

ร่างขอบเขตของงาน

สำหรับการจัดซื้อ ชุดครุภัณฑ์งานซ่อมบำรุงทางสำหรับรถไฟความเร็วสูง
ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๑ ชุด/

๑. ความเป็นมา

ตามยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานเรื่องระบบการขนส่งทางราง ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องมีการเรียนรู้ในการซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง นักศึกษาต้องมีทักษะในการซ่อม ความเข้าใจในระบบสัญญาณ และความปลอดภัยในการทำงานซ่อม โดยเฉพาะระบบไฟฟ้าแรงสูงที่ใช้ในระบบรถไฟความเร็วสูง ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรช่างซ่อมบำรุงระบบขนส่งทางราง และหลักสูตรซ่อมบำรุงไฟฟ้าในระบบขนส่งทางราง ซึ่งครุภัณฑ์ชุดนี้สามารถใช้ในการเรียนการสอนในหลักสูตรช่างเทคนิคขนส่งทางรางได้ครบทุกวิชาที่เปิดสอน ครุภัณฑ์ชุดนี้ยังสามารถสอนและเพิ่มความรู้ให้แก่นักศึกษาในชั้นที่สูงขึ้นและเฉพาะทางมากขึ้น รวมถึงเพื่อให้การดำเนินงานของวิทยาลัยนวัตกรรมการวิชาชีพตามยุทธศาสตร์ระบบขนส่งทางราง ดำเนินได้ตามวัตถุประสงค์ของทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ในการพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนในการพัฒนาการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพให้มีการฝึกปฏิบัติงานเฉพาะด้านให้มีทักษะและความเชี่ยวชาญต่อไป

๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อเป็นการเพิ่มความรู้และประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การซ่อมบำรุงทางรางภาคสนามจากอุปกรณ์จริง ให้แก่นักศึกษา เจ้าหน้าที่ และผู้สนใจ

๒.๒ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับงานเชื่อม

๒.๓ เพื่อใช้สำหรับการบริการวิชาการให้แก่ชุมชน

๓. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย

๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๓.๗ เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในวันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

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

๔. แบบรูปรายการ หรือคุณลักษณะเฉพาะ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (ตามเอกสารแนบ)

๕. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายใน ๒๑๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๖. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

ภายใน ๒๑๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๗. วงเงินในการจัดหา

เป็นจำนวนเงิน ๕๖,๒๕๐,๐๐๐.๐๐ บาท (ห้าสิบล้านสองแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)

๘. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

๑. นายไพรัชต์	ดิฐคุณารักษ์กุล	ประธานกรรมการ
๒. นายราชพล	ไชยพันธ์	กรรมการ
๓. นางสาวจิราพัชร	จิवालักษณ์	กรรมการและเลขานุการ

ลงชื่อ (ผู้อนุมัติ)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีโรจน์ ลิ้มไขแสง
(อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)

.....

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
สำหรับการจัดซื้อ ชุดครุภัณฑ์งานซ่อมบำรุงทางสำหรับรถไฟฟ้าความเร็วสูง
ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

ชุดครุภัณฑ์งานซ่อมบำรุงทางสำหรับรถไฟฟ้าความเร็วสูง ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ใน ๑ ชุดประกอบด้วย

๑.ชุดการทำงานสถานีรถไฟ จำนวน ๑ ชุด
ประกอบด้วย

๑.๑ ห้องควบคุมสถานีเสมือนจริง

๑.๑.๑ ชุดจำลองระบบอาณัติสัญญาณสั่งการและควบคุม แบบ CBI

- ๑.๑.๑.๑ เป็นระบบอาณัติสัญญาณ Signaling แบบไฟสีควบคุมและสั่งการภายในสถานีจำลอง จำนวน ๑ ระบบ
- ๑.๑.๑.๒ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถสั่งการและควบคุม (Interface) อุปกรณ์ภายในสถานีจำลองได้ ไม่น้อยกว่า ๒๘ อุปกรณ์
- ๑.๑.๑.๓ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถทำงานร่วมกันกับสถานีจำลองอื่นไม่น้อยกว่า ๒ สถานี
- ๑.๑.๑.๔ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถสั่งการผ่านคอมพิวเตอร์ภายในสถานีจำลองได้
- ๑.๑.๑.๕ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถแสดงผล Display บนจอ LED ๕๒ นิ้ว หรือดีกว่า
- ๑.๑.๑.๖ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบไฟสีและระบบสัญญาณใบธง ในกรณีที่ระบบใดระบบหนึ่ง เกิดปัญหา
- ๑.๑.๑.๗ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถแสดงสถานะ รถว่าง บน Display ได้
- ๑.๑.๑.๘ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถแสดงสถานะมีรถอยู่ในราง บน Display ได้

๑.๑.๒ ชุดจำลองระบบอาณัติสัญญาณสั่งการและควบคุม แบบ CTC

- ๑.๑.๒.๑ ระบบที่ออกแบบต้อง สามารถสั่งการและควบคุมระบบ CBI ได้ไม่น้อยกว่า ๓ สถานี
- ๑.๑.๒.๒ ชุดควบคุมสามารถสั่งการและควบคุมระบบ CBI ได้ในระยะทางไม่ต่ำกว่า ๑ กิโลเมตร
- ๑.๑.๒.๓ สายสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างสถานีต้องเชื่อมต่อด้วยสาย Fiber optic
- ๑.๑.๒.๔ ระบบที่ออกแบบต้องแสดงสถานะอุปกรณ์ของแต่ละสถานี ไม่น้อยกว่า ๓ สถานี
- ๑.๑.๒.๕ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถแสดงผล Display บนจอ LED ๕๒ นิ้ว หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ Display
- ๑.๑.๒.๖ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบไฟสีและระบบสัญญาณใบธง ในกรณีที่ระบบใดระบบหนึ่งเกิดปัญหา
- ๑.๑.๒.๗ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถแสดงสถานะ รถว่าง บน Display ได้
- ๑.๑.๒.๘ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถแสดงสถานะมีรถอยู่ในราง บน Display ได้
- ๑.๑.๒.๙ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถแสดงสถานะตำแหน่งประจำเข้าทางหลัก บน Display ได้
- ๑.๑.๒.๑๐ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถแสดงสถานะ ผ่านตลอด บน Display ได้

๑.๑.๒.๑๑ ระบบที่ออกแบบต้องสามารถแสดงสถานะ เสาเตือนผ่านเพื่อจุดที่เสาสัญญาณถัดไป บน Display ได้

๑.๑.๓ สถานีจำลอง

- ๑.๑.๓.๑ สถานีจำลอง มีความกว้าง ของตัวอาคารรวมหลังคาไม่น้อยกว่า ๔.๕ เมตร
- ๑.๑.๓.๒ สถานีจำลอง มีความสูง ของตัวอาคารรวมหลังคาไม่น้อยกว่า ๕ เมตร
- ๑.๑.๓.๓ สถานีจำลอง มีความยาว ของตัวอาคารรวมหลังคาไม่น้อยกว่า ๒๐ เมตร
- ๑.๑.๓.๔ ภายในตัวสถานีจำลองต้องมีห้องควบคุมสถานี จำนวน ๑ ห้อง
- ๑.๑.๓.๕ พื้นปูนยกระดับ ของสถานีจำลอง มีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า ๕ เมตร
- ๑.๑.๓.๖ พื้นปูนยกระดับ ของสถานีจำลอง มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า ๔๐ เมตร
- ๑.๑.๓.๗ สถานีจำลองต้องมีทางขึ้นลงไม่น้อยกว่า ๔ จุด
- ๑.๑.๓.๘ ระยะทางความยาวรางตลอดสถานี ไม่น้อยกว่า ๒๕๐ m

๑.๒ สัญญาณทางข้ามพร้อมชุดควบคุม

- ๑.๒.๑ สามารถส่งสัญญาณ Display ไปยังห้องควบคุมได้
- ๑.๒.๒ ติดตั้งแท่นเครื่องกันถนนชนิดคานอัตโนมัติ
- ๑.๒.๓ คานกันถนนพร้อมชุดยึดเหนี่ยวและไฟคาน LED
- ๑.๒.๔ กันชนเป็นกันชนแบบขั้นรูป(ลูกฟูก) ชนิดมี มอก. ให้ครอบคลุมป้องกันตามมาตรฐานการรถไฟ
- ๑.๒.๕ ติดตั้งระบบสายดินที่แท่นเครื่องกันถนน โดยทำการปักแท่งกราวด์แบบ Copper Bond Steel (UL List) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๕/๘" ความยาวแท่งกราวด์ไม่น้อยกว่า ๑๐ ฟุต ต่อกับสายสลิงหุ้มฉนวนPVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่ต่ำกว่า ๑๐ ตร.มม.เชื่อมต่อด้วยวิธี Exothermic Welding พร้อมปิดครอบด้วยท่อ PVC ที่มีหัวอุดที่หลักสายดินเข้ากับอุปกรณ์ แต่ละชนิดที่ต้องมีค่าความต้านทานดินที่วัดได้ไม่สูงกว่า ๕ โอห์ม
- ๑.๒.๖ ติดตั้งท่อร้อยสายสัญญาณลอดผ่านถนนให้ทำการชุดฝังท่อร้อยสัญญาณชนิด RSC หรือดีกว่า
- ๑.๒.๗ ติดตั้งสายไฟฟ้ากำลัง และสายสัญญาณควบคุมแท่นเครื่องกันถนน
- ๑.๒.๘ ติดตั้งตู้ควบคุมเครื่องกันถนนชนิดคานอัตโนมัติ
- ๑.๒.๙ ติดตั้งชุดป้องกันกระแสลัด (แรงดันและกระแสเกินพิกัด)
- ๑.๒.๑๐ ติดตั้งสัญญาณผ่านเสมอระดับทาง (ไฟวาบไม่น้อยกว่าห้าดวง)

๑.๓ ชุดรางเบาพร้อมระบบสัญญาณและจ่ายไฟ

- ๑.๓.๑ ระบบจำลองชุดรางที่ ๓ ต้องมีการจ่ายไฟฟ้าเพื่อการเดินรถเป็นระยะทางไม่น้อยกว่า ๔๐ เมตร
- ๑.๓.๒ ชุด Conductor Rail มีความยาวไม่น้อยกว่า ๑๕ เมตร
- ๑.๓.๓ ชุด Conductor Rail มีขนาดอัตราส่วน ๑:๑ ของอุปกรณ์จริง
- ๑.๓.๔ ชุด Conductor Rail สามารถรองรับกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า ๔๕๐๐ A

- ๑.๓.๕ ชุด Conductor Rail ผลิตมาจากวัสดุหลักที่ทำมาจาก Aluminum Alloy
- ๑.๓.๖ ชุด Conductor Rail ในส่วนที่สัมผัสกับ Conductor Shoes ของตัวรถจำลอง ต้องมีวัสดุที่ทำมาจาก Stainless Steel เพื่อป้องกันการสึกหรอของตัว Conductor Rail
- ๑.๓.๗ ชุด Protective Cover ผลิตมาจากวัสดุ ชนิด UPVC
- ๑.๓.๘ ชุด Protective Cover มีความยาวไม่น้อยกว่า ๔.๘ เมตร
- ๑.๓.๙ ชุด Low Speed Lamp ขนาดความลาดเอียง ๑:๓๐ รองรับความเร็วของรถไฟจำลองได้ไม่น้อยกว่า ๒๕ Km/H
- ๑.๓.๑๐ ชุด Conductor Rail Support มีขนาดอัตราส่วน ๑:๑ ของอุปกรณ์จริง
- ๑.๓.๑๑ Splice Joint หรือ Fish Plate มีขนาดอัตราส่วน ๑:๑ ของอุปกรณ์จริง
- ๑.๓.๑๒ รอยต่อรางนำไฟฟ้าเพื่อการขยายตัว(Expansion Joint) ผลิตจากวัสดุนำไฟฟ้า มีอัตราส่วน ๑:๑ ของอุปกรณ์จริง
- ๑.๓.๑๓ จุดยึดแน่น รางนำไฟฟ้าป้องกันการเคลื่อนที่ หรือ Mid Point มีขนาดอัตราส่วน ๑:๑ ของอุปกรณ์จริง
- ๑.๓.๑๔ ชุดจ่ายไฟฟ้า หรือ Power Feed Assembly มีขนาดอัตราส่วน ๑:๑ ของอุปกรณ์จริง
- ๑.๓.๑๕ มีการจำลองระบบจ่ายไฟ แบบ Conductor Rail Ramp กรณีรถวิ่งผ่าน Turn Out อย่างน้อย ๑ ชุด

๑.๔ ชุดกระแทกหยุดขบวนรถ

- ๑.๔.๑ โครงสร้างหลักของ Buffer Stop ทำมาจากเหล็ก Grade R๒๖๐ หรือดีกว่า
- ๑.๔.๒ วัสดุหน้าเบ้นปะทะ ทำมาจากยางหรือโพลีเมอร์
- ๑.๔.๓ มี Fishplate ยึดขา Buffer Stop เข้ากับราง ๕๔E๑ ทั้งสองข้าง

๑.๕ ชุดประแจสับราง

- ๑.๕.๑ ชุด Turn out ประแจสับรางชนิด ๕๔E๑ ๑:๑๒ Type swing nose
 - ๑.๕.๑.๑ General : สามารถรับน้ำหนักโหลด ๒๐ ตัน ด้วยความเร็ว ๑๖๐ KPH การออกแบบการผลิตและการทดสอบต้องเป็นไปตาม EN ๑๓๒๓๒
 - ๑.๕.๑.๒ Turnout Rail : เป็นรางชุบหัวแข็ง EN๕๔E๑ เกรด R๓๕๐ LHT ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน EN๑๓๖๗๔-๑, ความแข็งไม่น้อยกว่า ๓๕๐ HB, Heat Treatment Process ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EN๑๓๖๗๔
 - ๑.๕.๑.๓ Tongue Rail / Switch Rail/Switchblade: เป็นราง EN ๕๔E๑ เกรด R๓๕๐LHT ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน EN ๑๓๖๗๔-๒, Minimum throw ๑๑๐ mm Minimum head cut ๕๐ mm
 - ๑.๕.๑.๔ Check Rail:ต้องเป็นราง ๓๓C๑ เกรด R๓๒๐Cr ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน EN ๑๓๖๗๔-๓

- ๑.๕.๑.๕ Crossing : เป็นรางซุบหัวแข็ง EN๕๔E๑ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน EN๑๓๖๗๔-๑ เกรด R๓๕๐ LHT ที่มีความแข็งแรงไม่น้อยกว่า ๓๕๐ HB, Built-Up Crossing with movable nose
- ๑.๕.๑.๖ Switch Block, Check Block, Main Washer : เป็นเหล็กหล่อ
- ๑.๕.๑.๗ Baseplate : เป็น Cast baseplate เท่านั้น วัสดุจะเป็นเหล็กกล้าไฟท์ทรงกลม ตามมาตรฐาน EN ๑๕๖๓
- ๑.๕.๒ ชุด Turn out ประเภทสับรางชนิด ๕๔E๑ ๑:๑๒ Type manganese crossing fog
 - ๑.๕.๒.๑ General : สามารถรับน้ำหนักโหลด ๒๐ ตัน ด้วยความเร็ว ๑๖๐ KPH การออกแบบการผลิตและการทดสอบต้องเป็นไปตาม EN ๑๓๖๓๒
 - ๑.๕.๒.๒ Turnout Rail : เป็นรางซุบหัวแข็ง EN๕๔E๑ เกรด R๓๕๐ LHT ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน EN๑๓๖๗๔-๑, ความแข็งแรงไม่น้อยกว่า ๓๕๐ HB, Heat Treatment Process ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EN๑๓๖๗๔
 - ๑.๕.๒.๓ Tongue Rail / Switch Rail/Switchblade: เป็นราง EN ๕๔E๑ เกรด R๓๕๐LHT ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน EN ๑๓๖๗๔-๒, Minimum throw ๑๑๐ mm Minimum head cut ๕๐ mm
 - ๑.๕.๒.๔ Check Rail: ต้องเป็นราง ๓๓C๑ เกรด R๓๒๐Cr ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน EN ๑๓๖๗๔-๓
 - ๑.๕.๒.๕ Crossing : เป็นรางซุบหัวแข็ง EN๕๔E๑ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน EN๑๓๖๗๔-๑ เกรด R๓๕๐ LHT ที่มีความแข็งแรงไม่น้อยกว่า ๓๕๐ HB, Cast austenitic manganese crossing with fixed nose ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน BS EN ๑๓๖๓๒-๖
 - ๑.๕.๒.๖ Switch Block, Check Block, Main Washer : เป็นเหล็กหล่อ
 - ๑.๕.๒.๗ Baseplate : เป็น Cast baseplate เท่านั้น วัสดุจะเป็นเหล็กกล้าไฟท์ทรงกลมตามมาตรฐาน EN ๑๕๖๓ ๒.๘ Rail Fastening System : เป็นระบบยึดรางที่เชื่อมต่อกับหมอนคอนกรีต Pandrol หรือ Vossloh หรือ Stedef brand หรือ เทียบเท่า
- ๑.๕.๓ Point Machine For ๕๔E๑
 - ๑.๕.๓.๑ มีค่า Protection index ที่ IP๕๕ หรือ IP๖๗
 - ๑.๕.๓.๒ มีค่า Adjustable stroke ที่ ๑๑๕ ถึง ๒๖๐ mm.
 - ๑.๕.๓.๓ มีค่า Maximum load ขณะ Drive ที่ ๔๐๐ ถึง ๕๐๐ daN
 - ๑.๕.๓.๔ ความเร็วสูงสุด ขณะไฟวิ่งผ่านที่ ๕๐ Km/hr หรือมากกว่า
 - ๑.๕.๓.๕ มีช่วงเวลาในการ Switch ระหว่าง ๓.๕S ถึง ๔.๘S
 - ๑.๕.๓.๖ Motor สำหรับ Drive ใช้ได้ทั้ง DC และ AC
- ๑.๕.๔ Manual Switch
 - ๑.๕.๔.๑ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีใช้ในการรถไฟแห่งประเทศไทยในปัจจุบันและมีใช้ไม่น้อยกว่า ๑ โครงการ
 - ๑.๕.๔.๒ Switch Manual เป็น Type ๕๔E๑

- ๑.๕.๔.๓ Switch Manual มีคอมตะเกียงที่แสดงสัญลักษณ์ เป็นตามแบบของการรถไฟ
- ๑.๕.๔.๔ อุปกรณ์คอมตะเกียงผลิตจากแผ่นเหล็กหรือแผ่นสังกะสีมีความหนาไม่ต่ำกว่า ๐.๘ มิลลิเมตร
- ๑.๕.๔.๕ ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ Manual Switch ที่ผลิตจากเหล็กหล่อ เกรด FCD๔๕๐ หรือดีกว่า
- ๑.๕.๔.๖ ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ Manual Switch ที่ผลิตจากเหล็กเหนียว เกรด SS๔๐๐ หรือดีกว่า
- ๑.๕.๔.๗ Manual Switch สามารถเปิดปลายลิ้นของประแจไม่ต่ำกว่า ๑๒๐ มิลลิเมตร
- ๑.๕.๔.๘ คันชักส่งกำลัง ผลิตจากเหล็กเหนียว เกรด SS๔๐๐ หรือดีกว่า
- ๑.๕.๔.๙ ฝาครอบตะพานมีความสูงไม่เกินสันราง

๑.๕.๕ Key Point Lock

- ๑.๕.๕.๑ Key Point Lock ชนิด ๕๔E๑
- ๑.๕.๕.๒ รูปร่างและลักษณะเป็นไปตามแบบของการรถไฟแห่งประเทศไทย
- ๑.๕.๕.๓ Key Point Lock สามารถล็อกได้ทั้งท่าทางตรง และท่าทางหลัก
- ๑.๕.๕.๔ Key Point Lock มีกุญแจสำรองไม่น้อยกว่า ๓ ดอก
- ๑.๕.๕.๕ ก้าน Key Point Lock เป็นเหล็กชิ้นเดียวกัน ไม่มีรอยเชื่อมต่อใดๆ
- ๑.๕.๕.๖ Key Point Lock Frame ผลิตจากเหล็กเกรด SS๔๐๐

๑.๖ ชุดทางแยก

- ๑.๖.๑ Level Crossing ต้องสามารถรับน้ำหนักขบวนรถแบบ H(M) และ HS(MS) น้ำหนักเพลาดียว ๑๕๐ kN. ณ จุดกึ่งกลางแผ่น กำหนดให้มีค่าสัดส่วนความปลอดภัยไม่น้อยกว่า ๑.๕ หรือกำหนดค่าน้ำหนักทดสอบไม่น้อยกว่า ๒๒๕ kN. โดยปราศจากการ เสียหาย แดกร้าว และแอ่นตัวถาวร
- ๑.๖.๒ สามารถติดตั้งกับทางที่มีหมอนคอนกรีต และเครื่องยึดเหนี่ยวแบบสปริงได้ทุกแบบ
- ๑.๖.๓ ต้องมีค่าความต้านทานไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๔,๐๐๐ โอห์ม
- ๑.๖.๔ คอนกรีตกำลังสูงที่ใช้ต้องเป็นชนิด High Strength Concrete มีค่าหน่วยแรงอัดที่ ๒๘ วัน ไม่น้อยกว่า ๖๕ N/mm (ตัวอย่างทรงลูกบาศก์ ๑๕๐x๑๕๐x๑๕๐ มิลลิเมตร)
- ๑.๖.๕ ผิวหน้าของแผ่นต้องมีค่าความฝืดของผิวหน้า (Skid Resistance Value,SRV.) ไม่น้อยกว่า ๗๕ โดยทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E๓๐๓-๙๓(๑๙๙๘) Standard Test Method Measuring Surface Friction Properties Using the British Pendulum Tester

๑.๗ ชุดระบบจ่ายไฟเสา พร้อมชุดแปลงไฟฟ้า

- ๑.๗.๑ เสา Catenary เป็นเสาเหล็ก Beam ชุกกัลวาไนท์มีความสูงไม่น้อยกว่า ๖ เมตร
- ๑.๗.๒ Support Insulator ผลิตจากวัสดุที่เป็นฉนวนไม่นำไฟฟ้า มีอัตราส่วนเป็น ๑:๓ เท่าของอุปกรณ์จริง
- ๑.๗.๓ Tube ผลิตจากโลหะเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๖ มิลลิเมตร มีอัตราส่วนเป็น ๑: ๓ เท่าของอุปกรณ์จริง
- ๑.๗.๔ Insulator ผลิตจากวัสดุที่เป็นฉนวนไม่นำไฟฟ้ามีอัตราส่วน ๑ : ๓ เท่าของอุปกรณ์จริง

- ๑.๗.๕ Strut Tube ผลิตจากโลหะเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร มีอัตราส่วนเป็น ๑: ๓ เท่าของอุปกรณ์จริง
- ๑.๗.๖ Register arm Tube ผลิตจากโลหะเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๖ มิลลิเมตร มีอัตราส่วน ๑:๓ เท่าของอุปกรณ์จริง
- ๑.๗.๗ Steady arm Drop ผลิตจากโลหะเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๐ มิลลิเมตร มีอัตราส่วน ๑:๓ เท่าของอุปกรณ์จริง
- ๑.๗.๘ Contract wite Clip มีขนาดอัตราส่วน ๑:๓ เท่าของอุปกรณ์จริง

๑.๘ ราง EN ๕๔E๑ พร้อมระบบสัญญาณควบคุม

๑.๘.๑ หมอนคอนกรีต

- ๑.๘.๑.๑ เป็นหมอนคอนกรีตชนิด Ballast Track มีค่า AXLE - LOAD ที่ ๒๐ Metric Tons หรือมากกว่า
- ๑.๘.๑.๒ เป็นหมอนคอนกรีตชนิด Ballast Track Gauge
- ๑.๘.๑.๓ เป็นหมอนคอนกรีตชนิด Ballast Track Sleeper Spacing ที่ ๖๐๐ mm. หรือมากกว่า
- ๑.๘.๑.๔ เป็นหมอนคอนกรีตชนิด Ballast Track ความเร็วสูงสุด ขณะที่รถไฟวิ่งผ่านที่ ๑๒๐ Km/hr.

๑.๘.๒ Rail ๕๔E๑

- ๑.๘.๒.๑ รางเป็นชนิด ๕๔E๑ ความยาวไม่น้อยกว่า ๒๕๐ m
- ๑.๘.๒.๒ รางที่ใช้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EN๑๓๖๗๔-๑
- ๑.๘.๒.๓ วัสดุที่ใช้ในการผลิตเป็น Grade R๒๖๐ หรือดีกว่า
- ๑.๘.๒.๔ รางเป็นรางใหม่ อยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยแตกร้าว

๑.๘.๓ เครื่องยึดเหนี่ยวสำหรับยึดราง

- ๑.๘.๓.๑ E-Clip เครื่องยึดเหนี่ยวเป็นแบบคลิปล็อครางมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EN๑๓๔๘-๑ หรือดีกว่า ๗.๒ E-Clip Assembly Static Stiffness ไม่น้อยกว่า ๗๐kN/mm
- ๑.๘.๓.๒ E-Clip Assembly Dynamic Stiffness ไม่น้อยกว่า ๘๐kN/mm
- ๑.๘.๓.๓ E-Clip Impact Load Attenuation ไม่น้อยกว่า ๑๕%

๑.๘.๔ หินบดลาส

- ๑.๘.๔.๑ หินบดลาสเป็นหินแกรนิตโรยทางรถไฟ ตามสเปกการรถไฟประเทศไทย
- ๑.๘.๔.๒ ดัชนีความแบนของหินโรยทางต้องไม่เกิน ๓๐% เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน BS๘๑๒ Part ๑ (๑๙๗๕)
- ๑.๘.๔.๓ ดัชนีความยาวเรียงของหินโรยทางต้องไม่เกิน ๓๐% เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน BS๘๑๒Part ๑ (๑๙๗๕)
- ๑.๘.๔.๔ เป็นหินอัคนี ชนิดแอนดีไซต์(Andesite)
- ๑.๘.๔.๕ หินบดลาสต้องผ่านการ Test Angeles Abrasion ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C๑๓

๑.๙ ชุดเครื่องมือตรวจสอบไฟฟ้าในระบบราง

๑.๙.๑ สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าทั้ง DC และ AC แบบ Digital (Digital DC/AC Volt/Amp Meter)

- ๑.๙.๑.๑ แสดงผลเป็น Digital Display ๖๐๐๐ digit resolution
- ๑.๙.๑.๒ Power Source เป็นแบบ AAA IEC LR๐๓ Batteries
- ๑.๙.๑.๓ Applicable Standards EN/IEC ๖๑๐๑๐-๑ และ IEC๖๑๐๑๐-๒-๐๓๒
- ๑.๙.๑.๔ มีย่านสำหรับวัด DC Current ระหว่าง ๔๐A-๖๐๐A
- ๑.๙.๑.๕ DC Current มีค่า Accuracy ๑.๖ % \pm ๖ digit (๔๐A) , ๑.๕% \pm ๕ digit (๕๐-๖๐Hz) (๖๐๐A)
- ๑.๙.๑.๖ AC Current มีค่า Accuracy ๑.๖ % \pm ๖ digit (๕๐-๖๐ Hz) (๔๐A) ๑.๕ % \pm ๕ digit (๕๐-๖๐ Hz)(๖๐๐A)
- ๑.๙.๑.๗ สำหรับ DC Voltage สามารถวัด Voltage สูงสุด ที่ ๖๐๐V DC
- ๑.๙.๑.๘ สำหรับ DC Voltage มีค่า Accuracy ๑% \pm ๔ digit
- ๑.๙.๑.๙ สำหรับ AC Voltage สามารถวัด Voltage สูงสุดที่ ๖๐๐V AC
- ๑.๙.๑.๑๐ สำหรับ DC Voltage มีค่า Accuracy ๑.๕ % \pm ๕ digit (๒๐-๕๐๐ Hz)

๑.๙.๒ เครื่องมือวัดค่าความเป็นฉนวน (Insulation Tester)

- ๑.๙.๒.๑ Accuracy \pm ๒% rdg \pm ๓ dgt
- ๑.๙.๒.๒ Power source เป็น แบตเตอรี่ DC๑๒V : LR๑๔/R๑๔x๘ pcs
- ๑.๙.๒.๓ Applicable Standards IEC๖๑๐๑๐-๑ , ๖๑๐๑๐-๒ ๐๓๐ CATIV ๓๐๐ V/CAT III ๖๐๐V Pollution degree ๒, IEC ๖๑๐๑๐-๐๓๑, IED๖๑๓๒๖-๑ , ๒-๒
- ๑.๙.๒.๔ ทดสอบความต้านทานฉนวนได้ ๑ T Ω หรือมากกว่า
- ๑.๙.๒.๕ สามารถทนกระแสลัดวงจรสูงสุดที่ ๑.๕ mA หรือมากกว่า
- ๑.๙.๒.๖ มีย่านแรงดันไฟในการทดสอบ กว้าง ๒๕๐ V - ๕๐๐๐ V
- ๑.๙.๒.๗ สามารถวิเคราะห์สภาพความเป็นฉนวนได้ทั้ง PI และ DAR

๑.๑๐ ชุดป้ายและไฟอาณัติสัญญาณสถานี

๑.๑๐.๑ เสาสัญญาณเตือนห้าม จราจรข้ามทางรถไฟ

- ๑.๑๐.๑.๑ เสาสัญญาณเตือนห้าม จราจรข้ามทางรถไฟ ผลิตตามแบบของการรถไฟแห่งประเทศไทย
- ๑.๑๐.๑.๒ เส้าทำจากโลหะเหล็กขนาด ๘ นิ้ว ขูปกัลวาไนท์

๑.๑๐.๒ เสาสัญญาณเตือนก่อนเข้าสถานี

- ๑.๑๐.๒.๑ เสาสัญญาณเตือนห้าม จราจรข้ามทางรถไฟ ผลิตตามแบบของการรถไฟแห่งประเทศไทย
- ๑.๑๐.๒.๒ เส้าทำจากโลหะเหล็กขนาด ๘ นิ้ว ขูปกัลวาไนท์

๑.๑๐.๓ เส้าเข้าสถานี

- ๑.๑๐.๓.๑ เสาสัญญาณเตือนห้าม จราจรข้ามทางรถไฟ ผลิตตามแบบของการรถไฟแห่งประเทศไทย

- ๑.๑๐.๓.๒ เส้าทำจากโลหะเหล็กขนาด ๘ นิ้ว ชุบกัลวาไนท์
- ๑.๑๐.๔ เขตสับเปลี่ยน
 - ๑.๑๐.๔.๑ เส้าเขตสับเปลี่ยน ผลิตตามแบบของการรถไฟแห่งประเทศไทย
 - ๑.๑๐.๔.๒ เส้าทำจากปูนซีเมนต์หล่อสำเร็จ มีความสูงไม่น้อยกว่า ๓ เมตร
- ๑.๑๐.๕ เส้าออกประจำทางประธาน
 - ๑.๑๐.๕.๑ เส้าออกประจำทางประธาน ผลิตตามแบบของการรถไฟแห่งประเทศไทย
 - ๑.๑๐.๕.๒ เส้าทำจากโลหะเหล็กขนาด ๘ นิ้ว ชุบกัลวาไนท์
- ๑.๑๐.๖ เส้าออกประจำทางหลัก
 - ๑.๑๐.๖.๑ เส้าออกประจำทางหลัก ผลิตตามแบบของการรถไฟแห่งประเทศไทย
 - ๑.๑๐.๖.๒ เส้าทำจากโลหะเหล็กขนาด ๘ นิ้ว ชุบกัลวาไนท์
- ๑.๑๐.๗ Box track ผลิตจากเหล็กหล่อ เกรด FCD๔๕๐ ตามแบบของการรถไฟแห่งประเทศไทย
- ๑.๑๐.๘ สาย Lend Bond มีขนาดความโตของลวดสลิง เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๐ มิลลิเมตร พร้อมหุ้มด้วยฉนวนชนิด PVC สี ส้ม
- ๑.๑๐.๙ สาย Y-Bond มีขนาดลวดสลิง เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๘ มิลลิเมตร พร้อมหุ้มฉนวนชนิด PVC สี ส้ม
- ๑.๑๐.๑๐ สาย Fiber optic
- ๑.๑๑ ชุดเครื่อทดสอบการทำงานระบบไฟ AC และ DC
 - ๑.๑๑.๑ ชุดขับเคลื่อนเป็นมอเตอร์ DC ๔๘ V.
 - ๑.๑๑.๒ มีจำนวนที่นั่งไม่น้อยกว่า ๔ ที่นั่ง
 - ๑.๑๑.๓ มีอุปกรณ์ยื่นจากตัวรถไปรับไฟ จาก Contract wire ของ Pantograph
 - ๑.๑๑.๔ มีระบบเบรกในตัว
 - ๑.๑๑.๕ มีความเร็วไม่ต่ำกว่า ๒๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง
 - ๑.๑๑.๖ มีล้อที่สามารถวิ่งกับราง ๕๔E๑ ได้

๒. แขนกลอัตโนมัติเชื่อมราง

จำนวน ๒ ชุด

- ๒.๑ หุ่นยนต์เชื่อมชนิด ๖ แกนพร้อมฐานติดตั้ง จำนวน ๒ ชุด
 - ๒.๑.๑ เป็นหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่ควบคุมการทำงานของแขนกลได้ไม่ต่ำกว่า ๖ แกน (๖-Axis Industrial Welding Robot)
 - ๒.๑.๒ แขนกลสามารถยกน้ำหนัก (Payload) ได้ไม่น้อยกว่า ๔ กิโลกรัม
 - ๒.๑.๓ มี Armload ไม่น้อยกว่า ๑๐ กิโลกรัม
 - ๒.๑.๔ ระยะยึดแขนยาวสุดจากปลายแขนกลไม่รวมหัวเชื่อม (Reach) ไม่น้อยกว่า ๑,๕๐๐ มม.
 - ๒.๑.๕ ระดับการป้องกันความเสียหาย (Protection Class) ไม่ต่ำกว่า IP ๔๐

- ๒.๑.๖ เป็นหุ่นยนต์อุตสาหกรรมชนิด Floor และ Inverted
 - ๒.๑.๗ สามารถใช้กับระบบไฟ ๓๘๐ V
 - ๒.๑.๘ มี Position Repeatability (RP) ไม่เกิน ๐.๐๕ mm.
 - ๒.๑.๙ มี Path Repeatability (RT) ไม่เกิน ๐.๓๕ mm.
 - ๒.๑.๑๐ แกนที่ ๑ สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า +๑๗๐ องศา ถึง -๑๗๐ องศา หรือดีกว่า และสามารถทำความเร็วได้ไม่น้อยกว่า ๑๓๐ องศาต่อวินาที
 - ๒.๑.๑๑ แกนที่ ๒ สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า +๑๕๐ องศา ถึง -๙๐ องศา หรือดีกว่า และสามารถทำความเร็วได้ไม่น้อยกว่า ๑๔๐ องศาต่อวินาที
 - ๒.๑.๑๒ แกนที่ ๓ สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า +๘๐ องศา ถึง -๑๐๐ องศา หรือดีกว่า และสามารถทำความเร็วได้ไม่น้อยกว่า ๑๔๐ องศาต่อวินาที
 - ๒.๑.๑๓ แกนที่ ๔ สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า +๑๕๕ องศา ถึง -๑๕๕ องศา หรือดีกว่า และสามารถทำความเร็วได้ไม่น้อยกว่า ๓๒๐ องศาต่อวินาที
 - ๒.๑.๑๔ แกนที่ ๕ สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า +๑๓๕ องศา ถึง -๑๓๕ องศา หรือดีกว่า และสามารถทำความเร็วได้ไม่น้อยกว่า ๓๘๐ องศาต่อวินาที
 - ๒.๑.๑๕ แกนที่ ๖ สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า +๒๐๐ องศา ถึง -๒๐๐ องศา หรือดีกว่า และสามารถทำความเร็วได้ไม่น้อยกว่า ๔๖๐ องศาต่อวินาที
 - ๒.๑.๑๖ มีฐานสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เชื่อมบนพื้น (Robot Base) ผลิตจากโลหะ มีความแข็งแรงและเหมาะสมกับหุ่นยนต์ มีความปลอดภัย และรองรับการทำงานของหุ่นยนต์ได้เป็นอย่างดี
- ๒.๒ ตู้ควบคุมหุ่นยนต์เชื่อมพร้อมอุปกรณ์เชื่อมต่อ จำนวน ๒ ชุด**
- ๒.๒.๑ สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า ๓ Phase ๕๐-๖๐ Hz
 - ๒.๒.๒ เป็นตู้ควบคุมสำหรับหุ่นยนต์อุตสาหกรรมโดยเฉพาะ
 - ๒.๒.๓ ระดับการป้องกันความเสียหาย (Protection Class) ไม่ต่ำกว่า IP ๕๔
 - ๒.๒.๔ ตู้ควบคุมหุ่นยนต์เชื่อมต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกันกับหุ่นยนต์ที่เสนอ
- ๒.๓ ชุดควบคุมหุ่นยนต์เชื่อมแบบมือถือพร้อมสาย จำนวน ๒ ชุด**
- ๒.๓.๑ ชุดควบคุมเป็นแบบหน้าจอสี ระบบสัมผัส (Color Touch Screen)
 - ๒.๓.๒ สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวด้วยคันโยก (Joy Stick Control)
 - ๒.๓.๓ มีแป้นสำหรับป้อนข้อมูล (Membrane Keyboard)
 - ๒.๓.๔ มี Emergency stop อย่างน้อย ๓ Position
 - ๒.๓.๕ ระดับการป้องกันความเสียหาย (Protection Class) ไม่ต่ำกว่า IP ๕๔
 - ๒.๓.๖ ชุดควบคุมแบบมือถือต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกันกับหุ่นยนต์ที่เสนอ
- ๒.๔ เครื่องเชื่อม ขนาด ๕๕๐A จำนวน ๒ ชุด**
- ๒.๔.๑ สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า ๓๘๐V ๓ Phase ๕๐/๖๐ Hz

- ๒.๔.๒ ใน Mode GMAW มี Duty Cycle ๑๐๐% ที่กระแสไฟไม่น้อยกว่า ๔๕๐ แอมป์ และ Duty Cycle ๔๐% ที่กระแสไฟไม่น้อยกว่า ๕๕๐ แอมป์
- ๒.๔.๓ ใน Mode GTAW-DC มี Duty Cycle ๑๐๐% ที่กระแสไฟไม่น้อยกว่า ๔๕๐ แอมป์ และ Duty Cycle ๔๐% ที่กระแสไฟไม่น้อยกว่า ๕๕๐ แอมป์
- ๒.๔.๔ ให้กระแสไฟเชื่อมต่ำสุดไม่เกิน ๕ แอมป์ และสูงสุดไม่น้อยกว่า ๕๕๐ แอมป์
- ๒.๔.๕ Processes Basic สามารถเชื่อมกระบวนการ MIG, TIG, Flux-Cored
- ๒.๔.๖ Processes Advanced สามารถเชื่อม High Performance Pulse Modes ได้ทั้ง Steel, Stainless Steel, Aluminum และ Nickel

๒.๕ STT (Surface Tension Transfer) Module จำนวน ๒ ชุด

- ๒.๕.๑ Input Power ๔๐V DC
- ๒.๕.๒ Duty Cycle ๔๐% ที่ไม่น้อยกว่า ๕๕๐ แอมป์ และ ๑๐๐% ที่ไม่น้อยกว่า ๔๕๐ แอมป์ และ Peak (Max) ที่ไม่น้อยกว่า ๗๕๐ แอมป์
- ๒.๕.๓ สามารถรองรับกระบวนการเชื่อมชนิด GMAW-STT (Surface Tension Transfer)

๒.๖ Auto Drive จำนวน ๒ ชุด

- ๒.๖.๑ Input Power ๔๐V DC ๔ แอมป์
- ๒.๖.๒ Duty Cycle ๑๐๐% ที่ไม่น้อยกว่า ๕๐๐ แอมป์
- ๒.๖.๓ มี Wire Feed Speed Range ที่ไม่น้อยกว่า ๑.๓ – ๒๐.๓ เมตรต่อนาที

๒.๗ โต๊ะวางชิ้นงานสำหรับฝึกเชื่อม จำนวน ๒ ชุด

- ๒.๗.๑ โครงสร้างขาโต๊ะวางชิ้นงานทำจากเหล็กกล่องขนาดไม่น้อยกว่า ๒x๒ นิ้ว
- ๒.๗.๒ พื้นผิวโต๊ะวางชิ้นงานทำจากเหล็กแผ่นความหนาไม่น้อยกว่า ๓ มม.
- ๒.๗.๓ โต๊ะวางชิ้นงานมีขนาดไม่น้อยกว่า ๖๐๐ x ๑๒๐๐ x ๗๕๐ มม. (กว้าง x ยาว x สูง)

๒.๘ ชุดชิ้นงานเชื่อมสำหรับตรวจสอบหาจุดบกพร่อง จำนวน ๒ ชุด

- ๒.๘.๑ ชิ้นงานเชื่อมสำหรับตรวจสอบหาจุดบกพร่องด้วยวิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย ผลิตจากวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอน ขนาด ๑๕๐ x ๗๕ มม. ความหนาไม่น้อยกว่า ๘ มม. ประกอบด้วย
 - ๒.๘.๑.๑ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบขาดการหลอมละลาย ด้านข้าง (Lack of Fusion)
 - ๒.๘.๑.๒ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบโพรงอากาศแบบกลุ่ม (Cluster Porosity)
 - ๒.๘.๑.๓ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบขาดการซึมลึก (Lack of Penetration)
 - ๒.๘.๑.๔ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบรอยแตกที่ผิวหน้าแนวเชื่อม (Surface Crack)

- ๒.๘.๑.๕ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบรอยแตกที่ผิวหน้า (Surface Crack)
- ๒.๘.๑.๖ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบรอยแตกแบบสาขาบริเวณ HAZ (Branching HAZ Crack)
- ๒.๘.๑.๗ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบรอยแตกร้อนกลางแนวเชื่อม (Hot Crack)
- ๒.๘.๑.๘ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบรอยแตกตามยาวบริเวณ HAZ (Longitudinal HAZ Crack)
- ๒.๘.๑.๙ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบรอยแตกตามยาวบริเวณ HAZ (Longitudinal HAZ Crack)
- ๒.๘.๑.๑๐ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบรอยแตกตามขวาง (Transverse Crack)
- ๒.๘.๑.๑๑ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบรอยแตกตามขวาง (Transverse Crack)
- ๒.๘.๑.๑๒ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชน ชนิด Butt Weld มีจุดบกพร่องแบบรอยแตกร้อนกลางแนวเชื่อม (Hot Crack)
- ๒.๘.๑.๑๓ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชนตัวที่ ชนิด Fillet Weld มีจุดบกพร่องแบบขาดการหลอมละลายของรอยต่อฟิลเลท (Lack of Fusion)
- ๒.๘.๑.๑๔ ชิ้นงานเชื่อมแบบต่อชนตัวที่ ชนิด Fillet Weld มีจุดบกพร่องแบบรอยแตกที่จุดหยุดลวด (Crater Crack)
- ๒.๘.๒ ใบเฉลยตำแหน่งจุดบกพร่องของชิ้นงานเชื่อม จำนวน ๒ ชุด
- ๒.๘.๓ คู่มือการใช้งานชิ้นงานตรวจสอบรอยเชื่อม จำนวน ๒ ชุด
- ๒.๘.๔ ใบรับรอง (Test Certificate) จากสถาบันที่เชื่อถือได้ จำนวน ๒ ชุด

๒.๙ อุปกรณ์ประกอบ

- ๒.๙.๑ ลวดเชื่อม MIG ER๗๐ ขนาด ๐.๙ มม. จำนวน ๒ ม้วน
- ๒.๙.๒ CONTACT TIP ขนาด ๐.๙ จำนวน ๒๐ ตัว
- ๒.๙.๓ ถังก๊าซ Co_๒ ขนาด ๖ คิว พร้อมเนื้อก๊าซ จำนวน ๒ ถัง
- ๒.๙.๔ เกจวัดแรงดัน Co_๒ ชนิดมี HEATER ๒๒๐V จำนวน ๒ ชุด
- ๒.๙.๕ Power Wave Software Solution จำนวน ๒ ชุด
- ๒.๙.๖ เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเทคโนโลยีการเชื่อมด้วยหุ่นยนต์อุตสาหกรรม สามารถรองรับการฝึกได้ทั้งกระบวนการเชื่อมชนิด MIG, TIG, Flux-Cored และ GMAW-STT (Surface Tension Transfer)
- ๒.๙.๗ หุ่นยนต์เชื่อมชนิด ๖ แกนพร้อมฐานติดตั้ง

- ๒.๙.๘ ตู้ควบคุมหุ่นยนต์เชื่อมพร้อมอุปกรณ์เชื่อมต่อ
- ๒.๙.๙ ชุดควบคุมหุ่นยนต์เชื่อมแบบมือถือพร้อมสาย
- ๒.๙.๑๐ มีระบบ Auto Drive
- ๒.๙.๑๑ เครื่องจ่ายประจุไฟฟ้า จำนวน ๑ เครื่อง
 - ๒.๙.๑๑.๑ เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐VA/๙๐๐W
 - ๒.๙.๑๑.๒ มีระบบการทำงานแบบ True Online Double Conversion Design
 - ๒.๙.๑๑.๓ ใช้แบตเตอรี่แบบ Sealed Lead Acid Maintenance Free
 - ๒.๙.๑๑.๔ มีหน้าจอแสดงการทำงานแบบ LCD Display แบบ MIMIC สามารถแสดงสถานะการทำงานได้ดังนี้ UPS status, Load level, Battery level, Input/output voltage, Remaining backup time, and Fault conditions
 - ๒.๙.๑๑.๕ มีสัญญาณเสียงเตือนได้อย่างน้อยดังนี้ Battery mode, Low Battery, Overload และ Fault
 - ๒.๙.๑๑.๖ คุณสมบัติทางด้าน Input
 - ๒.๙.๑๑.๖.๑ แรงดันขาเข้า ๑๑๐-๓๐๐Vac at ๕๐% load, ๑๖๐-๓๐๐Vac at ๑๐๐% load
 - ๒.๙.๑๑.๖.๒ ความถี่ขาเข้า ๕๐ Hz +/- ๑๐ %
 - ๒.๙.๑๑.๖.๓ Power Factor >๐.๙๙
 - ๒.๙.๑๑.๗ คุณสมบัติทางด้าน Output
 - ๒.๙.๑๑.๗.๑ แรงดันขาออก ๒๐๘/๒๒๐/๒๓๐/๒๔๐ Vac. +/- ๑ %
 - ๒.๙.๑๑.๗.๒ ความถี่ขาออก ๕๐ Hz +/- ๐.๑ %
 - ๒.๙.๑๑.๗.๓ มีค่า Total Harmonic Distortion (THD) <๓ % at linear load
 - ๒.๙.๑๑.๗.๔ มี Wave Form ไฟฟ้าขาออกเป็น Pure sinewave
- ๒.๙.๑๑.๘ มีระบบ Programmable power management outlets ในการควบคุมการเปิด-ปิด Outlet เป็น ๒ กลุ่มได้
- ๒.๙.๑๑.๙ สามารถเลือกให้เครื่องจ่ายประจุไฟฟ้า ทำงานในโหมดประหยัดพลังงานได้ (ECO Mode)
- ๒.๙.๑๑.๑๐ มีระบบ Emergency Power Off (EPO) เพื่อปิดระบบ UPS ในกรณีฉุกเฉินได้
- ๒.๙.๑๑.๑๑ มีพอร์ตสัญญาณ RS๒๓๒ และ USB พร้อมซอฟต์แวร์ควบคุมตรวจสอบการทำงานของเครื่องจ่ายประจุ ไฟฟ้า (UPS Monitoring and Controlling Software) สามารถทำงานบน Windows OS, Linux and MAC ได้
- ๒.๙.๑๑.๑๒ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. ๑๒๙๑ เล่ม ๑-๒๕๕๓, ๑๒๙๑ เล่ม ๒-๒๕๕๓ และ ๑๒๙๑ เล่ม ๓-๒๕๕๕
- ๒.๙.๑๑.๑๓ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน EN ๖๒๐๔๐-๑-๑ และ EN ๖๒๐๔๐-๒
- ๒.๙.๑๑.๑๔ โรงงานผลิต/ประกอบตั้งอยู่ในประเทศไทย และโรงงานนั้นต้องได้รับมาตรฐานการผลิต ISO ๙๐๐๑:๒๐๑๕ และมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม ISO ๑๔๐๐๑:๒๐๑๕

๒.๙.๑๑.๑๕ ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

๓. เครื่องมือตรวจสอบรอยแตกร้าวด้วยคลื่น

จำนวน ๒ เครื่อง

- ๓.๑ ช่วงความถี่ใช้งานสามารถเลือกได้ ได้แก่ ๒MHz, ๒.๒๕MHz, ๔ MHz, ๕ MHz, ๑๐ MHz, ๑๓ MHz, MHz Broadband
- ๓.๒ ระยะตรวจสอบในเหล็ก ๑๔๐๐๐ มม. (max.)
- ๓.๓ ความแรงของสัญญาณ (Gain) มีค่าสูง ๑๑๐ dB
- ๓.๔ จอภาพมีขนาด ๑๐๘ x ๖๔.๘ มิลลิเมตร แบบ LCD ความละเอียด ๘๐๐ x ๔๘๐ pixels (Color Display)
- ๓.๕ สามารถเลื่อนกลุ่มสัญญาณ (Display Delay) ตั้งแต่ -๑๕ ถึง ๓๕๐๐ μ s ในเหล็ก
- ๓.๖ ค่าความถี่ของสัญญาณที่สร้างขึ้น (Pulse Repetition Frequency, PRF) ๑๕ - ๒๐๐๐ Hz และสามารถปรับแบบอัตโนมัติได้ ๓ รูปแบบคือ Auto Low, Auto Med, Auto High.
- ๓.๗ มีรูปแบบของรูปคลื่น (Pulser) ในการตรวจสอบได้ทั้งแบบ spike pulser สำหรับงานละเอียด
- ๓.๘ มีสัญลักษณ์แสดงสถานะของแบตเตอรี่พร้อมชั่วโมงการทำงานที่สามารถใช้งานได้อยู่
- ๓.๙ เครื่องตรวจสอบสามารถใช้ได้ทั้งกับแหล่งจ่ายไฟ ๒๒๐ VAC, ๕๐ Hz และแหล่งจ่ายไฟสำรองแบตเตอรี่ชนิด Li-ion
- ๓.๑๐ มี Gate Monitor ที่สามารถตั้งระยะเริ่มต้นและสิ้นสุดได้ ๒ ช่วง
- ๓.๑๑ สามารถทำการทดสอบส่งสัญญาณคลื่นได้ ๔ แบบ คือ แบบสัญญาณรูปคลื่นเต็ม (Full wave), แบบสัญญาณรูปคลื่นครึ่งบวก (Positive halfwave), แบบสัญญาณรูปคลื่นครึ่งลบ (Negative halfwave) และแบบสัญญาณรูปคลื่นวิทยุ (Radio Frequency / RF mode)
- ๓.๑๒ เก็บภาพ A-Scan / Data Memory / Report ใสใน SD Card Memory ๑๖GB
- ๓.๑๓ สามารถบันทึกการตรวจสอบรูปแบบ A-Scan เป็นแบบ Video และสามารถเปิดดูการตรวจสอบแบบ A-Scan ที่บันทึกไว้ที่ตัวเครื่องและในคอมพิวเตอร์ได้
- ๓.๑๔ มีฟังก์ชัน Damping ซึ่งสามารถเลือกได้ คือ ๕๐ Ω และ ๑๐๐๐ Ω [dual mode]
- ๓.๑๕ มีหน่วยวัดได้ ๒ แบบ คือ mm , inch และ μ s
- ๓.๑๖ มีช่องสัญญาณต่อออกแบบ Mini USB Port
- ๓.๑๗ ผ่านมาตรฐานการทดสอบใช้งานป้องกันฝุ่นและน้ำ IP ๖๗ หรือดีกว่า
- ๓.๑๘ ผ่านมาตรฐานทดสอบแรงตกกระแทก Shock Test ไม่น้อยกว่า ๑๕ g
- ๓.๑๙ ชุดเอกสารทางเทคนิคการตรวจสอบอัลตราโซนิก ประกอบด้วย
 - ๓.๑๙.๑ CD-ROM ความรู้พื้นฐานด้านการตรวจสอบด้วยอัลตราโซนิกภาษาไทย ๒ ชุด

- ๓.๑๙.๒ CD-ROM ความรู้สำหรับการเรียนการสอนด้วยคลื่นเสียงอัลตราโซนิก (Ultrasonic Testing Handbook) โดยมีเนื้อหาอย่างน้อยประกอบด้วย Introduction to Ultrasonic Testing, Ultrasonic Wave Propagation, Generation and Detection of Ultrasound, Ultrasonic Signal Processing, Instrumentation for Ultrasonic Testing, Ultrasonic Pulse Echo Contact Techniques และ Ultrasonic Scanning เป็นอย่างน้อย
- ๓.๑๙.๓ หนังสือการตรวจสอบรอยบกพร่องสำหรับช่างเทคนิค (Ultrasonic Flaw Detection for Technicians)
- ๓.๑๙.๔ หนังสือคู่มือความรู้พื้นฐานการตรวจสอบด้วยคลื่นอัลตราโซนิก (The Practical Guide To Ultrasonic Testing)
- ๓.๑๙.๕ แผนภูมิภาพความรู้พื้นฐานการตรวจสอบด้วยคลื่นอัลตราโซนิก ประกอบด้วยหัวข้อ Basic Principle, Wave Modes and Wave Propagation, Ultrasonic Pulses, Sound Field, Flaw Evaluation with DGS และ Echo Evaluation with DAC เป็นอย่างน้อย
- ๓.๒๐ อุปกรณ์ประกอบรวม
- ๓.๒๐.๑ แบตเตอรี่ชนิด Li-ion ๒ ชุด
- ๓.๒๐.๒ อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ ๒ ชุด
- ๓.๒๐.๓ กระเป๋าสำหรับใส่เครื่องตรวจสอบชนิดหัว ๒ ชั้น
- ๓.๒๐.๔ หัวตรงขนาด ๑๐ มม., ความถี่ ๔ MHz, ระยะตรวจสอบ ๖-๕๐๐๐ มม ๒ ชุด
- ๓.๒๐.๕ หัวตรวจสอบแบบ Beam Transducers ๒.๒๕ MHz พร้อม wedge ๔๕,๖๐,๗๐ องศา ๒ ชุด
- ๓.๒๐.๖ หัวตรวจสอบแบบ Beam Transducers ๕ MHz พร้อม wedge ๔๕,๖๐,๗๐ องศา ๒ ชุด
- ๓.๒๐.๗ สายเคเบิล สำหรับหัวตรวจสอบชนิดหัวตรง ๒ ชุด
- ๓.๒๐.๘ สายเคเบิล สำหรับหัวตรวจสอบชนิดหัวมุม ๒ ชุด
- ๓.๒๐.๙ ชั่งงานมาตรฐาน (Calibration Block) No. ๑ ๒ ชุด
- ๓.๒๐.๑๐ ชั่งงานมาตรฐาน (Calibration Block) No. ๒ ๒ ชุด
- ๓.๒๐.๑๑ ชั่งงานจำลองรอยบกพร่อง Standard UT Kit (๑๐ ชั้น / ๑ ชุด) ๒ ชุด
- ๓.๒๐.๑๒ น้ำยาในการตรวจสอบ (Couplant) เป็นเจลที่มีประสิทธิภาพสูง เหมาะกับงานอุตสาหกรรม สามารถใช้ในการตรวจสอบรอยบกพร่องด้วยคลื่นเสียงอัลตราโซนิกทุกประเภท โดยสามารถ วัดได้ ๒ ฟังก์ชัน คือ วัดความหนาและบกพร่อง และยังมีประสิทธิภาพในการทนต่อการกัดกร่อนสนิมได้ถึง ๙๐ รวมทั้งทนอุณหภูมิได้ ตั้งแต่ -๒๓ ถึง ๙๙ องศา เป็นไปตามมาตรฐาน ข้อกำหนด ASTM F๕๑๙, API, AWS, ASME, ASTM F๙๔๕ or PWA ๓๖๖๐๔, MCL E๒๐๕, ASTM F๙๔๕ ๒ แกลลอน
- ๓.๒๐.๑๓ อบรมการใช้เครื่องและความรู้พื้นฐานของการตรวจสอบด้วยอัลตราโซนิก เป็นเวลา ๒ วัน พร้อมใบรับรองผ่านการอบรมแก่ผู้เข้าอบรมจากโรงงานผู้ผลิต

๓.๒๐.๑๔ คู่มือการใช้งาน [Manual] ภาษาอังกฤษ ๑ เล่ม, ภาษาไทย ๑ เล่ม

๓.๒๐.๑๕ VDO สาธิตการใช้งานเครื่องมือ ๑ แผ่น

๔. ชุดเครื่องมือซ่อมบำรุงทางราง

จำนวน ๑ ชุด

๔.๑ เครื่องอัดหิน จำนวน ๒ เครื่อง

๔.๑.๑ มีรูปทรงและขนาดที่เหมาะสมในการใช้อัดหินได้เหมือนราง

๔.๑.๒ เหมาะกับการใช้งานในทุกสภาพภูมิประเทศ

๔.๑.๓ ประสิทธิภาพสูงจากจุดกำเนิดการสั่นอยู่ในหินที่ต้องการอัด

๔.๑.๔ ระบบขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซิน ๔ จังหวะ ระบายความร้อนด้วยอากาศ

๔.๑.๕ น้ำหนักต้องไม่มากกว่า ๒๐ กิโลกรัม

๔.๒ เครื่องยกราง จำนวน ๑ เครื่อง

๔.๒.๑ อุปกรณ์ใช้ในการบำรุงรักษารางรถไฟ ใช้สำหรับยกและขยับราง มีโครงสร้างสะตวกและกะทัดรัด ใช้งานง่ายและยืดหยุ่นบำรุงรักษาง่าย มีประสิทธิภาพและรวดเร็ว

๔.๒.๒ สามารถใช้กับรางชนิด EN ๕๔E๑ ได้

๔.๒.๓ กำลังยกระดับไม่น้อยกว่า ๒๐๐ KN

๔.๒.๔ แรงแง Lining ไม่น้อยกว่า ๑๓๕ KN

๔.๒.๕ ระยะยกได้สูงสุดไม่น้อยกว่า ๑๒๐ มิลลิเมตร

๔.๒.๖ ระยะการขยับรางได้สูงสุดไม่น้อยกว่า ๘๐ มิลลิเมตร

๔.๒.๗ ความดันสูงสุดไม่น้อยกว่า ๕๕ Mpa

๔.๓ เครื่องเจียรราง จำนวน ๑ เครื่อง

๔.๓.๑ เหมาะสำหรับการเจียรรางรถไฟ การเจียรที่ราบเรียบตามขอบราง การเจียรครั้งสุดท้าย และการซ่อมแซมอื่น ๆ

๔.๓.๒ มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง, มีคุณภาพในการเจียรดี

๔.๓.๓ การทำงานที่ง่ายและสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย

๔.๓.๔ ระบบขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซิน ๔ จังหวะ

๔.๓.๕ กำลังเครื่องยนต์ไม่น้อยกว่า ๔.๕ kW ที่ ๔๒๐๐ rpm

๔.๓.๖ ระยะห่างของลูกกลิ้ง Roller Spacing ไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐ มิลลิเมตร

๔.๓.๗ สามารถปรับความลึกของแกนเจียร Depth Adjustment of Grinding Spindle ได้ไม่น้อยกว่า ๐ - ๗๐ มิลลิเมตร

๔.๔ เครื่องตัดราง จำนวน ๑ เครื่อง

๔.๔.๑ อุปกรณ์ใช้ในการบำรุงรักษารางรถไฟ ใช้สำหรับตัดรางรถไฟ มีโครงสร้างสะตวกและกะทัดรัด ใช้งานง่ายและยืดหยุ่น บำรุงรักษาง่าย มีประสิทธิภาพและรวดเร็ว

- ๔.๔.๒ เป็นเครื่องมือไฮดรอลิกที่เหมาะสมสำหรับการยึดหรือตัดรางรถไฟ ขนาด ๗๕ กิโลกรัมต่อเมตร หรือน้อยกว่า ๗๕ กิโลกรัมต่อเมตร
- ๔.๔.๓ ตัวเครื่องทำจากเหล็กพิเศษ มีสมรรถนะ โครงสร้างแข็งแรง
- ๔.๔.๔ แรงยึดสูงสุด Max. Straightening Force ไม่น้อยกว่า ๗๕๐ กิโลนิวตัน
- ๔.๔.๕ ความดันสูงสุด ไม่น้อยกว่า ๕๒ MPa
- ๔.๔.๖ ระยะทำงาน Working Piston Stroke ไม่น้อยกว่า ๗๐ มิลลิเมตร
- ๔.๔.๗ ประสิทธิภาพไม่มีโหลดการ Idle Efficiency ไม่น้อยกว่า ๑.๖ มิลลิเมตร

๔.๕ กล้องเล็งปรับระดับในงานซ่อมบำรุงทางรางแบบส่อง (Sighting and Levelling Unit - Viewfinder)

จำนวน ๒ ชุด

- ๔.๕.๑ เป็นกล้องเล็งแบบส่องปรับระดับสำหรับใช้งานซ่อมบำรุงรางรถไฟ
- ๔.๕.๒ กล้องเล็งเป็นระบบเห็นภาพหัวตั้งตรงตามธรรมชาติ และความยาวตัวกล้องหลักไม่น้อยกว่า ๒๑๕ มม.
- ๔.๕.๓ กำลังขยาย ไม่น้อยกว่า ๓๒ เท่า
- ๔.๕.๔ เส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ปากกล้อง ไม่น้อยกว่า ๔๒ มิลลิเมตร
- ๔.๕.๕ ขนาดความกว้างของภาพที่มองเห็นในระยะ ๑๐๐ เมตร ได้ ๒.๓ เมตร หรือ ๑ องศา ๒๐ ลิปดา
- ๔.๕.๖ ระยะมองเห็นภาพชัดใกล้ที่สุด ๐.๒ เมตร หรือดีกว่า
- ๔.๕.๗ มีค่าตัวคูณคงที่ ๑๐๐ และค่าตัวบวกคงที่ ๐
- ๔.๕.๘ มีสายใยเป็นรูปตัวเวลายอน (Wedge Shape)
- ๔.๕.๙ มีกระบอกกันแสงติดอยู่ที่ตัวกล้อง สามารถเลื่อนเข้า-ออกได้
- ๔.๕.๑๐ มีระบบการชดเชยอัตโนมัติ (Compensator) เป็นแบบ Magnetic
- ๔.๕.๑๑ ระบบการชดเชยอัตโนมัติ (Compensator) มีช่วงการทำงานได้ ± ๑๕ ลิปดา หรือดีกว่า
- ๔.๕.๑๒ ระบบการชดเชยอัตโนมัติ (Compensator) มีค่าความละเอียด (Setting Accuracy) ๐.๓ ฟลิปดา หรือดีกว่า
- ๔.๕.๑๓ งานองศาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๐๓ มิลลิเมตร
- ๔.๕.๑๔ งานองศาอ่านมุมราบได้ ๓๖๐ องศา มีขีดกำกับทุก ๆ ๑ องศา และสามารถตั้งค่ามุมราบได้
- ๔.๕.๑๕ ความละเอียดในการทำระดับไปกลับ ๑ กิโลเมตร ± ๐.๗ มิลลิเมตร
- ๔.๕.๑๖ ความไวของหลอดระดับฟองกลม ๑๐ ลิปดา ต่อ ๒ มิลลิเมตร
- ๔.๕.๑๗ มีปริซึมหักเหเหลี่ยมสำหรับสะท้อนภาพระดับฟองกลมในแนวระดับสายตาผู้ใช้งาน
- ๔.๕.๑๘ ขาตั้งกล้องชนิดอลูมิเนียมสามารถปรับสูง-ต่ำได้
- ๔.๕.๑๙ สตีฟ แบบชักความยาวไม่น้อยกว่า ๔ เมตร

๔.๖ กล้องเล็งปรับระดับในงานซ่อมบำรุงทางรางแบบเลเซอร์ (Sighting and Levelling Unit – Laser)

จำนวน ๒ ชุด

- ๔.๖.๑ เป็นกล้องเล็งแบบเลเซอร์ปรับระดับสำหรับใช้งานซ่อมบำรุงรางรถไฟ

- ๔.๖.๒ เส้นผ่าศูนย์กลางเลนส์ปากกล้องตั้ง (Objective Aperture) มีขนาดไม่น้อยกว่า ๔๕ มิลลิเมตร มีกำลังขยายไม่น้อยกว่า ๓๐ เท่า ให้ภาพหัวตั้ง
- ๔.๖.๓ สามารถให้ภาพกว้าง ไม่น้อยกว่า ๒๖ เมตร ที่ระยะ ๑,๐๐๐ เมตร
- ๔.๖.๔ มีระบบแสงภายใน สายใยสามารถปรับแสงสว่างมากน้อยได้
- ๔.๖.๕ ระยะมองภาพใกล้สุด ไม่มากกว่า ๑.๓ เมตร
- ๔.๖.๖ การวัดมุมใช้ระบบ Absolute Rotary Encoder Scanning แสดงค่ามุมได้ทันทีเมื่อเปิดเครื่อง
- ๔.๖.๗ ค่ามุมราบและมุมตั้งน้อยที่สุดที่สามารถอ่านได้ ๑ ฟลิปดาหรือดีกว่า
- ๔.๖.๘ ความละเอียดถูกต้อง (Accuracy) หรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดมุมราบและมุมตั้ง (Mean of Pointing in Both Telescope Positions) ๒ ฟลิปดา หรือดีกว่า
- ๔.๖.๙ ความไวของฟองกลม ๑๐ ลิปดา ต่อ ๒ มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- ๔.๖.๑๐ มีกล้องส่องทั้งหมด (Optical Plummet) ซึ่งมีกำลังขยาย ๓ เท่า ปรับภาพชัดใกล้สุดได้ ๐.๓ เมตร หรือเป็นแบบเลเซอร์ (Laser Plummet)
- ๔.๖.๑๑ Compensator เป็นแบบ Dual-Axis เพื่อปรับค่าความคลาดเคลื่อนขององศาราบและองศาตั้ง โดยอัตโนมัติ โดยมีช่วงการทำงานไม่น้อยกว่า ± 6 ลิปดา
- ๔.๖.๑๒ ในสภาวะอากาศปกติ ซึ่งมีทัศนวิสัยประมาณ ๒๐ กิโลเมตร ต้องสามารถใช้วัดระยะได้ ไม่น้อยกว่า ๔,๐๐๐ เมตร โดยใช้ปริซึม ๑ ดวง และสามารถใช้วัดระยะกับ Reflector Sheet ได้ ไม่น้อยกว่า ๕๐๐ เมตร และวัดระยะด้วยเลเซอร์ โดยไม่ต้องใช้เป้าสะท้อนแสงได้ในระยะ ไม่น้อยกว่า ๕๐๐ เมตร
- ๔.๖.๑๓ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของการวัดระยะ $\pm(๑.๕ + ๒ \text{ ppm} \times D)$ มิลลิเมตร สำหรับการวัดโดยใช้ปริซึม หรือดีกว่า และ $\pm(๒+๒ \text{ ppm} \times D)$ มิลลิเมตร ที่ระยะไม่เกิน ๒๐๐ เมตร สำหรับการวัดโดยใช้เลเซอร์ หรือดีกว่า
- ๔.๖.๑๔ สามารถปรับแก้ค่าการหักเหของคลื่นในชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Correction) ได้ โดยการป้อนค่าอุณหภูมิและความกดอากาศ หรือป้อนค่าปรับแก้การหักเหของคลื่นในชั้นบรรยากาศได้โดยตรง บนหน้าจอแสดงผล โดยป้อนผ่านปุ่มควบคุมการปฏิบัติงาน
- ๔.๖.๑๕ สามารถปรับแก้ค่าคงที่ของปริซึม (Prism Constant Correction) ได้โดยตรงบนหน้าจอแสดงผล
- ๔.๖.๑๖ มีระบบสัญญาณแสดงคลื่นแสงที่สะท้อนกลับในแนวเล็งของกล้อง
- ๔.๖.๑๗ สามารถใช้งานได้ดีในสภาวะอุณหภูมิ -๒๐ องศาเซลเซียส ถึง ๖๐ องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- ๔.๖.๑๘ สามารถแสดงค่าการวัดระยะทางได้ทั้งระบบเมตริกและระบบอังกฤษ
- ๔.๖.๑๙ สามารถแสดงค่าการวัดระยะทั้ง ๓ ค่า (ระยะราบ ระยะลาด และระยะตั้ง) ได้พร้อมกันในหน้าจอเดียว
- ๔.๖.๒๐ สามารถตั้งค่าการปรับแก้ ความโค้งของโลก และระดับน้ำทะเลปานกลางได้
- ๔.๖.๒๑ มีหน้าจอแสดงผลค่ามุมราบ มุมตั้ง ระยะทางราบ ระยะทางลาด ค่าความสูงต่างและค่าพิกัด ได้บนจอแสดงผลชนิด LCD เหมือนกันทั้งสองหน้าจอ

- ๔.๖.๒๒ มีปุ่มควบคุมการทำงานไม่น้อยกว่า ๒๘ ปุ่ม และสามารถเปิดไฟส่องสว่างที่ปุ่มควบคุมได้ และสามารถป้อนข้อมูลได้ทั้งตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่, ภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็ก และตัวเลขได้
 - ๔.๖.๒๓ สามารถป้อนค่ามุมราบได้ทุกค่าและปรับให้เป็นการวัดตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกาได้
 - ๔.๖.๒๔ สามารถบันทึกข้อมูลสนามลงในหน่วยความจำภายในตัวกล้อง (Internal Memory) ได้ไม่น้อยกว่า ๕๐,๐๐๐ จุดรังวัด
 - ๔.๖.๒๕ สามารถถ่ายข้อมูลสนามในหน่วยความจำภายในกล้องไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านสาย โทลด์ข้อมูล และบันทึกผ่าน USB Port โดยตรงจากตัวกล้อง
 - ๔.๖.๒๖ สามารถเรียกดูข้อมูลที่ทำการบันทึกได้ที่จอภาพของตัวกล้องโดยตรง
 - ๔.๖.๒๗ มีระบบชี้จุดที่หมาย (Laser Pointer)
 - ๔.๖.๒๘ ตัวกล้องสามารถป้อนรหัสส่วนตัว (Password) ในการป้องกันการใช้ได้
 - ๔.๖.๒๙ สามารถแสดงวันที่ เดือน และปี พร้อมกับเวลา ขณะปฏิบัติงานได้ที่หน้าจอกล้อง
 - ๔.๖.๓๐ สามารถแสดงหน่วยความจำที่เหลือที่หน้าจอกล้องได้
 - ๔.๖.๓๑ สามารถป้อนค่าความสูงของกล้อง ความสูงของที่หมายเล็ง ค่าพิกัดทางราบและทางตั้ง (N, E, Z) ของจุดตั้งกล้อง จุดตรงหน้า และจุดตรงหลัง ตัวเครื่องสามารถคำนวณแสดงมุม Azimuth ได้
 - ๔.๖.๓๒ สามารถวัดและแสดงค่าพิกัดของเป้าหมายได้ เป็นระบบ ๓ มิติ โดยการป้อนค่าพิกัดของจุดตั้งกล้องค่ามุมราบระหว่างตรงหลังและตรงหน้า ค่าความสูงของกล้องและความสูงของเป้าหมาย
 - ๔.๖.๓๓ สามารถหาพิกัดจุดตั้งกล้อง (Resection) ได้ โดยสามารถตั้งค่าให้เป็นการรังวัดแบบหน้าซ้าย และหน้าขวา
 - ๔.๖.๓๔ สามารถป้อนค่าพิกัดในระบบ UTM ได้ละเอียดถึงหลักมิลลิเมตร
 - ๔.๖.๓๕ เมื่อย้ายจุดตั้งกล้องไปยังจุดตรงหน้าหรือตรงหลัง สามารถเปลี่ยนค่าพิกัดจุดตรงหน้าหรือจุดตรงหลังเดิมเป็นจุดตั้งกล้องได้
 - ๔.๖.๓๖ สามารถวัดความสูงของจุดที่ไม่สามารถเข้าถึงเป้าหมายได้ (Remote Elevation Measurement)
 - ๔.๖.๓๗ สามารถวัดระยะระหว่างจุดที่มีสิ่งกีดขวางแนวเล็งได้ (Missing Line Measurement) ทั้งค่าระยะราบ, ระยะลาด และความสูง ปรากฏทั้ง ๓ ค่าพร้อมกันที่หน้าจอ และสามารถวัดจุดที่ต้องการรังวัดเพิ่มได้โดยต่อเนื่อง รวมถึงแสดงค่ามุมราบและระยะระหว่างกล้องกับที่หมายเล็งได้ ทุกๆ ที่หมายเล็ง
 - ๔.๖.๓๘ กำหนดจุดที่ต้องการได้ (Setting Out) โดยการใช้นุมุมราบ และระยะ หรือค่าพิกัด
 - ๔.๖.๓๙ สามารถปรับแก้วงรอบได้ (Traverse Adjustment)
- ๔.๗ เครื่องวัดการสึกหรอของรางรถไฟ (Rail Head Wear Measuring Instrument) จำนวน ๓ ชุด
- ๔.๗.๑ เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดการสึกหรอของรางรถไฟ

- ๔.๗.๒ มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวก
- ๔.๗.๓ สามารถใช้กับรางชนิด UIC๖๐ ได้
- ๔.๗.๔ สำหรับวัดการสึกหรอในแนวตั้งและด้านข้าง
- ๔.๗.๕ สามารถวัดระดับองศาของรางที่ ๒๒.๕°, ๔๕° และ ๖๗.๕° ได้
- ๔.๗.๖ สามารถยึดติดกับรางได้มั่นคง ในขณะที่ทำการวัด

๔.๘ รถเข็นวัดค่าความบิด (Twist Measuring Trolley) จำนวน ๑ ชุด

- ๔.๘.๑ เครื่องมือวัดและตรวจสอบสภาพรางเป็นแบบสามารถเคลื่อนย้ายไปทำงานได้ทุกพื้นที่ของรางรถไฟที่ใช้งานจริง โครงสร้างมีความแข็งแรงและผลิตตามมาตรฐานสากล
- ๔.๘.๒ สามารถใช้ร่วมกับ Tablet หรือ Notebook
- ๔.๘.๓ สามารถใช้กับรางขนาด Standard Gauge ได้
- ๔.๘.๔ สามารถใช้กับรางชนิด UIC๖๐ ได้
- ๔.๘.๕ มีล้อเลื่อนสามารถเข็นตามรางรถไฟเพื่อตรวจสอบสภาพรางได้
- ๔.๘.๖ แสดงผลการวัดทุก ๆ ระยะ ๑๐๐ มิลลิเมตร มีความละเอียดในการแสดงผล ๐.๑ มิลลิเมตร (๑ ส่วน ใน ๑๐ ส่วน มิลลิเมตร)
- ๔.๘.๗ ระยะเวลาความบิดปรับได้ ๑ - ๑๐ เมตร
- ๔.๘.๘ ชุดหัวอ่านและบันทึกสามารถส่งออกในรูปแบบ ไฟล์ .csv หรือ .pdf ซึ่งสามารถ share และอ่านได้ในหลายรูปแบบ เช่น Smart Phone, Tablet หรือ Computer
- ๔.๘.๙ มีระบบ Warning System ชนิด Visible (Colored) Warning of Exceeding

๔.๙ เครื่องเจาะรูรางรถไฟ (Rail Drilling Machine) จำนวน ๑ ชุด

- ๔.๙.๑ เหมาะสำหรับการเจาะรูรางในงานอาณัติสัญญาณและงานก่อสร้างทางรถไฟทุกประเภท
- ๔.๙.๒ มีโครงสร้างที่กะทัดรัด น้ำหนักเบา มีอุปกรณ์จับยึด มีฟังก์ชันล็อคตัวเอง
- ๔.๙.๓ มีคุณลักษณะเจาะรูของตำแหน่งที่ถูกต้องและแม่นยำสูง
- ๔.๙.๔ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ
- ๔.๙.๕ กำลังเครื่องยนต์ไม่น้อยกว่า ๑.๒ กิโลวัตต์
- ๔.๙.๖ ความเร็วรอบได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า ๒๗๐ รอบต่อนาที
- ๔.๙.๗ เส้นผ่านศูนย์กลางรูเจาะ ๑๙.๘ - ๑๓๖ หรือมากกว่า
- ๔.๑๐ เครื่องตัดหัวน้ำโลหะ จำนวน ๑ เครื่อง
- ๔.๑๐.๑ ขนาดของเครื่องตัดแบบมีมือโยก ไม่น้อยกว่า ๘๓๐x๓๕๕x๒๑๕ มิลลิเมตร
- ๔.๑๐.๒ น้ำหนักของเครื่องไม่น้อยกว่า ๓๙.๕ กิโลกรัม และไม่มากกว่า ๖๐ กิโลกรัม
- ๔.๑๐.๓ แรงตัดเฉือน (Operating Pressure) สูงสุดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ บาร์ / ๒๐๐ kN
- ๔.๑๐.๔ ระยะตัดเฉือน (Max. Travel) สูงสุดไม่น้อยกว่า ๑๖๐ มิลลิเมตร

๕. ชุดเตรียมชิ้นงานวัสดุศาสตร์ทางราง
ประกอบไปด้วย

จำนวน ๑ ชุด

๕.๑ กล้องจุลทรรศน์ส่องโครงสร้างจุลภาควัสดุในงานรางพร้อมโปรแกรมวัดและประมวลผล จำนวน ๒ ชุด
มีคุณลักษณะดังนี้

๕.๑.๑ เป็นกล้องจุลทรรศน์ชนิดหัวกลับ (Inverted Metallurgical Microscopes) ตัวเครื่องถูก
ออกแบบเป็นทรงลูกบาศก์ เพื่อความแข็งแรง มั่นคง และมีความเสถียร

๕.๑.๒ แหล่งกำเนิดแสงเป็นแบบ Halogen lamp ขนาด ๑๒ โวลต์ ๕๐ วัตต์ สามารถปรับความเข้ม
หรือความสว่างได้

๕.๑.๓ ปุ่มปรับโฟกัสภาพเป็นแบบแมนนวล มีปุ่มปรับหยาบและปรับละเอียดติดตั้งอยู่ร่วมแนวแกนเดียวกัน

๕.๑.๔ แป้นบรรจุเลนส์วัตถุเป็นแบบ Motorized สามารถบรรจุเลนส์ได้ไม่น้อยกว่า ๕ เลนส์

๕.๑.๕ เลนส์วัตถุเป็นระบบ CFI TU Plan Fluor มีกำลังขยาย ๕ เท่า, ๑๐ เท่า, ๒๐ เท่า, ๕๐ เท่า
และ ๑๐๐ เท่า มีค่า Confocal ไม่น้อยกว่า ๖๐ มิลลิเมตร สามารถส่องดูวัตถุได้ทั้งเทคนิค

Brightfield และ Darkfield และที่กำลังขยาย ๕ เท่า ค่า N.A. ๐.๑๕

ค่า Working distance ๑๘.๐, กำลังขยาย ๑๐ เท่า distance ๑๕.๐,

กำลังขยาย ๒๐ เท่า ค่า N.A. ๐.๔๕ ค่า Working distance ๔.๕,

กำลังขยาย ๕๐ เท่า ค่า N.A. ๐.๘ ค่า Working distance ๑.๐,

กำลังขยาย ๑๐๐ เท่า ค่า N.A. ๐.๙ ค่า Working distance ๑.๐ หรือดีกว่า

๕.๑.๖ แท่นวางชิ้นงานมีขนาดไม่น้อยกว่า ๒๙๕ x ๒๑๕ มิลลิเมตร โดยสามารถเคลื่อนที่ในแนวนอน
แกนที่ ๑ ได้ไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร และแกนที่ ๒ ได้ไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร

ปุ่มปรับทั้งสองแนวแกนเป็นแบบแมนนวลอยู่ร่วมแกนเดียวกัน

๕.๑.๗ หัวกล้องจุลทรรศน์เป็นแบบ ๓ กระจบอกตา ประกอบด้วย (๑) กระจบอกตาให้ผู้ใช้งาน

ส่องดูภาพโดยตรง และ (๒) กระจบอกตาที่ ๓ สำหรับต่อกับกล้องบันทึกภาพระบบดิจิทัล และสามารถปรับระยะห่างระหว่างเลนส์ตาของกระจบอกตาได้

๕.๑.๘ เลนส์ตาทั้ง ๒ ข้าง มีกำลังขยาย ๑๐ เท่า มีค่า Field of View (F.O.V.) ไม่น้อยกว่า

๒๒ มิลลิเมตร มีแหวนสำหรับปรับขดเซยค่าสายตา (Diopter) อยู่ที่เลนส์ตาทั้งสองข้าง

เลนส์ตาสามารถปรับระยะห่าง ระหว่างนัยน์ตาได้

๕.๑.๙ กล้องบันทึกภาพระบบดิจิทัล พร้อมหัวต่อ (C-mount adaptor) ติดตั้งที่กระจบอกตาที่ ๓

เป็นกล้องบันทึกภาพสีที่ออกแบบเฉพาะสำหรับใช้กับกล้องจุลทรรศน์ และเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้
เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวกล้องจุลทรรศน์ตามรายการข้างต้น

๕.๑.๙.๑ ถ่ายทอดสัญญาณภาพไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านช่องสัญญาณแบบ USB ๓.๐

๕.๑.๙.๒ เซนเซอร์รับภาพแบบ CMOS ขนาดไม่น้อยกว่า ๑/๑.๘ นิ้ว มีความละเอียดสูงที่สุดในการ

บันทึกภาพไม่น้อยกว่า ๒,๘๘๐ x ๒,๐๔๘ พิกเซล หรือ ๕.๘๙ ล้านพิกเซล

- ๕.๑.๙.๓ สามารถถ่ายภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพชุดต่อเนื่องได้ และมีความเร็วในการแสดงผล Live display mode มีความเร็วไม่น้อยกว่า ๑๕ ภาพ ที่ภาพ ๒,๘๘๐ × ๒,๐๔๘ พิกเซล
- ๕.๑.๑๐ มีซอฟต์แวร์วิเคราะห์ภาพจำนวน ๑ ชุด โดยเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน กับตัวกล้องจุลทรรศน์และกล้องบันทึกภาพสีระบบดิจิทัลตามรายการข้างต้น
- ๕.๑.๑๐.๑ ตั้งค่าการทำงานและควบคุมการถ่ายภาพของกล้องบันทึกภาพสีระบบดิจิทัล
- ๕.๑.๑๐.๒ บันทึกและวิเคราะห์ภาพนิ่งในฟอร์แมต jpeg, tiff, bmp และ gif
- ๕.๑.๑๐.๓ วิเคราะห์ภาพจากกล้องดิจิทัลได้ทั้งขณะที่ยังไม่บันทึกภาพ (Live image analysis) และเมื่อบันทึกอยู่ในไฟล์แล้ว
- ๕.๑.๑๐.๔ สอบเทียบค่า (Calibration) ได้จากค่าเทียบที่กำหนดโดยผู้ใช้ และบันทึกข้อมูลการสอบเทียบไว้เพื่อเรียกใช้งานภายหลังได้
- ๕.๑.๑๐.๕ สามารถสร้างภาพขึ้นจากการรวมภาพหลายภาพที่บันทึกจากบริเวณเดียวกัน เพื่อได้ภาพที่มีความคมชัดตลอดภาพ
- ๕.๑.๑๐.๖ สามารถต่อภาพหลายๆ ภาพให้กลายเป็นภาพต่อเนื่องภาพเดียว เพื่อได้ภาพพื้นที่กว้างที่มีความละเอียดสูง
- ๕.๑.๑๐.๗ ทำเครื่องหมายและเขียนตัวอักษรบนภาพ เพื่อทำความเข้าใจในรูปภาพได้
- ๕.๑.๑๐.๘ สามารถนำภาพและผลการวิเคราะห์มาจัดทำเป็นรายงานในรูปแบบไฟล์ Acrobat (.pdf)
- ๕.๑.๑๐.๙ มีฟังก์ชันในการวัดและวิเคราะห์ ดังนี้ วัดระยะระหว่างจุดและเส้นขนาน วัดมุมระหว่างแนวเส้นสองเส้น วงกลมได้ด้วยการกำหนดจุด วัดขนาดพื้นที่ ด้วยการกำหนดบริเวณด้วยรูปทรงเรขาคณิต เช่น วงกลม สี่เหลี่ยม รูปหลายเหลี่ยม แยกแยะเฟสด้วยความเข้มสีและระดับความเข้มในสเกลเทา (Grey scale) และสามารถวัดพื้นที่โดยรวมและนับจำนวนของบริเวณที่เป็นเฟสเดียวกันได้
- ๕.๑.๑๐.๑๐ มี overlay แบบต่างๆ เช่น grid, concentric circles, rulers และ crosshairs สำหรับช่วยในการวัด
- ๕.๑.๑๐.๑๑ วิเคราะห์ขนาดของเกรนในตัวอย่างที่มีเฟสเดียวหรือสองเฟส ตามมาตรฐาน ASTM E๑๑๒ และ ASTM E๑๓๘๒
- ๕.๑.๑๐.๑๒ วิเคราะห์เฟสกราฟไฟต์และเฟอริไรท์ในเหล็กหล่อ ตามมาตรฐาน ASTM A๒๔๗ และ JIS G๕๕๐๒

๕.๒ เครื่องทดสอบความแข็งแบบร็อคเวล จำนวน ๑ เครื่อง

- ๕.๒.๑ การทดสอบเป็นแบบอัตโนมัติ เครื่องจะทำการกดตั้งแต่ Minor load, Test load แล้วแสดงค่าความแข็งได้ทันที
- ๕.๒.๒ มีน้ำหนักกดขั้นต้น (Minor load) ขนาด ๓ และ ๑๐ kgf (๒๙.๔๒ และ ๙๘.๐๗ N)

- ๕.๒.๓ มีน้ำหนักกด (Test load) ดังนี้ ๑๕, ๓๐, ๔๕, ๖๐, ๑๐๐ และ ๑๕๐ kgf (๑๔๗.๑, ๒๙๔.๒, ๔๔๑.๓, ๕๘๘.๔, ๙๘๐.๗ และ ๑๔๗๑ N)
 - ๕.๒.๔ มีหน้าจอแสดงผลการทดสอบเป็นแบบ LED
 - ๕.๒.๕ สามารถแปลงจาก Rockwell เป็น Vickers, Brinell และ Shore ตาม SAE (J-๔๑๗b) และ ASTM (E๑๔) ได้
 - ๕.๒.๖ สามารถกำหนดช่วง Upper, Lower Limit อยู่ในช่วง ๐ - ๑๓๐ HR เพื่อการทดสอบแบบ OK/NG ได้
 - ๕.๒.๗ มีฟังก์ชันพิเศษสำหรับการวัดความแข็งพลาสติกได้ตามมาตรฐาน ASTM และ JIS
 - ๕.๒.๘ มีเวลาทดสอบโหลด (Test load dwell time) ตั้งแต่ ๑ - ๙๙ วินาที
 - ๕.๒.๙ สามารถวัดชิ้นงานที่มีความสูงได้ไม่น้อยกว่า ๔๐๐ มิลลิเมตร
 - ๕.๒.๑๐ สามารถวัดชิ้นงานที่มีความลึกนับจากจุดศูนย์กลางของหัวกดได้ไม่น้อยกว่า ๑๖๐ มิลลิเมตร
 - ๕.๒.๑๑ สามารถส่งข้อมูลออกทางช่องสัญญาณ USB ๒.๐
 - ๕.๒.๑๒ มีแท่งความแข็งมาตรฐานแบบรีดเวล HRC/HRB/HRE/HR๓๐N/HR๓๐T อย่างละ ๑ อัน
 - ๕.๒.๑๓ มีหัวกดทดสอบแบบหัวเพชร จำนวน ๑ อัน
 - ๕.๒.๑๔ มีหัวกดทดสอบแบบหัวบอล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑/๑๖ นิ้ว จำนวน ๑ อัน
 - ๕.๒.๑๕ มีหัวบอลสำรอง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑/๑๖ นิ้ว จำนวน ๑๐ อัน
 - ๕.๒.๑๖ มีหัวกดทดสอบแบบหัวบอล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑/๘ นิ้ว จำนวน ๑ อัน
 - ๕.๒.๑๗ มีหัวบอลสำรอง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑/๘ นิ้ว จำนวน ๑๐ อัน
 - ๕.๒.๑๘ มีแท่งรองรับชิ้นงานแบบเรียบ (Flat) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖๐ มิลลิเมตร จำนวน ๑ อัน
 - ๕.๒.๑๙ มีแท่งรองรับชิ้นงานแบบรูปตัววี (V-Shape) ขนาดใหญ่ จำนวน ๑ อัน
 - ๕.๒.๒๐ มีขาปรับระดับ (Level adjusting leg) จำนวน ๔ อัน
 - ๕.๒.๒๑ มีผ้าพลาสติกคลุมเครื่อง (Machine cover) จำนวน ๑ ผืน
 - ๕.๒.๒๒ มีกล่องบรรจุอุปกรณ์ (Accessory box) จำนวน ๑ ชุด
- ๕.๓ เครื่องทดสอบความแข็งแบบไมโครวิกเกอร์ จำนวน ๑ เครื่อง**
- ๕.๓.๑ น้ำหนักกดทดสอบสามารถปรับเปลี่ยนน้ำหนักได้ ๑๐ ระดับมาตรฐาน คือ ๕, ๑๐, ๒๕, ๕๐, ๑๐๐, ๒๐๐, ๓๐๐, ๕๐๐, ๑,๐๐๐ และ ๒,๐๐๐ gf.
 - ๕.๓.๒ สามารถป้อนคำสั่งการทำงานผ่านจอร์บบสัมผัส และแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ค่าการทดสอบบนจอภาพแบบ COLOR LCD
 - ๕.๓.๓ รองรับการทดสอบได้ทั้ง Vicker(HV), Knoop(HK), Brinell(HB) และมีฟังก์ชันในการวัด Fracture toughness(Kc) ตามมาตรฐาน JIS R ๑๖๐๗
 - ๕.๓.๔ เลนส์ตามีขนาดกำลังขยาย ๑๐ เท่า

- ๕.๓.๕ การหมุนของ Turret เป็นแบบอัตโนมัติ พร้อมบรรจุหัวกดทดสอบจำนวน ๒ หัว ได้แก่ หัวกดเพชรรูปปิรามิดสำหรับทดสอบแบบ Vicker ๑ หัวและหัวกดทดสอบแบบ Knoop ๑ หัว และมีช่องสำหรับบรรจุเลนส์วัดถู ๔ ช่อง
- ๕.๓.๖ มีเลนส์วัดถูขยายกำลังขยาย ๑๐ เท่า และ ๕๐ เท่า
- ๕.๓.๗ มีระบบควบคุมการกดน้ำหนัก, ปลดน้ำหนักการกด และตั้งเวลาการกดน้ำหนักทดสอบเป็นแบบอัตโนมัติ โดยสามารถตั้งเวลาการกดน้ำหนักทดสอบได้ตั้งแต่ ๕ ถึง ๙๙ วินาที
- ๕.๓.๘ ค่าความถูกต้องในการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน JIS B-๗๗๓๔/B-๗๗๒๕ และ ISO ๖๕๐๗-๒
- ๕.๓.๙ มีแผงหน้าจอดีดตั้งที่ตัวเครื่องทดสอบ สามารถสั่งการเบื้องต้น เช่น การส่งกดน้ำหนักทดสอบ, การหมุนเปลี่ยนหัวกด/เลนส์วัดถู, ฟังก์ชันการแปลงค่าความแข็ง และแสดงข้อมูล D๑/D๒/ค่าความแข็งได้
- ๕.๓.๑๐ สามารถทดสอบชิ้นงานได้สูงสุด ๙๕ มิลลิเมตร และทดสอบชิ้นงานได้ลึกสุด ๑๑๕ มิลลิเมตร
- ๕.๓.๑๑ สามารถส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์หรือเครื่องพิมพ์ผ่านทางช่อง RS -๒๓๒C และมีช่องเสียบ USB บริเวณหน้าจอแสดงผล สำหรับบันทึกข้อมูลการกดทดสอบ
- ๕.๓.๑๒ มีระบบส่องสว่างเป็นหลอดไฟ LED และมีการปิดไฟอัตโนมัติเมื่อมีการกดทดสอบ

๕.๔ เครื่องอัดความร้อนชิ้นงานโลหะสำหรับวัสดุศาสตร์ทางราง จำนวน ๑ เครื่อง

- ๕.๔.๑ สามารถใช้กับโมลด์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓๐ มิลลิเมตร
- ๕.๔.๒ สามารถเลือกโมลด์ขนาดอื่นๆได้ เช่น ๒๒ และ ๔๕ มิลลิเมตร (อุปกรณ์เสริม)
- ๕.๔.๓ มี Dwell Timer สามารถตั้งเวลาได้ ๓๐ วินาที
- ๕.๔.๔ มีระบบการหล่อเย็นของอุณหภูมิ โดยใช้น้ำในการหล่อเย็น ในรูปแบบการทำงานแบบอัตโนมัติ
- ๕.๔.๕ สามารถตั้งอุณหภูมิสำหรับการทดสอบได้ โดยสามารถปรับอุณหภูมิได้ในช่วง ๐ - ๑๘๐ ๐C ได้
- ๕.๔.๖ สามารถให้แรงดันได้ตั้งแต่ ๐ - ๒๐ MPa
- ๕.๔.๗ มีการแสดงค่าต่างๆที่หน้าจอแบบ LCD
- ๕.๔.๘ สามารถทำการอัดชิ้นงานได้ครั้งละ ๑ ชิ้นการทดสอบ
- ๕.๔.๙ มีระบบการทำความร้อนที่มีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๑.๖ kW
- ๕.๔.๑๐ ใช้ไฟฟ้า ๒๒๐ V, ๕๐ Hz หรือดีกว่า
- ๕.๔.๑๑ น้ำหนักตัวเครื่องไม่เกิน ๕๐ kg
- ๕.๔.๑๒ อุปกรณ์ประกอบ ประกอบด้วย
 - ๕.๔.๑๒.๑ ชุด Mounting unit with cylinder ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓๐ มม. จำนวน ๑ ชุด
 - ๕.๔.๑๒.๒ ผงเรซินชนิด Black Phenolic จำนวน ๑ ชุด
 - ๕.๔.๑๒.๓ คู่มือการใช้งาน จำนวน ๑ เล่ม

๕.๕ เครื่องขัดชิ้นงานโลหะสำหรับวัสดุศาสตร์ทางรางชนิดจานคู่ จำนวน ๒ เครื่อง

- ๕.๕.๑ เครื่องขัดผิวเป็นแบบตั้งโต๊ะชนิดจานคู่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของงานขัดไม่น้อยกว่า ๒๕๐ มิลลิเมตร
- ๕.๕.๒ ตัวเครื่องผลิตจากวัสดุไฟเบอร์กลาสเคลือบแข็ง (Hard – Coated FRP) โดยมีฐานรองเครื่องผลิตจากอะลูมิเนียมหล่อเป็นชิ้นเดียวปิดที่บอยู่บริเวณฐานล่างของเครื่อง พร้อมติดตั้งขาตั้งเครื่องที่สามารถปรับระดับความลาดเอียงได้จำนวน ๔ ขา
- ๕.๕.๓ ฐานรองติดตั้งงานขัดผลิตจากวัสดุสแตนเลส สามารถรองรับการติดตั้งงานขัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๒๐๐ และ ๒๕๐
- ๕.๕.๔ งานขัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๒๐๐ มิลลิเมตร ผลิตจากวัสดุอะลูมิเนียมหล่อที่ผ่านกระบวนการ Hard Black Anodized
- ๕.๕.๕ สามารถปรับความเร็วรอบได้สูงสุด ๘๐๐ รอบต่อนาที และมีปุ่มหยุดฉุกเฉิน สำหรับหยุดการทำงานของเครื่องในทันที
- ๕.๕.๖ มอเตอร์มีกำลังหมุนไม่น้อยกว่า ๔๐๐ วัตต์ และมีอุปกรณ์ทางการไฟฟ้าช่วยควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (Inverter)
- ๕.๕.๗ ระบบสายพานลำเลียงเป็นสายพานแบบร่องวี จำนวน ๒ สายพานแยกฐานรองงานขัดซ้าย/ขวา คนละสายพานและสามารถปรับความตึงหย่อนของสายพานจากภายนอกตัวเครื่องได้
- ๕.๕.๘ มีหัวฉีดน้ำสำหรับการหล่อเย็นขณะขัด สามารถปรับความแรงของน้ำ หมุนปรับตำแหน่ง และยกออกจากที่เพื่อฉีดล้างทำความสะอาดบริเวณรอบงานขัดได้

๖. ชุดเชื่อมต่อได้ฟลักซ์

จำนวน ๒ เครื่อง

- ๖.๑ กระแสไฟเชื่อมอยู่ในช่วง ๑๐๐ – ๑๐๐๐ Amp
- ๖.๒ ระดับความเป็นฉนวน B
- ๖.๓ กำลังไฟฟ้า ๖๒ KVA
- ๖.๔ แรงดันไฟฟ้า ๓ เฟส ๓๘๐ VAC
- ๖.๕ แรงดันไฟฟ้าในการเชื่อม ๒๐ – ๔๔ V
- ๖.๖ แรงดันไฟฟ้าขณะไร้ภาระ ๗๕ – ๘๕ V
- ๖.๗ ระดับป้องกันสิ่งแปลกปลอม IP๒๑

๗. เครื่องมือตรวจสอบรอยร้าวด้วยคลื่นความถี่สูงแบบจัดเรียงเฟส

จำนวน ๑ เครื่อง

- ๗.๑ ลักษณะตัวเครื่องเป็นชนิดพกพา มีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายสะดวก
- ๗.๒ เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับการใช้งานด้านอุตสาหกรรม IP ๖๕ หรือดีกว่า
- ๗.๓ สามารถเลือกการตรวจสอบได้ทั้งชนิด UT Phased Array Inspection และชนิด UT Conventional Inspection

- ๗.๔ ได้รับมาตรฐานการทดสอบ Shock Tests MIL-STD-๘๑๐G method ๕๑๖.๖, Procedure V
- ๗.๕ มีหน่วยความจำภายใน (Solid State Hard Drive ๑๖ GB) สำหรับการตั้งค่า File ต่าง ๆ
- ๗.๖ สามารถบันทึกภาพเต็มหน้าจอ (Full Screen) พร้อมค่า Parameter ต่าง ๆ
- ๗.๗ สามารถใช้งานกับหัวตรวจสอบที่มีจำนวน Element ตั้งแต่ ๑๖ ถึง ๓๒ Elements ที่ความถี่ต่าง ๆ กัน
- ๗.๘ ความถี่ใช้งานสามารถเลือกได้ที่ ๑MHz, ๒MHz, ๔MHz, ๕MHz, ๗.๕MHz, ๑๐MHz, Broad Band หรือดีกว่า
- ๗.๙ ลักษณะการส่งสัญญาณคลื่นเสียงเป็นแบบ Bi-Polar Square Wave Pulser
- ๗.๑๐ สามารถกำหนดโหมดของการใช้งาน TOF Modes J-Flank, Zero Before, Zero After, Peak
- ๗.๑๑ จอภาพ Touch Screen (Multi-touch) ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐ นิ้ว ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑๐๒๔ x ๗๖๘ pixels
- ๗.๑๒ ความถี่ของสัญญาณที่สร้างขึ้น (Pulse Repetition Frequency, PRF) ได้ตั้งแต่ ๑๐ Hz – ๑๘ kHz หรือดีกว่า
- ๗.๑๓ มี Gate Monitor ไม่น้อยกว่า ๓ gates A, B and IF
- ๗.๑๔ มีฟังก์ชัน Time Correct Gain (TCG)
- ๗.๑๕ จอแสดงผลสามารถเลือกอ่านค่าได้อย่างน้อย ๓ ค่า คือ ASCAN, S-SCAN, CSCAN, CSCAN OVERVIEW
- ๗.๑๖ สามารถเลือกการทดสอบ (Scanning) ได้ ๓ วิธีหรือดีกว่า คือ แบบ Linear, Sectorial, focused
- ๗.๑๗ แสดงผลได้ทั้งหน่วยมิลลิเมตรและนิ้ว
- ๗.๑๘ สามารถใช้งานกับแบตเตอรี่ได้อย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า ๓ ชม.
- ๗.๑๙ มีฟังก์ชันการใช้งานที่ผู้ใช้สามารถออกแบบขอบเขตรูปแบบการตรวจสอบได้ (Workflow-on-Device) ซึ่งกำหนดตาม Verified Procedures หรือ Codes, Guidelines และ Standard Practices เพื่อป้องกันการผิดพลาดระหว่าง การใช้งาน (Human error)
- ๗.๒๐ มีระบบการเชื่อมต่อชนิด Wi-Fi
- ๗.๒๑ สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิ -๒๐ ถึง ๕๕ องศาเซลเซียส
- ๗.๒๒ มีระบบตรวจจับระยะทางการสแกนแบบ แกน X และ แกน Y
- ๗.๒๓ สามารถบันทึกภาพหน้าจอแสดงผล (Screen Capture) ในรูปแบบไฟล์ JPG หรือมากกว่ามีฟังก์ชันการใช้งานที่ผู้ใช้สามารถออกแบบขอบเขตรูปแบบการตรวจสอบได้ (Workflow applications) เพื่อป้องกันการผิดพลาดระหว่าง การใช้งาน (Human error) โดยสามารถแนบข้อมูลที่เป็นไฟล์แบบ BMP หรือ JPG และไฟล์ Video Format MPEG ๔ ลงใน Workflow applications ได้
- ๗.๒๔ อัตราขยายสัญญาณ (Amplitude) ๘๐๐% FSH
- ๗.๒๕ อุปกรณ์ประกอบ ประกอบด้วย
 - ๗.๒๕.๑ แบตเตอรี่ชนิด Li-ion พร้อมเครื่องชาร์จ ๑ ชุด

- ๗.๒๕.๒ กระเป๋าสำหรับใส่เครื่องตรวจชนิดหัว (Shipping Case) ๑ ใบ
- ๗.๒๕.๓ กระเป๋าหุ้มกันกระแทก (Soft Carry Bag) ๑ ชุด
- ๗.๒๕.๔ แผ่นกันรอยขีดข่วนจอภาพ (Protective Screen) ๑ ชั้น
- ๗.๒๕.๕ แผ่นเก็บข้อมูล ๒ GB ๑ ชุด
- ๗.๒๕.๖ หัวตรวจสอบ Phased Array งานความถี่ ๒.๒๕ MHz, ๑๖ element, ขนาด Pitch ๑ มม.
ขนาด Aperture ๑๖.๐x๑๓.๐ mm. with Wedge and Cable ๑ชุด
- ๗.๒๕.๗ หัวตรวจสอบ Phased Array งานความถี่ ๔ MHz, ๑๖ element, ขนาด Pitch ๐.๕ มม.
ขนาด Aperture ๘x๘ mm. with Wedge and Cable ๑ ชุด
- ๗.๒๕.๘ สายเคเบิล สำหรับหัวตรวจสอบชนิดหัวมุม ๑ เส้น
- ๗.๒๕.๙ สายเคเบิล สำหรับหัวตรวจสอบชนิดหัวตรง ๑ เส้น
- ๗.๒๕.๑๐ ชิ้นงานมาตรฐาน Ultrasonic calibration block IIW Type ๑ (carbon Steel) ๑ ชั้น
- ๗.๒๕.๑๑ ชิ้นงานมาตรฐาน Calibration Block V๒ ๑ ชั้น
- ๗.๒๕.๑๒ ชิ้นงานมาตรฐาน Ultrasonic calibration block ASTM-E ๒๔๙๑-๐๘ ๑ ชั้น
Phased Array Block Type A (carbon Steel)
- ๗.๒๕.๑๓ ชิ้นงานจำลอง Ultrasonic specimen kit ๓ ชั้น ขนาดไม่น้อยกว่า
๓๐๐ mm. x ๒๕๐ mm. x ๑๖ mm. โดยมีรูปแบบการเชื่อม ๓ แบบ
แบบที่ ๑ : MAG (เชื่อมแม็กซ์) หรือ GMAW ต้องมี Defect อย่างน้อย ๓ แบบ
คือ Root Crack, Lack of side wall fusion, porosity, Star crack เป็นต้น
แบบที่ ๒ : MMAW (เชื่อมไฟฟ้า) หรือ SMAW ต้องมี Defect อย่างน้อย ๓ แบบ
คือ Root Crack , Lack of side wall fusion , Slag , Star crack เป็นต้น
และแบบที่ ๓ : TIG (เชื่อมTIG) หรือ TMAW ต้องมี Defect อย่างน้อย ๓ แบบ
คือ Root Crack, Lack of side wall fusion, Tungsten Inc,
Star crack เป็นต้น
- ๗.๒๕.๑๔ ภาพ Film X-ray เฉลยรอยบกพร่องและ CD RT software ภาพเฉลยที่มีฟังก์ชันสามารถ
ปรับความสว่างของภาพ ดำ-ขาว ได้ (Black & White) วัดขนาดรอยบกพร่องได้
(Measurement) บันทึกตัวอักษรในภาพได้ (Annotation) เป็นอย่างน้อย
- ๗.๒๕.๑๕ น้ำยาในการตรวจสอบ (Couplant) เป็นเจลที่มีประสิทธิภาพสูง เหมาะกับงานอุตสาหกรรม
สามารถใช้ในการตรวจสอบรอยบกพร่องด้วยคลื่นเสียงอัลตราโซนิกทุกประเภท
สามารถวัดได้ ๒ ฟังก์ชัน คือวัดความหนาและรอยบกพร่อง มีประสิทธิภาพในการทนต่อการ
กัดกร่อนสนธิ รวมทั้งทนอุณหภูมิได้ ตั้งแต่ -๒๓ ถึง ๙๙ องศา เป็นไปตามมาตรฐาน
ข้อกำหนด ASTM F๕๑๙, API, AWS, ASME, ASTM F๙๔๕ or PWA ๓๖๖๐๔,
MCL E๒๐๕ , ASTM F๙๔๕

๗.๒๕.๑๖ อุปกรณ์ประกอบ ประกอบด้วย

๗.๒๕.๑๖.๑ CD-ROM ความรู้พื้นฐานด้านการตรวจสอบด้วยอัลตราโซนิกภาษาไทย ๑ ชุด

๗.๒๕.๑๖.๒ CD-ROM ความรู้สำหรับการเรียนการสอนด้วยคลื่นเสียงอัลตราโซนิก

(Ultrasonic Testing Handbook) โดยมีเนื้อหาอย่างน้อย

Introduction to Ultrasonic Testing, Ultrasonic Wave Propagation,

Generation and Detection of Ultrasound, Ultrasonic Signal Processing,

Instrumentation for Ultrasonic Testing, Ultrasonic Pulse Echo

Contact Techniques และ Ultrasonic Scanning เป็นต้น

๗.๒๕.๑๖.๓ หนังสือการตรวจสอบรอยบกพร่องสำหรับช่างเทคนิค

(Ultrasonic Flaw Detection for Technicians)

๗.๒๕.๑๖.๔ หนังสือคู่มือความรู้พื้นฐานการตรวจสอบด้วยคลื่นอัลตราโซนิก

(The Practical Guide To Ultrasonic Testing)

๗.๒๕.๑๖.๕ แผนภูมิภาพความรู้พื้นฐานการตรวจสอบด้วยคลื่นอัลตราโซนิก ประกอบด้วยหัวข้อ

Basic Principle, Wave Modes and Wave Propagation, Ultrasonic Pulses,

Sound Field, Flaw Evaluation with DGS และ Echo Evaluation with DAC เป็นต้น

๗.๒๕.๑๗ อบรมการใช้เครื่องและความรู้พื้นฐานของการตรวจสอบด้วยอัลตราโซนิก

แบบ Phased Array เป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๒ วัน พร้อมใบรับรองผ่านการอบรมแก่

ผู้เข้าอบรม (Training Certificate)

๒. รายละเอียดเงื่อนไขประกอบอื่นๆ

๒.๑ รับประกันคุณภาพ ๑ ปี มีบริการหลังการขายตรวจเช็คซ่อมบำรุงรักษาที่ศูนย์บริการของผู้ขาย ค่าใช้จ่ายทั้งหมดผู้ขายเป็นผู้ออกตลอดอายุการรับประกันและต้องออกหนังสือรับรองการรับประกันไว้เป็นหลักฐาน

๒.๒ มีการสาธิตแนะนำหรืออบรมวิธีการใช้งาน โดยพนักงานของบริษัท ผู้ขายให้แก่ผู้ใช้งานสามารถนำไปปฏิบัติงานและเกิดประโยชน์สูงสุด

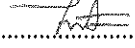

๓. กำหนดส่งมอบ

ภายใน ๒๑๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๔. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

๑. นายไพรัชต์	ดิฐคนารักษ์กุล	ประธานกรรมการ 
๒. นายราชพล	ไชยพันธ์	กรรมการ 511992
๓. นางสาวจิราพัชร	จิตวาลักษณ์	กรรมการและเลขานุการ 

ลงชื่อ  (ผู้อนุมัติ)

(.....)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ ลิ้มไขแสง
.....
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน