การศึกษาการทดสอบกำลังในหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า

A STUDY OF POWER TESTING IN DIESEL ELECTRIC LOCOMOTIVES

เผชิญ จันทร์สา

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: pachernl.ja@spu.ac.th

วิทยา พันธุ์เจริญศิลป์

สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: vitthaya.ph@spu.ac.th

ธนกฤต สุระมานนท์

สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: tanakit.sur@spumail.net

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นงานวิจัยร่วมระหว่างคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุมกับทางโรงซ่อมหัวรถจักรดีเซลบางซื่อ ในรายวิชาสหกิจศึกษา ในการนำหัวรถจักรมาตรวจสอบการทำงานและทดสอบกำลังเพื่อหาจุดบกพร่องและจุดที่เกิดความเสียหายก่อนจะนำออกไปใช้งานรวมถึงหัวรถจักรที่เกิดปัญหาระหว่างการใช้งาน ซึ่งทางโรงซ่อมหัวรถจักรดีเซลมีเครื่องจำลองสภาวะการทำงานจริงหรือเครื่อง Load Test เพื่อจำลองภาระการทำงานในสภาวะต่างๆ ว่าจะเกิดปัญหาข้อบกพร่องที่สาเหตุอะไรบ้าง โดยได้ทำการเก็บข้อมูลและนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างหัวรถจักร 3 รุ่น จำนวน 32 ขบวน ได้แก่ รุ่น ALS จำนวน 19 ขบวน รุ่น GEA จำนวน 8 ขบวน และรุ่น GEK จำนวน 5 ขบวน ซึ่งจากการทดสอบและเก็บข้อมูลพบว่า ปัญหาที่เกิดสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ 1) อุณภูมิน้ำหล่อเย็นสูงเกินค่ามาตรฐาน 2 รุ่น ประกอบด้วย รุ่น ALSTHOM คิดเป็น 55 % จากทั้งหมด 19 ขบวน รุ่น GEA คิดเป็น 25 % จากทั้งหมด 8 ขบวน 2) ปัญหาจากหัวรถจักรไม่มีกำลังลากจูง พบจำนวน 3 รุ่น คือ รุ่น ALS คิดเป็น 9 % จากทั้งหมด 19 ขบวน รุ่น GEA คิดเป็น 25 % จากทั้งหมด 8 ขบวน รุ่น GEK คิดเป็น 67 % จากทั้งหมด 5 ขบวน 3) ปัญหาจากเครื่องยนต์หยุดทำงานระหว่างมีโหลด พบจำนวน 2 รุ่น คือ รุ่น ALS คิดเป็น 27 % จากทั้งหมด 19 ขบวน และรุ่น GEA คิดเป็น 25 % จากทั้งหมด 8 ขบวน จากข้อมูลผลการทดสอบที่ได้นี้ทำให้โรงซ่อมหัวรถจักรดีเซลบางซื่อ สามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อใช้อ้างอิงในการปรับจูนเครื่องยนต์ของหัวรถจักรทั้ง 3 รุ่น ตามระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อลดปัญหาการเกิดการขัดข้องระหว่างการใช้งานจริงหรือเครื่องยนต์ดับระหว่างทาง รวมถึงการบ่งบอกสมรรถนะปัจจุบันของแต่ละขบวนเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานเพื่อการวางแผนซ่อมบำรุงใหญ่ในขบวนที่เสื่อมสภาพ

คำสำคัญ: การทดสอบกำลัง หัวรถจักรดีเซล การปรับจูน กำลังลากจูง

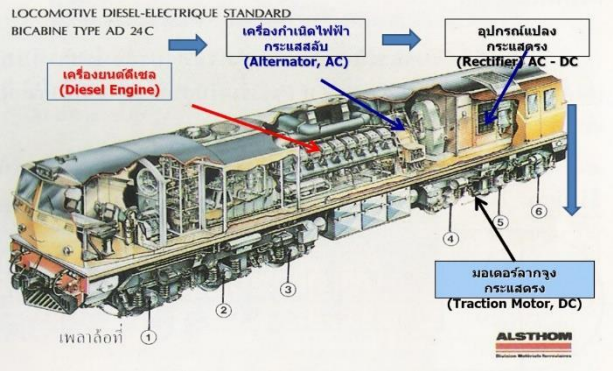
ABSTRACT

This paper describes the research work in an Automotive Engineering Cooperative Education subject of the School of Engineering, Sripatum University in collaboration with the Bang Sue Diesel Locomotive Repair Plant. The main point of this studies is to test the engine performance of the diesel locomotive in order to find any defect or damage point that must be fixed before they are used into service with no any improper condition during usage. The diesel locomotive repair plant has a real condition simulator or load test machine to simulate the usage in many different conditions so that the cause of errors in each conditions could be found and resolved. By collecting and comparing data of 3 models of locomotive from 32 trains consist of 19 of ALS model, 8 of GEA model, and 5 of GEK model. The results found that there are three of the most frequently problem occurs. The first is the coolant temperature was higher than that of the standard was found in the ALS model accounted for 55% of all 19 trains and the GEA model accounted for 25% of all 8 trains. The second is the locomotives that are lacking in towing power which were found in all 3 models consist of the ALS model accounted for 9% of all 19 trains, GEA model accounted for 25% of all 8 trains, and GEK model accounted for 67% of all 5 trains. And the third is an engine failure during loading that was found in 2 models: ALS accounted for 27% of all 19 trains, and GEA model accounted for 25% of all 8 trains. The results from this study have been used as the reference for tuning of the engine of those three diesel locomotive models to be more appropriate for usage. This would reduce the problems of lacking in traction power of locomotives and engine failure during journey. Moreover, the results of this test are used to indicate current efficiency of each train when compared to standard values, therefore the maintenance planning on deteriorated trains can be made.

Keywords: Power Testing, Diesel Locomotive,Tuning, Traction Power

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันในประเทศไทยยังใช้งานหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าในการเดินทางและขนสินค้าไปในที่ต่างๆ ซึ่งมีจำนวนไม่น้อยกว่า 180 ขบวน ในขณะที่ผู้ใช้บริการได้รับผลกระทบจากเครื่องยนต์หัวรถจักรดีเซลเกิดชำรุดระหว่างทางเป็นประจำ ด้วยหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลไฟฟ้า (Diesel Electric Locomotives) มีการใช้งานมาอย่างยาวนานมากกว่า 20 ปี จึงเกิดการสึกหรอของเครื่องยนต์และระบบที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง โดยมีระบบตามภาพที่ 1 โดยกลไกการทำงานประกอบด้วยเครื่องยนต์ดีเซลทำหน้าที่ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับหรืออัลเทอร์เนเตอร์และจ่ายไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์แปลงไฟจากกระแสสลับเป็นกระแสตรงเพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงให้แก่มอเตอร์ลากจูงซึ่งเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสตรงที่ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนหัวรถจักรของรถไฟเพื่อการลากจูงตู้ขบวนต่างๆ ให้เกิดการเคลื่อนที่ไปตามราง โดยส่วนหลักที่ตรวจพบปัญหาประกอบด้วยเครื่องยนต์และระบบที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์ดับระหว่างทาง เครื่องยนต์ไม่สามารถสร้างกำลังในการลากจูง



ภาพที่ 1 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า

หมายเหตุ: จาก http://58.64.28.51/km/technic_als.html

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ร่วมกับโรงซ่อมบำรุงหัวรถจักรดีเซลบางซื่อ ศึกษาการวัดกำลังของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าโดยใช้เครื่องทดสอบบนชุดจำลองภาระทางไฟฟ้า (Eddy current load test) ทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ตั้งแต่ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาทีในการสร้างกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่ใช้ในสภาวะการใช้งานจริง และเป็นไปตามมาตรฐานของการรถไฟและนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบระหว่างหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าทั้งหมด 4 รุ่น โดยแต่ละขบวนของแต่ละรุ่นก็จะมีการใช้งานในระยะทางแตกต่างกัน เปรียบเทียบผลทดสอบเพื่อหากำลังของหัวรถจักรในแต่ละรุ่นว่ามีค่าแตกต่างจากค่ามาตรฐานมากน้อยเพียงไร และระหว่างหัวรถจักรที่ต่างรุ่น ปัญหาที่ตรวจพบมีความแตกต่างกันอย่างไรและเพื่อเป็นข้อมูลในการหาค่าอ้างอิงในการปรับจูนเครื่องยนต์และการกำหนดมาตรการเชิงป้องกัน

2. ทฤษฎี

รถจักรดีเซลไฟฟ้า (Diesel-Electric Locomotive) หลักการทำงาน คือ เครื่องยนต์ดีเซลซึ่งเป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะมีระบบฉีดเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้โดยตรง เครื่องยนต์จะขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้จ่ายกระแสไฟฟ้าป้อนเข้าไปที่อินเวอร์เตอร์ ซึ่งเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าจากกระแสสลับเป็นกระแสตรงเพื่อจ่ายให้มอเตอร์ (Traction Motor) ในการขับหมุนเพลาล้อกำลังของหัวรถจักรให้เคลื่อนที่ กำลังเบรกของเครื่องยนต์ที่ได้จากการวัดงานจากเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ ณ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ พิจารณาได้จากสมการ

$$P_b = \frac{2\pi nT}{60} \tag{1}$$

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรก(Brake Thermal Efficiency, ηb)

$$\eta_b = \frac{P_b}{\dot{m}_f Q_{Hv}} \tag{2}$$

Diesel Engine เครื่องยนต์ดีเซลซึ่งเป็นต้นกำลังหรือเครื่องกำเนิดพลังงานกล เพื่อนำไปขับกลไกของ Electric Generator (เครื่องกำเนิดไฟฟ้า)

Electric Generator เครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าที่รับพลังงานกลมาจากเครื่องยนต์ดีเซล โดยอาศัยหลักการเมื่อมีสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวด หรือขดลวดเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็กก็จะมีการผลิตกระแสไฟฟ้าออกมา

Traction Motor เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่รับกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาเปลี่ยนเป็นพลังงานกล หน้าที่หลักของมอเตอร์ขับเคลื่อนคือสร้างแรงบิดเพื่อใช้ในการลากจูง

หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าที่ทางการรถไฟใช้หลักๆ มีจำนวน 4 รุ่น คือ

1. GEK เครื่องยนต์ Cummins K38 38000 cc 1320 แรงม้า 2 เครื่องยนต์
2. GEA เครื่องยนต์ Cummins K50 50000 cc 1,450 แรงม้า 2 เครื่องยนต์
3. HID เครื่องยนต์ Cummins K50 50000 cc 1,450 แรงม้า 2 เครื่องยนต์
4. ALS เครื่องยนต์ Caterpillar, MTU 70000 cc 2,250 แรงม้า 1 เครื่องยนต์

Load Test คือ การนำส่วนพ่วงระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและ มอเตอร์ฉุดลาก (Traction Motor) ของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า แยกออกจากกันและนำสายขั้วบวกและขั้วลบของเครื่อง Load Test มาเชื่อมต่อแทนที่ (Traction Motor) เพื่อจำลองว่าหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้ากำลังวิ่งอยู่โดยมีน้ำหนักบรรทุกเสมือนจริงเพื่อวัดค่าโวลต์ (V) ที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของหัวรถจักรว่ามีค่าตามมาตรฐานหรือไม่

สูตรการคำนวณหากำลังงานที่วัดได้จากหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า

(Shunt Load x 83.33) x Volts ที่วัดได้จากเครื่อง Load Test = Power (kW) (3)

Shunt Load คือ ค่าตัวแปลงไฟ เช่น 800 Amp ที่ค่า Shunt Load เท่ากับ 9.60 เป็นการเทียบจากกระแสจริงที่สูงมาก ลดลงมาเพื่อเข้าเครื่องวัดได้ เป็นการวัดแรงดันตกคร่อมจาก Shunt Load โดยเป็นการเทียบอัตราส่วนจาก Amp เป็น Volts

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1 เพื่อศึกษาการทำงานของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าและเครื่องทดสอบกำลังของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า

3.2 เพื่อทดสอบหาข้อพกพร่องของหัวรถจักรในแต่ละรุ่น

3.3 บันทึกผลการทดสอบกำลังของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าเพื่อนำมาวิเคราะห์และวางแผนการซ่อมบำรุง

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การตรวจสอบและทดสอบกำลังของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการกับหัวรถจักร 3 รุ่นด้วยกันได้แก่ รุ่น ALS จำนวน 19 ขบวน รุ่น GEA จำนวน 8 ขบวน และรุ่น GEK จำนวน 5 ขบวน โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์และทดสอบดังนี้

4.1 หลักเกณฑ์การทดสอบกำลังของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 ข้อ

4.1.1 ทดสอบตามตารางซ่อมบำรุง

4.1.2 ทดสอบนอกตารางซ่อมบำรุง (ตามการแจ้งซ่อมของพนักงานขับและช่างเครื่องประจำขบวน)

4.2 นำหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้ามาจอดเทียบกับแท่นโหลด

นำสายของเครื่อง Load Test ไปเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของหัวรถจักร

4.3 การทดสอบกำลังหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า

4.3.1 เปิด Control จ่ายกระแสไฟเหมือนการขับหัวรถจักร

4.3.2 เร่งรอบเครื่องยนต์ ปรับระดับแผ่น บวก, ลบ ลงถังน้ำให้ได้ค่ากระแสตามที่ต้องการ เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องยนต์และตรวจการทำงานของเครื่องยนต์เพื่อเช็คหาจุดรั่วไหลของ ของไหลต่างๆ ในเครื่องยนต์ หากพบมีการรั่วไหลหรือเครื่องยนต์มีการทำงานผิดปกติต้องหยุดและทำการแก้ไขก่อน

4.3.3 ปรับระดับของแผ่นประจุ + และ - ลงให้ให้ได้ค่ากระแส ตามตารางมาตรฐานของเครื่องยนต์

4.3.4 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ทุกระบบให้อยู่ในสภาพที่ทำงานปกติ

4.3.5 เร่งรอบเครื่องยนต์ตามที่ต้องการ

4.4 จำลองสภาวะภาระที่กระทำต่อหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า

โดยปรับระดับของแผ่นเหล็กให้ลงจุ่มอ่างน้ำเกลือ แผ่นเหล็กที่ได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้าบวกและลบที่เกิดจากหัวรถจักรเลื่อนลงไปในถังน้ำเกลือ ประจุไฟฟ้าบวกและลบจะพยายามวิ่งเข้าหากันโดยมีน้ำเกลือเป็นตัวต้านทาน เพื่อเป็นการเพิ่มภาระให้กับเครื่องยนต์ ไปทีละความเร็วรอบของเครื่องยนต์ตั้งแต่ความเร็วรอบต่ำสุดไปจนถึง ความเร็วรอบสูงสุดของแต่ละรุ่น โดยแผ่นบวกและแผ่นลบจะรับกระแสไฟฟ้าประจุบวกและลบผ่านสายไฟซึ่งต่อมาจากหัวรถจักรดังภาพที่3 และแช่ค้างที่แต่ละความเร็วรอบประมาน 5 นาทีในแต่ละรอบ เพื่อสังเกตความผิดปกติของเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในแต่ละช่วงความเร็วรอบและบันทึกค่าที่จอแสดงผล (ตามภาพที่ 2) ว่าได้ค่าออกมาเท่าไร และนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ภาพที่ 2 จอแสดงค่าด้านบนคือค่าของ Shunt Loadหรือค่ากระแสไฟฟ้าและด้านล่างคือค่า (โวลต์V)

ภาพที่ 3 แผ่นจำลองสภาวะ (แผ่นโหลด)

4.5 บันทึกค่าที่ได้ในแต่ละความเร็วรอบของหัวรถจักร

จดบันทึกค่าที่ได้จากเครื่อง Load Test และบันทึกการชำรุดหรือข้อบกพร่องของเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อหาต้นเหตุของการชำรุด

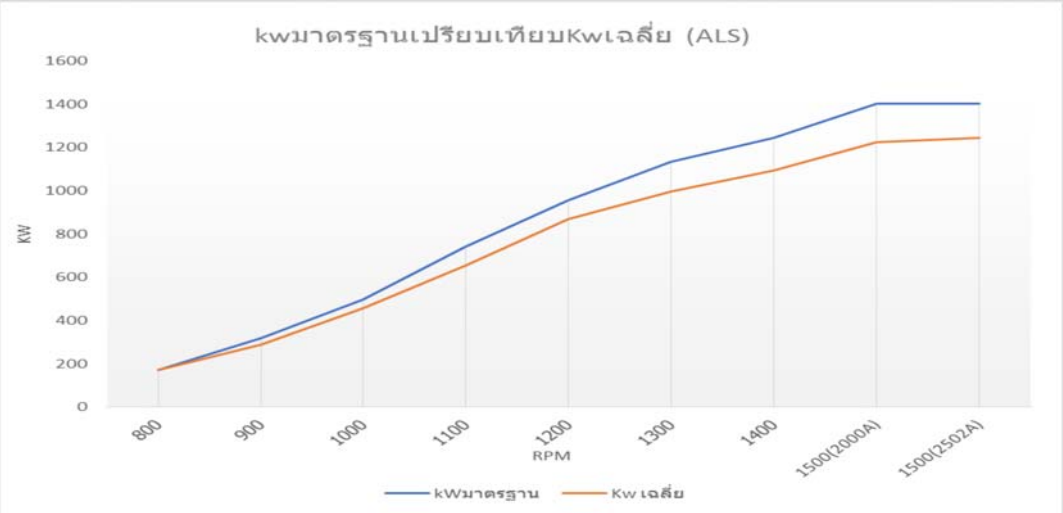
5. ผลการดำเนินงาน

5.1 ผลการทดสอบกำลังของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า อัลสตอม ALS

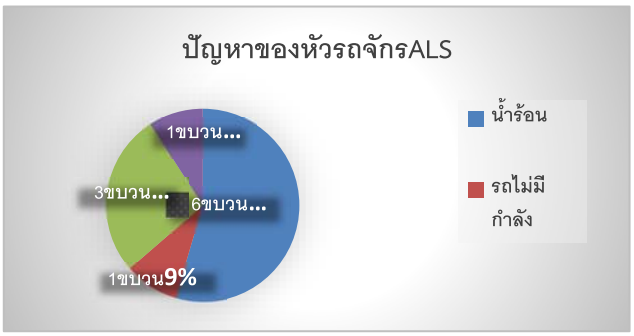
ผลการทดสอบกำลังจาก 19 ขบวน ของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า อัลสตอม ALS ตั้งแต่ความเร็วรอบ 700 RPM จนถึง 1500 RPM และจดบันทึกค่าศักย์ไฟฟ้า ที่ออกมาเพื่อนำไปคำนวณหากำลังที่ออกมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของหัวรถจักร โดยเฉลี่ย 19 ขบวน ได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังที่ย่านความเร็วรอบต่ำ +/-10.45kW ย่านความเร็วรอบปานกลาง +/-26.40 kW และที่ย่านความเร็วรอบสูง +/-35.57 kW

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบกำลังที่ได้จากการทดสอบขบวนหัวรถจักรรุ่น ALS 19 ขบวน

Speed	ค่ามาตรฐาน Power of Main Alternator				ผลการทดสอบ	
RPM	Amp	Shunt Load	Voltsมาตรฐานเดิม	kW มาตรฐานเดิม	Volts เฉลี่ย	kW เฉลี่ย
700	800	9.60	119	95.20	115	92
800	1083	13.79	150	172.05	142	163.17
900	1275	15.30	250	318.75	240	305.98
1000	1566	19.88	300	497.10	280	463.84
1100	1852	22.22	400	740.80	318	588.80
1200	1875	22.50	510	956.25	450	843.71
1300	2040	24.48	556	1134.24	470	958.76
1400	2490	29.88	500	1245.00	460	1145.35
1500	2000	24.00	700	1400.00	690	1379.94
1500	2502	30.03	561	1403.62	557	1393.83



ภาพที่ 4 Kwมาตรฐานเปรียบเทียบ kW เฉลี่ย (ALS)



ภาพที่ 5 ผลการทดสอบหัวรถจักร ALS นอกวาระการซ่อมบำรุง

ปัญหาที่ตรวจพบแบ่งการพิจารณาเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการทดสอบกำลังตามวาระมี 2 ขบวน และการทดสอบนอกวาระมี 17 ขบวน ดังนี้

1. น้ำในระบบหล่อเย็นมีอุณหภูมิสูงเกินมาตรฐาน (น้ำร้อน) คือไม่เกิน 98 องศา

กรณีปรับเซ็ตกำลังตามวาระการซ่อมบำรุงไม่พบปัญหา กรณีทดสอบนอกวาระพบหัวรถจักรมีปัญหาเรื่องความร้อนจำนวน 6 ขบวน คิดเป็น 55 %

2. หัวรถจักรไม่มีกำลังลากจูง กรณีทดสอบกำลังตามวาระไม่พบปัญหา

กรณีทดสอบนอกวาระพบหัวรถจักรที่มีปัญหารถไม่มีกำลังจำนวน 1 ขบวน พบหัวรถจักรปรับเซ็ตกำลังของหัวรถจักรหลังจากการซ่อมบำรุงจำนวน 2 ขบวน คิดเป็น 9 %

3. เครื่องยนต์หยุดทำงานขณะมีโหลด กรณีทดสอบตามวาระไม่พบปัญหากรณีทดสอบนอกวาระพบหัวรถจักรที่มีปัญหาเครื่องยนต์ดับบ่อยจำนวน 3 ขบวน คิดเป็น 27 %

4. ควันดำเกินมาตรฐานกรณีทดสอบตามวาระไม่พบปัญหากรณีทดสอบนอกวาระพบพบหัวรถจักรควันดำเกินค่ามาตรฐาน 1ขบวน คิดเป็น 9 %

5. ผลการทำ Load Test พบว่าค่ากำลังหัวรถจักร ALS ปัจจุบันมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังที่ย่านความเร็วรอบต่ำ ย่านความเร็วรอบปานกลางและย่านความเร็วรอบสูงที่แตกต่างกัน

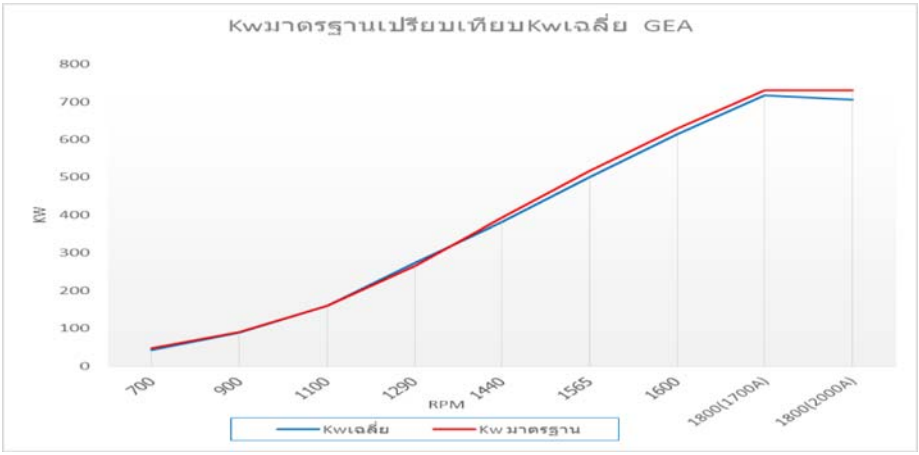
5.2 ผลการทดสอบกำลังของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEA

ผลการทดสอบกำลังจาก8ขบวน ของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEA ตั้งแต่ความเร็วรอบ700 RPM จนถึง 1800 RPM และจดบันทึกค่าโวลต์ ที่ออกมา เพื่อนำไปคำนวณหากำลังที่ออกมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของหัวรถจักร โดยเฉลี่ย8 ขบวน ได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังที่ย่านความเร็วรอบต่ำ +/-3.8kW ย่านความเร็วรอบปานกลาง +/-4.01 kW และที่ย่านความเร็วรอบสูง+/-10.64kW

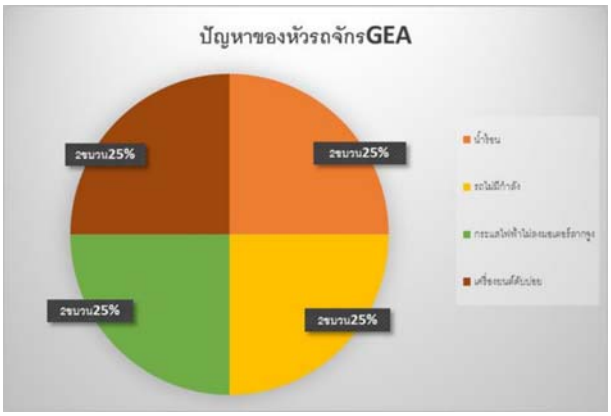
ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบกำลังที่ได้จากการทดสอบขบวนหัวรถจักรรุ่นGEA 8 ขบวน

Speed	ค่ามาตรฐาน Power of Main Alternator			ผลการทดสอบ			
RPM	Shunt Load	Volts มาตรฐาน	kW มาตรฐาน	Volts เฉลี่ย eng1	Volts เฉลี่ย eng2	kW เฉลี่ย eng1	kW เฉลี่ย eng2
700	5.09	111	47	86	86	36	36
900	7.03	156	91	145	146	84	85
1100	9.25	207	160	202	205	155	158
1290	11.89	268	266	266	260	263	257
1440	14.56	325	394	324	314	393	380
1565	16.75	371	518	368	361	513	503
1690	18.30	413	630	413	405	630	617
1800	20.40	430	731	430	425	731	722
1800	24.00	365	730	362	360	723	719

การทดสอบหัวรถจักรที่ซ่อมบำรุงตามตารางซ่อมบำรุงเนื่องจากในเวลา 4 เดือนที่ออกสหกิจศึกษาไม่มีหัวรถจักร GEA เข้าทดสอบกำลังตามวาระการซ่อมบำรุง



ภาพที่ 6 Kwมาตรฐานเปรียบเทียบ kW เฉลี่ย (GEA)



ภาพที่ 7 ผลการทดสอบหัวรถจักรGEA นอกวาระการซ่อมบำรุง

ปัญหาที่พบจากการทดสอบกำลังเพื่อหาจุดบกพร่องของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าทั้ง 8 ขบวน GEAปัญหาที่ตรวจพบการทดสอบนอกวาระมี 8 ขบวน ดังนี้

1. น้ำในระบบหล่อเย็นมีอุณหภูมิสูงเกินมาตรฐาน (น้ำร้อน) คือไม่เกิน 98 องศา พบหัวรถจักรมีปัญหาเรื่องความร้อนจำนวน 2 ขบวน คือขบวน 4551, 4543 คิดเป็น 25 %

2. หัวรถจักร ไม่มีกำลังลากจูง พบหัวรถจักรมีปัญหารถไม่มีกำลังจำนวน 2 ขบวน คือ ขบวน 4549,4554 คิดเป็น 25 %

3. เครื่องยนต์หยุดทำงานขณะมีโหลด พบหัวรถจักรปัญหาเครื่องยนต์ดับบ่อยจำนวน 2 ขบวน คือ ขบวน 4548, 4547 คิดเป็น 25 %

4. กระแสไฟฟ้าไม่จ่ายไปมอเตอร์ลากจูงพบหัวรถจักรมีปัญหาจำนวน 2 ขบวน คือขบวน 4547, 4543 คิดเป็น 25 %

5. ผลการทำ Load Test พบว่าค่ากำลังของหัวรถจักร GEA ปัจจุบันมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังที่ย่านความเร็วรอบต่ำ ย่านความเร็วรอบปานกลางและย่านความเร็วรอบสูงที่แตกต่างกัน

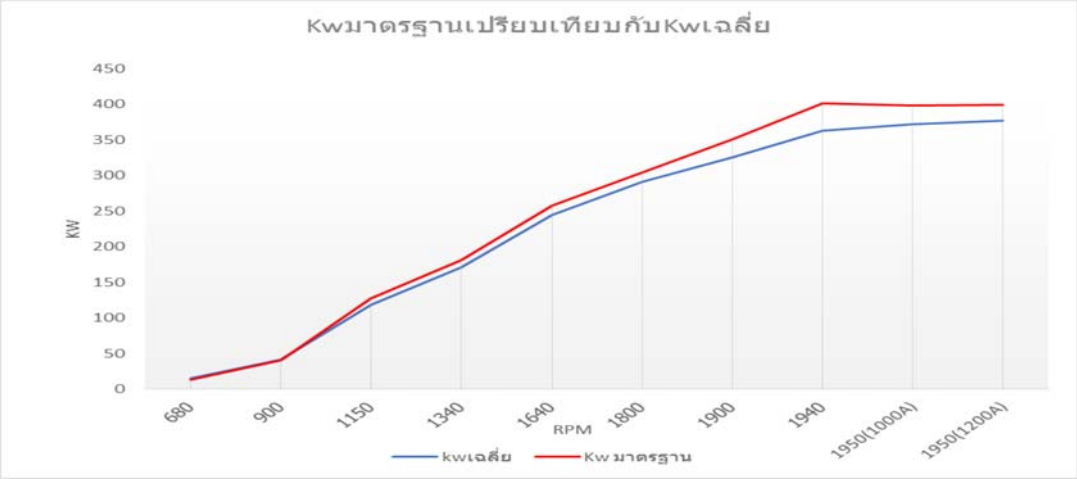
5.3 ผลการทดสอบกำลังของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEK

ผลการทดสอบกำลังจาก 5 ขบวน ของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEK ตั้งแต่ความเร็วรอบ 680 RPM จนถึง 1950 RPM และจดบันทึกค่า โวลต์ ที่ออกมาเพื่อนำไปคำนวณหา กำลังที่ออกมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของหัวรถจักร โดยเฉลี่ย5 ขบวน ได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังที่ย่านความเร็วรอบต่ำ +/-2.96kW ย่านความเร็วรอบปานกลาง +/-6.97 kW และที่ย่านความเร็วรอบสูง +/-15.62 kW

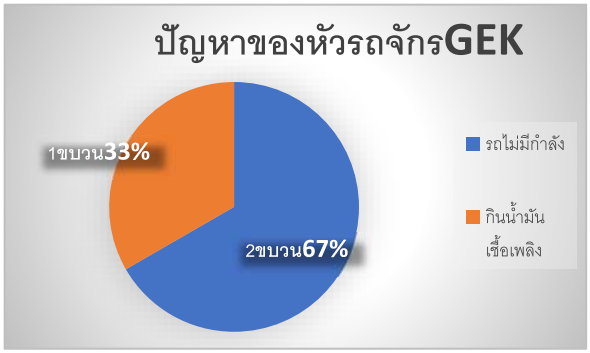
ตารางที่3 แสดงผลการทดสอบกำลังที่ได้จากการทดสอบขบวนหัวรถจักรรุ่นGEK 5 ขบวน

Speed	ค่ามาตรฐาน Power of Main Alternator			ผลการทดสอบ			
RPM	Shunt Load	Volts มาตรฐาน	kW มาตรฐาน	Voltsเฉลี่ย eng1	Voltsเฉลี่ย eng2	kWเฉลี่ย eng1	kWเฉลี่ย eng2
680	2.4	65	13	79	91	15	18
900	4.3	113	40.60	114	89	40	31
1150	7.7	197	127.60	168	140	107	89
1340	9.3	232	180.90	207	177	160	137
1640	11.3	273	257.70	253	220	238	207
1800	2	295	304.40	290	265	289	264
1900	13	314	350.40	317	275	343	297
1940	14	334	400.80	310	312	320	316
1950	10.2	480	397.80	440	460	373	390
1950	12	420	399.00	389	390	388	389

การทดสอบหัวรถจักรที่ซ่อมบำรุงตามตารางซ่อมบำรุงเนื่องจากในระยะเวลา 4 เดือนที่ทำการทดสอบเก็บข้อมูลไม่มีหัวรถจักร GEK เข้าทดสอบกำลังตามวาระการซ่อมบำรุง



ภาพที่ 8 kW มาตรฐานเปรียบเทียบKwเฉลี่ย (GEK)



ภาพที่ 9 ผลการทดสอบหัวรถจักรGEK นอกวาระการซ่อมบำรุง

ปัญหาที่พบเจอจากการทดสอบกำลังเพื่อหาจุดบกพร่องของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าทั้ง 5 ขบวน GEK ปัญหาที่ตรวจพบการทดสอบนอกวาระมี 5 ขบวน ดังนี้

1. หัวรถจักรไม่มีกำลังลากจูงพบหัวรถจักรที่มีปัญหารถไม่มีกำลังจำนวน 2 ขบวนคือขบวนคิดเป็น 67%
2. กินน้ำมันเชื้อเพลิงพบหัวรถจักรกินน้ำมันเกินค่ามาตรฐานจำนวน 1 ขบวน คิดเป็น 33%
3. ผลการทำ Load Test พบว่าค่ากำลังเฉลี่ยหัวรถจักร GEK ปัจจุบันมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังที่ย่านความเร็วรอบต่ำ ย่านความเร็วรอบปานกลางและย่านความเร็วรอบสูงที่แตกต่างกัน

6. อภิปรายผล

จากการทดสอบของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าทั้ง 3 รุ่น คือ หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า ALS จำนวน 19 ขบวน, หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEA จำนวน 8 ขบวน และหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEK จำนวน 5 ขบวนรวมทั้งสิ้น 32 ขบวน เพื่อตรวจหาจุดบกพร่องและการปรับจูนกำลังที่เหมาะสมในช่วงเวลา 4 เดือน เมื่อจำแนกเป็นการทดสอบตามวาระการซ่อมบำรุงมีจำนวน 1 รุ่น 2 ขบวน คือหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า ALS และการทดสอบนอกวาระการซ่อมบำรุงจำนวน 30 ขบวนพบว่า การทดสอบตามวาระการซ่อมบำรุงไม่พบเจอปัญหาอื่น ในขณะที่การทดสอบนอกวาระการซ่อมบำรุงพบปัญหาหลักๆ ได้แก่

1.ปัญหาอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูงเกินมาตรฐาน (98 องศา) พบจำนวน 2 รุ่น คือ

1.1 หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า ALS คิดเป็น 55 % จากทั้งหมด 19 ขบวน

1.2 หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEA คิดเป็น 25 % จากทั้งหมด 8 ขบวน

2. ปัญหาหัวรถจักรไม่มีกำลังลากจูง พบจำนวน 3 รุ่น คือ

2.1 หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า ALS คิดเป็น 9 % จากทั้งหมด 19 ขบวน

2.2 หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEA คิดเป็น 25 % จากทั้งหมด 8 ขบวน

2.3 หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEK คิดเป็น 67 % จากทั้งหมด 5 ขบวน

3. ปัญหาเครื่องยนต์หยุดทำงานระหว่างมีโหลด พบจำนวน 2 รุ่น

3.1 หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า ALS คิดเป็น 27 % จากทั้งหมด 19 ขบวน

3.2 หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEA คิดเป็น 25 % จากทั้งหมด 8 ขบวน

4. ผลจากการทดสอบกำลังของหัวรถจักรทั้ง 3 รุ่น จากกราฟ kW ในแต่ละรุ่นจะเห็นได้ว่า

4.1 หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า ALS จากกราฟตั้งแต่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1200 RPM จนถึง 1500 (2000A) RPM พบว่าหัวรถจักรทั้ง 19 ขบวน มีกำลังต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โดยค่ากำลังที่แตกต่างสูงสุดมีค่าเท่ากับ 210 kW ที่ความเร็วรอบ 1500 (2000A) RPM เกิดขึ้นในขบวน 4205

4.2 หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEA จากกราฟตั้งแต่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1440 RPM จนถึง 1800 (2000A) RPM พบว่ามีค่ากำลังที่แตกต่างมากที่สุดเท่ากับ 84 kW ที่ความเร็วรอบ 1800 (2000A) RPM เกิดขึ้นในขบวน 4547

4.3 หัวรถจักรดีเซลไฟฟ้า GEK จากกราฟตั้งแต่ความรอบเครื่องยนต์ที่ 900 RPM จนถึง 1950 (1200A) RPM พบว่าหัวรถจักรทั้ง 5 ขบวนมีกำลังต่ำกว่าค่ามาตรฐานโดยมีค่ากำลังที่แตกต่างมากที่สุดเท่ากับ 84 kW ที่ความเร็วรอบ 1940 RPM เกิดขึ้นในขบวน 4008 และพบว่ามี 1 เครื่องยนต์ของหัวรถจักรขบวนที่ 4050 มีกำลังเกินค่ามาตรฐานโดยมีค่าเท่ากับ 16 kW และ 13 kW ที่ความเร็วรอบ 1640 RPM และ 1800 RPM

4.4 จากการเก็บข้อมูลLoad test ทำให้ได้กราฟความสัมพันธ์ความเร็วรอบและกำลังที่เหมาะสมเพื่อการอ้างอิงในการปรับจูนเครื่องยนต์ที่แต่ละความเร็วรอบ ทั้ง 3 รุ่นคือ ALS, GEA และ GEK เป็นไปตามตารางที่ 1, ตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ช่วงความเร็วรอบต่ำ ความเร็วรอบปานกลาง และความเร็วรอบสูงตามผลการทดสอบ

7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งคือปัญหาอุณหภูมิน้ำร้อนสูงกว่าปกติ,ปัญหาหัวรถจักรไม่มีกำลังและปัญหาเครื่องยนต์ดับบ่อยระว่างการใช้งานโดยได้มีการนำเสนอมาตรการเพิ่มเติมคือ

1. ติดตั้งเซนเซอร์อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเพื่อแสดงมายังห้องควบคุมบนหัวรถจักร

2. เปลี่ยนพัดลมระบายอากาศจากพัดที่หมุนตามความเร็วรอบเครื่องยนต์เป็นแบบพัดลมแบบมอเตอร์ไฟฟ้า (ในรุ่น ALS)

3. ตรวจเช็คกรองอากาศให้บ่อยมากขึ้น

4. การปรับจูนเครื่องยนต์ของเครื่องแต่ละรุ่นโดยอ้างอิงตามตารางผลการทดสอบจะช่วยให้การปรับจูนทำได้สะดวกรวดเร็วขึ้นและได้ค่าที่เหมาะสมในการใช้งาน ที่จะช่วยลดปัญหาตัวรถจักรไม่มีกำลังและปัญหาเครื่องยนต์ดับ

5. เก็บข้อมูลผลการทดสอบกำลังในแต่ละขบวนทุกครั้งเพื่อนำไปหากำลังเฉลี่ยในแต่ละความเร็วรอบของแต่ละขบวน เพื่อหาค่ากำลังเฉลี่ยที่สามารถบ่งบอกสมรรถนะปัจจุบันของแต่ละขบวน เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานเพื่อเป็นการวางแผนซ่อมบำรุงใหญ่ในขบวนที่เสื่อมสภาพ

8. เอกสารอ้างอิง

การรถไฟแห่งประเทศไทย. (2012). *เอกสารประกอบการฝึกอบรมพนักงาน ตามโครงการ THE IMPROVEMENT OF RAILWAY TRAINING CENTER โดยความร่วมมือระหว่าง JICA & SRT.* กรุงเทพฯ: การรถไฟแห่งประเทศไทย.

ถนอม ฮวยขันธ์ และ เชิดสกุล บัวขาว. (2554). *ระบบไฟฟ้ารถจักรอัลสตอม.* โรงรถจักรดีเซลบางซื่อ. กรุงเทพฯ: การรถไฟแห่งประเทศไทย.

ไพจิตร เต็งไตรรัตน์. (2548). *Alsthom Locomotive Load Test.* โรงรถจักรดีเซลบางซื่อ. กรุงเทพฯ: การรถไฟแห่งประเทศไทย.

โรงรถจักรดีเซลบางซื่อ. (2562). *รายงานการตรวจซ่อมบำรุงโรงซ่อมบำรุงหัวรถจักร.* กรุงเทพฯ: การรถไฟแห่งประเทศไทย.

John E. Heywood .(2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals* (2nd ed.). United States: McGraw-Hill.