49.9 hPa) และ $\pm 1.5\%$ ของค่าที่อ่านได้ ในช่วงอื่น ๆ
- 5) มีชุดวิเคราะห์ก๊าซ ที่สามารถเลือกติดตั้งชนิดของเซนเซอร์ที่วัดก๊าซได้พร้อมกัน 4 ชนิด คือ ก๊าซออกซิเจน (เป็นมาตรฐาน) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยก๊าซแต่ละชนิดมีช่วงของการวัดและค่าความถูกต้อง ดังนี้
 - 5.1) ก๊าซออกซิเจน (O_2) 0 ถึง 25 Vol.% ค่าความถูกต้อง ± 0.2 Vol%. ความละเอียดในการอ่านค่า 0.01 Vol.%
 - 5.2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) (H 2 compensated) 0 ถึง +10,000 ppm ค่าความถูกต้อง ± 10 % of mv (0 ถึง 200 ppm), $\pm 5\%$ of mv (201 ถึง 2000 ppm) และ ± 10 % of mv (2001 ถึง 10000 ppm) มีความละเอียดในการอ่านค่าเท่ากับ 1 ppm
 - 5.3) ก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) 0 ถึง 4,000 ppm ค่าความถูกต้อง ± 5 ppm (0 ถึง 99 ppm) $\pm 5\%$ of mv (100 ถึง 1999 ppm NO) และ $\pm 10\%$ of mv (2,000 ถึง 4,000 ppm) มีความละเอียดในการอ่านค่าเท่ากับ 1 ppm
 - 5.4) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) 0 ถึง 5000 ppm ค่าความถูกต้อง ± 10 ppm (0 ถึง 99 ppm) และ ± 10 % of mv (ในช่วงอื่นๆ) ความละเอียดในการอ่านค่า เท่ากับ 1 ppm
- 6) สามารถใช้งานร่วมกับ Software และวิเคราะห์ผลผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 7) มีอุปกรณ์สำหรับดักไอน้ำถูกติดตั้งอยู่ที่ตัวเครื่องเพื่อป้องกันความเสียหาย
- 8) ตัวเครื่องใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ชนิดประจุไฟใหม่ได้
- 9) ตัวเครื่องสามารถในอุณหภูมิ -5 ถึง +50 °C
- 10) ชุดโพรบวัดก๊าซจากปล่อง ความยาว 700 mm ทนอุณหภูมิได้สูงสุด 1000 °C จำนวน 1 ชุด
- 11) ซอร์ฟแวร์สำหรับวิเคราะห์ผล และสายเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์ 1 ชุด จำนวน 1 ชุด
- 12) กระจ่างใสเครื่องและอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- 13) filter สำหรับชุดโพรบ (10 ชิ้น) จำนวน 1 ชุด
- 14) ชุดซอฟต์แวร์พร้อมสายดาวน์โหลดข้อมูล จำนวน 1 ชุด
- 15) มีเซ็นเซอร์ O₂, CO₂, CH₄ และ H₂S จำนวน 1 ชุด
- 16) มีSampling tube จำนวน 1 เส้น
- 17) มีสาย USB จำนวน 1 ชุด
- 18) มีอุปกรณ์ดักไอน้ำ จำนวน 1 ชุด
- 19) มีตู้ควบคุมความชื้นสำหรับเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 ตู้
 - 19.1 ตู้มีขนาดไม่น้อยกว่า 40×44×60 เซนติเมตร (ก×ล×ส)
 - 19.2 ควบคุมความชื้นได้ในช่วง 40-60 %RH หรือกว้างกว่า
 - 19.3 ชั้นวางสามารถปรับระดับความสูงได้
- 20) มีถุงเก็บก๊าซขนาด 0.5 ลิตร จำนวน 10 ใบ

5.4.3 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 1 ฉบับ

5.4.4 รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นระยะเวลา 1 ปี

5.4.5 ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา พิชณุโลก

รายการที่ 6 ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ด้านเทคโนโลยีการบริหารการผลิตแบบอัจฉริยะ (ตาก) จำนวน 1 ชุด

6.1 ชุดทดลองและสาธิตเรื่องระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1) ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic)

1.1. แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells) จำนวน 1 ระบบ

1.1.1. แผงเซลล์แผงแสงอาทิตย์ มีขนาดกำลังไฟฟ้าติดตั้งรวมไม่น้อยกว่า 5 kWp โดยคำนวณจากค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Pmp) ต่อแผง ตามจำนวนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ติดตั้ง และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงที่ติดตั้ง ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันทั้งหมด

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 1.1.2. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด Monocrystalline Silicon ต้องมีพิกัดกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต (Wp) ไม่น้อยกว่า 400 วัตต์ต่อแผง ที่เงื่อนไขทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Conditions: STC) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) 1000 W/m^2 อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 องศาเซลเซียส และ Air Mass 1.5 กำลังไฟฟ้าคลาดเคลื่อน (Power Tolerance) ไม่เกิน $\pm 5\%$ W ของค่าพิกัดแผง
- 1.1.3. มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สภาวะ Standard Test Condition (STC) ที่เงื่อนไขทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Conditions: STC) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) 1000 W/m^2 อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 องศาเซลเซียส และ Spectrum 1.5 AM (Air Mass) ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด V_{oc} ของแผงเซลล์ ไม่น้อยกว่า 40 V แรงดันไฟฟ้าที่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด V_{mp} ไม่น้อยกว่า 40 V ค่ากระแสไฟฟ้า I_{sc} ไม่น้อยกว่า 10 A ค่ากระแสไฟฟ้าที่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด I_{mp} ไม่น้อยกว่า 10 A
- 1.1.4. Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า $1000 V_{dc}$ และ Temperature Coefficient of Power ไม่เกิน $- (0.60) \% / ^\circ C$ ที่ค่า Irradiance Condition 1000 w/m^2 โดยทดสอบที่อุณหภูมิ 25, 30, 35, 40, 45, 50, $55 ^\circ C$
- 1.1.5. ต้องมีกรอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่แข็งแรง ทำจากวัสดุที่ทำจากโลหะปลอดสนิม (Clear anodized aluminum) และทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดีมีความมั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาพแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศได้ดี มีความสูงของขอบเฟรมไม่เกิน 35 mm. เพื่อป้องกันปัญหาจาก แรงลมยก (Wind Load) ที่จะมีผลต่อโครงสร้าง
- 1.1.6. การต่อวงจรระหว่างเซลล์ต้องใช้แถบโลหะไม่น้อยกว่า 3 แถบคู่ขนาน (3-Busbar) หรือที่ดีกว่า เพื่อให้เซลล์แสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพการทำงานอย่างต่อเนื่อง แม้เซลล์ใดเซลล์หนึ่งจะได้รับความเสียหาย ด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) ที่มีการปิดผนึก สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมได้ดี ด้วยมาตรฐานการป้องกัน IP68 เทียบเท่าหรือดีกว่า และต้องมีวัสดุป้องกันการซึมเข้าของน้ำ ภายในกล่องสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาวะการใช้งาน ภายนอกอาคารได้ โดยการประกอบขั้วต่อสายกล่องไฟฟ้า (Junction box) ต้องมีการประกอบภายในกระบวนการการผลิตเดียวกันกับแผงตั้งแต่ต้นจนถึงขั้นตอนบรรจุหีบห่อ
- 1.1.7. ค่า Module Efficiency ต้องไม่น้อยกว่า 20 %
- 1.1.8. มีน้ำหนักแผงไม่มากกว่า 25 kg
- 1.1.9. ขั้วต่อเป็นแบบ MC4 compatible
- 1.1.10. สามารถรับภาระหรือน้ำหนัก เช่น Snow Load ได้ไม่ต่ำกว่า 5400 pa
- 1.1.11. ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมีการผนึกด้วยสารกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ด้านหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ต้องปิดทับด้วยกระจกนิรภัย (Low Iron Tempered Glass) ความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 mm คุณสมบัติของกระจก ต้องมีความแข็งแรงทนทาน ต่อ

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

การกระแทกและมีประสิทธิภาพในการส่งผ่านแสง ผิวหน้ากระจกด้านในของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ต้องได้รับการเคลือบสารป้องกันการสะท้อนกลับของแสงและเพื่อให้แสงกระจายกลับไปยังเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ด้านหลังปิดทับด้วยแผ่น Back Sheet ที่มีเลเยอร์ชั้น Pet อย่างน้อย 2 ชั้น มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าแรงสูงและป้องกันความชื้นเข้าสู่แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์

1.2. แผงโซลาร์เซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells) จำนวน 1 ระบบ

1.2.1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีขนาดกำลังไฟฟ้าติดตั้งรวมไม่น้อยกว่า 5 kWp โดยคำนวณจากค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Pmp) ต่อแผง ตามจำนวนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ติดตั้ง และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงที่ติดตั้ง ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันทั้งหมด

1.2.2. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด Polycrystalline Silicon ต้องมีพิคกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต (Wp) ไม่น้อยกว่า 330 วัตต์ต่อแผง ที่เงื่อนไขทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Conditions: STC) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) 1000 W/m² อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 องศาเซลเซียส และ Air Mass 1.5 กำลังไฟฟ้าคลาดเคลื่อน (Power Tolerance) ไม่เกิน ±5% W ของค่าพิคแผง

1.2.3. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผง ต้องผ่านการทดสอบ Potential Induced Degradation (PID)

1.2.4. มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สภาวะ Standard Test Condition (STC) ที่เงื่อนไขทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Conditions: STC) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) 1000 W/m² อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 องศาเซลเซียส และ Spectrum 1.5 AM (Air Mass) ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด V_{oc} ของแผงเซลล์ ไม่น้อยกว่า 40 V แรงดันไฟฟ้าที่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด V_{mp} ไม่น้อยกว่า 35 V ค่ากระแสไฟฟ้า I_{sc} ไม่น้อยกว่า 9.0 A ค่ากระแสไฟฟ้าที่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด I_{mp} ไม่น้อยกว่า 8.76 A

1.2.5. Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า 1000 V_{dc}. และ Temperature Coefficient of Power ไม่เกิน - (0.50) % / °C ที่ค่า Irradiance Condition 1000 w/m² โดยทดสอบที่อุณหภูมิ 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 °C

1.2.6. ต้องมีกรอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่แข็งแรง ทำจากวัสดุที่ทำจากโลหะปลอดสนิม (Clear anodized aluminum) และทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดีมีความมั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาพแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศได้ดี มีความสูงของขอบเฟรมไม่เกิน 35 mm. เพื่อป้องกันปัญหาจาก แรงลมยก (Wind Load) ที่จะส่งผลต่อโครงสร้าง

1.2.7. การต่อวงจรระหว่างเซลล์ต้องใช้แถบโลหะไม่น้อยกว่า 3 แถบคู่ขนาน (3-Busbar) หรือที่ดีกว่า เพื่อให้เซลล์แสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพการทำงานอย่างต่อเนื่อง แม้เซลล์ใดเซลล์หนึ่งจะได้รับความเสียหาย ด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) ที่มีการปิดผนึก สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมได้ดี ด้วยมาตรฐานการป้องกัน IP65 เทียบเท่าหรือดีกว่า และต้องมีวัสดุป้องกันการซึมเข้า

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

ของน้ำ ภายในกล่องสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาวะการใช้งาน ภายนอกอาคารได้ โดยการประกอบขั้วต่อสายกล่องไฟฟ้า (Junction box) ต้องมีการประกอบภายในกระบวนการการผลิตเดียวกันกับแผงตั้งแต่ต้นจบถึงขั้นตอนบรรจุหีบห่อ โดยต้องแสดงหลักฐานของกระบวนการการผลิตดังกล่าวมาพร้อมกับเอกสารเสนอราคา

1.2.8. ค่า Module Efficiency ต้องไม่น้อยกว่า 16.70 %

1.2.9. มีน้ำหนักแผงไม่มากกว่า 25 kg

1.2.10. ขั้วต่อเป็นแบบ MC4 compatible

1.2.11. สามารถรับภาระหรือน้ำหนัก เช่น Snow Load ได้ไม่ต่ำกว่า 5400 pa

1.2.12. ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมีการผนึกด้วยสารกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ด้านหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ต้องปิดทับด้วยกระจกนิรภัย (Low Iron Tempered Glass) ความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 mm คุณสมบัติของกระจก ต้องมีความแข็งแรงทนทาน ต่อการกระแทกและมีประสิทธิภาพในการส่งผ่านแสง ผิวหน้ากระจกด้านในของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ต้องได้รับการเคลือบสารป้องกันการสะท้อนกลับของแสงและเพื่อให้แสงกระจายกลับไปยังเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ด้านหลังปิดทับด้วยแผ่น Back Sheet ที่มีเลเยอร์ชั้น Pet อย่างน้อย 2 ชั้น มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าแรงสูงและป้องกันความชื้นเข้าสู่แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์

1.3. แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells) จำนวน 1 ระบบ

1.3.1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีขนาดกำลังไฟฟ้าติดตั้งรวมไม่น้อยกว่า 5 kWp โดยคำนวณจากค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Pmp) ต่อแผง ตามจำนวนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ติดตั้ง และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงที่ติดตั้ง ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันทั้งหมด

1.3.2. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด Thin Film ต้องมีพิกัดกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต (Wp) ไม่น้อยกว่า 140 วัตต์ต่อแผง ที่เงื่อนไขทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Conditions: STC) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) 1000 W/m² อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 องศาเซลเซียส และ Air Mass 1.5 กำลังไฟฟ้าคลาดเคลื่อน (Power Tolerance) ไม่เกิน +5% -0% W ของค่าพิกัดแผง

1.3.3. มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สภาวะ Standard Test Condition (STC) ที่เงื่อนไขทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Conditions: STC) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) 1000 W/m² อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 องศาเซลเซียส และ Spectrum 1.5 AM (Air Mass) ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด V_{oc} ของแผงเซลล์ ไม่มากกว่า 107 V แรงดันไฟฟ้าที่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด V_{mp} ไม่น้อยกว่า 90 V ค่ากระแสไฟฟ้า I_{sc} ไม่น้อยกว่า 1.9 A ค่ากระแสไฟฟ้าที่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด I_{mp} ไม่น้อยกว่า 1.5 A

1.3.4. Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า 1000 V_{dc} และ Temperature Coefficient of Power ไม่เกิน - (0.32) % / K ที่ค่า Irradiance Condition 1000 w/m² โดยทดสอบที่อุณหภูมิ 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 °C

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

1.3.5. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) ที่มีการปิดผนึกสามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมได้ดี ด้วยมาตรฐานการป้องกัน IP67 เทียบเท่าหรือดีกว่า และต้องมีวัสดุป้องกันการซึมเข้าของน้ำ ภายในกล่องสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้ โดยการประกอบขั้วต่อสายกล่องไฟฟ้า (Junction box) ต้องมีการประกอบภายในกระบวนการผลิตเดียวกันกับแผงตั้งแต่ต้นจนถึงขั้นตอนบรรจุหีบห่อ

1.3.6. ค่า Module Efficiency ต้องไม่น้อยกว่า 14.90 %

1.3.7. มีน้ำหนักแผงไม่มากกว่า 25 kg

1.3.8. ขั้วต่อเป็นแบบ MC4 compatible

2) โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์(Mounting structure) จำนวน 3 ชุด

2.1. อุปกรณ์โครงสร้างรองรับแผง และจับยึดแผงจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ทำขึ้นมาใช้เฉพาะสำหรับงานติดตั้งระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยจะต้องไม่มีการนำอุปกรณ์อื่นๆ เข้ามาดัดแปลงใช้กับระบบ เพื่อความถูกต้องปลอดภัย ในการติดตั้งใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

2.2. อุปกรณ์โครงสร้างรองรับแผง และจับยึด เป็นวัสดุโลหะปลอดสนิม (Anti rust) แบบ Aluminum หรือ เทียบเท่า หรือ ดีกว่า

2.3. นอตและสกรู เป็นวัสดุโลหะปลอดสนิม (Anti rust) แบบ Aluminum หรือ Stainless steel

2.4. ขนาดของการติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องติดตั้งได้พอดีกับแผงแต่ละชนิด และอุปกรณ์ที่ใช้จับยึดจะต้องถูกต้องกับชนิดของแผง

3) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Inverter)

3.1. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อสายส่ง (Grid Connected Inverter) มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1. เป็นอินเวอร์เตอร์ชนิด Grid Tie Inverter ขนาดไม่ต่ำกว่า 5 KW จำนวน 2 ชุด

3.1.2. เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ถูกออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกับ ระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) ได้โดยตรง

3.1.3. เครื่องอินเวอร์เตอร์แปลงกระแสไฟฟ้า ดังกล่าวต้องผ่านการขึ้นทะเบียนและ สามารถใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ตามประกาศของไฟฟ้าส่วนภูมิภาค “รายชื่อผลิตภัณฑ์อินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดสำหรับอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าที่ผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดสำหรับอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเชื่อมต่อกับโครงข่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พ.ศ. 2559” พร้อมแนบหลักฐานดังกล่าวมาพร้อม ตามรายละเอียดดังนี้

3.1.4. อินเวอร์เตอร์เป็นแบบ String Inverter ต้องเป็นชนิด 1 Phase และมี MPPT Tracker ไม่น้อยกว่า 2 ชุด มีจุดเชื่อมต่อจำนวน ไม่น้อยกว่า 2 Strings

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

3.1.5. มีคุณสมบัติกระแสไฟฟ้า ด้าน DC ดังนี้

- แรงดัน Start voltage รองรับแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 100V_{dc} และมีแรงดันที่เหมาะสมกับการทำงาน (Normal voltage) 380V
- แรงดัน (MPPT voltage range) รองรับแรงดันขาเข้าช่วงต่ำและแรงดันขาเข้าช่วงสูงได้ในช่วงแรงดันระหว่าง 100V-590V และรองรับแรงดันสูงสุด V_{dc} 500V กำลังไฟฟ้า DC ขาเข้าไม่น้อยกว่า 6 kWp
- MPPT Efficiency ไม่น้อยกว่า 98%

3.1.6. คุณสมบัติกระแสไฟฟ้าด้าน AC ดังนี้

- มีค่า Power factor มากกว่า 0.99 ที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด(Power Factor at rate power)
- มีความสามารถในการปรับค่า Power factor ได้ตั้งแต่ 0.8 Leading ถึง 0.8 Lagging
- พิกัดค่าความถี่ของสัญญาณไฟฟ้า (Rated Frequency) เท่ากับ 50Hz
- พิกัดกำลังไฟฟ้า (Max AC apparent power) มีขนาดไม่น้อยกว่า 5 kW
- พิกัดกระแสไฟฟ้าขาออก(Max Rated Out Put Current) ไม่น้อยกว่า 22 A.

3.1.7. สภาพแวดล้อมในการทำงาน

- Operating Temperature : -25°C ถึง 60°C
- Maximum permission value for relative Humidity: 0 - 95%RH
- มีระบบระบายอากาศ

3.1.8. ประสิทธิภาพสูงสุด(Max. Efficiency) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 97.5%

3.1.9. มีระบบป้องกันจากความผิดปกติของระบบไฟฟ้าอย่างน้อยดังนี้

- AC Short circuit Protection
- มีระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP65
- มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินและกระแสนอนกลับด้านDC
- ใช้ระบบไฟฟ้า 1เฟส 2 สาย 220V 50Hz
- พร้อมอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าไหลย้อน (Anti Reflux Controller)

3.1.10. อินเวอร์เตอร์ต้องมีความสามารถในการเชื่อมต่อผ่าน port มาตรฐานดังต่อไปนี้

- RS485 ไม่น้อยกว่า 1ชุด หรือ Ethernet (LAN) หรือ WiFi ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีระบบแสดงผลของอินเวอร์เตอร์ผ่าน Web Application หรือ Mobile Application
- ระบบแสดงผล monitor สามารถรวมจัดการ Plant และแสดงค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อ Plant ได้ไม่น้อยกว่า 5 Plants หรือมากกว่า

3.1.11. อินเวอร์เตอร์ต้องมีหลอดไฟ LED การทำงานเครื่องและจอแสดงผล LCD สามารถแสดงค่าแรงดัน ไฟฟ้า Voltage, Frequency, Current ค่าแรงดันไฟฟ้าโซล่า PV Voltage, Current, ค่าพลังงาน โซล่าเซลล์ โหลด การไฟฟ้า Daily, Total, Power Output, Power Input, Fault Code เป็นอย่างน้อย

3.1.12. มีการรับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 5ปี พร้อมกับการรับรองว่าผลิตภัณฑ์ยังคงอยู่ในสายการผลิตรวมทั้งอะไหล่ไม่น้อยกว่า 10 ปี

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

3.2. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าและชุดควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบบไฮบริด (Solar Hybrid Inverter) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ขนาดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 5kW จำนวน 1 ชุด เป็นชนิดไฮบริด (Hybrid)สามารถทำงานแบบขนานเพื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้าด้านออกได้ (Parallel) ที่สามารถทำงานควบคุม การประจุ (Charger & Controller) ร่วมกันกับ แบตเตอรี่ชนิดลิเธียม แรงดัน 48Vdc มีฟังก์ชันควบคุมการประจุแบตเตอรี่ลิเธียมอยู่ ภายในตัวเครื่อง (Built-in)

3.2.2. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) เป็นชนิดไฮบริดแบบ 220/230V 1 เฟส มี กำลังไฟฟ้าด้านออกขนาด 5 kW

3.2.3. มีค่า Output voltage regulation ไม่มากกว่า 5% ที่สภาวะ Steady State Load

3.2.4. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) มีคุณสมบัติทางด้านกระแสไฟฟ้าสลับเชื่อมต่อ การไฟฟ้า (AC Grid-Connected) และไม่เชื่อมต่อการไฟฟ้า (AC Off-grid) ดังนี้

- มีกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ (Rated Power) ไม่น้อยกว่า 5kW และกำลังไฟฟ้า สลับปรากฏ (Apparent Power) ไม่น้อยกว่า 5kVA
- มีกระแสไฟฟ้า (Rated Current) ไม่น้อยกว่า 21.7A 1เฟส
- จ่ายกำลังไฟฟ้าสำรองต่อเนื่อง (Backup Power Mode) ที่ 5kW PF= 1 ใน กรณีไฟฟ้าดับ (AC Failure)
- สามารถทำงานในช่วงแรงดัน (Voltage Range) 1 เฟสที่ 210 - 250V เป็นชนิด L/N/PE
- ทำงานที่ความถี่ (Frequency) ที่ 50Hz และสามารถรองรับการทำงานในช่วง ความถี่ (Frequency Range) ที่ 45.0 – 54.0 Hz ได้
- มีความสามารถในการปรับค่า Power Factor ตั้งแต่ 0.80 Lagging ถึง 0.80 Leading
- มีค่าของ THDi น้อยกว่า 3%
- มีรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้าด้านออก (Output) เป็นแบบ Pure Sine Wave หรือ Real Sine Wave
- สามารถรองรับภาระโหลด 105% ได้ต่อเนื่อง และสภาวะภาระโหลดเกิน (Overload Capability) 110% เป็นเวลา 1 นาที

3.2.5. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า มีประสิทธิภาพในการทำงานมากกว่า 97%

3.2.6. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า มีคุณสมบัติฟังก์ชันในการทำงาน (Features/Function) อย่างน้อยดังนี้

- มีความสามารถในการติดตามและตรวจสอบ แรงดันไฟฟ้าจากสายส่งและความถี่ไฟฟ้า (Grid Voltage/Frequency Monitoring)
- มีความสามารถในการทน ต่อสภาวะแรงดันต่ำชั่วขณะ (Low Voltage Fault Ride Through)

ลงชื่อประธานกรรมการ.....ลงชื่อกรรมการ.....ลงชื่อกรรมการ.....
ลงชื่อกรรมการ.....ลงชื่อกรรมการ.....ลงชื่อกรรมการ.....

- มีฟังก์ชันการทำงานที่สามารถปรับตั้งค่ากระแส ค่าแรงดันให้สามารถประจุไฟฟ้าได้ตามชนิดและคุณลักษณะเฉพาะของชุดแบตเตอรี่
 - มีความสามารถในการปรับตั้งให้ทำงาน ตัดวงจรการจ่ายกระแสไฟฟ้า ของชุดแบตเตอรี่ในขณะที่เกิดสภาวะแรงดันไฟฟ้าต่ำ (Low Voltage Cut Off) และสามารถต่อวงจรกลับคืนได้โดยอัตโนมัติ (Reconnect Automatically)
 - สามารถทำงานร่วมกับแบตเตอรี่ เพื่อให้สามารถอัดประจุ และ คายประจุตัวเองอัตโนมัติ (Automatic Charge/Discharge Battery)
- 3.2.7. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า มีคุณสมบัติในการป้องกันด้านไฟฟ้า (Power Protection Devices) อย่างน้อยดังนี้
- มีระบบป้องกันสภาวะโหลดเกิน (Overload Behavior Protection)
 - มีระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (Short Circuit Protection)
 - มีระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าขาเข้าเกิน (Over Input Voltage Protection)
 - มีระบบป้องกันการอัดประจุเกิน (Over Charge Protection)
 - มีระบบป้องกันการต่อแบตเตอรี่กลับขั้ว (Reverse Polarity Protection)
- 3.2.8. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสามารถทำงาน ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม(Environmental Temperature) ตั้งแต่ -25 °C ถึง 60 °C และค่าความชื้น(Humidity) ในช่วง 0 - 95% RH ได้
- 3.2.9. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีฟังก์ชันการป้องกันการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ไหลย้อนคืนระบบการไฟฟ้า(Zero export limit)
- 3.2.10. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีระดับการป้องกัน (Protection Degree) ที่ IP65
- 3.2.11. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีระบบการระบายความร้อนแบบ Forced-Air เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดในการระบายความร้อน
- 3.2.12. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีจอแสดงผลเป็น LCD Display หรือแบบ Touch Screen
- 3.2.13. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีความสามารถในการเชื่อมต่อการสื่อสารภายนอกผ่าน Port มาตรฐาน RS485 และ LAN พร้อมระบบ แอปพลิเคชันสมาร์ตโฟน มอนิเตอร์แบบ Online แบบการทำงานไดอะแกรม ไฟฟ้า, โซลาร์เซลล์, โหลดทั่วไป, โหลดสำรองไฟฟ้า, แรงดันแบตเตอรี่รวม, %SOC, จำนวนรอบการใช้งานแบตเตอรี่ลูก (Cycle time) เพื่อตรวจสอบสภาวะการทำงานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าและการดูแลบำรุงรักษาเพื่อยืดอายุการใช้งานให้ยาวนาน
- 3.2.14. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีการรับประกันสินค้าอย่างน้อย 2 ปี
- 3.2.15. ชุดควบคุมการประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (MPPT Solar Charge Controller) มีคุณสมบัติทางด้านกระแสตรง (DC) ดังนี้
- มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจรสูงสุด (Maximum PV Open-Circuit Voltage) ไม่น้อยกว่า 600 Vdc

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- รองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Recommend PV Power) ขนาด 340 - 450 Wp ในรูปแบบการเชื่อมต่อตามแบบไฟฟ้า โดยมีขนาดไม่น้อยกว่า 5 kWp. และกำลังไฟฟ้าสูงสุด 6.5 kWp.
- เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ (MPPT Solar Charge Controller) มีประสิทธิภาพในการทำงานมากกว่า 99%
- พิกัดแรงดันไฟฟ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานได้ที่ 125V (PV Start-up Voltage)
- รองรับพิกัดแรงดันแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV MPPT Voltage Range) อยู่ระหว่าง 125 - 500 V
- แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่เข้า Nominal input voltage 48VDC.
- มีระบบการติดตามจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุด MPPT (Maximum Power Point Tracker) อย่างน้อย 2 ชุด และจำนวนกลุ่มแผงเซลล์แสงอาทิตย์ String ไม่น้อยกว่า 2Strings
- มีพิกัดกำลังการชาร์จประจุสูงสุด (Maximum Charge Power) ไม่ต่ำกว่า 5 kW
- มีเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า (Charger) รองรับในตัว และมีพิกัดกระแสการอัดประจุแบตเตอรี่สูงสุดไม่น้อยกว่า 130A. และมีพิกัดกระแสการคายประจุแบตเตอรี่สูงสุดไม่น้อยกว่า 130 A.

4) ชุดแบตเตอรี่ (Battery Bank) จำนวน 1 ชุด

4.1. แบตเตอรี่ชนิดลิเทียม (Lithium Battery) จำนวน 1 ชุด

มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1. แบตเตอรี่เป็น Lithium Ion ชนิด Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄) หรือชนิดอื่นที่มีค่า Cycle Life เทียบเท่าหรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 4.8 kWh จำนวน 3 ชุด และมีขนาดความจุรวม ไม่น้อยกว่า 14 kWh

4.1.2. คุณสมบัติทางด้านแบตเตอรี่ลิเทียมต่อลูก (Battery Specification) ดังนี้

- มีค่าแรงดันขั้วปกติ (Nominal Voltage) 48Vdc
- มีค่าพิกัดกระแสต่อลูก (Rated Capacity) 100 Ah ที่ 1C rate
- มีค่าพิกัดการชาร์จกระแสต่อลูก (Max. Charging Current) 100 Ah ที่ 1C rate
- มีค่าพิกัดการจ่ายกระแสต่อลูก (Max. Discharge Current) $\geq 0.5C$ rate
- มีค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าต่อลูก (Rated Capacity) มากกว่าหรือเท่ากับ 4800 Wh.
- มีแรงดันไฟฟ้าต่อลูก (Rated Voltage) เท่ากับ 48Vdc
- มีช่วงพิกัดแรงดันไฟฟ้าต่อลูก (Voltage Range) อยู่ในช่วงระหว่าง 42.5- 54V
- มีค่าพิกัดการปลดปล่อยประจุเอง (Self-Discharge) น้อยกว่า 5% ต่อเดือน หรือ 90 วัน
- มีค่าช่วงอายุแบตเตอรี่ (Battery Life) มากกว่า 3500 ครั้ง ที่ระดับคายประจุ (Deep of Discharge, DOD) 80% ที่อุณหภูมิ 25 °C หรือสูงกว่า โดยแนบเอกสารผู้ผลิตแสดงข้อมูลหรือกราฟความสัมพันธ์ (Cycle life vs DOD) พร้อมแนบเอกสาร

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- Battery Module รุ่นที่เสนอต้องมีผลจากห้องทดสอบของผู้ผลิต โดยแสดงตาราง Discharge Current ที่ 1C เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดย End Voltage ต้องไม่น้อยกว่า 40.5 V. ที่อุณหภูมิ 20°C หรือ 25°C หรือเทียบเท่า ต้องแสดงหลักฐานการทดสอบ
 - มีประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ (Efficiency) $\geq 90\%$
 - มีช่วงอุณหภูมิในการทำงาน -20 °C ถึง 60 °C
- 4.1.3. มี LED แสดงสถานะการทำงาน เช่น RUN, ALM, และ SOC เป็นอย่างน้อย
- 4.1.4. มีระบบป้องกันเซลล์แบตเตอรี่ที่สามารถควบคุมและแสดงผลสถานะการจัดการแบตเตอรี่ BMS (Battery management system) อย่างน้อยดังนี้
- สามารถแสดงสถานะแบตเตอรี่ได้
 - ระบบป้องกันการลัดวงจร (Short Circuit Protection)
 - ระบบป้องกันการอัดประจุเกินขนาด (Over Charge Protection)
 - ระบบป้องกันการคายประจุเกินขนาด (Over Discharge Protection)
 - ระบบป้องกันเซลล์แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าเกิน (Cell Over Voltage Protection)
 - ระบบป้องกันเซลล์แบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าต่ำ (Cell Under Voltage Protection)
 - ระบบตัดการทำงานกรณีแรงดันไฟฟ้าต่ำ (Low Voltage Cut Off)
 - ระบบป้องกันกรณีอุณหภูมิสูง (Over Temperature Protection)
- 4.1.5. มีฟังก์ชันป้องกันความปลอดภัย การดิสชาร์จจ่ายกระแสไฟฟ้าแบตเตอรี่(Anti-theft function) เมื่อเกิดเหตุการณ์สายแบตเตอรี่หลุดที่จุดเชื่อมต่อ การถอดแบตเตอรี่ไม่ถูกต้องตามขั้นตอนหรือถูกโจรกรรมจากพื้นที่ติดตั้ง ซึ่งจะไม่สามารถใช้งานได้
- 4.1.6. ชุดควบคุมแบตเตอรี่ BMS(Battery Management System) สามารถปรับตั้งค่ากระแสการชาร์จของแบตเตอรี่ได้ตั้งแต่ 0.01-1C โดยจะต้องไม่เกิดแบตเตอรี่ Overcurrent Protection
- 4.1.7. ชุดควบคุมแบตเตอรี่ BMS(Battery Management System) สามารถปรับตั้งค่าแรงดันไฟฟ้าขาออกคงที่(Constant Output voltage) ได้ตั้งแต่ 51.1 - 56V เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดในจ่ายกระแสไฟฟ้าและช่วยปัญหาแรงดันไฟฟ้าตก(Volt Drop) อันเนื่องมาจากเมื่อมีการติดตั้งสายที่ระยะทางไกล
- 4.1.8. แบตเตอรี่ต้องมี Circuit Breaker หรือ Disconnecting Switch หรือ Soft Switch(Electronic switch)
- 4.1.9. แบตเตอรี่ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน IEC62619, IEC62281, EN 61000-6-3:2007/A1: 2011, EN61000-3-2:2014, EN61000-3-3:2013 UN38.3, MSDS และ EN61000-6-1:2007 หรือ UL1973
- 4.1.10. ตัวถังแบตเตอรี่ ผลิตจากโลหะ หรือวัสดุที่แข็งแรง ทนทานต่อสภาพแวดล้อม ทนทานต่อการกระแทกได้เป็นอย่างดี ขนาดไม่น้อยกว่า(กว้าง x ยาว x สูง) 400 x 400 x 120 มิลลิเมตร
- 4.1.11. ระยะเวลารับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 5 ปี
- 4.2. แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (Deep Cycle Battery) จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 4.2.1. เป็นแบตเตอรี่ชนิด Deep Cycle AGM (Absorbed glass mat) หรือ Deep Cycle Gel Battery หรือแบบที่เทียบเท่า
- 4.2.2. แบตเตอรี่มีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2.4 kWh จำนวน 4 ชุด และมีขนาดความจุรวมไม่น้อยกว่า 9.6 kWh
- 4.2.3. แบตเตอรี่มีขนาดแรงดัน 12 V. ความจุไม่น้อยกว่า 200 Ah.
- 4.2.4. แบตเตอรี่ที่นำเสนอและเมื่อใช้งานไป 800 รอบที่ระดับความลึกในการคายประจूर้อยละ 50 (50% DOD) จะต้องมีความจุเหลืออยู่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ใหม่
- 4.2.5. แบตเตอรี่มีอายุรับประกันอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี ในกรณีใช้งานตามปกติ

5) ตู้ควบคุมไฟฟ้า (DB Solar)

จำนวน 1 ชุด

- 5.1. เป็นตู้โลหะ ทำจากโครงสร้างเหล็ก AL-Zn Steel ความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 mm. ต้องมีความแข็งแรง ทนทานจากการกระแทก การกัดกร่อน ทนต่อความร้อนจากสภาพแวดล้อม มีขนาดไม่น้อยกว่า(กว้าง x ยาว x สูง) 350 x 550 x 150 มิลลิเมตร
- 5.2. บัสบาร์ (Busbar) ทำมาจากทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ตามมาตรฐาน DIN 43671 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า และทนขนาดกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า Main Circuit Breaker
- 5.3. ฉนวนยึด Busbar ต้องเป็นวัสดุประเภท Glass- Fiber Reinforced Unsaturated Polyester ชนิดที่ติดตั้งภายในแผงสวิทช์ไฟฟ้า

6) คอมไบเนอ์โซล่าเซลล์ (PV Combiner Box)

จำนวน 3 ชุด

- 6.1. เป็นแบบ 2 String ขนาดไม่น้อยกว่า 5 kW
- 6.2. มีมาตรฐานป้องกันน้ำและฝุ่น ไม่ต่ำกว่า ระดับ IP44
- 6.3. มีขนาดไม่น้อยกว่า(กว้าง x ยาว x สูง) 300 x 500 x 150 มิลลิเมตร
- 6.4. อุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก (Surge protector) ชนิดใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสตรง

จำนวน 3 ชุด

มีรายละเอียดดังนี้

- 6.4.1. พิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งานไม่น้อยกว่า 600 Vdc
- 6.4.2. มีคุณสมบัติในการป้องกัน Phase กับ Ground, Neutral กับ Ground และ Phase กับ Neutral
- 6.4.3. สามารถป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอกแบบ Transient และแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ในสายไฟเนื่องจากฟ้าผ่าที่กระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 40 kA ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20 mSec
- 6.4.4. มีแถบสีหรือหลอดไฟสัญญาณ แสดงสถานภาพการทำงาน ทั้งในสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติ

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 6.4.5. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน GB18802.1/IEC61643-11-2011 หรือ ANSI/IEEE C62.41-1991 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าดีกว่า
- 6.5. อุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก (Surge protector) ชนิดใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 3 ชุด
มีรายละเอียดดังนี้
- 6.5.1. พิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งานไม่น้อยกว่า 400 V
- 6.5.2. มีคุณสมบัติในการป้องกัน Phase กับ Ground, Neutral กับ Ground และ Phase กับ Neutral
- 6.5.3. สามารถป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอกแบบ Transient และแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในสายไฟเนื่องจากฟ้าผ่าที่กระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 15kA ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20 μ Sec
- 6.5.4. มีแถบสีหรือหลอดไฟสัญญาณ แสดงสถานะภาพการทำงาน ทั้งในสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติ
- 6.5.5. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน GB18802.1/IEC61643-11-2011 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าดีกว่า
- 7) อุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อ วงจรไฟฟ้า
- 7.1. อุปกรณ์ DC Main Circuit breaker จำนวน 4 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 7.1.1. เป็นชนิด DC circuit breaker 2 pole
- 7.1.2. แรงดันทำงาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า 600 V
- 7.1.3. พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ของค่ากระแสสูงสุด (Isc) ของชุดแผงเซลล์ฯ
- 7.1.4. มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC60896 หรือ IEC60947-2 หรือดีกว่า
- 7.2. อุปกรณ์ AC Main Circuit breaker(DB Solar) จำนวน 4 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 7.2.1. เป็นชนิด Molded Case Circuit Breaker สำหรับ Main Circuit Breaker
- 7.2.2. เป็นชนิด AC circuit breaker 2 pole
- 7.2.3. แรงดันทำงาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า 250 V
- 7.2.4. พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ของค่ากระแสสูงสุด
- 7.2.5. มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC60896 หรือ IEC60947-2 หรือดีกว่า
- 7.2.6. ติดตั้งภายในกล่องโลหะหรือพลาสติกแข็งสำหรับงานระบบไฟฟ้า
- 8) สายไฟฟ้า และท่อร้อยสายไฟฟ้า
- การติดตั้งระบบไฟฟ้า ให้เหมาะสมตามลักษณะการใช้งาน โดยมีคุณสมบัติดังนี้
- 8.1. การเดินสายไฟฟ้าของแผงเซลล์ฯ แต่ละสาขา (String) ไปยัง PV Combiner Box เป็นสายชนิด Photovoltaic Wire ที่สามารถทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 °C หรือเป็นสายไฟชนิด 0.60/1 kV ตามมาตรฐาน IEC60502 หรือสายที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ขนาด 4 Sq.mm. สามารถทนกระแสสูงสุดของค่ากระแสลัดวงจร (Isc) ของชุดแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า มีค่า Voltage drop เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

(ฉบับล่าสุด) ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ปลายสายไฟแต่ละ String ต้องต่อเข้ากับขั้วต่อสายที่ติดตั้งอยู่ภายในกล่องต่อสาย (PV Combiner Box) ชนิดใช้งานภายนอก (Outdoor) ที่มีทั้ง DC Fuse, DC Circuit Breaker, DC Surge สามารถป้องกันฝุ่น ละอองน้ำได้ และให้ติดตั้งกล่องต่อสาย ยึดกับเสาชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์ฯ ในตำแหน่งที่เหมาะสม

- 8.2. การเดินสายไฟระหว่าง PV Combiner Box กับชุดอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า สายไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนด PV1-F ตาม TUV2 PFG 1169 หรือ UL 4703 หรือ VDE-AR-E 2283-4 หรือ วสท. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 16 Sq.mm. และสามารถทนกระแสสูงสุดของค่ากระแสลัดวงจร (Isc) ของชุดแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า และมีค่า Voltage drop เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (ฉบับล่าสุด) ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) โดยใช้ในการร้อยสายในท่อ HDPE ฝังใต้ดิน ขนาดไม่ต่ำกว่า 1 นิ้ว ที่ระดับความลึกในการฝังดินไม่น้อยกว่า 60 cm.
- 8.3. การเดินสายไฟระหว่าง อุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าไปยัง MCB ของแบตเตอรี่ สายไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนด PV1-F ตาม TUV2 PFG 1169 หรือ UL 4703 หรือ VDE-AR-E 2283-4 หรือ วสท. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 16 Sq.mm. และสามารถทนกระแสสูงสุดของค่ากระแสลัดวงจร (Isc) ของชุดแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า และมีค่า Voltage drop เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (ฉบับล่าสุด) ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) โดยใช้ในการร้อยสายในท่อ IMC ขนาดไม่ต่ำกว่า 1 นิ้ว
- 8.4. สายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการประจุกระแสไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ สายไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนด PV1-F ตาม TUV 2 PFG 1169 หรือ UL 4703 หรือ VDE-AR-E 2283-4 หรือ วสท. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 70 Sq.mm. และสามารถทนกระแสสูงสุดของค่ากระแสลัดวงจร (Isc) ของชุดแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า และมีค่า Voltage drop เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (ฉบับล่าสุด) ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

9) ระบบควบคุมบริหารจัดการพลังงาน และแสดงผล (EMS & Monitoring)

9.1. ระบบสามารถตรวจวัดอ่านค่าข้อมูลและกราฟของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และการใช้ไฟฟ้าแบบแสดงผลเวลาจริง (Real time Monitoring and Display) บนหน้าจอ LCD ไม่น้อยกว่า ขนาด 7 นิ้ว โดยมีการตรวจวัดค่าระบบผลิตพลังงานกระแสไฟฟ้าระบบกักเก็บสะสมพลังงาน Energy Storage ดังต่อไปนี้

- ค่าการวัดทางด้านโซลล่าเซลล์ Voltage, Current ,Power , Daily, Monthly, Yearly, Acc. kWh
- ค่าการวัดทางด้านแบตเตอรี่ Voltage, Current charge, Discharge, Power, Daily, Monthly, Yearly Acc. kWh

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- ค่าการวัดทางด้านไฟฟ้าขาออก Output voltage, Current , Hz, PF, Power, Acc.kWh
 - ค่าการวัดทางด้านโหลดไฟฟ้า Power, Daily, Monthly, Yearly Acc. kWh
 - ค่าการวัดทางด้านแบตเตอรี่ Voltage, Current charge, Discharge, Power, Daily, Monthly, Yearly Acc. kWh
- 9.2. ระบบสามารถนำค่าที่แสดงผลการทำงาน มาบันทึกลงใน SD Card หรือ Flash Drive
- 9.3. สามารถจัดเก็บรายงานรูปแบบไฟล์ CSV หรือ MS Excel ได้
- 9.4. มีระบบเก็บข้อมูล (Event Log) รายงานการทำงานผิดปกติของระบบ
- 9.5. ระบบสามารถส่งข้อมูลผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ต แสดงผลการทำงานระบบบน Smart phone และเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ รวมถึงการแสดงผลให้ทราบถึงการทำงานของระบบในสถานะปกติหรือ ในกรณีสถานะผิดปกติได้
- 10) กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ แบบแนวนอน (Horizontal Wind Turbine) 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 10.1. เป็นกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบใบพัดแนวนอน (Horizontal Wind Turbine) สามารถผลิตไฟฟ้าได้ไม่น้อย 1000W. ที่ความเร็ว 9m/s. ความเร็วรอบ 400 rpm. จำนวน 1 ชุด
 - 10.2. มีจำนวนใบพัดไม่น้อยกว่า 3 ใบพัด และมีระยะกวาดของใบพัดไม่น้อยกว่า 2.7 เมตร (Rotor Diameter)
 - 10.3. ใบพัดทำจากไฟเบอร์กลาส (Fiber glass) หล่อขึ้นรูปและมีแข็งแรงรองรับที่ความเร็วลมสูงสุดได้
 - 10.4. ความเร็วลมที่ใบพัดเริ่มผลิตไฟฟ้า 2 m/s. (Cut-in wind speed)
 - 10.5. ความเร็วลมที่ปลอดภัย 35 m/s. (Security wind speed)
 - 10.6. เสากังหันลมมีความสูงไม่น้อยกว่า 6 เมตร พร้อมติดตั้งสายสลิงค์สำหรับยึดเสา (Guyed wire)
 - 10.7. เสากังหันลมทำเหล็กชุบกาวานไนซ์ (HDG) หรือวัสดุปลอดสนิม และมีคงทนความแข็งแรง
 - 10.8. มีเครื่องประจุแบตเตอรี่แบบ MPPT ขนาด 1000 W. 24 หรือ 48 V. (Wind Charger Controller) เป็นแบบที่ออกแบบเพื่อใช้งานกับกังหันลมผลิตไฟฟ้าได้โดยตรง และรองรับแรงดันจากกังหันลมได้เป็นอย่างดี
 - 10.9. กังหันลมผลิตไฟฟ้าและเครื่องประจุแบตเตอรี่ต้องมีระยะเวลาในการรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี
- 11) กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ แบบแนวตั้ง (Vertical Wind Turbine) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 11.1. เป็นกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบใบพัดแบบแนวตั้ง (Vertical Wind Turbine) สามารถผลิตไฟฟ้าได้ไม่น้อย 1000 W. ที่ความเร็ว 10 m/s. ความเร็วรอบ 260 rpm. จำนวน 1 ชุด
 - 11.2. มีจำนวนใบพัดไม่น้อยกว่า 3 ใบพัด ความสูงของใบไม่น้อยกว่า 1.3 เมตร และมีระยะกวาดของใบพัดไม่น้อยกว่า 0.9 เมตร (Rotor Diameter)

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 11.3. ใบพัดทำจากไฟเบอร์กลาส (Fiber glass) หล่อขึ้นรูปและมีแข็งแรงรองรับที่ความเร็วลมสูงสุดได้
- 11.4. ความเร็วลมที่ใบพัดเริ่มผลิตไฟฟ้า 2 m/s. (Cut-in wind speed)
- 11.5. ความเร็วลมที่ปลอดภัย 40 m/s. (Security wind speed)
- 11.6. เสากึ่งหันทลมมีความสูงไม่น้อยกว่า 6 เมตร พร้อมติดตั้งสายสลิงค์สำหรับยึดเสา (Guyed wire)
- 11.7. เสากึ่งหันทลมทำเหล็กชุปกวาโนซ์ (HDG) หรือวัสดุปลอดสนิม และมีคงทนความแข็ง
- 11.8. มีเครื่องประจุแบตเตอรี่แบบ MPPT (Maximum power point tracking) ขนาด 1000 W. 24 หรือ 48 V. (Wind Charger Controller) เป็นแบบที่ออกแบบเพื่อใช้งานกับกึ่งหันทลมผลิตไฟฟ้าได้โดยตรง และรองรับแรงดันจากกึ่งหันทลมได้เป็นอย่างดี
- 11.9. กึ่งหันทลมผลิตไฟฟ้าและเครื่องประจุแบตเตอรี่ต้องมีระยะเวลาในการรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี

12) สถานีตรวจวัดสภาพอากาศ Weather station เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 12.1. หัววัดอุณหภูมิและความชื้นของสภาพอากาศ (Atmospheric Temp & Humidity sensor)
 - สามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง(Measuring range) -30 ถึง 90 °C หรือดีกว่า
 - มีค่าความละเอียดในการวัดอุณหภูมิ(Resolution) อยู่ที่ 0.1 °C หรือดีกว่า
 - มีค่าความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิ(Accuracy) อยู่ที่ ±0.3 °C หรือดีกว่า
 - สามารถวัดความชื้นได้ในช่วง(Measuring range) 0 ถึง 100%RH หรือดีกว่า
 - มีค่าความละเอียดในการวัดความชื้น(Resolution) อยู่ที่ 0.1%RH หรือดีกว่า
 - มีค่าความแม่นยำในการวัดความชื้น(Accuracy) อยู่ที่ ±3 %RH หรือดีกว่า
 - มีระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำ ในระดับ IP45 หรือดีกว่า
 - สามารถสื่อสารผ่าน Protocol Modbus RS485 ได้ หรือดีกว่า
- 12.2. หัววัดทิศทาง และความเร็วลม (Wind speed and Wind direction sensor)
 - สามารถวัดความเร็วลม(Measuring range) ได้ อย่างน้อย 0-45 m/s หรือดีกว่า
 - มีค่าความละเอียดในการวัดความเร็วลม(Resolution) อยู่ที่ 0.1 m/s หรือดีกว่า
 - มีค่าความแม่นยำในการวัดความเร็วลม(Accuracy) อยู่ที่ ±0.3 m/s หรือดีกว่า
 - สามารถเริ่มวัดความเร็วลมได้ที่ 0.5 m/s หรือดีกว่า
 - วัสดุที่ใช้เป็น Aluminum alloy และ Carbon fiber
 - สามารถวัดทิศทางลมได้ตั้งแต่ 0 – 359°
 - มีค่าความละเอียดในการวัดทิศทางลม(Resolution) อยู่ที่ 1 ° หรือดีกว่า
 - มีค่าความแม่นยำในการวัดทิศทางลม(Accuracy) อยู่ที่ ≤±0.3 ° หรือดีกว่า
 - สามารถสื่อสารผ่าน Protocol Modbus RS485 ได้ หรือดีกว่า
- 12.3. หัววัดความเข้มแสงอาทิตย์

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- มีช่วงการวัดความเข้มแสงอาทิตย์(Measuring Range) ที่ 0 – 2,000 W/m² หรือดีกว่า
 - มีค่าความละเอียดในการวัด(Resolution) อยู่ที่ 1 W/m² หรือดีกว่า
 - มีค่าความแม่นยำในการวัด(Accuracy) อยู่ที่ ±3% หรือดีกว่า
 - สามารถสื่อสารผ่าน Protocol Modbus RS485 ได้ หรือดีกว่า
- 12.4. หัววัดปริมาณน้ำฝน(Tipping Bucket Rain Gauge)
- มีค่าความละเอียดในการวัดปริมาณน้ำฝน(Resolution) อยู่ที่ 0.2 mm. หรือดีกว่า
 - มีค่าความแม่นยำในการวัดปริมาณน้ำฝน (Accuracy) อยู่ที่ ±≤2% หรือดีกว่า
 - มีช่วงการวัด(Measuring range)อยู่ที่ 0-4mm/min, workable 8 mm/min หรือดีกว่า
 - ตัว Bucket ใช้วัสดุแบบ ABS UV Stabilized plastic หรือดีกว่า
 - ตัว Base ใช้วัสดุ Polished 304 Stainless steel หรือดีกว่า
 - สามารถสื่อสารผ่าน Protocol Modbus RS485 ได้ หรือดีกว่า
- 12.5. โครงสร้างติดตั้งหัววัด
- เป็นเสาเหล็กแบบ Galvanized steel ป้องกันสนิม
 - ขนาดของเสาสูงไม่น้อยกว่า 3 เมตร
- 12.6. ระบบแสดงผลสภาพอากาศ
- เป็นจอแสดงผลแบบ Human Machine Interface(HMI)
 - รองรับการใช้งานแบบ touch screen
 - สามารถแสดงผลค่าอุณหภูมิ, ความชื้น, ความเร็วลม, ทิศทางลม, ความเข้มแสง, ปริมาณน้ำฝน ที่อ่านจาก Weather station ได้
 - มีขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว สามารถแสดงสีได้ไม่น้อยกว่า 16M color
 - มีค่าความสว่างของหน้าจอไม่น้อยกว่า 250 cd/m²
 - เป็นอุปกรณ์แบบ Industrial grade มี CPU ความเร็วไม่น้อยกว่า 800 MHz
 - มีระบบ RTC(Real time clock) แบบ Built-in อยู่ภายใน
 - มี Communication port แบบ RS232/ RS485/ RS422 หรือดีกว่า
 - สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้า input power supply แบบ DC10V – 28V หรือดีกว่า
 - ตัวเครื่องเป็นวัสดุแบบ Engineering plastic หรือดีกว่า
 - สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ 0 – 50 C° หรือดีกว่า
 - มีระดับการป้องกันฝุ่นละอองที่ IP65 หรือดีกว่า

13) ชุด Smart sensor ตรวจวัดสภาพอากาศ ส่งข้อมูล Real-time ผ่าน Bluetooth พร้อมแสดงผลบน Smart device จำนวน 1 ชุด

- เป็นเซ็นเซอร์แบบ All in one เชื่อมต่อไร้สายผ่าน Bluetooth ใช้ได้กับ tablet ที่ใช้ระบบ iOS หรือ Android และสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบ Android

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- มี App สำหรับโหลดใช้งานได้ฟรี
- สามารถ download เพื่อใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS
- สามารถแสดงค่าการวัดเป็นตัวเลขแบบ Real time
- สามารถแสดงผลในรูปแบบ Graphic gauge ได้
- สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับ เวลาในหน่วยวินาที
- มีเครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วัดได้
- สามารถตั้งค่าอัตราการส่งข้อมูล (Sampling rate) ได้
- ในขณะที่ทำการวัด สามารถบันทึกรูปภาพ, วิดีโอ, เสียง, ข้อความ และ พิกัดของตำแหน่งที่กำลังทำการทดลองได้
- สามารถ export ข้อมูลในรูปแบบไฟล์และสามารถแชร์ผ่านอีเมลล์ หรือ Line application ได้
- ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวัด สามารถเปิดในโปรแกรม Microsoft Excel ได้
- มีช่วงการวัดค่าความเร็วลม Wind speed : 2 - 50 km/h มีค่าความละเอียดในการวัด 0.1 km/h
- สามารถวัดทิศทางลมได้ Wind direction : 0 - 360 °
- สามารถวัดค่าได้อุณหภูมิที่ ambient temperature : -40 ถึง 125 °C มีค่าความละเอียดในการวัดที่อุณหภูมิ 0.1 °C
- มีช่วงการวัดค่าความชื้น Relative air humidity : 0 - 100% มีค่าความละเอียดในการวัด 0.1%
- มีช่วงการวัดค่าความชื้นสมบูรณ์ Absolute humidity : 0 - 600 g/m³ มีค่าความละเอียดในการวัด 0.01 g/m³
- มีช่วงการวัดความดันบรรยากาศ Barometric pressure : 45 -110 kPa มีค่าความละเอียดในการวัด 0.01 kPa
- มีช่วงการวัดแสง 0 - 128000 Lx
- อัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุด 10 Hz
- แบตเตอรี่มีความจุ 1000 mAh หรือมากกว่า
- ระยะการเชื่อมต่อแบบไม่มีสิ่งกีดขวางโดยประมาณ 30 เมตร หรือมากกว่า
- ใช้งานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 5-40 องศาเซลเซียส, ความชื้นน้อยกว่า 80%
- มีปุ่มขึ้น-บน สำหรับเลือกเมนูหลัก และกดค้างไว้มากกว่า 3 วินาที สำหรับเลือกภาษา
- มีปุ่มซ้าย-ขวา สำหรับเลือกเมนูในแนวนอนหรือช่วงการวัด และกดค้างไว้มากกว่า 3 วินาที สำหรับเลือกหมวดสภาพอากาศและการเปิด-ปิด GPS
- มีปุ่มเปิด-ปิด สามารถเปิด-ปิด ได้โดยการกดค้างไว้มากกว่า 3 วินาที
- มี LED แสดงสถานการณ์เชื่อมต่อ Bluetooth ดังต่อไปนี้
- ถ้าแสดงสีแดงทุก ๆ 2 วินาทีแสดงว่ายังไม่ได้เชื่อมต่อ
- ถ้าแสดงสีเขียวทุก ๆ 2 วินาที แสดงว่าเชื่อมต่อแล้ว
- ถ้าแสดงสีเขียวยุทุก ๆ 4 วินาที แสดงว่ากำลังทำการวัดค่าอยู่

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- มี LED แสดงสถานะของแบตเตอรี่ ถ้าแสดงสีแดงทุก ๆ 2 วินาที แสดงถึง Low battery
- 14) รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 15) มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- 16) ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา ตาก

6.2 ชุดทดลองและสาธิตเรื่องการวิเคราะห์คุณสมบัติฉนวนกันความร้อน จำนวน 1 ชุด

1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาการทำงานและคุณลักษณะการนำความร้อนของฉนวนที่มีขนาดและคุณสมบัติต่างกันโดยสามารถเปลี่ยนชนิดของตัวนำความร้อนได้ง่ายและรวดเร็ว เพื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวนำความร้อนประเภทต่างๆ โดยสามารถแสดงค่าที่ได้จากการทดลองผ่านซอฟต์แวร์ โดยซอฟต์แวร์ต้องมี License พร้อมแผ่น Disc สำหรับการติดตั้งและต้องปรับปรุงเพิ่มเติมโปรแกรมการทำงานของเครื่องให้มีความก้าวหน้า (Software upgrade) ไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

รายละเอียดทางเทคนิค

1.1. อุปกรณ์ศึกษานำความร้อน จำนวน 1 เครื่อง

- 1.1.1. ตัวเครื่องมีขนาดไม่น้อยกว่า 0.4x0.21x0.29 เมตร
- 1.1.2. เทอร์โมคัปเปิลอยู่ในตำแหน่งทั้งส่วนที่ให้ความร้อนและส่วนระบายความร้อน ขนาด 15 มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า 8 จุด
- 1.1.3. เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.1°C
- 1.1.4. เซ็นเซอร์วัดการไหลของประเภทกังหันสำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น
- 1.1.5. ฮีตเตอร์มีกำลังไม่น้อยกว่า 60 วัตต์ เป็นแบบควบคุมแรงดันไฟฟ้าสามารถตั้งค่าอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็วและมีค่าความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.1°C
- 1.1.6. ตัวนำความร้อนชนิดทองเหลือง ยาวไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
- 1.1.7. ตัวนำความร้อนชนิดทองเหลือง ยาวไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 13 มิลลิเมตร
- 1.1.8. ตัวนำความร้อนชนิดสแตนเลส ยาวไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
- 1.1.9. ตัวนำความร้อนชนิดอลูมิเนียม ยาวไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

1.2. โปรแกรมช่วยประมวลผลการทดลอง

- 1.2.1. สามารถป้องกันค่าจากเครื่องมือวัดเพื่อประมวลผลการทดลอง
- 1.2.2. สามารถแสดงรูปภาพของชุดการทดลอง ผลแบบตาราง และ แบบกราฟได้แบบเรียลไทม์

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

- 1.2.3. สามารถแสดงค่า อุณหภูมิ อัตราการไหล และ แรงดันไฟของฮีตเตอร์ได้
- 1.2.4. หน้าจอการบำรุงรักษาช่วยให้สามารถปรับพารามิเตอร์ PID และการสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิลได้
- 1.2.5. ข้อมูลจากเซ็นเซอร์จะถูกบันทึกในรูปแบบสเปรดชีต โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมช่วงเวลาการสุ่มตัวอย่าง (หรือ 'single-shot')
- 1.2.6. มีเครื่องมือช่วยการพล็อตกราฟที่ซับซ้อนรวมถึงพล็อตของทั้งค่าที่วัดได้และค่าที่คำนวณได้
- 1.2.7. ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวัด สามารถเปิดในโปรแกรม Microsoft Excel ได้
- 1.2.8. โปรแกรมครอบคลุมโมดูลอุปกรณ์เสริมการถ่ายเทความร้อนแบบแยกส่วนทั้งหมด
- 1.2.9. สามารถคู่มือแนะนำละเอียดได้ในโปรแกรม

1.3. อุปกรณ์ปฏิบัติการถ่ายเทความร้อน จำนวน 1 เครื่อง

- 1.3.1. เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อรองรับอุปกรณ์เสริมสำหรับการทดลองที่หลากหลาย
- 1.3.2. ตัวเครื่องมีขนาดไม่น้อยกว่า 0.51x0.95x0.33 เมตร
- 1.3.3. สามารถควบคุมอัตราการไหลของน้ำเย็น อุณหภูมิของเครื่องทำความร้อนและความเร็วลมที่เกิดจากเครื่องเป่าลมแบบแรงเหวี่ยง ผ่านโปรแกรม
- 1.3.4. มีพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อเทอร์โมคัปเปิลไม่น้อยกว่า 12 จุด
- 1.3.5. สามารถเชื่อมต่อเทอร์โมคัปเปิลได้ไม่น้อยกว่า 10 จุด ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เสริม
- 1.3.6. การทำงานของเครื่องวัดการไหลอยู่ในช่วง 0.6 - 10 ลิตร/นาที ความละเอียด 0.1 ลิตร/นาที
- 1.3.7. สามารถตั้งค่าอุณหภูมิได้ในช่วง 0-125 °C
- 1.3.8. มีตัวควบคุมแรงดันไฟเพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
- 1.3.9. ใช้ไฟฟ้า 220 V 1 เฟส 50 Hz 5.5 A

1.4. ชุดวัดอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการ จำนวน 1 ชุด

- 1.4.1. สามารถส่งค่าอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ไปแสดงยังหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ในระบบ iOS หรือ Android ผ่านระบบ wi-fi ได้
- 1.4.1. เป็นเซ็นเซอร์เชื่อมต่อไร้สายผ่าน Bluetooth ใช้ได้กับ tablet ที่ใช้ระบบ iOS หรือ Android และสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบ Android
- 1.4.2. มี App สำหรับโหลดใช้งานได้ฟรี
 - 1.4.2.1. สามารถ download เพื่อใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS
 - 1.4.2.2. สามารถแสดงค่าการวัดเป็นตัวเลขแบบ Realtime
 - 1.4.2.3. สามารถแสดงผลในรูปแบบ Graphic gauge ได้
 - 1.4.2.4. สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับเวลาในหน่วยวินาที

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

- 1.4.2.5. มีเครื่องมือที่ใช้ในการย่อและขยายกราฟ เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลการวัด
- 1.4.2.6. มีเครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วัดได้
- 1.4.2.7. มีฟังก์ชันในการจับเวลา และฟังก์ชันในการตั้งเวลานับถอยหลัง
- 1.4.2.8. สามารถตั้งค่าอัตราการส่งข้อมูล (Sampling rate) ได้
- 1.4.2.9. ในขณะที่ทำการวัด สามารถบันทึกรูปภาพ, วิดีโอ, เสียง, ข้อความ และ พิกัดของตำแหน่งที่กำลังทำการทดลองได้
- 1.4.2.10. สามารถ export ข้อมูลในรูปแบบไฟล์และสามารถแชร์ผ่านอีเมลล์หรือ Line application ได้
- 1.4.2.11. ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวัด สามารถเปิดในโปรแกรม Microsoft Excel ได้
- 1.4.3. ใช้เทคโนโลยี Bluetooth 4 หรือดีกว่า
- 1.4.4. การเชื่อมต่อและใช้งาน (Plug & Play) เพียงแค่เปิดสวิตช์ของตัวเซนเซอร์และเปิดโปรแกรมเพื่อเลือกการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์
- 1.4.5. มีช่วงการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ -40 ถึง 120 องศาเซลเซียส
- 1.4.6. มีค่าความละเอียดในการอ่านค่าอุณหภูมิ 0.01 องศาเซลเซียส
- 1.4.7. ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดอุณหภูมิ ± 0.5 องศาเซลเซียส
- 1.4.8. อัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุด 10 Hz
- 1.4.9. ตัวเครื่องแข็งแรงทนทาน มีมาตรฐานการป้องกันในระดับ IP67
- 1.4.10. ระยะการเชื่อมต่อแบบไม่มีสิ่งกีดขวางโดยประมาณ 30 เมตร หรือมากกว่า
- 1.4.11. ใช้งานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 5-40 องศาเซลเซียส, ความชื้นน้อยกว่า 80%
- 1.4.12. มีปุ่มเปิด-ปิด สามารถเปิด-ปิด ได้โดยการกดค้างไว้มากกว่า 3 วินาที

1.5. คอมพิวเตอร์แสดงผล พร้อมอุปกรณ์

จำนวน 1 ชุด

คุณลักษณะพื้นฐาน

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.3 GHz จำนวน 1 หน่วย
- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ

3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย
- มีDVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

1.6. เครื่องบันทึกข้อมูลอเนกประสงค์ จำนวน 1 ชุด

1.6.1. เป็นเครื่องบันทึกข้อมูลความเร็วสูงสามารถบันทึก Voltage, Temperature ได้เป็นอย่างดี

1.6.2. สามารถบันทึกข้อมูลด้วยความเร็วไม่น้อยกว่า 10ms หรือดีกว่า

1.6.3. สามารถบันทึกข้อมูลด้วยช่องสัญญาณไม่น้อยกว่า 8 ช่องพร้อมกัน หรือดีกว่า

1.6.4. แสดงผลด้วยหน้าจอแบบ LCD หรือดีกว่า และมีขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว

1.6.5. สามารถบันทึกข้อมูลลง USB drive ได้

1.6.6. สามารถตั้งความถี่ในการบันทึกข้อมูล(Sampling Interval) ตั้งแต่ 10 ms ถึง 1 Hour ได้(19 selection) หรือดีกว่า

1.6.7. รองรับการเชื่อมต่อกับ Thermocouple ได้อย่างน้อย 2 types

1.6.8. มีระบบการแยกช่องสัญญาณแบบ Semi-conductor relays หรือดีกว่า

1.6.9. มี Software ที่สามารถแสดงผล หรือ นำข้อมูลที่บันทึกจากเครื่องไปวิเคราะห์ผลบน PC ได้

เงื่อนไขอื่น ๆ

- รับประกันคุณภาพพร้อมค่าบริการและอะไหล่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้
- มีคู่มือการใช้งานเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
- ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการติดตั้งระบบพร้อมใช้งาน และงานปรับปรุงพื้นที่ ณ มทร.ล้านนา ตาก

6. กำหนดการส่งมอบพัสดุ

ผู้เสนอราคาจะต้องส่งมอบพัสดุทั้งหมดภายในระยะเวลา 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

ลงชื่อประธานกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ
ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ ลงชื่อกรรมการ

7. สถานที่ส่งมอบ

ผู้เสนอราคาจะต้องส่งมอบพัสดุ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

8. วงเงินในการจัดซื้อ

งบประมาณในการจัดซื้อ ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 ต.ช้างเผือก อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ จำนวนเงิน36,775,800.....บาท (สามสิบล้านเจ็ดแสนเจ็ดหมื่นห้าพันแปดร้อยบาทถ้วน) รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

ราคากลางในการจัดซื้อจัดจ้าง ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประยุกต์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 ต.ช้างเผือก อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 36,775,800.....บาท (สามสิบล้านเจ็ดแสนเจ็ดหมื่นห้าพันแปดร้อยบาทถ้วน) รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

9. การรับประกันความชำรุดบกพร่องของพัสดุที่ส่งมอบ

ผู้เสนอราคาต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องของสิ่งของเป็นเวลา 1 ปี นับแต่วันที่มหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบ โดยภายในกำหนดเวลาดังกล่าว หากสิ่งของเกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้อง ผู้เสนอราคาจะต้องซ่อมแซม หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีดังเดิม ภายใน 30 วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งจากมหาวิทยาลัยฯ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

10. เงื่อนไขการชำระเงิน

มหาวิทยาลัยฯ จะชำระเงินค่าสิ่งของให้แก่ผู้ขาย เป็นงวดๆ ดังนี้
งวดที่ 1 เป็นจำนวนร้อยละ 15 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบพัสดุ
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ทั้งหมดไว้โดยครบถ้วนแล้ว
งวดที่ 2 เป็นจำนวนร้อยละ 15 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบพัสดุ
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ทั้งหมดไว้โดยครบถ้วนแล้ว
งวดที่ 3 เป็นจำนวนร้อยละ 15 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบพัสดุ
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ทั้งหมดไว้โดยครบถ้วนแล้ว
งวดที่ 4 เป็นจำนวนร้อยละ 15 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบพัสดุ
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ทั้งหมดไว้โดยครบถ้วนแล้ว
งวดที่ 5 เป็นจำนวนร้อยละ 15 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบพัสดุ
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ทั้งหมดไว้โดยครบถ้วนแล้ว
เงินที่เหลือ เป็นจำนวนร้อยละ 25 จะจ่ายให้ เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบส่งพัสดุ
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย ทั้งหมดไว้โดยครบถ้วนแล้ว

ลงชื่อ ประธานกรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ
ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ ลงชื่อ กรรมการ

11. ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา ผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่มหาวิทยาลัย เป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

12. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

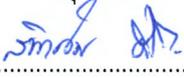
ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ มหาวิทยาลัยฯ จะพิจารณาตัดสินโดยในเกณฑ์ราคา

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ลงชื่อ  ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิชัย ธนะศานวรคุณ)

ลงชื่อ  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์วาทิช หลิมวานิช)

ลงชื่อ  กรรมการ
(นายชัยยุทธ นนทะโคตร)

ลงชื่อ  กรรมการ
(นายสินเดิม ดีโต)

ลงชื่อ  กรรมการ
(นายวิรัตน์ วิสุทธิธาดา)

ลงชื่อ  กรรมการ
(นางสาวสุจิตตรา อินทอง)

ลงชื่อ  กรรมการ
(นายอาทิตย์ วรรณเวก)

ลงชื่อ  ประธานกรรมการ ลงชื่อ  กรรมการ ลงชื่อ  กรรมการ
ลงชื่อ  กรรมการ ลงชื่อ  กรรมการ ลงชื่อ  กรรมการ ลงชื่อ  กรรมการ