

ร่างขอบเขตของงาน  
สำหรับการจัดซื้อครุภัณฑ์ ชุดฝึกอบรมการขนส่งและการควบคุมรถไฟฟ้ความเร็วสูง  
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา  
จำนวน ๑ ชุด

---

**๑.ความเป็นมา**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ได้มีโครงการจัดตั้งสถาบันระบบรางแห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (RAIL SYSTEM INSTITUTE OF RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ISAN อักษรย่อภาษาอังกฤษ RSI RMUTI ) และศูนย์วิจัยและฝึกอบรมระบบขนส่งทางรางเพื่อตอบสนองนโยบายที่สำคัญของประเทศ ทั้งสองหน่วยงานดังกล่าวข้างต้นเป็นหน่วยงานที่มีวัตถุประสงค์หลักคือผลิตบุคลากรและบริการด้านระบบขนส่งทางรางทั้งภายในประเทศไทยและต่างประเทศ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีครุภัณฑ์การศึกษาที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการเรียนการสอนระดับช่างเทคนิคและวิศวกร รวมทั้งการฝึกอบรมและทำงานวิจัย

ดังนั้นเพื่อให้การผลิตบุคลากรและบริการวิชาการ รวมทั้งการทำวิจัยเกี่ยวกับระบบขนส่งทางรางสำเร็จและบรรลุวัตถุประสงค์ตามนโยบายของรัฐบาล โครงการจัดตั้งสถาบันระบบรางแห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน และศูนย์วิจัยและฝึกอบรมระบบขนส่งทางรางแห่ง มทร. อีสาน ได้พิจารณาแล้วเห็นว่ามีความจำเป็นต้องจัดหาครุภัณฑ์ สื่อการสอน เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอน การฝึกอบรม และการวิจัย เกี่ยวกับระบบการขนส่งทางราง ชุดฝึกอบรมการขนส่งและการควบคุมความเร็วสูง เป็นชุดปฏิบัติการทางเทคโนโลยีระบบขนส่งทางราง ที่มุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับรถไฟฟ้ความเร็วสูงที่จะเกิดขึ้นในประเทศไทยโดยเฉพาะ เพื่อรองรับความต้องการบุคลากรสนับสนุนในอนาคต สามารถให้ความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ด้านการบริหารจัดการระบบ การจัดการเดินรถ ระบบอาณัติสัญญาณและระบบทางเทคนิคอื่นๆ

**๒.วัตถุประสงค์/ความจำเป็น**

๒.๑ เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัย ในการจัดตั้งสถาบันการbinแห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน เตรียมพร้อมสำหรับเปิดหลักสูตรอบรมระบบขนส่งทางรางทั้งหลักสูตรระยะสั้น หลักสูตร ช่างเทคนิคขนส่งทางราง หลักสูตรช่างซ่อมบำรุงไฟ้ระบบราง ในบทเรียนภาคปฏิบัติเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมการขนส่งและการควบคุมรถไฟฟ้ความเร็วสูง เพื่อศึกษาการควบคุมระบบการเดินรถ อุปกรณ์อาณัติสัญญาณที่ใช้ในระบบราง

๒.๒ เพื่อให้สามารถเข้าใจเกี่ยวกับระบบขนส่งทางรางได้อย่างถูกต้อง อุปกรณ์ต่างที่ใช้ในการจัดการเดินรถ องค์ประกอบต่างๆที่อยู่ในรถไฟและเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหา ที่เกิดขึ้นได้

๒.๓ เพื่อตอบสนองความต้องการเกี่ยวกับสาขาระบบขนส่งทางราง โดยนักศึกษาจะต้องฝึกปฏิบัติการเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เกิดทักษะ และมีประสบการณ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีชุดฝึกปฏิบัติระบบขนส่งและการควบคุมรถไฟความเร็วสูง เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปพัฒนาการทำงานเพื่อพัฒนาประเทศต่อไป

### ๓. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย

๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลัง กำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงาน และได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ถูกทำงานของ หน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ทำงานเป็นหุ้นส่วน ผู้จัดการ กรรมการ ผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหาร พัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๓.๗ เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคา อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชภัฏวชิรญาณ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่าง เป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับบทโทษหรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่น ข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

๓.๑๑ ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วย อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

๓.๑๒ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่ายหรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ ครบถ้วนในสาระสำคัญ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

๓.๑๓ ผู้ยื่นเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคารเว้นแต่การจ่ายเงินแต่ ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาท คู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

### ๔.รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

(ตามเอกสารแนบ)

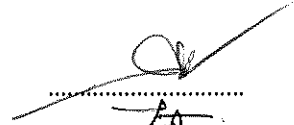
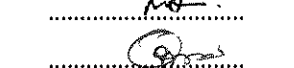

๕.ระยะเวลาดำเนินงาน/ระยะเวลาส่งมอบ ๒๑๐ วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญา

๖.วงเงินงบประมาณในการจัดหา ๔๘,๐๐๐,๐๐๐ บาท

๗.หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือก เกณฑ์ราคา

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

- |               |                 |                     |
|---------------|-----------------|---------------------|
| ๑. นายกัมปนาท | ถ่ายสูงเนิน     | ประธานกรรมการ       |
| ๒. นายไพรัชต์ | ดิฐคุณารักษ์กุล | กรรมการ             |
| ๓. นายอำพล    | ทันไชย          | กรรมการและเลขานุการ |

  
.....  
  
.....  
  
.....

ลงชื่อ ..... (ผู้อนุมัติ)

(..... ผศ. พงศ์พร สาทรา .....)

ตำแหน่ง ..รองอธิการบดีฝ่ายส่งเสริมและพัฒนากิจการมหาวิทยาลัย

รักษาราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

20 ก.พ. 2562

**รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ สำหรับการจัดซื้อ  
ชุดฝึกอบรมขนส่งและการควบคุมรถไฟความเร็วสูง ตำบลในเมือง  
อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๑ ชุด**

**๑. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ**

**๑. ชุดระบบบริหารจัดการควบคุมการเดินรถ ในชุดประกอบด้วย**

**๑.๑ ชุดฝึกการเดินรถไฟฟ้า**

**๑.๑.๑ รายละเอียดทั่วไป**

ชุดฝึกควบคุมรถไฟด้วยระบบอัตโนมัติ เพื่อทำการขนส่ง สอนงานและการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาการขนส่งรถไฟในอนาคต ได้จัดทำชุดจำลองแบบครบวงจรทำงานด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตหรืออื่นๆ สำหรับฝึกอบรมการสอนและสร้างระบบขนส่งมวลชนที่ใช้เป็นเครือข่ายพื้นฐานในสิ่งแวดล้อมที่เหมือนกัน

**๑.๑.๒ รายละเอียดทางเทคนิค**

๑.๑.๒.๑ ขนาด ชุดทดลองโดยรวมมีขนาดไม่น้อยกว่า ๔ เมตร x ๘ เมตร x ๐.๗ เมตร (กว้างxยาวxสูง)

๑.๑.๒.๒ แบบจำลองแผ่นทราย

เป็นแบบจำลองแผ่นทรายที่ใช้โครงเหล็กเบาหรือวัสดุอื่นๆ เป็นส่วนประกอบ ทำให้โครงสร้างแข็งแรงและไม่เปลี่ยนรูปร่างอีกทั้งยังไม่เป็นสนิม ขอบทั้งสี่ด้านใช้แผ่นเหล็กกริดเย็นหรือวัสดุอื่นๆ ในการปิดผนึก ชั้นฐานถนนทำจากบอร์ดหรือวัสดุอื่นๆ ที่มีคุณภาพสูง ใช้สีทนไฟคุณภาพสูง เส้นทางการทำในอัตราส่วน ๑:๘๗ มีสถานีรถไฟทั้งหมดไม่น้อยกว่า ๗ สถานีหรือดีกว่า

๑.๑.๒.๓ แบบจำลองภูเขาและน้ำ มีต้นไม้ท่อนไม้และวัสดุสีเขียว และมี อาคาร ตึก รถ สวนสาธารณะ แม่น้ำ และอื่น ๆ

๑.๑.๒.๔ เครื่องให้สัญญาณมีขนาด ๑:๘๗ ใช้หลอด LED สามารถเลือกให้สว่างทั้งหมดหรือสว่างเฉพาะจุดก็ได้ไฟของเครื่องให้สัญญาณสามารถเลือกเปิดหรือปิดได้

๑.๑.๒.๕ โมเดลรถไฟมีขนาด ๑:๘๗ พร้อมกับโบกี้ ด้านนอกโมเดลรถไฟขนาด ๑:๘๗ ทุกๆ ขบวนของโมเดลรถไฟใช้แบตเตอรี่ให้พลังงานหรือแบบที่ใช้พลังงานผ่านระบบราง มีระบบรายงานข้อมูลในเรื่องความเร็ว ระยะทาง หรือดีกว่าได้

๑.๑.๒.๖ ระบบควบคุมมีศูนย์ควบคุมแบบเรียลไทม์กับการจำลองรูปแบบการสื่อสารของโมเดลรถไฟ หรือดีกว่า

๑.๑.๒.๗ รูปแบบระบบการตรวจสอบตำแหน่งของรถ อยู่ด้านล่าง หรือ ด้านข้างของรถไฟจำลองหรือตรวจสอบจากรางรถไฟ เพื่อใช้ตรวจจับตำแหน่งของยานพาหนะได้

๑.๑.๒.๘ คอมพิวเตอร์ประมวลผล จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๑.๑.๒.๘.๑ มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๔ แกนหลัก (๔ Core) จำนวน

๑ หน่วย มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า ๖ MB

มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๓.๐ GHz

๑.๑.๒.๘.๒ มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือดีกว่า ดังนี้

๑) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB

๒) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางแบบGraphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB

- ก) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB
- ๑.๑.๒.๘.๓ มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๔ GB
- ๑.๑.๒.๘.๔ มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือ ดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑๒๐ GB จำนวน ๑ หน่วย
- ๑.๑.๒.๘.๕ มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย
- ๑.๑.๒.๘.๖ มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐ Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
- ๑.๑.๒.๘.๗ มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB ๒.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง
- ๑.๑.๒.๘.๘ มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- ๑.๑.๒.๘.๙ มีจอภาพแบบ LED หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า ๖๐๐ : ๑ และมีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๙ นิ้ว จำนวน ๑ หน่วย
- ๑.๑.๒.๘.๑๐ ซอฟต์แวร์ป้องกันและกู้คืนระบบปฏิบัติการ
- ๑) สามารถกู้คืน (Recovery) ระบบปฏิบัติการ และข้อมูลใน ฮาร์ดดิสก์ เมื่อเครื่องไม่สามารถ เปิดใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถเรียกคืน จุด Restore point ได้ ๒ จุด เป็นอย่างน้อย
  - ๒) สามารถ update จุด restore point ได้ โดยการ update จุด restore point ต้องไม่ทำให้เครื่อง restart และสามารถ update ก็ครั้งก็ได้
  - ๓) การ update จุด restore ต้องไม่สร้าง file อิมเมจ ใน hard disk หรือสื่ออื่นๆ ในการใช้ restore
  - ๔) ใช้เทคโนโลยี Zero buffer จึงไม่เกิดปัญหาว่าเครื่องรีสตาร์ทเองเมื่อใช้ไปนานๆ เหมาะสำหรับการใช้งานที่ไม่ต้องการเรียกคืนระบบบ่อยๆ
  - ๕) กรณีที่ต้องการติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม สามารถทำการอัปเดตได้โดยไม่ต้องใช้โหมดการทำงานเอง ให้ยุ่งยากและไม่ต้องรอเครื่องรีสตาร์ทให้เสียเวลา
  - ๖) เลือกวิธีการเรียกข้อมูลกลับคืนมาได้ทั้งแบบกำหนดหรือแบบอัตโนมัติ เช่น ทุกครั้งที่เปิดเครื่อง, ทุกวันเมื่อปิดเครื่องและทุกเวลาใดในแต่วัน
  - ๗) ในกรณีที่ต้องการแบ่ง Partition แต่ไม่ได้ทำไว้ก่อนสามารถแบ่ง Partition สำรองได้ในขั้นตอนการติดตั้งได้เลย ช่วยประหยัดเวลาไม่ต้องลงวินโดวใหม่
  - ๘) มีไบออสตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต เพื่อบริการหลังการขายมายืนยัน
- ๑.๑.๒.๙ เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)
- ๑.๑.๒.๙.๑ มีกำลังไฟฟ้านอกไม่น้อยกว่า ๑ kVa (๖๐๐ Watts)
  - ๑.๑.๒.๙.๒ สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า ๑๕ นาที
- ๑.๑.๒.๑๐ ระบบจัดการ การทำงาน Workbench มีขนาดไม่น้อยกว่า ๖๐๐ x ๑,๒๐๐ x ๗๕๐ มิลลิเมตร.(กว้างxยาวxสูง) หรือดีกว่า
- ๑.๑.๒.๑๑ สวิตช์เครือข่าย
- ๑.๑.๒.๑๒ สายเชื่อมต่อการเดินสายไฟ ใช้สายเคเบิลที่มาพร้อมกับระบบเดินสายไฟ กล่องกระจาย อุปกรณ์อื่นๆ และสายไฟรวม

### ๑.๑.๓ รายละเอียดอื่นๆ

- ๑.๑.๓.๑ รับประกันหลังการส่งมอบและบริการหลังการขาย โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ จำนวน ๑ ปี
- ๑.๑.๓.๒ ต้องจัดให้มีการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญให้กับบุคลากร
- ๑.๑.๓.๓ มีคู่มือการใช้งาน จำนวน ๑ ชุด

## ๒. ชุดฝึกควบคุมรถไฟด้วยระบบอัตโนมัติ

### ๒.๑ รายละเอียดทั่วไป

อุปกรณ์ควบคุมสัญญาณจากส่วนกลาง สำหรับควบคุมการเคลื่อนไหวจัดการเทคโนโลยีและอุปกรณ์ โดยการกระจายสัญญาณจากศูนย์โดยศูนย์สัญญาณจะควบคุมจากส่วนกลางไปยังทุกสถานี สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานโดยรถไฟทุกสถานีได้อย่างอิสระ และสามารถควบคุมอุปกรณ์รถไฟ ของแต่ละสถานี ระบบเดินรถไฟโดยอัตโนมัติประสานงานและการแบ่งงานระหว่างเส้นทางรถไฟและการแบ่งเส้นทางควบคุมอัตโนมัติระบบจัดการตารางการเดินรถด้วยตนเองแบบแยกส่วน

### ๒.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

#### ๒.๒.๑ ศูนย์การทำงาน CTC

- ฐานทำงาน : มีขนาดไม่น้อยกว่า ๒,๔๐๐x๖๐๐x๗๕๐ มิลลิเมตร (กว้างxยาวxสูง) โดยโต๊ะมีโครงสร้างแข็งแรง หรือเป็นแบบควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์แบบแยกส่วน

๒.๒.๒ ชุดสายเคเบิลและสายไฟระบบใช้สายที่ประกอบด้วยสายเคเบิลที่ใช้ในระบบ, เดินสายไฟ, กล่องแจกจ่าย, อุปกรณ์อื่นๆ เป็นตามมาตรฐานผู้ผลิต

๒.๒.๓ ซอฟต์แวร์ใช้สื่อสารเป็นระบบสื่อสารข้อมูลแบบ CTC, การติดต่อสื่อสาร, การจัดลำดับข้อมูล และอื่นๆ

๒.๒.๔ ซอฟต์แวร์จะแสดงเวลา, แสดงช่วงระยะ, แสดงสถานะการทำงาน, สามารถเรียกใช้แผนภาพ, แก้ไขได้ การอนุมัติตามแผน, วางแผนเกี่ยวกับแผนภาพและฟังก์ชันอื่นๆ หรือดีกว่า

๒.๒.๕ ระบบช่วยปรับแต่งจะแสดงคำสั่งสถานี,แบ่งการจัดการสถานี,แสดงสถานีทั้งหมด,สถานีควบคุมสถานีอิสระ, และการแบ่งงานแสดงสถานการณดำเนินงานและฟังก์ชันอื่นๆ

๒.๒.๖ ระบบหน้าจอใหญ่ การแสดงผลแบบเต็มหน้าจอ,ติดตามรถไฟ,สถานีและการตรวจสอบสถานะช่วงเวลาและหน้าที่อื่น ๆ

๒.๒.๗ ซอฟต์แวร์ มีหน้าที่รับแผนการจัดการตารางเวลา, รับการดำเนินงานโดยตรง,ติดตามการทำงานของรถไฟ, เพิ่มข้อมูลการดำเนินงานได้, ส่งงานไปยังระบบจำลองการเชื่อมต่อ

๒.๒.๘ ระบบสถานีบริการปลายทางมีหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูล,รายงานการทำงานอัตโนมัติของรถไฟได้

๒.๒.๙ คอมพิวเตอร์ประมวลผล จำนวน ๒ ชุด ประกอบด้วย

๒.๒.๙.๑ มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๔ แกนหลัก (๔ Core) จำนวน ๑ หน่วย มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า ๖ MB มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๓.๐ GHz

๒.๒.๙.๒ มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้  
๑) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๒) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่ น้อยกว่า ๒ GB

๓) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB

- ๒.๒.๙.๓ มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๔ GB
- ๒.๒.๙.๔ มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือ ดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑๒๐ GB จำนวน ๑ หน่วย
- ๒.๒.๙.๕ มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย
- ๒.๒.๙.๖ มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐ Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
- ๒.๒.๙.๗ มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB ๒.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง
- ๒.๒.๙.๘ มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- ๒.๒.๙.๙ มีจอภาพแบบ LED หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า ๖๐๐ : ๑ และมีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๙ นิ้ว จำนวน ๑ หน่วย
- ๒.๒.๙.๑๐ซอฟต์แวร์ป้องกันและกู้คืนระบบปฏิบัติการ

- ๑. สามารถกู้คืน (Recovery) ระบบปฏิบัติการ และข้อมูลใน ฮาร์ดดิสก์ เมื่อเครื่องไม่สามารถเปิดใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถเรียกคืน จุด Restore point ได้ ๒ จุด เป็นอย่างน้อย
- ๒. สามารถ update จุด restore point ได้ โดยการ update จุด restore point ต้องไม่ทำให้เครื่อง restart และสามารถ update ก็ครั้งก็ได้
- ๓. การ update จุด restore ต้องไม่สร้าง file อิมเมจ ใน hard disk หรือ สื่ออื่นๆ ในการใช้ restore
- ๔. ใช้เทคโนโลยี Zero buffer จึงไม่เกิดปัญหาว่าเครื่องรีสตาร์ทเองเมื่อใช้ไปนานๆ เหมาะสำหรับการใช้งานที่ไม่ต้องการเรียกคืนระบบบ่อยๆ
- ๕. กรณีที่ต้องการติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม สามารถทำการอัปเดตได้โดยไม่ต้องใช้โหมดการทำงานเอง ให้ง่ายและไม่ต้องรอเครื่องรีสตาร์ทให้เสียเวลา
- ๖. เลือกวิธีการเรียกข้อมูลกลับคืนมาได้ทั้งแบบกำหนดหรือแบบอัตโนมัติ เช่น ทุกครั้งที่เปิดเครื่อง, ทุกวันเมื่อปิดเครื่องและทุกเวลาใดในแต่ละวัน
- ๗. ในกรณีที่ต้องการแบ่ง Partition แต่ไม่ได้ทำไว้ก่อนสามารถแบ่ง Partition สำรองได้ในขั้นตอนการติดตั้งได้เลย ช่วยประหยัดเวลาไม่ต้องลงวินโดวใหม่
- ๘. โดยมีใบแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต เพื่อบริการหลังการขายมายืนยัน

#### ๒.๒.๑๐ เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)

- ๑. มีกำลังไฟฟ้านอกไม่น้อยกว่า ๑ kVa (๖๐๐ Watts)
  - ๒. สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า ๑๕ นาที
- #### ๒.๒.๑๑ โต๊ะคอมพิวเตอร์ จำนวน ๑ ชุด
- ๑. ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒๐x๖๐x๗๕ เซนติเมตร
  - ๒. มีลิ้นชัก ๒ ลิ้นชัก ด้านขวา หรือดีกว่า
- #### ๒.๒.๑๒ เก้าอี้จำนวน ๒ ชุด
- ๑. ขนาดไม่น้อยกว่า ๖๐x๖๕x๘๖ เซนติเมตร
  - ๒. มีใช้ปรับระดับ สูง-ต่ำ ได้
  - ๓. ขาเหล็กชุบโครเมียม
  - ๔. มีที่พนักแขน
  - ๕. เบาะ เป็นวัสดุ PVC สีดำ

### ๒.๓ รายละเอียดอื่นๆ

- ๒.๓.๑ รับประกันหลังการส่งมอบและบริการหลังการขาย โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ จำนวน ๑ ปี
- ๒.๓.๒ ต้องจัดให้มีการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญให้กับบุคลากร
- ๒.๓.๓ มีคู่มือการใช้งาน จำนวน ๑ ชุด

### ๓. ชุดฝึกเรียนรู้ระบบการทำงานแพนโทกราฟจำลองจำนวน ๑ ชุด

#### ๓.๑ รายละเอียดทั่วไป

- ๓.๑.๑ เป็นชุดฝึกจำลองมีขนาด ๑:๑ หรือ ๑:๒ หรือดีกว่าสำหรับให้นักศึกษาเรียนรู้ระบบการทำงานและส่วนประกอบต่างๆของแพนโทกราฟแบบแขนเดี่ยวได้
- ๓.๑.๒ ชุดฝึกใช้ระบบนิวแมติกส์ในการขับเคลื่อนการทำงานของตัวแขนแพนโทกราฟ

#### ๓.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

- ๓.๒.๑ ชุดฝึกเรียนรู้ระบบการทำงานแพนโทกราฟจำลอง มีฟังก์ชันหลักๆ ดังนี้หรือดีกว่า
  - ๓.๒.๑.๑ ลักษณะแพนโทกราฟแบบแขนเดี่ยวและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ
  - ๓.๒.๑.๒ การยกขึ้นและการยกลงของแพนโทกราฟตามเงื่อนไขปกติได้
  - ๓.๒.๑.๓ ใช้แรงดันกระแสไฟ เพื่อควบคุมการจ่ายแหล่งจ่ายไฟให้กับแพนโทกราฟ
- ๓.๒.๒ คอนโทรลควบคุมระบบไฟฟ้า จำนวน ๑ ชุด
  - ๓.๒.๒.๑ คอนโทรลควบคุมระบบไฟฟ้าทำด้วยแผ่นหลักที่มีความหนาไม่น้อยกว่า ๑ มิลลิเมตร และทาหรือพ่นสีหรือดีกว่า
  - ๓.๒.๒.๒ ตู้คอนโทรลควบคุมไฟฟ้าภายในมีวงจรและอุปกรณ์ควบคุมแพนโทกราฟได้
  - ๓.๒.๒.๓ มีชุดควบคุมวาล์วลมไฟฟ้า
- ๓.๒.๓ คอมพิวเตอร์ประมวลผล จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย
  - ๓.๒.๓.๑ มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๔ แกนหลัก (๔ Core) จำนวน ๑ หน่วย มีหน่วยความจำแบบCache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า ๖ MB มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๓.๐ GHz
  - ๓.๒.๓.๒ มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
    - ๑) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB
    - ๒) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ
    - ๓) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB
  - ๓.๒.๓.๓ มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๔ GB
  - ๓.๒.๓.๔ มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือ ดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑๒๐ GB จำนวน ๑ หน่วย
  - ๓.๒.๓.๕ มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย
  - ๓.๒.๓.๖ มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐ Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
  - ๓.๒.๓.๗ มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB ๒.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง
  - ๓.๒.๓.๘ มีแป้นพิมพ์และเมาส์



๓.๒.๓.๔ มีจอภาพแบบ LED หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า ๖๐๐ : ๑ และมีขนาด ไม่น้อยกว่า ๑๙ นิ้ว จำนวน ๑ หน่วย

๓.๒.๓.๑๐ซอฟต์แวร์ป้องกันและกู้คืนระบบปฏิบัติการ

- ๑) สามารถกู้คืน (Recovery) ระบบปฏิบัติการ และข้อมูลใน ฮาร์ดดิสก์ เมื่อเครื่อง ไม่สามารถเปิดใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถเรียกคืน จุด Restore point ได้ ๒ จุด เป็นอย่างน้อย
- ๒) สามารถ update จุด restore point ได้ โดยการ update จุด restore point ต้องไม่ทำให้เครื่อง restart และสามารถ update ก็ครั้งก็ได้
- ๓) การ update จุด restore ต้องไม่สร้าง file อิมเมจ ใน hard disk หรือ สื่ออื่นๆ ในการใช้ restore
- ๔) ใช้เทคโนโลยี Zero buffer จึงไม่เกิดปัญหาว่าเครื่องรีสตาร์ทเองเมื่อใช้ไปนานๆ เหมาะสำหรับการใช้งานที่ไม่ต้องการเรียกคืนระบบบ่อยๆ
- ๕) กรณีที่ต้องการติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม สามารถทำการอัปเดตได้โดยไม่ต้องใช้ โหมดการทำงานเองให้ยุ่งยากและไม่ต้องรอเครื่องรีสตาร์ทให้เสียเวลา
- ๖) เลือกวิธีการเรียกข้อมูลกลับคืนมาได้ทั้งแบบกำหนดหรือแบบอัตโนมัติ เช่น ทุกครั้งที่เปิดเครื่อง, ทุกวันเมื่อปิดเครื่องและทุกเวลาใดในแต่ละวัน
- ๗) ในกรณีที่ต้องการแบ่ง Partition แต่ไม่ได้ทำไว้ก่อนสามารถแบ่ง Partition สำรองได้ในขั้นตอนการติดตั้งได้เลย ช่วยประหยัดเวลาไม่ต้องลงวินโดวใหม่
- ๘) โดยมีใบแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต เพื่อบริการหลังการขายมายืนยัน

๓.๒.๓.๑๑ เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)

- ๓.๒.๓.๑๑.๑ มีกำลังไฟฟ้านอกไม่น้อยกว่า ๑ kVa (๖๐๐ Watts)
- ๓.๒.๓.๑๑.๒ สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า ๑๕ นาที

๓.๒.๔ แพนโทกราฟ จำนวน ๑ ชุด

- ๓.๒.๔.๑ อัตราส่วนของชุดฝึกแพนโทกราฟ ๑ : ๒ เมื่อเทียบกับของจริงหรือมากกว่า
- ๓.๒.๔.๒ โครงสร้างแพนโทกราฟแบบแขนเดี่ยวทำจากเหล็กและจำลองส่วนต่างๆ เสมือนจริง เคลือบผิวด้วยสีหรืออื่นๆที่ดีกว่า
- ๓.๒.๔.๓ ติดตั้งอุปกรณ์ต่อลมจากภายนอกและอุปกรณ์ทำงาน

๓.๒.๕ ชุดหม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูงจำลอง จำนวน ๑ ชุด

๓.๒.๖ กราวด์ตั้งสวิตซ์ไฟฟ้าแรงดันสูงจำลอง จำนวน ๑ ชุด

๓.๒.๗ มีเครื่องปั๊มลม จำนวน ๑ ตัว

- ๓.๒.๗.๑ ปั๊มลมพร้อมมอเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า ๑/๒ HP (๓๕๐W)
- ๓.๒.๗.๒ สร้างแรงดันได้ไม่น้อยกว่า ๙๐ Psi หรือไม่น้อยกว่า ๖ บาร์
- ๓.๒.๗.๓ ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๕ L
- ๓.๒.๗.๔ ใช้ไฟฟ้า AC ๒๒๐V

๓.๓ รายละเอียดอื่นๆ

- ๓.๓.๑. รับประกันหลังการส่งมอบและบริการหลังการขาย โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ จำนวน ๑ ปี
- ๓.๓.๒. ต้องจัดให้มีการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญให้กับบุคลากร
- ๓.๓.๓. มีคู่มือการใช้งาน จำนวน ๑ ชุด

#### ๔. ชุดฝึกระบบขับเคลื่อนรถไฟ

##### ๔.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์การฝึกจัดการแบบจำลองการขับเคลื่อนรถไฟและทฤษฎีการควบคุมรถไฟ, ใช้คอมพิวเตอร์กราฟิก จำลองระบบควบคุมการขับเคลื่อน, ระบบการจำลองภาพ, ระบบจำลองเสียง และระบบการจำลองการทำงานของรถไฟ

##### ๔.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

๔.๒.๑ ระบบปฏิบัติการประกอบด้วยคอนโซลและหน้าจอแสดงผล ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐ นิ้ว

๔.๒.๒ ระบบภาพที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างภาพจำลองการวิ่งของรถไฟ

๔.๒.๓ ชุดรถไฟหัวรถจักรและตู้เบรกเกอร์, สวิตช์และอุปกรณ์เสมือนจริง

๔.๒.๔ ระบบจำลองเสียงสามารถเลียนแบบเสียงของรถไฟเมื่อใช้งานในสภาพจริง

๔.๒.๕ ระบบการจำลองการทำงานของรถไฟเป็นดำเนินงานในรูปแบบการควบคุมรถไฟ  
การจำลองอุปสรรคต่างๆ ที่เสมือนจริง

๔.๒.๖ มีสวิตช์ที่สามารถควบคุมการ เปิดและปิดของอุปกรณ์ในการฝึกอบรมได้

๔.๒.๗ คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมมีการติดตั้งซอฟต์แวร์จำลองการควบคุมระบบที่สอดคล้องกับการ  
จำลองและควบคุมการทำงานของรถไฟ

##### ๔.๓ รายละเอียดอื่น ๆ

๔.๓.๑ รับประกันหลังการส่งมอบและบริการหลังการขาย โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ จำนวน ๑ ปี

๔.๓.๒ ต้องจัดให้มีการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญให้กับบุคลากร

๔.๓.๓ มีคู่มือการใช้งาน จำนวน ๑ ชุด

#### ๕. ชุดฝึกระบบแปลงพลังงานไฟฟ้าในระบบรถไฟ

๕.๑ ชุดฝึกระบบแปลงพลังงานไฟฟ้าในระบบรถไฟ จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

##### ๕.๑.๑ รายละเอียดทั่วไป

๕.๑.๑.๑ เป็นชุดสาธิตจำลองระบบจ่ายไฟรถไฟ เพื่อให้นักศึกษาฝึกเรียนรู้ส่วนประกอบต่าง ๆ  
ของระบบจ่ายไฟรถไฟ

๕.๑.๑.๓ มีระบบไฟฟ้าจำลองการทำงานของระบบจ่ายไฟรถไฟ

##### ๕.๑.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

๕.๑.๒.๑ อุปกรณ์ประกอบระบบจ่ายไฟรถไฟ ประกอบด้วย Bulk substation,  
Traction substation, Service substation

๕.๒ ชุดสาธิตจำลองเรกติไฟเออร์ จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

##### ๕.๒.๑. รายละเอียดทั่วไป

๕.๒.๑.๑ ชุดสาธิตจำลองระบบแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับจ่าย  
รถไฟในระบบไฟฟ้ากระแสตรง

๕.๒.๑.๒ มีระบบไฟฟ้าจำลองการทำงานของระบบเรกติไฟเออร์

##### ๕.๒.๒. รายละเอียดทางเทคนิค

๕.๒.๒.๑ DC Traction substation ประกอบด้วย หม้อแปลง, Rectifier, Main contactor,  
voltage transformer และอุปกรณ์ตรวจวัดอื่นๆ ในสถานีจ่ายไฟ

๕.๒.๒.๒ Rectifier ประกอบด้วย วงจรแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง,  
DC switchgear อุปกรณ์วัดกระแสและแรงดันจ่ายรถไฟอื่นๆ ที่อยู่ในสถานีจ่ายไฟ

๕.๓ ชุดสาธิตระบบจ่ายไฟเหนือศีรษะ จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๕.๓.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดฝึกปฏิบัติงานระบบจ่ายไฟรถไฟสำหรับช่างเทคนิคควบคุมระบบขนส่งทางรางสำหรับการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติการซ่อมบำรุงงานทางด้านระบบไฟฟ้ารถไฟหรือรถไฟความเร็วสูง ประกอบด้วย อุปกรณ์จ่ายไฟแบบเหนือศีรษะ สำหรับสาธิตการเรียนรู้ อุปกรณ์จ่ายไฟแบบเหนือศีรษะ ได้

๕.๓.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

เป็นอุปกรณ์ประกอบระบบจ่ายไฟของจริงที่ใช้ร่วมกับระบบจ่ายไฟแบบเหนือศีรษะ จำนวน ๑ เสา ที่มีขนาดส่วนสูงสัมพันธ์กับอุปกรณ์รับไฟเหนือศีรษะบนขบวนรถ ประกอบด้วย

๕.๓.๒.๑ สายส่งไฟฟ้าจำลอง (Power feeding wire) ประกอบด้วย Contact wire, Catenary wire) Parallel return wire

๕.๓.๒.๒ มี Contact wire ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า ๑ เมตร ที่ปลายทั้งสองข้างตามแบบสายส่งชนิด EN๕๐๑๔๙

๕.๓.๒.๓ มีเท้าแขนประกอบกับฉนวนและ Catenary wire support เป็นไปตามมาตรฐานหรือเทียบเท่า ไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๕.๓.๒.๔ มีเท้าแขนหลัก (Main Cantilever) ไม่น้อยกว่า ๑ ชุด เป็นแบบแท่งกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๖๐ เซนติเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า ๒๑๐ เซนติเมตร และมีรูสำหรับร้อยสลักยึดฉนวน

๕.๓.๒.๕ มีเสาตั้งชุดจ่ายไฟตามแบบของระบบจ่ายไฟเหนือศีรษะสูงไม่น้อยกว่า ๒.๕ เมตร ไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๕.๓.๒.๖ มี Bracket พร้อม Swival ยึดฉนวนด้วยสลักพร้อมอุปกรณ์ยึดเสา ไม่น้อยกว่า ๒ ชุด

๕.๓.๒.๗ มีเสายึด Swival ยึดเท้าแขนกับเสาตั้ง ไม่น้อยกว่า ๒ ชุด

๕.๓.๒.๘ มี Insulator clamp ยึดฉนวนกับเท้าแขน ไม่น้อยกว่า ๔ อัน และสลักไม่น้อยกว่า ๒ อัน

๕.๓.๒.๙ มีห่วงจับยึดเท้าแขนและแกนยึดต่างๆ สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เสาจ่ายไฟครบถ้วน

๕.๓.๒.๑๐ มี Registration arm แบบปลายห่วยสูง ขนาดไม่น้อยกว่า ๔๘ เซนติเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า ๑๙๐ เซนติเมตร

๕.๓.๒.๑๑ มีแกนยึด Registration arm แบบมีห่วงที่ปลาย ไม่น้อยกว่า ๑ ตัว

๕.๓.๒.๑๒ มี Steady arm support ปรับระยะสาย Contact wire จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชิ้น

๕.๓.๒.๑๓ มี Contact wire clamp สำหรับยึด Contact wire แบบ EN๕๐๑๔๙ จำนวน ๑ ชิ้น

๕.๓.๒.๑๔ มี Catenary wire support แบบ ๒ ชั้น ประกอบด้วยส่วนล่างมีห่วงสำหรับยึด Dropper จำนวน ๑ ชิ้น

๕.๓.๒.๑๕ มี Contact wire dropper สำหรับสาธิตการแขวน Contact wire จำนวน ๑ ชุด

๕.๓.๒.๑๖ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์เช็คระบบไฟฟ้า จำนวน ๑ เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า

- หน้าจอแสดงผล LCD ขนาดสูงสุด ๒,๐๐๐ Counts หรือดีกว่า
- สามารถคงค่าข้อมูลบนจอแสดงผลและปิดเครื่องอัตโนมัติ
- ย่านการวัดแบบแมนนวลและมีระบบป้องกันโหลดเกินทุกย่านการวัด
- สามารถวัดความต้านทานได้ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ MΩ
- ย่านการวัดความจุไฟฟ้าได้ ๒๐๐pF/๒nF/๒๐nF/๒๐๐nF/๒๐μF/๒๐๐μF
- ความเที่ยงตรง ± ๒.๕%+๑๕หรือดีกว่า
- สามารถวัดความถี่ได้ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ kHz ความเที่ยงตรง ± ๑.๕%+๑๐ หรือดีกว่า
- มีย่านการวัดอุณหภูมิ -๒๐°C – ๑๐๐๐°C ความเที่ยงตรง ± ๒.๐%+๓ หรือดีกว่า

- มีฟังก์ชันการทดสอบไดโอด,ทรานซิสเตอร์ และความต่อเนื่อง (Continuity check)

- ๕.๓.๓ รายละเอียดอื่นๆ
  - ๕.๓.๓.๑ ต้องมีการติดตั้งและอบรมการใช้งาน
  - ๕.๓.๓.๒ มีคู่มือการใช้งาน

## ๖. ชุดปฏิบัติการ การทำงานและการควบคุมมอเตอร์ AC และ DC

### ๖.๑ รายละเอียดทั่วไป

- ๖.๑.๑ ชุดฝึกการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง-สลับที่เสนอต้องเป็นชุดฝึกที่ผลิตจากบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน DIN หรือ ISO หรือ มาตรฐานสากล ทางด้านชุดฝึกการศึกษาโดยเฉพาะ (เฉพาะอุปกรณ์ส่วนหลักของชุดฝึก) พร้อมแนบสำเนาเอกสาร รับรองมาตรฐานจากบริษัทผู้ผลิตในเอกสารประกวดราคาเพื่อประกอบการพิจารณา
- ๖.๑.๒ ชุดฝึกมีเนื้อหาการเรียนรู้เกี่ยวกับ DC Drive, AC Drive, VoltperHertzCharacteristics, Remote Controls ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า
- ๖.๑.๓ ชุดฝึกมีลักษณะเป็นโมดูลสามารถใช้กับระบบไฟ ๓ เฟส ๔ สาย ๒๒๐/๓๘๐ โวลท์ ๕๐Hz ได้เป็นอย่างดี และมีใบงาน ประกอบการทดลองอย่างเป็นขั้นตอนเหมาะสำหรับการศึกษาโดยเฉพาะ

### ๖.๒. รายละเอียดทางเทคนิค

ชุดฝึกการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง-สลับมีรายละเอียดและอุปกรณ์ไม่น้อยกว่าดังนี้

- ๖.๒.๑. เวิร์คสเตชันสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ชุดฝึก จำนวน ๑ ชุด
  - ๖.๒.๑.๑ ขนาดไม่น้อยกว่า ๑,๑๐๐ x ๑,๙๐๐ x ๗๐๐ มิลลิเมตร (กว้างXยาวXสูง) มีลักษณะเป็น A-frame โครงสร้างแข็งแรงทำจากโลหะ พร้อมล้อสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
  - ๖.๒.๑.๒ รองรับการติดตั้งโมดูลอุปกรณ์ชุดฝึก มีลักษณะเป็นรางยึด
- ๖.๒.๒ โมดูลสวิตช์ Push Buttons จำนวน ๒ ชุด
  - ๖.๒.๒.๑ ประกอบด้วยสวิตช์ Push Buttons ขนาด ๔ A ไม่น้อยกว่า ๒ ตัว
  - ๖.๒.๒.๒ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร. อยู่ด้านหน้าโมดูล
  - ๖.๒.๒.๓ มีสัญลักษณ์ของอุปกรณ์แสดงชัดเจน
- ๖.๒.๓ โมดูลสวิตช์ Selector Switches จำนวน ๑ ชุด
  - ๖.๒.๓.๑ ประกอบด้วยสวิตช์ Selector Switches ขนาด ๔ A ไม่น้อยกว่า ๑ ตัว
  - ๖.๒.๓.๒ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล
  - ๖.๒.๓.๓ มีสัญลักษณ์ของอุปกรณ์แสดงชัดเจน
- ๖.๒.๔ โมดูลสวิตช์ Emergency Button จำนวน ๑ ชุด
  - ๖.๒.๔.๑ ประกอบด้วยสวิตช์ Emergency ขนาด ๓ A ไม่น้อยกว่า ๑ ตัว
  - ๖.๒.๔.๒ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล
  - ๖.๒.๔.๓ มีสัญลักษณ์ของอุปกรณ์แสดงชัดเจน
- ๖.๒.๕ โมดูล Pilot Lights จำนวน ๒ ชุด
  - ๖.๒.๕.๑ ประกอบด้วย Pilot Lights ไม่น้อยกว่า ๒ ตัว
  - ๖.๒.๕.๒ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล
  - ๖.๒.๕.๓ มีสัญลักษณ์ของอุปกรณ์แสดงชัดเจน

- ๖.๒.๖ โมดูล Dual Contactors จำนวน ๑ ชุด  
๖.๒.๖.๑ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล  
๖.๒.๖.๒ มีสัญญาณลักษณะของอุปกรณ์แสดงชัดเจน  
๖.๒.๖.๓ มีชุด Fault Switches ไม่น้อยกว่า ๔ จุด
- ๖.๒.๗ โมดูล Lockout จำนวน ๑ ชุด  
๖.๒.๗.๑ เป็นชนิด TPST  
๖.๒.๗.๒ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล
- ๖.๒.๘ ชุด Three-Phase Manual Starter จำนวน ๑ ชุด  
๖.๒.๘.๑ เป็นชนิด TPST  
๖.๒.๘.๒ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล
- ๖.๒.๙ ชุด Contactor จำนวน ๑ ชุด  
๖.๒.๙.๑ เป็นชนิด three-pole contactor  
๖.๒.๙.๒ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล
- ๖.๒.๑๐ ชุด Control Relay จำนวน ๑ ชุด  
๖.๒.๑๐.๑ มี NO contact ๒ ตัว และ NC contact ๒ ตัว  
๖.๒.๑๐.๒ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล
- ๖.๒.๑๑ ชุด Overload Relay จำนวน ๑ ชุด  
๖.๒.๑๑.๑ เป็นชนิด ๓ เฟส  
๖.๒.๑๑.๒ มี NO contact และ NC contact  
๖.๒.๑๑.๓ Overload (๓ Phase) ถึง ๑.๐ A  
๖.๒.๑๑.๔ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล  
๖.๒.๑๑.๖ มีชุด Fault Switches ไม่น้อยกว่า ๔ จุด
- ๖.๒.๑๒ ชุด Time-Delay Relay จำนวน ๑ ตัว  
๖.๒.๑๒.๑ เป็นชนิด multifunction time relay  
๖.๒.๑๒.๒ มีรูปแบบการใช้งานไม่น้อยกว่า ๑๓ ฟังก์ชัน  
๖.๒.๑๒.๓ ย่านการใช้งาน ๐.๐๕ s - ๑๐๐ h หรือดีกว่า  
๖.๒.๑๒.๔ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล
- ๖.๒.๑๓ ชุด Three-Pole Fuse Holder จำนวน ๑ ชุด  
๖.๒.๑๓.๑ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล
- ๖.๒.๑๔ ชุด Control Transformer จำนวน ๑ ชุด  
๖.๒.๑๔.๑ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล
- ๖.๒.๑๕ ชุด Cam Switch จำนวน ๑ ชุด  
๖.๒.๑๕.๑ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล  
๖.๒.๑๕.๒ มีชุด Fault Switches ไม่น้อยกว่า ๓ จุด
- ๖.๒.๑๖ ชุด Inertia Wheel จำนวน ๑ ชุด
- ๖.๒.๑๗ ชุด Starting Resistors จำนวน ๑ ชุด  
๖.๒.๑๗.๑ ประกอบด้วยตัวต้านทานไม่น้อยกว่า ๖ ชุด  
๖.๒.๑๗.๒ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล

- ๖.๒.๑๘ ชุด Brake Motor จำนวน ๑ ชุด
- ๖.๒.๑๘.๑ เป็นชุดเบรคมอเตอร์ชนิด squirrel-cage induction motor
  - ๖.๒.๑๘.๒ มีชุด spring set brake สำหรับ holding และ stopping (fail-safe)
  - ๖.๒.๑๘.๓ คุณสมบัติทางด้านเป็นมอเตอร์ไม่น้อยกว่าดังนี้
    - กำลังเอาต์พุตขนาดไม่น้อยกว่า ๑๘๗ W
    - Stator Voltage (Three-Phase) ขนาด ๓๘๐ V – ๕๐ Hz
    - มีความเร็วรอบสูงสุดไม่น้อยกว่า ๑,๔๐๐ รอบ/นาที
    - มีกระแสขณะ Full-Load ไม่น้อยกว่า ๐.๕ A
  - ๖.๒.๑๘.๔ คุณสมบัติทางด้านเป็น Brake มอเตอร์ไม่น้อยกว่าดังนี้
    - แรงดันใช้งาน ๓๘๐ V – ๕๐ Hz
    - Inrush Current ไม่น้อยกว่า ๑A
    - Holding Current ไม่น้อยกว่า ๐.๐๕ A
- ๖.๒.๑๙ ชุด Soft Starter จำนวน ๑ ชุด
- ๖.๒.๒๐ ชุด AC Power Supply ชนิด ๓ เฟส จำนวน ๑ ชุด
- ๖.๒.๒๑ ชุดสายต่อวงจรแบบ safety banana plugs ขนาด ๔ มิลลิเมตร จำนวน ๑ ชุด
- ๖.๒.๒๒ โมดูล ไดโอดกำลัง จำนวน ๑ ชุด
- ๖.๒.๒๒.๑ ภายในโมดูลประกอบด้วยไดโอด จำนวน ๖ ตัว
  - ๖.๒.๒๒.๒ มีจุดต่อแบบ Safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร อยู่ด้านหน้าโมดูล
- ๖.๒.๒๓ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน ๑ ชุด
- ๖.๒.๒๓.๑ กำลังเอาต์พุตขนาดไม่น้อยกว่า ๑๘๐ วัตต์
  - ๖.๒.๒๓.๒ แรงดันทางด้านArmature ไม่น้อยกว่า ๑๕๐ V dc
  - ๖.๒.๒๓.๓ Full-Load Speed ไม่น้อยกว่า ๑,๗๐๐ r/min
  - ๖.๒.๒๓.๔ Full-Load Current ไม่น้อยกว่า ๑.๓ A
- ๖.๒.๒๔ ชุดโมดูล AC Drive จำนวน ๑ ชุด
- ๖.๒.๒๔.๑ กำลังไฟฟ้า Power output (๓ - phase) ขนาดไม่น้อยกว่า ๔๐๐ W
  - ๖.๒.๒๔.๒ กำลังไฟฟ้า Voltage ๓๘๐-๔๘๐ V
  - ๖.๒.๒๔.๓ ความถี่ (Frequency) ขนาด ๐.๑-๕๘๐ Hz
  - ๖.๒.๒๔.๔ มีช่องสัญญาณดิจิทัลไม่น้อยกว่า ๗ ช่อง
  - ๖.๒.๒๔.๕ มีช่องสัญญาณอนาล็อกไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง
  - ๖.๒.๒๔.๖ มีชุด Fault Switches ไม่น้อยกว่า ๔ จุด
- ๖.๒.๒๕ ชุดโมดูล DC Drive จำนวน ๑ ชุด
- ๖.๒.๒๕.๑ กำลังเอาต์พุต ขนาด ๓๐๐ วัตต์
  - ๖.๒.๒๕.๒ Speed Range ๕๐ : ๑ หรือดีกว่า
  - ๖.๒.๒๕.๓ สัญญาณ Analog Input ขนาด ๐-๕ V dc
  - ๖.๒.๒๕.๔ Potentiometer ๔.๗ k $\Omega$
  - ๖.๒.๒๕.๕ มีชุด Fault Switches ไม่น้อยกว่า ๔ จุด
- ๖.๓ รายละเอียดอื่นๆ
- ๖.๓.๑ รับประกันหลังการส่งมอบและบริการหลังการขาย โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ จำนวน ๑ ปี
  - ๖.๓.๒ ต้องจัดให้มีการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญให้กับบุคลากร
  - ๖.๓.๓ มีคู่มือการใช้งาน จำนวน ๑ ชุด

- ๖.๓.๔ บริษัทผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้ง ให้เป็นสาขาหรือตัวแทนจำหน่ายมาแสดงพร้อมระบุชื่อโครงการและหน่วยงานที่นำเสนอ เพื่อประโยชน์ต่อการรับประกันและการบริการหลังการขาย
- ๖.๓.๕ บริษัทผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อก ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิค มาพร้อมกับใบเสนอราคาเพื่อใช้ประกอบการพิจารณา
- ๖.๓.๖ บริษัทผู้เสนอราคาต้องจัดฝึกอบรมการใช้งานชุดฝึกหลังการส่งมอบ

## ๗. ชุดถอดประกอบเบร้งและเพลลา

### ๗.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดการเรียนพื้นฐานของการถอดประกอบอะไหล่ในการแยกชิ้นส่วนประกอบของเบร้งและเพลลา

### ๗.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

#### ๗.๒.๑ ตลับลูกปืนสำหรับล้อรถไฟ

เป็นตลับลูกปืนแบบเม็ดเดี่ยวสองแถวที่ผลิตมาพร้อมจารบีบรรจุภายในและมีค่าช่องว่างตามกำหนดจากโรงงานผู้ผลิต ตลับลูกปืนมีลักษณะเป็นชุดพร้อมที่จะสามารถนำไปติดตั้งเข้ากับเพลาล้อรถไฟได้ทันที

#### ๗.๒.๒ ชุดถอดและใส่ฝาปิดซีลของตลับลูกปืนรถไฟพร้อมปั้มเครื่องมือติดตั้งไฮโดรริก ซึ่งเป็นเครื่องมือพิเศษเฉพาะสำหรับตลับลูกปืนรถไฟ

#### ๗.๒.๓ ชุดจิ๊กแผ่นทำจากโลหะเหล็กสำหรับการถอดและใส่ฝาปิดซีลตลับลูกปืนรถไฟด้วยเครื่องมือ

#### ๗.๒.๔ ชุดตรวจวัดระยะช่องว่างภายในตลับลูกปืนรถไฟ ตามแนวแกน ก่อนการติดตั้งกลับเข้ากับเพลารถไฟ

#### ๗.๒.๕ ชุดจิ๊กแผ่นทำจากโลหะเหล็กสำหรับการตรวจวัดระยะช่องว่างภายในตลับลูกปืนรถไฟ

ตามแนวแกน ก่อนการติดตั้งกลับเข้ากับเพลารถไฟด้วยเครื่องมือ

#### ๗.๒.๖ ชุดตรวจสอบสภาพลูกปืนด้วยสายตา

#### ๗.๒.๗ ชุดจ่ายจารบีให้ตลับลูกปืน ทำงานด้วย Air-operated Pump

#### ๗.๒.๘ หัวจ่ายจารบีเฉพาะสำหรับตลับลูกปืนรถไฟ

#### ๗.๒.๙ การฝึกอบรม การใช้งาน การวัด และการตรวจสอบสภาพของตลับลูกปืน

#### ๗.๒.๑๐ โต๊ะทำงานโลหะ ขนาดไม่น้อยกว่า ๖๐ x ๖๐ x๘๐ เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) พร้อมปากกาจับงาน

#### ๗.๒.๑๑ ตู้เก็บเครื่องมือทั่วไป

#### ๗.๒.๑๒ ตลับลูกปืนอุตสาหกรรมทั่วไป เป็นลูกปืนที่ผลิตตามมาตรฐาน DIN และ ISO ประกอบด้วยตลับลูกปืนชนิดต่าง ๆ ดังนี้

##### ๗.๒.๑๒.๑ ตลับลูกปืนเม็ดกลมแถวเดี่ยวร่องลึกซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร

เส้นผ่าศูนย์กลางนอก ไม่น้อยกว่า ๙๐ มิลลิเมตร ทนารวมไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร

##### ๗.๒.๑๒.๒ ตลับลูกปืนเม็ดกลมแถวเดี่ยวสัมผัสเชิงมุม หมายเลขตลับลูกปืน ๗๒๑๐B-TVP ซึ่งมี

ขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๙๐ มิลลิเมตร ทนารวมไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร

##### ๗.๒.๑๒.๓ ตลับลูกปืนเม็ดกลมสองแถวเดี่ยวสัมผัสเชิงมุม ซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร

เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๙๐ มิลลิเมตร ทนารวมไม่น้อยกว่า ๓๐ มิลลิเมตร

##### ๗.๒.๑๒.๔ ตลับลูกปืนเม็ดกลมแถวเดี่ยวร่องลึกสัมผัสเชิงมุมสี่จุด ซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐

มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๙๐ มิลลิเมตร ทนารวมไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร

##### ๗.๒.๑๒.๕ ตลับลูกปืนเม็ดกลมสองแถวให้ตัวได้ ซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร

เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๙๐ มิลลิเมตร ทนารวมไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร

- ๗.๒.๑๒.๖ ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอกแถวเดียวแหวนนอกถอดได้ ซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๙๐ มิลลิเมตร ทหารวมไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร
- ๗.๒.๑๒.๗ ตลับลูกปืนเม็ดรีียวแถวเดียว ซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๙๐ มิลลิเมตร ทหารวมไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร
- ๗.๒.๑๒.๘ ตลับลูกปืนเม็ดโค้งสองแถว ซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๙๐ มิลลิเมตร ทหารวมไม่น้อยกว่า ๒๓ มิลลิเมตร
- ๗.๒.๑๒.๙ ตลับลูกปืนเม็ดเข็มแถวเดียวแหวนในถอดได้ ซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๖๘ มิลลิเมตร ทหารวมไม่น้อยกว่า ๒๕ มิลลิเมตร
- ๗.๒.๑๒.๑๐ ตลับลูกปืนกันรุนตามแนวแกนเม็ดกลมแถวเดียว ซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๗๘ มิลลิเมตร ทหารวมไม่น้อยกว่า ๒๒ มิลลิเมตร
- ๗.๒.๑๒.๑๑ ตลับลูกปืนกันรุนตามแนวแกนเม็ดทรงกระบอกแถวเดียวซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๗๐ มิลลิเมตร ทหารวมไม่น้อยกว่า ๑๔ มิลลิเมตร
- ๗.๒.๑๒.๑๒ ตลับลูกปืนกันรุนตามแนวแกนเม็ดรีียวแถวเดียวซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๖๐ มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๑๓๐ มิลลิเมตร ทหารวมไม่น้อยกว่า ๔๐ มิลลิเมตร
- ๗.๒.๑๓ ชุดเครื่องมือถอดประกอบตลับลูกปืนอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งประกอบด้วย
- ๗.๒.๑๓.๑ ชุดถอดตลับลูกปืนทางกลแบบสามขาใช้สำหรับดึงตลับลูกปืนออกจากเพลลา สามารถกางขาออกได้กว้างอย่างน้อย ๒๓๐ มิลลิเมตรและระยะจับยึดได้ลึกอย่างน้อย ๑๖๕ มิลลิเมตร
- ๗.๒.๑๓.๒ แผ่นประกบตลับลูกปืนแบบสามส่วน เพื่อใช้ประกอบตลับลูกปืนด้านหลังในการถอดออกจากเพลลาเพื่อกันความเสียหายต่อตลับลูกปืน สามารถใช้กับเพลลาขนาดตั้งแต่ ๒๖ มิลลิเมตรถึง ๑๐๐ มิลลิเมตร
- ๗.๒.๑๓.๓ ชุดประกอบติดตั้งตลับลูกปืนของกับเพลลาด้วยวิธีทางกล เป็นชุดประกอบด้วยค้อนตอกลดแรงสะท้อนกลับ ๑ ตัว แหวนสำหรับตอกใส่ตลับลูกปืนจำนวนไม่น้อยกว่า ๓๓ วง ทำจากพลาสติกทนแรงกระแทก ปลอดภัยสวมกับบอห์นสำหรับตอกจำนวน ๓ ชิ้น ทำจากอลูมิเนียม พร้อมกระเป่าเก็บอุปกรณ์ทั้งหมดไว้ด้วยกันขนาด ๓๕๐x๔๔๐x๙๕ มิลลิเมตร (กว้างxยาวxสูง)โดยประมาณ
- ๗.๒.๑๔ ตลับลูกปืนหุ้มฉนวนกันกระแสไฟฟ้า (Insulated Bearings) เป็นตลับลูกปืนที่เคลือบด้วยเซรามิกที่ผิวด้านนอกของแหวนนอกของตลับลูกปืนทั้งวง สามารถทนแรงดันไฟฟ้าก่อกวนได้ที่ ๑,๐๐๐ VDC ในสภาวะแวดล้อมทั้งแห้งและชื้นได้ เป็นตลับลูกปืนลูกปืน ๒ แบบดังนี้
- ๗.๒.๑๔.๑ ตลับลูกปืนเม็ดกลมแถวเดียวร่องลึกซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๘๐ มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง นอกไม่น้อยกว่า ๑๒๕ มิลลิเมตร ทหารวมไม่น้อยกว่า ๒๒ มิลลิเมตรมีกรงของเม็ดลูกปืนทำจากทองเหลือง
- ๗.๒.๑๔.๒ ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอกแถวเดียวแหวนนอกถอดได้ซึ่งมีขนาดรูในไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอกไม่น้อยกว่า ๙๐ มิลลิเมตร ทหารวมไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร



๗.๓ รายละเอียดอื่นๆ

- ๗.๓.๑. รับประกันหลังการส่งมอบและบริการหลังการขาย โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ จำนวน ๑ ปี
- ๗.๓.๒. ต้องจัดให้มีการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญให้กับบุคลากร

๘. ชุดเครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจสอบความเสียหายของวัสดุ ประกอบด้วย

๘.๑ ชุดปฏิบัติการตรวจสอบการแบบทำลายสภาพ

๘.๑.๑ ชุดทดสอบความล้าแบบ FATIGUE

๘.๑.๑.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองความล้าของการหมุนของวัสดุ สามารถปรับโหลดที่ให้แก่วัสดุได้ และสามารถเปรียบเทียบค่าความล้าของแต่ละวัสดุที่ทำการทดลองได้

๘.๑.๑.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

๘.๑.๑.๒.๑ ค่าความเคียดสูงสุดอยู่ที่ประมาณ ๓๕๐ MPa

๘.๑.๑.๒.๒ Maximum cycle count มีค่า  $๙.๙๙ \times ๑๐^{-๙}$  with a one cycle resolution

๘.๑.๑.๒.๓ มีวัสดุตัวอย่างที่ทำจากเหล็กและอลูมิเนียม

๘.๑.๑.๒.๔ ชุดทดลองมีฝาครอบแบบโปร่งใสเพื่อมองการทำงานของเครื่องและมีระบบ interlock เพื่อความปลอดภัย

๘.๑.๑.๒.๕ มีชุดปรับความเร็วรอบของมอเตอร์

๘.๑.๑.๒.๖ ชุดทดลองสามารถแสดงค่า load ความเร็ว และจำนวนรอบได้

๘.๑.๑.๒.๗ Versatile Data Acquisition System (VDAS) สำหรับเก็บข้อมูลและแสดงผลแบบเวลาจริงผ่านทางคอมพิวเตอร์ โดยมี Software สำหรับการทดลองที่มีข้อเดียวกับชุดเก็บข้อมูลและชุดทดลอง สามารถบันทึกผลได้ทั้งแบบแมนนวลและอัตโนมัติ และมีช่อง Input ข้อมูลแบบ RJ๔๕ จำนวน ๖ ช่อง และแบบ SPC จำนวน ๔ ช่อง ส่วนของอนาล็อกอินพุท มีค่า sample rate ๒๕ kHz with ๑๒ bit resolution และมีขนาดไม่เกิน ๒๑๐ x ๓๓๐ x ๔๕ มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว x สูง)

๘.๑.๑.๒.๘ มีสวิตซ์ตัดการทำงานของมอเตอร์เมื่อวัสดุทดลองเกิดการ fails

๘.๑.๑.๒.๙ เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล

คุณลักษณะพื้นฐาน

๑) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๒ แกนหลัก (๒ core)

จำนวน ๑ หน่วย โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

- ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า ๒ MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๓.๐ GHz และมีหน่วยประมวลผลด้านกราฟิก (Graphics Processing Unit) ไม่น้อยกว่า ๘ แกน หรือ

- ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า ๓ MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๒.๕ GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง

๒) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB

- ๓) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑๒๐ GB จำนวน ๑ หน่วย
- ๔) มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑,๓๖๖ x ๗๖๘ Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒ นิ้ว
- ๕) มี DVD-RW หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวน ๑ หน่วย
- ๖) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑,๐๐๐ Base-T หรือดีกว่าจำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
- ๗) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB ๒.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง
- ๘) มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
- ๙) สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE ๘๐๒.๑๑b, g, n, ac) และ Bluetooth

๘.๑.๑.๒.๑๐ ซอฟต์แวร์ป้องกันและกู้คืนระบบปฏิบัติการ

- สามารถกู้คืน (Recovery) ระบบปฏิบัติการ และข้อมูลใน ฮาร์ดดิสก์ เมื่อเครื่องไม่สามารถเปิดใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถเรียกคืนจุด Restore point ได้ ๒ จุดเป็นอย่างน้อย
- สามารถ update จุด restore point ได้ โดยการ update จุด restore point ต้องไม่ทำให้เครื่อง restart และสามารถ update ก็ครั้งก็ได้
- การ update จุด restore ต้องไม่สร้าง file อิมเมจ ใน hard disk หรือ สื่ออื่นๆ ในการใช้ restore
- ใช้เทคโนโลยี Zero buffer จึงไม่เกิดปัญหาว่าเครื่องรีสตาร์ทเองเมื่อใช้ไปนานๆ เหมาะสำหรับการใช้งานที่ไม่ต้องการเรียกคืนระบบบ่อยๆ
- กรณีที่ต้องการติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม สามารถทำการอัปเดตได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนโหมดการทำงานเองให้ยุ่งยากและไม่ต้องรอเครื่องรีสตาร์ทให้เสียเวลา
- เลือกวิธีการเรียกข้อมูลกลับคืนมาได้ทั้งแบบกำหนดหรือแบบอัตโนมัติ เช่น ทุกครั้งที่เปิดเครื่อง, ทุกวันเมื่อปิดเครื่องและทุกเวลาใดในแต่ละวัน
- ในกรณีที่ต้องการแบ่ง Partition แต่ไม่ได้ทำไว้ก่อนสามารถแบ่ง Partition สำรองได้ในขั้นตอนการติดตั้งได้เลย ช่วยประหยัดเวลาไม่ต้องลงวินโดวใหม่
- โดยมีไบต์ตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต เพื่อบริการหลังการขายมายืนยัน

๘.๑.๑.๓ คุณลักษณะอื่นๆ

- ๘.๑.๑.๓.๑ ผู้เสนอราคาต้องยื่น catalog พร้อมรูปภาพจริงของชุดทดลองมาพร้อมกับใบเสนอราคา
- ๘.๑.๑.๓.๒ ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่าย พร้อมการยืนยันความสามารถในการซ่อมแซม และบริการอะไหล่หลังการขายโดยโรงงานผู้ผลิต ยกเว้นคอมพิวเตอร์
- ๘.๑.๑.๓.๓ ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้มาก่อน

๘.๑.๑.๓.๔ ต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 ยกเว้นคอมพิวเตอร์,ซอฟต์แวร์ป้องกันและ  
กู้คืนระบบปฏิบัติการ

๘.๑.๑.๓.๕ รับประกันการใช้งานปกติ ๑ ปี

๘.๑.๑.๓.๖ ต้องมีคู่มือประกอบการทดลอง อย่างน้อย ๑ ชุด

๘.๑.๑.๓.๗ ชุดทดลองต้องเป็นสินค้าที่อยู่ในสายการผลิตของโรงงานผู้ผลิตไม่ใช่สินค้า  
ที่พึงผลิตเฉพาะกิจ

#### ๘.๑.๒ ชุดทดสอบระยะเวลาความคืบ

##### ๘.๑.๒.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดเครื่องมือที่ใช้สำหรับทดสอบและสาธิตลักษณะของการคืบ (Creep) ของวัสดุโดยเฉพาะ  
พลาสติกและตะกั่ว และผลของอุณหภูมิที่มีต่อการคืบ ประกอบด้วย ชุดทดลองเครื่องมือวัด และอุปกรณ์ปรับอุณหภูมิ พร้อม  
ชิ้นงานตัวอย่าง

##### ๘.๑.๒.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

ชุดทดสอบ ประกอบด้วย

๘.๑.๒.๒.๑ ส่วนฐานทำจาก pressed steel

- จุดหมุนเป็นแบบลูกปืน
- แขนเป็นอลูมิเนียม ซึ่งมีอัตราส่วนเชิงกล ๘ : ๑
- Specimen extension ได้ถึง ๑๐ มิลลิเมตร

๘.๑.๒.๒.๒ ชุดปรับอุณหภูมิ ประกอบด้วย

- ถังครอบ ทำจากวัสดุใส พร้อมกลีซอลบรรจุในภาชนะพลาสติก
- เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท ขนาด ๐ - ๕๐ องศาเซลเซียส

๘.๑.๒.๒.๓ ชุดน้ำหนัก ประกอบด้วย

- |                 |        |
|-----------------|--------|
| - ขนาด ๕๐๐ กรัม | ๓ ชิ้น |
| - ขนาด ๒๐๐ กรัม | ๒ ชิ้น |
| - ขนาด ๑๐๐ กรัม | ๑ ชิ้น |

๘.๑.๒.๒.๔ ชุดวัด เป็นแบบ Dial gauge อ่านค่าละเอียด ๐.๐๑ มิลลิเมตร

๘.๑.๒.๒.๕ ชิ้นงานตัวอย่าง ประกอบด้วย

- |                     |         |
|---------------------|---------|
| - แบบตะกั่ว         | ๑๐ ชิ้น |
| - แบบ polypropylene | ๑๐ ชิ้น |

๘.๑.๒.๒.๖ ชิ้นงานตัวอย่างพิเศษ ประกอบด้วย

- |                            |               |
|----------------------------|---------------|
| - แบบตะกั่ว BS 1178 (1969) | จำนวน ๑๐ ชิ้น |
| - แบบ Polypropylene        | จำนวน ๑๐ ชิ้น |
| - แบบ Nylon 66unifilled    | จำนวน ๑๐ ชิ้น |
| - แบบ Unplasticised PVC    | จำนวน ๑๐ ชิ้น |

##### ๘.๑.๒.๓ คุณลักษณะอื่น ๆ

๘.๑.๒.๓.๑ ผู้เสนอราคาต้องยื่น catalog พร้อมรูปภาพจริงของชุดทดลองมาพร้อมกับ  
ใบเสนอราคา

๘.๑.๒.๓.๒ ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต

๘.๑.๒.๓.๓ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

๘.๑.๒.๓.๔ ต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001

๘.๑.๒.๓.๕ รับประกันการใช้งานปกติ ๑ ปี

๘.๑.๒.๓.๖ ต้องมีคู่มือประกอบการทดลอง อย่างน้อย ๑ ชุด

๘.๑.๓. ชุดทดสอบแรงบิดขนาด ๓๐ นิวตันเมตร

๘.๑.๓.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดปฏิบัติการ สำหรับศึกษา เรื่องแรงบิดในวัสดุทดลองประเภทต่าง ๆ เพื่อหาค่า modulus และค่า yield stress ได้

๘.๑.๓.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

๘.๑.๓.๒.๑ ตัวชุดทดลองสามารถทดสอบแรงบิดได้สูงสุด ๓๐ Nm

๘.๑.๓.๒.๒ วัสดุทดสอบมีความยาวสูงสุด ไม่น้อยกว่า ๗๕๐ มิลลิเมตร

๘.๑.๓.๒.๓ อัตราส่วนของเกียร์บล็อก คือ ๖๐ ต่อ ๑

๘.๑.๓.๒.๔ วัดค่า strain ได้จาก Electronic encoder และแสดงผลแบบดิจิทัล

๘.๑.๓.๒.๕ วัสดุทดสอบทำจาก carbon , Brass และ Cast iron

๘.๑.๓.๒.๖ Drive socket แบบ ๓/๑๖ นิ้ว Whitworth and ๑๒ มิลลิเมตร AF hexagonal และมีฝาครอบแบบโปร่งแสงสำหรับความปลอดภัย

๘.๑.๓.๒.๗ มีชุดวัดมุมแบบดิจิทัลที่สามารถวัดค่าได้ ๑๐,๐๐๐ องศา โดยวัดละเอียด ๐.๐๑ องศา หรือดีกว่า

๘.๑.๓.๒.๘ มีขนาดไม่น้อยกว่า ๔๐๐ x ๑,๑๐๐ x ๓๕๐ มิลลิเมตร (กว้างxยาวxสูง)

๘.๑.๓.๒.๙ มี Versatile Data Acquisition System (VDAS) สำหรับเก็บข้อมูลและแสดงผลแบบเวลาจริงผ่านทางคอมพิวเตอร์ โดยมี Software สำหรับการทดลองที่มีข้อเดียวกับชุดเก็บข้อมูลและชุดทดลองสามารถบันทึกผลได้ทั้งแบบแมนนวลและอัตโนมัติ และมีช่อง Input ข้อมูลแบบ RJ๔๕ จำนวน ๖ ช่อง และแบบ SPC จำนวน ๔ ช่อง ส่วนของอนาล็อกอินพุท มีค่า sample rate ๒๕ KHz with ๑๒bit resolution และมีขนาดไม่เกิน ๒๑๐ x ๓๓๐ x ๔๕ มิลลิเมตร.(กว้างxยาวxสูง)

๘.๑.๓.๒.๑๐ เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล

คุณลักษณะพื้นฐาน

๑) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๒ แกนหลัก (๒ core)

จำนวน ๑ หน่วย โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

- ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า ๒ MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๓.๐ GHz และมีหน่วยประมวลผลด้านกราฟิก (Graphics Processing Unit) ไม่น้อยกว่า ๘ แกน หรือ

- ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า ๓ MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๒.๕ GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง

๒) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB

๓) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑๒๐ GB จำนวน ๑ หน่วย

- ๔) มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑,๓๖๖ x ๗๖๘ Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒ นิ้ว
- ๕) มี DVD-RW หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวน ๑ หน่วย
- ๖) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่าจำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
- ๗) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB ๒.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง
- ๘) มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง
- ๙) สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n, ac) และ Bluetooth

๘.๑.๓.๒.๑๑ ซอฟต์แวร์ป้องกันและกู้คืนระบบปฏิบัติการ

- สามารถกู้คืน (Recovery) ระบบปฏิบัติการ และข้อมูลใน ฮาร์ดดิสก์ เมื่อเครื่องไม่สามารถเปิดใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถเรียกคืนจุด Restore point ได้ ๒ จุดเป็นอย่างน้อย
- สามารถ update จุด restore point ได้ โดยการ update จุด restore point ต้องไม่ทำให้เครื่อง restart และสามารถ update ก็ครั้งก็ได้
- การ update จุด restore ต้องไม่สร้าง file อิมเมจ ใน hard disk หรือ สื่ออื่นๆ ในการใช้ restore
- ใช้เทคโนโลยี Zero buffer จึงไม่เกิดปัญหาว่าเครื่องรีสตาร์ทเองเมื่อใช้ไปนานๆ เหมาะสำหรับการใช้งานที่ไม่ต้องการเรียกคืนระบบบ่อยๆ
- กรณีที่ต้องการติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม สามารถทำการอัปเดตได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนโหมดการทำงานเองให้ยุ่งยากและไม่ต้องรอเครื่องรีสตาร์ทให้เสียเวลา
- เลือกวิธีการเรียกข้อมูลกลับคืนมาได้ทั้งแบบกำหนดหรือแบบอัตโนมัติ เช่น ทุกครั้งที่เปิดเครื่อง, ทุกวันเมื่อปิดเครื่องและตลอดเวลาใดในแต่ละวัน
- ในกรณีที่ต้องการแบ่ง Partition แต่ไม่ได้ทำไว้ก่อนสามารถแบ่ง Partition สำรองได้ในขั้นตอนการติดตั้งได้เลย ช่วยประหยัดเวลาไม่ต้องลงวินโดวใหม่
- โดยมีใบแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต เพื่อบริการหลังการขายมายืนยัน

๘.๑.๓.๓ คุณลักษณะอื่น ๆ

- ๘.๑.๓.๓.๑ ผู้เสนอราคาต้องยื่น catalog พร้อมรูปภาพจริงของชุดทดลองมาพร้อมกับใบเสนอราคา
- ๘.๑.๓.๓.๒ ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่าย พร้อมการยืนยันความสามารถในการซ่อมแซมและบริการอะไหล่หลังการขายโดยโรงงานผู้ผลิต ยกเว้นคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์
- ๘.๑.๓.๓.๓ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- ๘.๑.๓.๓.๔ ต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 ยกเว้นคอมพิวเตอร์,ซอฟต์แวร์ป้องกันและกู้คืนระบบปฏิบัติการ
- ๘.๑.๓.๓.๕ รับประกันการใช้งานปกติ ๑ ปี

๘.๑.๓.๓.๖ ต้องมีคู่มือประกอบการทดลอง อย่างน้อย ๑ ชุด

#### ๘.๑.๔ ชุดทดสอบแรงกระแทก

##### ๘.๑.๔.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองสำหรับศึกษาพลังงานและมุมมองตาของการกระแทกของวัสดุต่างๆ แบบ IZOD และแบบ Charpy

##### ๘.๑.๔.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

๘.๑.๔.๒.๑ พลังงานในการกระแทกมีค่าสูงสุด ๒.๗๕ J

๘.๑.๔.๒.๒ สามารถทำการทดสอบการกระแทกได้ทั้งแบบ Izod และ Charpy

๘.๑.๔.๒.๓ มี Hacksaw พร้อมทั้งใบมีดจำนวน ๑๐ ใบ

๘.๑.๔.๒.๔ มี Stainless steel tongs สำหรับทำการทดลอง

๘.๑.๔.๒.๕ มี Cutting jig และ Allen Key

๘.๑.๔.๒.๖ pendulum supported เป็นแบบ low-friction bearings

๘.๑.๔.๒.๗ มี Encoder สำหรับวัดมุมมองตาในการกระแทก

๘.๑.๔.๒.๘ มีชุดแสดงผลแบบดิจิตอลแสดงค่า พลังงานในการกระแทกและค่ามุมก่อนและหลังการกระแทก

๘.๑.๔.๒.๙ ชุดทดลองมีการดแบบโปร่งแสงเพื่อมองเห็นการทำงานพร้อมระบบ interlock เพื่อความปลอดภัย

##### ๘.๑.๔.๓ รายละเอียดอื่น ๆ

๘.๑.๔.๓.๑ ผู้เสนอราคาต้องยื่น catalog พร้อมรูปภาพจริงของชุดทดลองมาพร้อมกับใบเสนอราคา

๘.๑.๔.๓.๒ ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่าย พร้อมการยืนยันความสามารถในการ ซ่อมแซมและบริการอะไหล่หลังการขายโดยโรงงานผู้ผลิต

๘.๑.๔.๓.๓ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

๘.๑.๔.๓.๔ ต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001

๘.๑.๔.๓.๕ รับประกันการใช้งานปกติ ๑ ปี

๘.๑.๔.๓.๖ ต้องมีคู่มือประกอบการทดลอง อย่างน้อย ๑ ชุด

๘.๑.๔.๓.๗ ชุดทดลองต้องเป็นสินค้าที่อยู่ในสายการผลิตของโรงงานผู้ผลิตไม่ใช่สินค้าที่พึ่งผลิตเฉพาะกิจ

#### ๘.๑.๕ ชุดเครื่องทดสอบวัสดุ ขนาด ๔๐ กิโลนิวตัน

##### ๘.๑.๕.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดเครื่องมือศึกษาการทดสอบวัสดุ มีกำลังทดสอบ ๔๐ กิโลนิวตัน (๔ ตัน) พร้อมอุปกรณ์วัดและบันทึกผล

แบบดิจิตอล

##### ๘.๑.๕.๒ รายละเอียดของอุปกรณ์

๘.๑.๕.๒.๑ เครื่องมือทดสอบใช้กำลังจากแม่แรงไฮดรอลิกมีกำลังไม่น้อยกว่า ๔๐ กิโลนิวตัน

๘.๑.๕.๒.๒ เครื่องวัดระยะยืดแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic extensionmeter)

มี gauge length ไม่น้อยกว่า ๕๐ มม. ระยะยืดยาวสุด ๘ มม. หรือดีกว่า

๘.๑.๕.๒.๓ เครื่องวัดแบบดิจิตอล แสดงค่าแรงและระยะยืด

๘.๑.๕.๒.๔ ทดสอบแรงดึง สำหรับชิ้นงานที่มีความยาว ๒๑๐ มม. มีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง ๖ มม. ได้

๘.๑.๕.๒.๕ ทดสอบความแข็งของวัสดุ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๒๕ มม. หนาไม่น้อยกว่า ๑๕ มม. ได้

๘.๑.๕.๒.๖ ค่าแรงสูงสุดในการทดสอบชิ้นงานสำหรับทดสอบแรงดึง ๘๕๐ Mpa

๘.๑.๕.๒.๗ ค่าสูงสุดในการทดสอบความแข็ง ๔๕๐ BHN

- ๘.๑.๕.๒.๘ มี Power supply สำหรับการทำงาน
- ๘.๑.๕.๒.๙ ขึ้นงานตัวอย่าง ทดสอบแรงถึงจากวัสดุต่างกัน ๕ ชนิด ชนิดละ ๕ ชิ้น, ความแข็ง ๔ ชนิด ชนิดละ ๕ ชิ้น หรือ ดีกว่า

๘.๑.๕.๓ รายละเอียดอื่น ๆ

- ๘.๑.๕.๓.๑ ผู้เสนอราคาต้องยื่น catalog พร้อมรูปภาพจริงของชุดทดลองมาพร้อมกับใบเสนอราคา
- ๘.๑.๕.๓.๒ ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่าย
- ๘.๑.๕.๓.๓ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- ๘.๑.๕.๓.๔ ต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001
- ๘.๑.๕.๓.๕ รับประกันการใช้งานปกติ ๑ ปี
- ๘.๑.๕.๓.๖ ต้องมีคู่มือประกอบการทดลอง อย่างน้อย ๑ ชุด

๘.๑.๖ ชุดทดสอบความสั่นสะเทือนของสปริงค์และคาน

๘.๑.๖.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบความสั่นสะเทือนของสปริงค์และคาน สำหรับการสอน

๘.๑.๖.๒ รายละเอียดของอุปกรณ์

- ๘.๑.๖.๒.๑ โครงสำหรับติดตั้งชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า ๗๐๐X๘๔๐X๑๐๐ มิลลิเมตร (กว้างxยาวxสูง)
- ๘.๑.๖.๒.๒ ตัวโครงสามารถปรับระดับได้
- ๘.๑.๖.๒.๓ ฝาหลังชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า ๒๕๐X๘๔๐X๑๐๐ มิลลิเมตร.(กว้างxยาวxสูง)
- ๘.๑.๖.๒.๔ ชุด Spring Bracket มีขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔๐X๑๔๐X๕๐ มิลลิเมตร.(กว้างxยาวxสูง)
- ๘.๑.๖.๒.๕ มีสปริงค์ที่มีค่าคงที่ต่างกัน ๒ ชุด
- ๘.๑.๖.๒.๖ มีตุ้มน้ำหนักขนาด ๕๐, ๑๐๐, ๑๕๐, ๒๐๐ และ ๒๕๐ กรัม
- ๘.๑.๖.๒.๗ ตัวคานทดสอบมีความยาวไม่น้อยกว่า ๖๕๐ มิลลิเมตร.
- ๘.๑.๖.๒.๘ มีชุด Damper kit สำหรับการทดลอง โดยประกอบด้วยอุปกรณ์ เช่น Cylinder, pistom, Disc และ rod เป็นต้น
- ๘.๑.๖.๒.๙ Versatile Data Acquisition System (VDAS)สำหรับเก็บข้อมูลและแสดงผลแบบ เวลาจริงผ่านทางคอมพิวเตอร์ โดยมี Software สำหรับการทดลองที่มียืดหยุ่นกับชุดเก็บข้อมูลและชุดทดลอง สามารถบันทึกผลได้ทั้งแบบแมนนวลและอัตโนมัติ และมีช่อง Input ข้อมูลแบบ RJ45 จำนวน ๖ ช่อง และแบบ SPC จำนวน ๔ ช่อง ส่วนของอนาล็อกอินพุท มีค่า sample rate ๒๕ kHz with ๑๒ bit resolution และมีขนาดไม่เกิน ๒๑๐ x๓๓๐ x ๔๕ มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว x สูง)

๘.๑.๖.๓ รายละเอียดอื่น ๆ

- ๘.๑.๖.๓.๑ ผู้เสนอราคาต้องยื่น catalog พร้อมรูปภาพจริงของชุดทดลองมาพร้อมกับใบเสนอราคา
- ๘.๑.๖.๓.๒ ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่าย
- ๘.๑.๖.๓.๓ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- ๘.๑.๖.๓.๔ ต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001
- ๘.๑.๖.๓.๕ รับประกันการใช้งานปกติ ๑ ปี
- ๘.๑.๖.๓.๖ ต้องมีคู่มือประกอบการทดลอง อย่างน้อย ๑ ชุด

## ๘.๒ ชุดทดสอบแบบไม่ทำลาย ประกอบด้วย

### ๘.๒.๑ การตรวจสอบด้วยของเหลวแทรกซึม

#### ๘.๒.๑.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นน้ำยาตรวจสอบรอยร้าวที่พื้นโดยใช้สารแทรกซึมเข้าไปในวัสดุ เพื่อหารอยบกพร่องบนผิวของชิ้นงานของวัสดุ เป็นการตรวจสอบโดยไม่ทำลายชนิดหนึ่ง

#### ๘.๒.๑.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

๘.๒.๑.๒.๑ สารแทรกซึมแบบน้ำมัน (Penetrant) สีแดงผ่านมาตรฐาน AMS 2644, AECL, ASME B & PV Code Sec. V, ASTM E1447, MIL-STD-2132, ASTM E165, MIL-STD-271 จำนวน ๓๖ ครอบง้อม

๘.๒.๑.๒.๒ สารทำความสะอาด Cleaner ผ่านมาตรฐาน AMS 2644, ASME B & PV Code Sec. V, ASTM E1417, MIL-STD-2132, ASTM E165, MIL-STD-271, Boeing PS 21202, NAVSEA 250-1500-1, AECL, Boeing BAC 5423 PSD 6-46 or 8-4 จำนวน ๓๖ ครอบง้อม

๘.๒.๑.๒.๓ สารดึงครูดน้ำยาแทรกซึม Developer ผ่านมาตรฐาน AMS 2644, ASME B & PV Code Sec. V, ASTM E1417, MIL-STD-2132, ASTM E165, MIL-STD-271, Boeing PS 21202, NAVSEA 250-1500-1, AECL, Boeing BAC 5423 PSD 6-46 or 8-4 จำนวน ๓๖ ครอบง้อม

๘.๒.๑.๒.๔ สารแทรกซึมแบบเรืองแสง Florescent Penetrant ผ่านมาตรฐาน AMS 2644, AECL, ASME B & PV Code Sec. V, ASTM E1417, MIL-STD-2132, ASTM E165, MIL-STD-271, Boeing BAC 5423 PSD 6-46 or 8-4, AECL, Boeing PS 21202. จำนวน ๓๖ ครอบง้อม

๘.๒.๑.๒.๕ ชิ้นงานมาตรฐานการตรวจสอบด้วยสารแทรกซึม จำนวน ๑๐ ชิ้น

๘.๒.๑.๒.๖ กระจังห้องมืดแบบถอดประกอบได้ ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๕๐ x ๒๐๐ x ๒๐๐ เซนติเมตร. (กว้าง x ยาว x สูง) พร้อมโต๊ะสำหรับปฏิบัติงานภายใน จำนวน ๑ ชุด

### ๘.๒.๒ เครื่องตรวจสอบรอยร้าวแบบไม่ทำลายด้วยคลื่นเสียงอัลตราโซนิก

#### ๘.๒.๒.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องตรวจสอบหารอยร้าวในวัสดุด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงอัลตราโซนิกซึ่งเป็นระบบดิจิทัล แสดงผลตรวจสอบแบบ A-SCAN และตัวเลขที่หน้าจอ มีช่องต่อสัญญาณกับหัวตรวจสอบเป็นแบบ LEMO ๑ คู่

#### ๘.๒.๒.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

๘.๒.๒.๒.๑ ช่วงความถี่ใช้งานสามารถเลือกได้ ได้แก่ ๒MHz, ๒.๒๕MHz, ๔ MHz, ๕ MHz, ๑๐ MHz, ๑๓ MHz, ๑๕ MHz Broadband

๘.๒.๒.๒.๒ ระยะตรวจสอบในเหล็กไม่น้อยกว่า ๑๔,๐๐๐ มิลลิเมตร.

๘.๒.๒.๒.๓ ความแรงของสัญญาณ (Gain) มีค่าสูง ๑๑๐ dB

๘.๒.๒.๒.๔ จอภาพมีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๘ x ๖๔ มิลลิเมตร แบบ LCD ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๘๐๐x ๔๘๐ pixels (Color Display)

๘.๒.๒.๒.๕ สามารถเลื่อนกลุ่มสัญญาณ (Display Delay) ตั้งแต่ -๑๕ ถึง ๓,๕๐๐  $\mu$ s ในเหล็ก

๘.๒.๒.๒.๖ ค่าความถี่ของสัญญาณที่สร้างขึ้น (Pulse Repetition Frequency, PRF)

๑๕ - ๒,๐๐๐ Hz และสามารถปรับแบบอัตโนมัติได้ ๓ รูปแบบคือ Auto Low, Auto Med, Auto High.



- ๘.๒.๒.๒.๗ มีรูปแบบของรูปคลื่น (Pulser) ในการตรวจสอบได้ทั้งแบบ spike pulser สำหรับงานละเอียด
- ๘.๒.๒.๒.๘ มีสัญลักษณ์แสดงสถานะของแบตเตอรี่พร้อมชั่วโมงการทำงานที่สามารถใช้งานได้อยู่
- ๘.๒.๒.๒.๙ เครื่องตรวจสอบสามารถใช้ได้ทั้งกับแหล่งจ่ายไฟ ๒๒๐ VAC, ๕๐ Hz และแหล่งจ่ายไฟสำรองแบตเตอรี่ชนิด Li-ion
- ๘.๒.๒.๒.๑๐ มี Gate Monitor ที่สามารถตั้งระยะเริ่มต้นและสิ้นสุดได้ ๒ ช่วง
- ๘.๒.๒.๒.๑๑ สามารถทำการทดสอบส่งสัญญาณคลื่นได้ ๔ แบบ คือ
  - แบบสัญญาณรูปคลื่นเต็ม (Full wave)
  - แบบสัญญาณรูปคลื่นครึ่งบวก (Positive halfwave)
  - แบบสัญญาณรูปคลื่นครึ่งลบ (Negative halfwave)
  - แบบสัญญาณรูปคลื่นวิทยุ (Radio Frequency / RF mode)
- ๘.๒.๒.๒.๑๒ เก็บภาพ A-Scan / Data Memory / Report ใส่ใน SD Card Memory ๑๖ GB
- ๘.๒.๒.๒.๑๓ สามารถบันทึกการตรวจสอบรูปแบบ A-Scan เป็นแบบ Video และสามารถเปิดดูการตรวจสอบแบบ A-Scan ที่บันทึกไว้ที่ตัวเครื่องและในคอมพิวเตอร์ได้
- ๘.๒.๒.๒.๑๔ มีฟังก์ชัน Damping ซึ่งสามารถเลือกได้ คือ ๕๐ ohm และ ๑,๐๐๐ ohm [dual mode]
- ๘.๒.๒.๒.๑๕ มีหน่วยวัดได้ ๒ แบบ คือ มิลลิเมตร, นิ้ว
- ๘.๒.๒.๒.๑๖ มีช่องสัญญาณต่อออกแบบ Mini USB Port
- ๘.๒.๒.๒.๑๗ ผ่านมาตรฐานการทดสอบใช้งานป้องกันฝุ่นและน้ำ IP ๖๔ หรือดีกว่า
- ๘.๒.๒.๒.๑๘ ผ่านมาตรฐานทดสอบแรงตกกระแทก Shock Test ไม่น้อยกว่า ๑๕g

๘.๒.๓ ชุดเอกสารทางเทคนิคการตรวจสอบอัลตราโซนิก ประกอบด้วย

- ๘.๒.๓.๑ CD-ROM ความรู้พื้นฐานด้านการตรวจสอบด้วยอัลตราโซนิกภาษาไทย ๑ ชุด
- ๘.๒.๓.๒ CD-ROM ความรู้สำหรับการเรียนการสอนด้วยคลื่นเสียงอัลตราโซนิก (Ultrasonic Testing Handbook) โดยมีเนื้อหาอย่างน้อยดังนี้
  - Introduction to Ultrasonic Testing
  - Ultrasonic Wave Propagation
  - Generation and Detection of Ultrasound
  - Ultrasonic Signal Processing
  - Instrumentation for Ultrasonic Testing
  - Ultrasonic Pulse Echo Contact Techniques
  - Ultrasonic Scanning
- ๘.๒.๓.๓ หนังสือการตรวจสอบรอยบกพร่องสำหรับช่างเทคนิค (Ultrasonic Flaw Detection for Technicians)
- ๘.๒.๓.๔ หนังสือคู่มือความรู้พื้นฐานการตรวจสอบด้วยคลื่นอัลตราโซนิก (The Practical Guide To Ultrasonic Testing)
- ๘.๒.๓.๕ แผนภูมิภาพความรู้พื้นฐานการตรวจสอบด้วยคลื่นอัลตราโซนิก ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้
  - Basic Principle
  - Wave Modes and Wave Propagation
  - Ultrasonic Pulses
  - Sound Field

- Flaw Evaluation with DGS
- Echo Evaluation with DAC

๘.๒.๓.๖ อุปกรณ์ประกอบรวม

๘.๒.๓.๖.๑ แบตเตอรี่ชนิด Li-ion	๑ ชุด
๘.๒.๓.๖.๒ อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่	๑ ชุด
๘.๒.๓.๖.๓ กระจ่างสำหรับใส่เครื่องตรวจสอบชนิดหัว	๑ ชิ้น
๘.๒.๓.๖.๔ หัวตรงขนาดไม่น้อยกว่า 10 มม., ความถี่ ๔ MHz	๑ ชุด
๘.๒.๓.๖.๕ หัวตรวจสอบแบบ Beam Transducers ๒.๒๕ MHz	๑ ชุด
๘.๒.๓.๖.๖ สายเคเบิล สำหรับหัวตรวจสอบชนิดหัวตรง	๑ ชุด
๘.๒.๓.๖.๗ สายเคเบิล สำหรับหัวตรวจสอบชนิดหัวมุม	๑ ชุด
๘.๒.๓.๖.๘ ชิ้นงานมาตรฐาน (Calibration Block) No.๑	๑ ชุด
๘.๒.๓.๖.๙ ชิ้นงานมาตรฐาน (Calibration Block) No.๒	๑ ชุด
๘.๒.๓.๖.๑๐ ชิ้นงานจำลองรอยบกพร่อง Standard UT Kit	๑๐ ชิ้น
๘.๒.๓.๖.๑๑ น้ำยาในการตรวจสอบ (Couplant) ขนาดบรรจุ 1 แกลลอน	๑ ชุด

๘.๒.๔ เครื่องตรวจสอบรอยร้าวด้วยแม่เหล็ก

๘.๒.๔.๑ รายละเอียดทั่วไป

การทดสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็ก คือ วิธีการทดสอบโดยใช้ผงแม่เหล็กและขบวนการเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ซึ่งใช้ตรวจสอบเป็นการหารอยร้าวบนพื้นผิวของวัสดุที่เป็นโลหะประเภทเหล็ก โดยอาศัยการเหนี่ยวนำบริเวณที่จะทดสอบให้เป็นแม่เหล็กและทำการโรยผงเหล็กย้อมสีขนาดเล็กลงบนบริเวณที่ทดสอบ หากมีรอยแตกร้าวขนาดเล็กบนผิวชิ้นงานจะมีสนามแม่เหล็กรั่วในบริเวณดังกล่าวและดึงดูดผงเหล็กให้เกาะกันเป็นแนวเส้นที่เห็นได้อย่างเด่นชัด

๘.๒.๔.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

๘.๒.๔.๒.๑ เครื่องตรวจสอบรอยร้าวที่ผิวของชิ้นงานทดสอบด้วยการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็ก

แบบไฟฟ้ากระแสตรง (AC/DC)

- ลักษณะตัวเครื่องเป็นชนิดพกพา มีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายสะดวก มีน้ำหนักรวมไม่เกิน ๔ กิโลกรัม
- สามารถต่อใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ(VAC)ไม่เกิน ๒๓๐V ๕๐ Hz และ/หรือ ๖๐ Hz
- ตัวเครื่องสามารถสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ทั้งแบบกระแสสลับ และกระแสตรง (Yoke AC/DC)
- แรงที่ใช้ในการยก (Lift Force) ตาม ASTM E1444-01 ได้ไม่น้อยกว่า ๘๕ N
- ระยะห่างระหว่างขั้วแม่เหล็กทั้งสองสามารถปรับได้และเมื่อยืดออกสุดแล้วต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า ๒๕๐ มิลลิเมตร
- มีความยาวของสายไฟเข้าเครื่องไม่น้อยกว่า ๓ เมตร

๘.๒.๔.๒.๒ ชนิดของผงแม่เหล็ก

- ชนิดของผงแม่เหล็กแบบเปียกสีดำ ผ่านมาตรฐาน ASME B & PV Code, Sec. V, ASTM E709, ASTM E1444, AMS 3041, AMS 3043, Boeing PS-21201, MIL-STD-2132.
- ชนิดน้ำยารองพื้นสีขาว ผ่านมาตรฐาน BS 5044
- ชนิดน้ำยาทำความสะอาด Cleaner ผ่านมาตรฐานAMS 2644, ASME B & PV Code Sec. V, ASTM E1417, MIL-STD-2132, ASTM E165, MIL-STD-271, Boeing PS 21202, NAVSEA 250-1500-1, AECL, Boeing BAC 5423 PSD 6-46 or 8-4

- ชนิดของผงแม่เหล็กแบบเรืองแสง ผ่านมาตรฐาน ASTM E 1444, ASTM E 709 (E-138) Cummins IS-16048-13, MIL-STD-2132, Boeing PS 21201, British Std. B.S.4069, DOD-F-87935, AMS-3045, AMS-3046 (aerosol package only)

๘.๒.๔.๒.๓ เครื่องส่องไฟแบบ UV LED BLACK LIGHT (EV6500)

- เครื่องส่องไฟแบบ LED ผ่านมาตรฐาน ASTM E165, ASTM E709, AWS D1.1, ASME BPVC, ISO 9934
- เครื่องส่องไฟแบบ LED มีความเข้มของแสงไม่น้อยกว่า ๗,๐๐๐  $\mu\text{w}/\text{cm}^2$
- เครื่องส่องไฟแบบ LED สามารถครอบคลุมพื้นที่การใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ in/๒๕ cm.
- มีน้ำหนักรวมไม่มากกว่า ๒.๘ lb /๑.๓ kg.

๘.๒.๔.๒.๔ อุปกรณ์ประกอบ

- |  |                  |
|--|------------------|
| - เครื่องตรวจสอบแบบ YOKE AC/DC                 | จำนวน ๑ เครื่อง  |
| - ผงแม่เหล็กสีเทา ๑ ปอนด์                      | จำนวน ๑ ชุด      |
| - ผงแม่เหล็กสีแดง ๑ ปอนด์                      | จำนวน ๑ ชุด      |
| - ชุดโรยผงแม่เหล็กแบบแห้ง                      | จำนวน ๑ ชุด      |
| - ผงแม่เหล็กแบบ Fluorescent ขนาด 300g/10.5 oz. | จำนวน ๓๖ กระป๋อง |
| - ผงแม่เหล็กแบบเปียกสีดำ ขนาด 300g/10.5 oz.    | จำนวน ๓๖ กระป๋อง |
| - น้ำยารองพื้นสีขาว ขนาด ๓๔.๕๕/๑๒.๑ oz.        | จำนวน ๓๖ กระป๋อง |
| - น้ำยาทำความสะอาด ขนาด ๓๐๐g/๑๐.๕ oz.          | จำนวน ๓๖ กระป๋อง |
| - เครื่องส่องไฟแบบ UV LED BLACK LIGHT          | จำนวน ๑ เครื่อง  |
| - กระเป๋าทูสำหรับเครื่องตรวจสอบ                | จำนวน ๑ ใบ       |
| - วัดสนามแม่เหล็กตกค้าง Field Indicators       | จำนวน ๑ ชิ้น     |
| - ที่วัดทิศทางสนามแม่เหล็ก Pie Gauge           | จำนวน ๑ ชิ้น     |
| - คู่มือการใช้งาน                              | จำนวน ๑ ชุด      |
| - ชุดจำลองรอยบกพร่อง                           | จำนวน ๑๐ ชิ้น    |
| - วัสดุไอสาริตการใช้งาน                        | จำนวน ๑ ชุด      |

๘.๒.๕ เครื่องมือตรวจรอยร้าวด้วยกระแสไหลวน

๘.๒.๕.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องมือตรวจหารอยร้าวหรือตำหนิในวัสดุอุปกรณ์โครงสร้างอากาศยาน ด้วยการใช้กระแสไหลวน (Eddy Current) และเป็นอุปกรณ์การตรวจที่มีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายเพื่อสะดวกในการนำไปตรวจนอกสถานที่

๘.๒.๕.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

- ๘.๒.๕.๒.๑ เป็นเครื่องมือที่ใช้ย่านความถี่การใช้งาน (Frequency Range) ที่ความถี่ต่ำไม่มากกว่า ๑๒ Hz และที่ความถี่สูงไม่น้อยกว่า ๕ MHz
- ๘.๒.๕.๒.๒ สามารถปรับความแรงของสัญญาณ (Gain) ส่งออกได้ตั้งแต่ ๐.๑ dB ถึง ๑๒๐ dB
- ๘.๒.๕.๒.๓ สามารถรับสัญญาณตรวจจับ (Receiver Gain) ได้ไม่น้อยกว่า ๓๐ dB
- ๘.๒.๕.๒.๔ จอแสดงผลเป็นชนิด X VGA Touch Screen ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐ นิ้ว และมี  
ความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า ๑,๐๒๔ x ๗๖๘ พิกเซล
- ๘.๒.๕.๒.๕ มีความจุบันทึกค่า (Data Storage) ไม่น้อยกว่า ๘ GB
- ๘.๒.๕.๒.๖ มีระบบการเตือนสัญญาณ Alarm Outputs

- ๘.๒.๕.๒.๗ มีฟังก์ชันการใช้งานที่ผู้ใช้สามารถออกแบบขอบเขตรูปแบบการตรวจสอบได้ (Workflow-on-Device) ซึ่งกำหนดตาม Verified Procedures หรือ Codes, Guidelines และ Standard Practices เพื่อป้องกันการผิดพลาดระหว่างการใช้งาน (Human error)
- ๘.๒.๕.๒.๘ มีระบบการเชื่อมต่อชนิด Wifi
- ๘.๒.๕.๒.๙ สามารถส่งสัญญาณแรงดันไฟฟ้าแบบ Peak to Peak Voltage (VPP) ได้ตั้งแต่ ๐.๕, ๑, ๒, ๓, ๘ และสูงสุดไม่น้อยกว่า ๑๖ VPP
- ๘.๒.๕.๒.๑๐ มีรูปแบบการบันทึกผล Image Format ชนิด BMP และ JPG
- ๘.๒.๕.๒.๑๑ มีรูปแบบการบันทึกผล Video Format ชนิด MPEG ๔
- ๘.๒.๕.๒.๑๒ สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิการทำงานสูงถึง ๕๕ องศาเซลเซียส (Operating Temp.)
- ๘.๒.๕.๒.๑๓ ชุดอุปกรณ์ประกอบด้วย
- |   |                 |
|---|-----------------|
| ๑. เครื่อง Eddy Current                     | จำนวน ๑ เครื่อง |
| ๒. ชุดหัวตรวจสอบงานเชื่อม (Weld Inspection) | จำนวน ๑ ชุด     |
| ๓. Straight Probe 60 kHz-1.2 MHz            | จำนวน ๑ ชิ้น    |
| ๔. WeldScan Probe                           | จำนวน ๑ ชิ้น    |
| ๕. Broadband Absolute Probe                 | จำนวน ๑ ชิ้น    |
| ๖. Cable for Absolute Probe                 | จำนวน ๑ ชิ้น    |
| ๗. Cable for disconnect Probe               | จำนวน ๑ ชิ้น    |
| ๘. WeldScan Test Block with shims           | จำนวน ๑ ชิ้น    |
| ๙. WeldScan Demo Block                      | จำนวน ๑ ชิ้น    |
- ๘.๒.๕.๓ รายละเอียดอื่น ๆ
- ๘.๒.๕.๓.๑ รับประกันหลังการส่งมอบและบริการหลังการขาย โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ จำนวน ๑ ปี
- ๘.๒.๕.๓.๒ ต้องจัดให้มีการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญให้กับบุคลากร
- ๘.๒.๕.๓.๓ มีคู่มือการใช้งาน จำนวน ๑ ชุด
- ๘.๒.๕.๓.๔ ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่าย พร้อมการยืนยันความสามารถในการซ่อมแซม และบริการอะไหล่หลังการขายโดยโรงงานผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่าย

#### ๙. ชุดฝึกปฏิบัติการเชื่อมราง

##### ๙.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องเชื่อมเพื่อใช้ประกอบการเรียน การเชื่อมต่อระบบราง

##### ๙.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

- ๙.๒.๑ ชุดเชื่อม THERMIT เป็นชนิด Long-Life Crucible
- ๙.๒.๒ มี Clamping Ring
- ๙.๒.๓ มี Crucible Extension Ring
- ๙.๒.๔ มี Crucible Cap
- ๙.๒.๕ มี Tube of Sealing Paste
- ๙.๒.๖ มี ATT-Elite Thimble Drift
- ๙.๒.๗ มี ATT-Elite Tapping Thimble
- ๙.๒.๘ มี ATT-Elite applicator

๙.๓ อุปกรณ์ประกอบ

๙.๓.๑	Portion ชนิด UIC๕๔ SKV-๕ Z๙๐ Portion	จำนวน ๑๐ ผุง
๙.๓.๒	Kit ชนิด Self Tap Thimble – Elite 1K1D	จำนวน ๑๐ ชุด
๙.๓.๓	Kit ชนิด UIC๕๔ SKV-๕ ๒P Mld	จำนวน ๑๐ ชุด
๙.๓.๔	Kit ชนิด Thermit Luting Sand	จำนวน ๑๐ ผุง
๙.๓.๕	Crucibles ชนิด Crucible-Cast In (Long Life)	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๖	MLD Prot UIC๕๔ SKV-๕ ๒P(S) LL	จำนวน ๒ ชุด
๙.๓.๗	Burner Saddle	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๘	Universal Rail Clamp	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๙	Crucible Stand	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๑๐	Crucible Cap + Spatter Skirt	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๑๑	Crucible Top + Extension Ring	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๑๒	Slag Pan	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๑๓	ATS Thimble Drift	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๑๔	Gap Gauge ขนาด ๒๗ x ๔๕ มม. (SKV-๕)	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๑๕	Hot Set Head	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๑๖	Hot Set Handle	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๑๗	Straight EDGE With Cut Out ขนาด ๑ เมตร	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๑๘	Tommy Bar	จำนวน ๒ ชุด
๙.๓.๑๙	WEDGE	จำนวน ๑๖ ชุด
๙.๓.๒๐	WEDGE Metal	จำนวน ๖ ชุด
๙.๓.๒๑	Rail Thermometer ART.๒๕๐๗๑๑	จำนวน ๒ ชุด
๙.๓.๒๒	Rail Protection Cover – Large	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๒๓	Rail Protection Cover – Small	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๒๔	ATS Applicator L.NO. ๕๕๒.๔๓๐	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๒๕	Crucible Adaptor Ring	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๒๖	Preheater OXY-PROPANE SKVF	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๒๗	Tongs ๒๖๒C Flat Nose ๑๘ ขนาด ๔๕๐mm.	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๒๘	Check Gauge ๑,๖๐๐-KPA (OXYGEN) BOC	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๒๙	Comet ๓ Handpiece P/N ๓๐๔๐๐๑	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๓๐	Mixer OXY-PROPANE ๑๓ MM. DIA BOC	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๓๑	Cutting Attachment COMET ๓ COC	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๓๒	Tip Cleaners	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๓๓	Hose-OXY ๑๐ mm. ID x ๒๐ M + Fitting BOC	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๓๔	Hose PROPANE ๑๐ mm. ID x ๒๐ M + Fitting BOC	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๓๕	Crown Measuring Wedge	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๓๖	Comet EDGE ESV4 1000KPa OXYGEN	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๓๗	Regulator LPG Comet EDGE ๔๐๐KPa	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๓๘	FBA-OXY, Torch STD FLW-Cutting	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๓๙	FBA-LPG, Torch STD FLW-Cutting	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๔๐	FBA-Fuel, Reg End High Flow	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๔๑	FBA-Oxy, Reg End High Flow	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๔๒	FBA-LPG, Acety Torch High Flow	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๔๓	FBA-Oxy, Torch High Flow	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๔๔	FBA-LPG FUEL, REG, QR, STD FLW	จำนวน ๑ ชุด

๙.๓.๔๕	FBA-OXY REG, QR, STD FLW	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๔๖	FBA-LPG FUEL, TORC QR, STD FLW	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๔๗	FBA-OXY, TORC QR, STD FLW	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๔๘	Wego Ignitor	จำนวน ๑ ชุด
๙.๓.๔๙	ROBEL Rail Cutter	จำนวน ๑ เครื่อง
๙.๓.๕๐	ROBEL Cutting Disc	จำนวน ๕ ชุด
๙.๓.๕๑	รางรถไฟ ชนิด UIC54 ขนาด ๖ เมตร	จำนวน ๔ เส้น
๙.๓.๕๒	หมอนคอนกรีต ขนาด ๑ เมตร สำหรับวางราง	จำนวน ๑๐ ท่อน
๙.๓.๕๓	เครื่องยึดเหนี่ยวรางรถไฟ ขนาด UIC๕๔	จำนวน ๒๐ ชุด
๙.๓.๕๔	ถังก๊าซ O2 พร้อมเนื้อก๊าซ ขนาด ๖ คิว	จำนวน ๑ ถัง
๙.๓.๕๕	ถังก๊าซ LPG พร้อมเนื้อก๊าซ ขนาด ๓๘ ก.ก.	จำนวน ๑ ถัง
๙.๓.๕๖	เครื่องเจียร์มือ ขนาดใบเจียร์ ๗ นิ้ว ใช้ในการตกแต่งแนวเชื่อม	จำนวน ๑ ชุด

#### ๙.๔ รายละเอียดอื่น ๆ

- ๙.๔.๑ รับประกัน ๑ ปี
- ๙.๔.๒ ผู้ขายต้องจัดให้มีการฝึกอบรมการใช้งาน
- ๙.๔.๓ คู่มือการใช้งานภาษาไทย จำนวน ๑ ชุด

### ๑๐. ครุภัณฑ์ชุดเครื่องมือพื้นฐานระบบราง (Hand Tool)

#### ๑๐.๑ รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดเครื่องมือแบบ Hand Tool ที่เกี่ยวข้องด้านระบบงานทางรถไฟ ใช้ในการติดตั้งซ่อมบำรุงงานทางรถไฟ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจในหน้าที่และวิธีการใช้งาน ก่อนนำไปใช้หรือปฏิบัติงานจริง

#### ๑๐.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

##### ๑๐.๒.๑ เครื่องเจาะรางรถไฟ

- ๑๐.๒.๑.๑ เป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ๔ จังหวะ
- ๑๐.๒.๑.๒ กำลังเครื่องยนต์ไม่น้อยกว่า ๑.๒ กิโลวัตต์
- ๑๐.๒.๑.๓ ความเร็วรอบได้สูงสุดไม่น้อยกว่า ๒๕๐ รอบ / นาที
- ๑๐.๒.๑.๔ เวลาในการเจาะไม่เกิน ๔๐ วินาที
- ๑๐.๒.๑.๕ มีระบบน้ำหล่อเย็น

##### ๑๐.๒.๒ แม่แรงไฮดรอลิกยกราง

- ๑๐.๒.๒.๑ กำลังสูงสุดไม่น้อยกว่า ๘๐ kN
- ๑๐.๒.๒.๒ Stroke ในการยกสูงสุดไม่น้อยกว่า ๗๐ มิลลิเมตร.
- ๑๐.๒.๒.๓ มีแรงดันระบบไฮดรอลิกไม่น้อยกว่า ๔๙ Mpa
- ๑๐.๒.๒.๔ มีแรงสูงสุด ๔๓๒ N หรือดีกว่าที่ด้ามจับขนาดความยาว ๘๐๐ มม.

##### ๑๐.๒.๓ เครื่องตัดรางรถไฟ

- ๑๐.๒.๓.๑ เป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ๔ จังหวะ
- ๑๐.๒.๓.๒ ความเร็วรอบสูงสุด ไม่น้อยกว่า ๓,๖๐๐ รอบ / นาที
- ๑๐.๒.๓.๓ กำลังเครื่องยนต์ไม่น้อยกว่า ๔.๘ กิโลวัตต์
- ๑๐.๒.๓.๔ ความเร็วแกนใบตัด ไม่น้อยกว่า ๓,๐๐๐ รอบ / นาที
- ๑๐.๒.๓.๕ เวลาการตัดรางขนาด ๖๐ กิโลกรัม / เมตร ไม่เกิน ๑๒๐ วินาที

##### ๑๐.๒.๔ เครื่องเจียร์รางรถไฟ

- ๑๐.๒.๔.๑ เป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ๒ จังหวะ
- ๑๐.๒.๔.๒ เครื่องยนต์กำลังไม่น้อยกว่า ๑.๔๒ กิโลวัตต์
- ๑๐.๒.๔.๓ ความเร็วรอบ สูงสุดไม่น้อยกว่า ๗,๕๐๐ รอบ / นาที
- ๑๐.๒.๔.๔ เจียร์ล้อความเร็วเชิงเส้น สูงสุดไม่น้อยกว่า ๗๐ เมตร / วินาที

- ๑๐.๒.๕ เครื่องเจียรรางรถไฟแบบละเอียด
  - ๑๐.๒.๕.๑ เป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ๔ จังหวะ
  - ๑๐.๒.๕.๒ ความเร็วรอบ สูงสุดไม่น้อยกว่า ๓,๖๐๐ รอบ / นาที
  - ๑๐.๒.๕.๓ เครื่องยนต์กำลังไม่น้อยกว่า ๔.๘ กิโลวัตต์
  - ๑๐.๒.๕.๔ ความเร็วของเพลาหลักไม่น้อยกว่า ๔,๐๐๐ รอบ / นาที
  - ๑๐.๒.๕.๕ มุมเจียรมุมเอียงได้ไม่น้อยกว่า ๙๐°
- ๑๐.๒.๖ เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด
  - ๑๐.๒.๖.๑ มีย่านการวัดที่ -๓๐ to + ๔๐๐ °C
  - ๑๐.๒.๖.๒ มีค่าความละเอียดที่ ๐.๑ °C
  - ๑๐.๒.๖.๓ ค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 1$  °C or  $\pm 1$  % of mv (Remaining Range)
  - ๑๐.๒.๖.๔ มีความเร็วในการอ่านค่า ที่ ๐.๕ วินาที
  - ๑๐.๒.๖.๕ ใช้พลังงาน แบตเตอรี่ ๙ V
- ๑๐.๒.๗ เครื่องปรับระยะห่างรางรถไฟ
  - ๑๐.๒.๗.๑ แรงดึงสูงสุดไม่น้อยกว่า ๔๐๐ กิโลนิวตัน
  - ๑๐.๒.๗.๒ ระยะการทำงานของกระบอกลูกสูบไม่น้อยกว่า ๑๔๐ มิลลิเมตร
  - ๑๐.๒.๗.๓ ความดันสูงสุดไม่น้อยกว่า ๕๒ เมกะปาสคัล
  - ๑๐.๒.๗.๔ ประสิทธิภาพขณะไม่มีภาระไม่น้อยกว่า ๒.๐ มิลลิเมตรต่อนาที
- ๑๐.๒.๘ เครื่องตัดรางรถไฟ
  - ๑๐.๒.๘.๑ แรงดันสูงสุดไม่น้อยกว่า ๕๓๐ กิโลนิวตัน
  - ๑๐.๒.๘.๒ ความดันสูงสุดไม่น้อยกว่า ๕๒ เมกะปาสคัล
  - ๑๐.๒.๘.๓ ระยะทำงานไม่น้อยกว่า ๗๐ มิลลิเมตร
  - ๑๐.๒.๘.๔ ประสิทธิภาพขณะไม่มีภาระไม่น้อยกว่า ๑.๖ มิลลิเมตรต่อนาที
- ๑๐.๒.๙ เครื่องยิงวัดระยะด้วยเลเซอร์
  - ๑๐.๒.๙.๑ ช่วงการวัด ๐.๐๘ ถึง ๑๕๐ เมตรในที่ร่มหรือมากกว่า
  - ๑๐.๒.๙.๒ ค่า Accuracy  $\pm 1.5$  มิลลิเมตร
  - ๑๐.๒.๙.๓ ค่าความไวในการวัดผล ๐.๕ วินาที
  - ๑๐.๒.๙.๔ ชนิดเลเซอร์ 650 นิวตันเมตร, Class ๒ < 1 มิลลิวัตต์
  - ๑๐.๒.๙.๕ มีหน่วยความจำในการเก็บค่าได้ไม่น้อยกว่า ๓๐ ค่า
  - ๑๐.๒.๙.๖ สามารถการถ่ายโอนข้อมูลผ่านบลูทูธได้
  - ๑๐.๒.๙.๗ แบตเตอรี่ AA x ๓
  - ๑๐.๒.๙.๘ รองรับการใช้งานร่วมกับระบบ Android และ IOS
  - ๑๐.๒.๙.๙ ระบบปิดเครื่องอัตโนมัติ
  - ๑๐.๒.๙.๑๐ ตัวเครื่องผ่านระบบป้องกันการกระเด็นของน้ำและฝุ่น IP5๔
  - ๑๐.๒.๙.๑๑ สามารถเลือกหน่วยวัด ม./เซนติเมตร., ฟุต/นิ้ว
- ๑๐.๒.๑๐ ไม้บรรทัดวัดความกว้างของราง
  - ๑๐.๒.๑๐.๑ สามารถวัดระยะความกว้างของรางตั้งแต่ ๑,๔๐๗ – ๑,๔๗๐ หรือกว้างกว่า
  - ๑๐.๒.๑๐.๒ ขนาดของไม้บรรทัดไม่น้อยกว่า ๑,๕๐๐ มิลลิเมตร
- ๑๐.๒.๑๑ ชุดกระเปาะเครื่องมือซ่อมบำรุงรถไฟ
  - ๑๐.๒.๑๑.๑ กระเปาะเครื่องมืองานตัด ประกอบด้วยรายการเครื่องมือดังต่อไปนี้หรือมากกว่า
    ๑. กล้องเครื่องมือ
    ๒. Saw box
    - ๓.Flat Rasp
    ๔. Copper Brush
    ๕. Utility Knife
    ๖. Crescent Wrench

- ๗. Cutting Knife ๑/๒”
- ๘. Cutting Knife ๗/๘”
- ๙. Punching Device ๑/๒”
- ๑๐. Punching Device ๗/๘”
- ๑๑. Stay Wrench ๑/๒”
- ๑๒. Stay Wrench ๗/๘”
- ๑๓. Flashlight
- ๑๔. Headlamp

๑๐.๒.๑๑.๒ กระเป๋าเครื่องมืองานถอดประกอบ ประกอบด้วยรายการเครื่องมือดังต่อไปนี้หรือมากกว่า

- ๑. Clippers
- ๒. Offset Pliers
- ๓. Sharp Hose Pliers
- ๔. Multifunctional Green Pliers
- ๕. Flat Head Screwdriver ๖ x ๑๕๐ มิลลิเมตร.
- ๖. Flat Head Screwdriver ๕.๐ x ๑๐๐ มิลลิเมตร.
- ๗. Flat Head Screwdriver ๖.๐ x ๑๐๐ มิลลิเมตร.
- ๘. Philips Screwdriver ๖ x ๑๕๐ มิลลิเมตร.
- ๙. Philips Screwdriver ๕.๐ x ๑๐๐ มิลลิเมตร.
- ๑๐. Philips Screwdriver ๖.๐ x ๑๐๐ มิลลิเมตร.
- ๑๑. Adjustable Wrench ๓๐๐ มิลลิเมตร.
- ๑๒. Adjustable Wrench ๒๐๐ มิลลิเมตร.
- ๑๓. Hexagon Wrench ๔ มิลลิเมตร.
- ๑๔. Hexagon Wrench ๖ มิลลิเมตร.
- ๑๕. Hexagon Wrench ๘ มิลลิเมตร.
- ๑๖. Hexagon Wrench ๑๐ มิลลิเมตร.
- ๑๗. Hexagon Wrench ๑๒ มิลลิเมตร.
- ๑๘. Socket Wrench ๖ mm – ๒๔ มิลลิเมตร.
- ๑๙. Adjustable Wrench ๓๕๐ มิลลิเมตร.
- ๒๐. Steel Tape ๓ x ๑๖ มิลลิเมตร.

๑๐.๒.๑๑.๓ กระเป๋าเครื่องมือ ประกอบด้วยเครื่องมือดังต่อไปนี้หรือมากกว่า

- ๑. Steel Saw box ๓๐๐ มิลลิเมตร.
- ๒. Small Steel Saw box ๑๕๐ มิลลิเมตร.
- ๓. Hacksaw ๓๐๐ มิลลิเมตร
- ๔. Small Hacksaw ๑๕๐ มิลลิเมตร
- ๕. Hand Hammer ๑ก
- ๖. Electric Knife
- ๗. Cutting Knife
- ๘. Medical Scissors
- ๙. Solder Paste
- ๑๐. Solder Wire
- ๑๑. Tweezers
- ๑๒. Brush ๒๕ มิลลิเมตร
- ๑๓. Brush ๕๐ มิลลิเมตร
- ๑๔. Test Pen
- ๑๕. Steel Brush



- ๑๖. Copper Brush
- ๑๗. DC Hand Drill ๖ มิลลิเมตร
- ๑๘. Flashlight Charge
- ๑๙. Headlamp Charge
- ๑๐.๒.๑๑.๔ ฆ้อน ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร
  - ๑. มีด้ามทำด้วยไม้หรือไฟเบอร์ขนาดกะทัดรัด
  - ๒. มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
  - ๓. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ
  - ๔. ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร
- ๑๐.๒.๑๑.๕ ฆ้อนปอนด์
  - ๑. มีด้ามทำด้วยไม้หรือไฟเบอร์ขนาดเหมาะสม
  - ๒. มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
  - ๓. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ
  - ๔. ขนาดไม่น้อยกว่า ๘ ปอนด์
- ๑๐.๒.๑๑.๖ ประแจตัวที่
  - ๑. ใช้สำหรับขันน็อตยึดหมอนรางรถไฟ
  - ๒. มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
  - ๓. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ
  - ๔. แบบหัว ๖ เหลี่ยมขนาด M๒๔
- ๑๐.๒.๑๑.๗ ประแจสำหรับงานหนัก
  - ๑. ใช้สำหรับขันน็อตยึดหมอนรางรถไฟงานหนัก
  - ๒. มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
  - ๓. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ
  - ๔. แบบหัว ๖ เหลี่ยมขนาด M๒๔
  - ๕. รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า ๑ ปี
- ๑๐.๒.๑๑.๘ อุปกรณ์ Rail turnover
  - ๑. รองรับกับรางรถไฟชนิด ๔๕, ๕๐, ๖๐, ๗๕ Kg/m
  - ๒. มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
  - ๓. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ
- ๑๐.๒.๑๑.๙ ประแจแหวนข้างปากตาย Stay Wrench
  - ๑. ใช้สำหรับขันน็อตรถไฟขนาด M๒๔
  - ๒. ยาวไม่น้อยกว่า ๕๐๐ มิลลิเมตร
  - ๓. มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
  - ๔. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ
- ๑๐.๒.๑๑.๑๐ ประแจแหวนฟรี Ratchet Wrench
  - ๑. ใช้สำหรับขันน็อตรถไฟขนาด M๒๔
  - ๒. ยาวไม่น้อยกว่า ๕๐๐ มิลลิเมตร
  - ๓. มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
  - ๔. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ
- ๑๐.๒.๑๑.๑๑ ชะแลง
  - ๑. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ
  - ๒. ใช้สำหรับชุดและจัด มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
  - ๓. ยาวไม่น้อยกว่า ๑,๕๐๐ มิลลิเมตร
  - ๔. รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า ๑ ปี

๑๐.๒.๑๑.๑๒ อีเตอร์ (Big head pickaxe)

๑. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ
๒. ใช้สำหรับขุดและเจาะ มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
๓. ยาวไม่น้อยกว่า ๖๐๐ มิลลิเมตร

๑๐.๒.๑๑.๑๓ ฆ้อนตอกหมุด (Spiking Hammer)

๑. ใช้สำหรับตอกยึดหมุดหรือตะปูในงานรถไฟ
๒. มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
๓. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ

๑๐.๒.๑๑.๑๔ คราดเหล็ก

๑. ใช้สำหรับเกลี่ยหินติดตั้งรางรถไฟ
๒. มีซี่เหล็กไม่น้อยกว่า ๔ ซี่
๓. มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
๔. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ

๑๐.๒.๑๑.๑๕ รถเข็นเครื่องมือ

๑. ใช้สำหรับวางเครื่องมืองานซ่อมบำรุงทางรถไฟ
๒. มีล้อเลื่อนสำหรับเคลื่อนที่บนรางรถไฟ
๓. ทำด้วยเหล็กมีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อการใช้งาน
๔. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ

๑๐.๒.๑๑.๑๖ ไฟฉาย

๑. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ
๒. ใช้หลอด LED สำหรับส่องสว่าง
๓. ใช้แบตเตอรี่ หรือแบบอื่นที่ดีกว่า

๑๐.๒.๑๑.๑๗ เครื่องยกและขยับรางรถไฟ

๑. กำลังยกกระดบไม่น้อยกว่า ๒๐๐ kn
๒. กำลังในการขยับรางไม่น้อยกว่า ๑๓๕ kn
๓. ระยะยกได้สูงสุดไม่น้อยกว่า ๑๒๐ มิลลิเมตร
๔. ระยะการขยับรางได้สูงสุดไม่น้อยกว่า ๘๐ มิลลิเมตร

๑๐.๒.๑๑.๑๘ ชุดฝึกติดตั้งระบบราง

๑. รางรถไฟจริงขนาดมาตรฐาน UIC๖๐ หรือเทียบเท่าความยาวไม่น้อยกว่า ๕ เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า ๒ เส้น
๒. ชุดประกับรางจำนวน ๒ ชุด พร้อมอุปกรณ์จับยึดติดตั้งกับรางรถไฟ
๓. หมอนรองรางแบบไม้และ/หรือหมอนรองรางคอนกรีตขนาดทางมาตรฐาน (๑.๔๓๕ เมตร) สำหรับวางรางจำนวนเท่ากับที่จะต้องใช้กับราง
๔. เครื่องยึดเหนี่ยวรางตามมาตรฐานการวางรางรถไฟจำนวนเท่ากับจำนวน ต้องใช้ในการติดตั้งรางเข้ากับหมอนรองราง

๑๐.๓ รายละเอียดอื่น ๆ

- ๑๐.๓.๑ รับประกันหลังการส่งมอบและบริการหลังการขาย โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ จำนวน ๑ ปี
- ๑๐.๓.๒ ต้องจัดให้มีการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญให้กับบุคลากร
- ๑๐.๓.๓ มีคู่มือการใช้งาน จำนวน ๑ ชุด

๒. รายละเอียดเงื่อนไขประกอบอื่นๆ

- ๒.๑ ผู้เสนอราคาต้องยื่นเอกสารหนังสือรับประกันคุณภาพสินค้า ๑ ปี ในวันเสนอราคา
- ๒.๒ ผู้สัญญาจะต้องส่งมอบเอกสารคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา จำนวน ๓ ชุด
- ๒.๓ ผู้สัญญาจะต้องจัดฝึกอบรมการใช้งานชุดฝึกให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลังการส่งมอบ ไม่น้อยกว่า ๑ วัน หรือจนกว่าจะสามารถใช้งานชุดฝึกได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ๒.๔ ผู้สัญญาจะต้องทำการติดตั้งครุภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ
- ๒.๕ สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ ศูนย์การศึกษาหนองระเวียง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

๓. กำหนดส่งมอบ


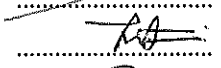
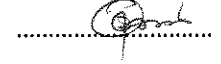
ภายใน ๒๑๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

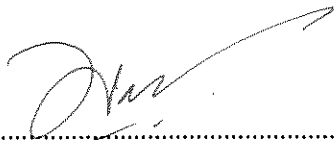
๔. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

- |               |                 |                     |
|---------------|-----------------|---------------------|
| ๑. นายกัมปนาท | ถ่ายสูงเนิน     | ประธานกรรมการ       |
| ๒. นายไพรัชต์ | ดิฐคุณารักษ์กุล | กรรมการ             |
| ๓. นายอำพล    | ทันไชย          | กรรมการและเลขานุการ |

  
.....  
  
.....  
  
.....

ลงชื่อ .....  ..... (ผู้อนุมัติ)

(..... ผศ.พงศธร สาตรา .....)

ตำแหน่ง รองอธิการบดีฝ่ายส่งเสริมและพัฒนากิจการมหาวิทยาลัย

รักษาราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

20 ก.พ. 2562