

การศึกษาความสึกหรอของล้อรถไฟแบบ Vidura ของการรถไฟแห่งประเทศไทย Study of Wear of Vidura Railway Wheel Profile of State Railway of Thailand

รัชชานนท์ อภิญญาอรยง^{1*} ธนา ภูเฟือภักดิ์² สติพิงษ์ พรหมลา¹ และ วิชัย ศิวะโกศิษฐ¹

Ratchanon Apinyayanyong^{1*}, Thana Phuphuakrat², Sittipong Promla¹ and Wichai Siwakosit¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาลักษณะความสึกหรอของล้อรถไฟแบบ Vidura ของการรถไฟแห่งประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลการสึกหรอจริง จากการเดินรถโดยสารของการรถไฟแห่งประเทศไทยด้วยล้อรถไฟแบบ Vidura บนรางของการรถไฟแห่งประเทศไทยซึ่งเป็นรางหลากหลายชนิด และหลากหลายเส้นทาง จึงถือได้ว่าเป็นความสึกหรอเฉลี่ยของการเดินรถโดยสารของการรถไฟแห่งประเทศไทย ข้อมูลการสึกหรอถูกนำมาทำการวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อแสดงพฤติกรรมการสึกหรอของล้อที่เกิดขึ้นที่พื้นล้อและบังใบล้อ และอัตราการสึกหรอของล้อ ผลจากการศึกษาพบว่า ลักษณะการสึกหรอมีลักษณะแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยพื้นล้อนี้อาจค่ากลางของอัตราการสึกหรอเชิงปริมาตรอยู่ที่ 7.613714 mm^3 ต่อกิโลเมตร ในขณะที่บังใบล้อ มีค่ากลางของอัตราการสึกหรอเชิงปริมาตรอยู่ที่ 1.47525 mm^3 ต่อกิโลเมตร

ABSTRACT

The study of wear characteristics of Vidura wheel profile of the State Railway of Thailand (SRT) with collected data from field measurements is presented. This study represents the average values of wheel wear due to normal utilizations of the wheel on multiple routes of SRT. The data has been analyzed for characters of tread wear and flange wear with volumetric wear rates. The results show that the wear characteristic is non-linear in nature, and the average value of volumetric tread wear rate is $7.613714 \text{ mm}^3/\text{km}$ while the average value of volumetric flange wear rate is $1.47525 \text{ mm}^3/\text{km}$.

Key words: Railway, Railway Wheel, Worn Wheel

*Corresponding author; e-mail address: r.apinyayanyong@gmail.com

¹ศูนย์วิศวกรรมระบบราง ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

¹KURAIL, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Thailand

²ศูนย์วิศวกรรมเครื่องกล การรถไฟแห่งประเทศไทย

²Mechanical Engineering Center, State Railway of Thailand

คำนำ

ในปัจจุบันการขนส่งทางรางถือได้ว่าเป็นคำตอบของปัญหาทางด้านการคมนาคม และการขนส่ง ในหลาย ๆ ด้าน ทั้งปัญหาการจราจรที่คับคั่ง ปัญหาอุบัติเหตุในการเดินทางระยะไกล การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง รวมถึงการไม่สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนของประชาชนที่มีภูมิลำเนาอยู่นอกเขตเมือง การสึกหรอของล้อรถไฟจึงถือเป็นผลจากการแก้ปัญหาทางด้านคมนาคม และขนส่งซึ่งเป็น ต้นเหตุของปัญหาอื่น ๆ ที่จะตามมาอย่างมากมาย ทั้งในด้านความปลอดภัย ความสิ้นเปลือง และอื่น ๆ อีก มากมาย ดังนั้นการศึกษาความสึกหรอของล้อรถไฟจึงถือได้ว่าเป็นก้าวแรกของการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ ต้นเหตุ และนำไปสู่การพัฒนาาระบบคมนาคม และระบบขนส่งอย่างยั่งยืน

ล้อรถไฟที่การรถไฟแห่งประเทศไทยใช้ถูกปรับปรุงมุมของโคนบังใบโดยคุณหลวงวิฑูรย์วิถึกล เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ.2504 เพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพทางในขณะนั้น ซึ่งทางการรถไฟเลือกใช้รางขนาด 50 ปอนด์ต่อหลา และแบบ 70 ปอนด์ต่อหลา รวมถึงรัศมีโค้งของทาง น้ำหนักบรรทุกต่อเพลลา และกำลังขับเคลื่อนของหัวจักรในขณะนั้น ทำให้การสึกหรอของล้อรถไฟแบบ Vidura ไม่สามารถใช้สถิติงานวิจัยจากต่างประเทศมาอ้างอิงได้

การศึกษาค้นคว้าการสึกหรอของล้อรถไฟแบบ Vidura ครั้งนี้จะเป็นการวัดความสึกหรอของล้อตามระยะทางที่รถไฟได้ทำการวิ่ง เพื่อหาอัตราการสึกหรอของล้อรถไฟแบบ Vidura ที่วิ่งบนสภาพทางรถไฟต่างๆในประเทศไทย และทำขบวนโดยรถจักรชนิดต่างๆในประเทศไทย โดยถือค่าเบื้องต้นของการสึกหรอที่เกิดจากการใช้งานจริงที่ไม่สามารถกำหนดตัวแปรต่างๆ ได้ เช่น น้ำหนักบรรทุก เส้นทาง สภาพทาง ความเร็ว สภาพอากาศ

อุปกรณ์และวิธีการ

การวัดล้อรถไฟโดยเครื่อง YOSHIDA SEIKI TS-3D

การวัดล้อรถไฟโดยเครื่อง YOSHIDA SEIKI TS-3D จะได้โปรไฟล์ล้อรถไฟ ออกมาบนกระดาษ จากนั้นจึงนำไปใส่ล้อรถไฟที่ได้นั้น แสแกนเป็นรูปภาพแบบดิจิทัล ซึ่งการวัดล้อเพื่อใช้ในการศึกษาจะทำการวัดล้อทั้งแปดล้อในตู้ที่ทำการศึกษา เพื่อหาค่าเฉลี่ยของการสึกหรอ เนื่องจากการเดินรถไฟในปัจจุบันไม่มีกรกัถล้อ จะเป็นการเดินรถสวนทางกลับในเส้นทางเดิม โดยการเปลี่ยนตำแหน่งหัวรถจักร และรถที่ศึกษาไม่สามารถกำหนดเส้นทางวิ่งได้ จึงถือได้ว่าเป็นการวิ่งแบบเฉลี่ยเส้นทางของการรถไฟแห่งประเทศไทย อ้างอิงตามกิโลเมตรที่ทำการวิ่ง

การวัดพิสัยการสึกของล้อรถไฟโดย GO-NO GO Gauge

การวัดพิสัยการสึกของล้อรถไฟโดย GO-NO GO Gauge หรือเครื่องมือวัดแบบวิฑูรย์ของการรถไฟแห่งประเทศไทยนั้น จะได้ระยะพิสัยการสึกของ พื้นล้อ บังใบ โคนบังใบ และความหนาของล้อ ในหน่วยมิลลิเมตร เพื่อใช้ในการตรวจสอบยืนยันความถูกต้องของโปรไฟล์ของล้อที่ได้มาจากการวัดโดยเครื่อง YOSHIDA SEIKI TS-3D

การสร้างแบบจำลองบนโปรแกรม Solidworks

เมื่อได้รูปภาพแบบดิจิทัลแล้ว จากนั้นจึงสร้างแบบจำลองเสมือนจริง สามมิติ บนโปรแกรม SolidWorks เพื่อหาปริมาตรของล้อ โดยฟังก์ชันการคำนวณปริมาตรของรูปจำลองสามมิติภายในโปรแกรม และนำมาเปรียบเทียบกับล้ออื่น ๆ โดยใช้ระยะทางวิ่ง (กิโลเมตร) เป็นหลักอ้างอิงในการเปรียบเทียบ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่า ล้อรถไฟแบบ Vidura เกิดการสึกหรอแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยมีอัตราที่ไม่คงที่ เมื่อนำไปรถไฟล้อแต่ละล้อมาเปรียบเทียบกันทำให้สามารถเห็นการสึกหรอของล้อได้อย่างชัดเจน ซึ่งการสึกหรอของล้อที่สนใจ สามารถแบ่งออกเป็นสองชนิด ซึ่งเกิดคนละบริเวณ และคนละสาเหตุกัน คือการสึกหรอที่พื้นล้อซึ่งเกิดจากการเสียดสีของพื้นล้อกับหัวราง และการสึกหรอที่เกิดจากการลงห้ามล้อที่พื้นล้อเป็นหลัก อีกบริเวณหนึ่งคือการสึกหรอบริเวณบังใบซึ่งเกิดจากการที่บังใบเสียดสีกับสันรางด้านใน บนรางด้านนอกของโค้ง ขณะทีรถไฟทำการเข้าโค้ง ซึ่งแรงที่บังใบกระทำกับสันรางด้านใน จะแปรผกผันกับรัศมีของโค้งนั้นๆ ซึ่งตัวอย่างของการสึกหรอได้แสดงไว้ดังรูปที่ 1 และ รูปที่ 2

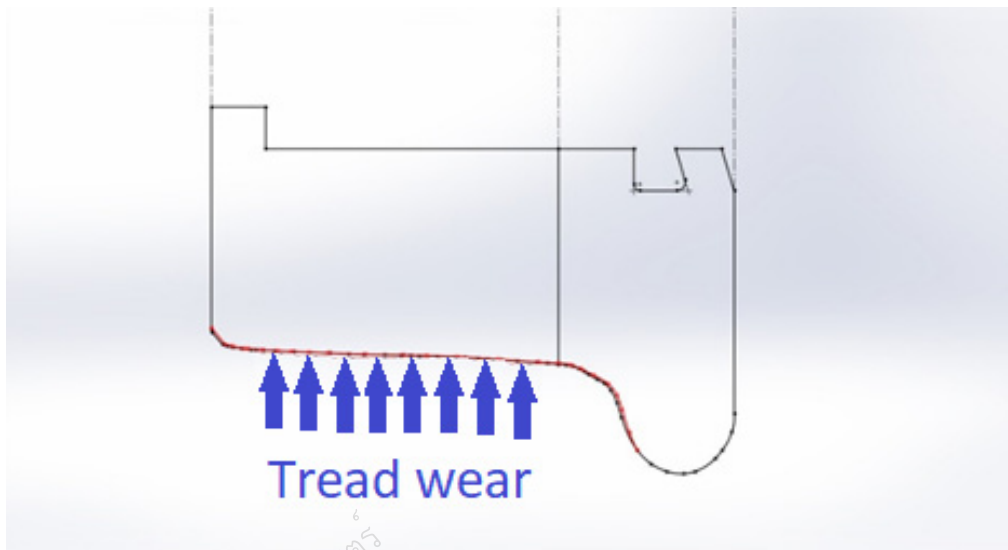


Figure 1 Example of Tread wear

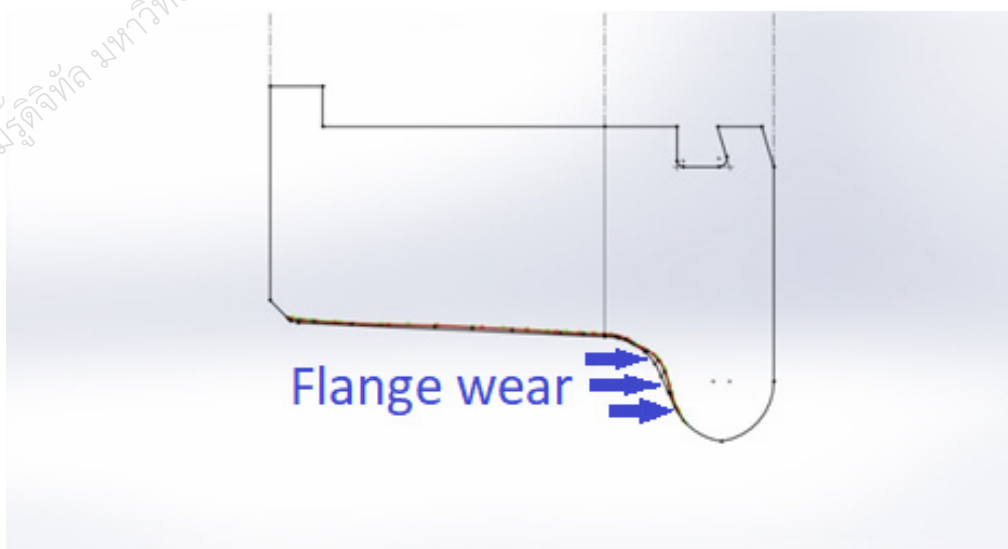


Figure 2 Example of Flange wear

ข้อมูลรูปทรงของล้อที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นล้อที่มีการใช้งานได้อย่างปลอดภัย โดยมีการตรวจสอบ จากเครื่องมือวัดแบบวิทูรของการรถไฟแห่งประเทศไทย และมีพิกัดต่างๆ ตามเกณฑ์ความปลอดภัย จากนั้นจึงนำไปพล็อตมาสร้างเป็นแบบจำลองเสมือนจริงแบบสามมิติเพื่อหาปริมาตรของล้อที่กิโลเมตรต่างๆ และทำการเปรียบเทียบกันและหาค่ากลาง ได้กราฟแสดงการปริมาตรของล้อตามระยะทางดังรูปที่ 3 และ รูปที่ 4

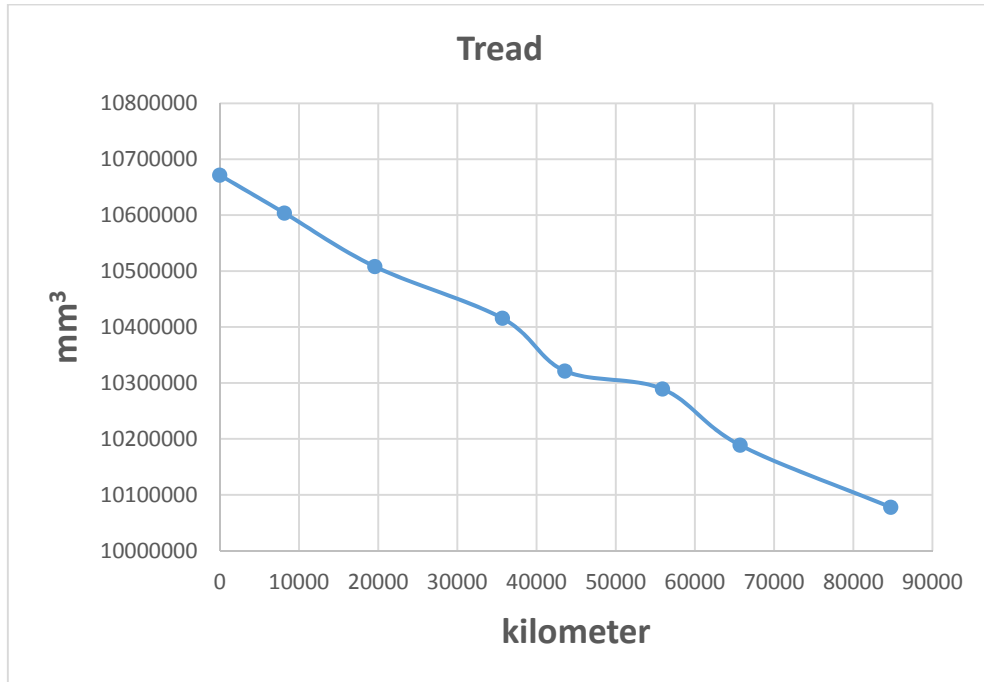


Figure 3 Tread wear of Vidura wheel profile by volume

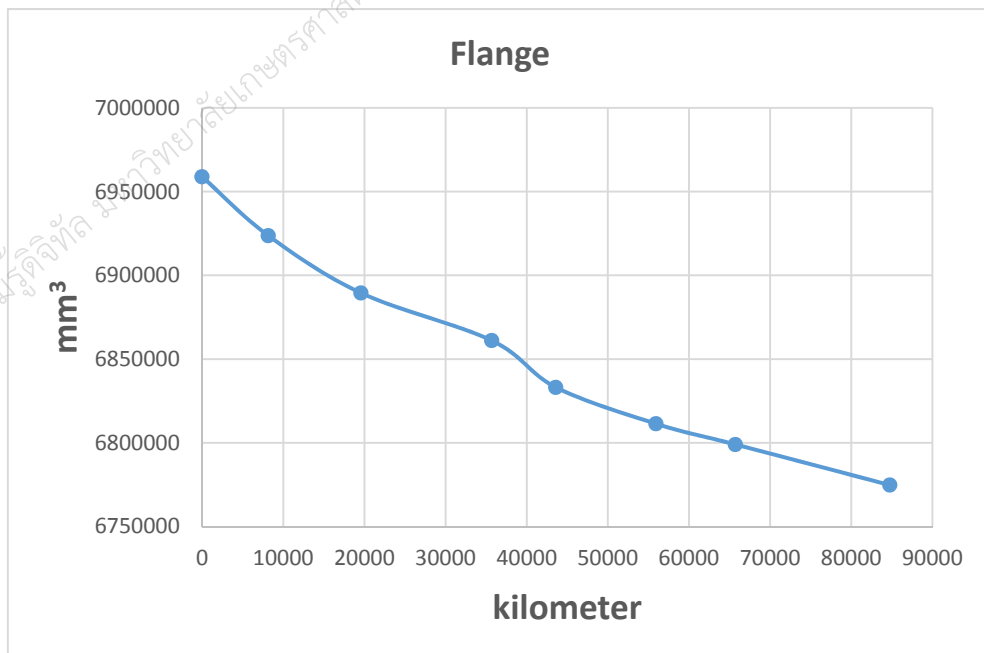


Figure 4 Flange wear of Vidura wheel profile by volume

จากข้อมูลพบว่าอัตราการสึกหรอเชิงปริมาตรโดยเฉลี่ยตลอดระยะการเดินรถมีค่าเท่ากับ 7.00779451 mm³ ต่อกิโลเมตรที่พื้นล้อ และ 2.17265126 mm³ ต่อกิโลเมตรที่บังใบล้อ

จากนั้นจึงนำค่ากลางที่ได้มาวิเคราะห์หาอัตราการสึกหรอเชิงปริมาตรของล้อรถไฟและแสดงการสึกหรอของล้อรถไฟได้ตามรูปที่ 5 และรูปที่ 6

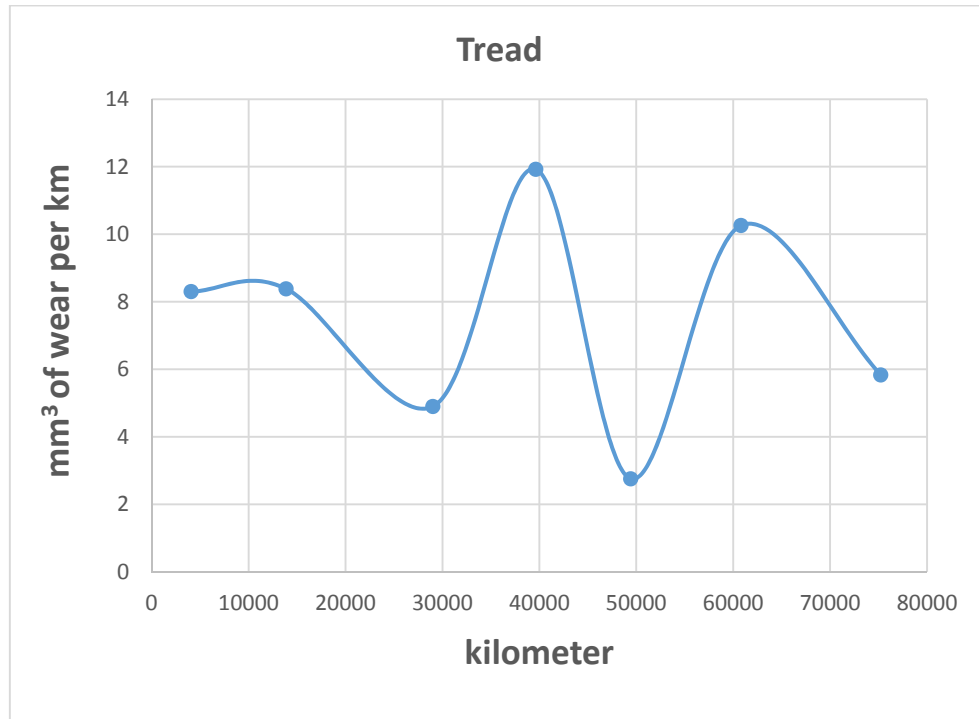


Figure 5 Tread wear rate by volume

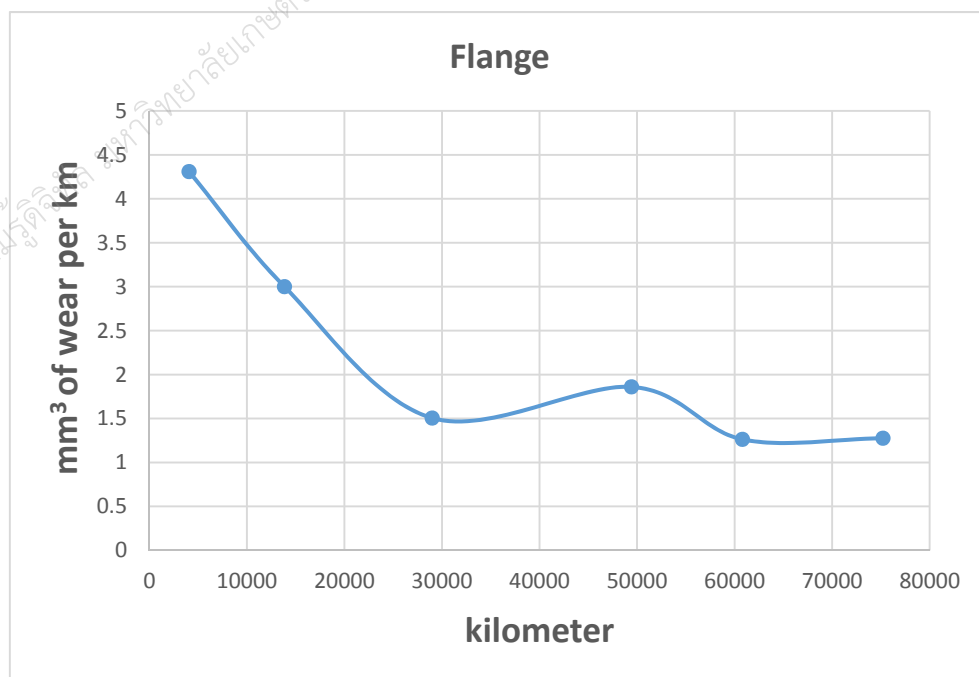


Figure 6 Flange wear rate by volume

จากรูปที่ 5 และ 6 พบว่าอัตราการใช้หรือปริมาณพื้นที่ที่มีความแปรปรวนอย่างมาก ไม่สามารถสรุป
 นัยสำคัญ หรือทำนายอัตราการใช้หรือได้ อันเป็นผลมาจากการใช้หรือปริมาณพื้นที่ที่มีความแปรปรวนสูงในการใช้หรือ
 ถึงสองสาเหตุ คือการเสียดสีระหว่างพื้นล้อและราง ขณะรถไฟทำการวิ่ง ซึ่งเราสามารถควบคุมปัจจัยในการใช้หรือ
 ดังกล่าวได้ โดยการแบ่งช่วงการใช้หรือ และเฉลี่ยการใช้หรือในช่วงนั้นๆ ออกตามระยะทางที่รถไฟได้ทำการวิ่ง ส่วน
 อีกสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการใช้หรือปริมาณพื้นที่ล้อก็คือ การลงห้ามล้อที่บริเวณพื้นที่ล้อซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ ทั้ง
 พื้นที่หน้าสัมผัสในการลงพื้นล้อ ความแรงในการลงพื้นล้อ รวมถึงความถี่ และระยะเวลาต่อครั้งในการลงพื้นล้อ
 โดยที่มีค่ากลางของอัตราการใช้หรืออยู่ที่ 7.613714 mm^3 ต่อกิโลเมตร มีค่าความแปรปรวน 9.43093 mm^3 ต่อ
 กิโลเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 3.07098 mm^3 ต่อกิโลเมตร

ส่วนอัตราการใช้หรือปริมาณบั้งไบจะเห็นได้ชัดว่าอัตราการใช้หรือลดลงตามระยะกิโลเมตรที่วิ่งอย่างมี
 นัยสำคัญ ในช่วงสามหมื่นกิโลเมตรแรกโดยมีอัตราลดลงที่ 0.9359 mm^3 ต่อกิโลเมตร ต่อหมื่นกิโลเมตรที่วิ่ง
 ในช่วง 4.309 mm^3 ต่อกิโลเมตร ถึง 1.505 mm^3 ต่อกิโลเมตร ส่วนช่วงหลังสามหมื่นกิโลเมตรไปแล้วนั้นมีความ
 แปรปรวนเล็กน้อย มีค่ากลางอยู่ที่ 1.47525 mm^3 ต่อกิโลเมตร ค่าความแปรปรวน 0.07814 และส่วนเบี่ยงเบน
 มาตรฐานที่ 0.27954 mm^3 ต่อกิโลเมตร ซึ่งอาจเกิดจากการที่ระยะห่างระหว่างบั้งไบและสันรางที่มากขึ้นจากการ
 ใช้งานในช่วงแรก ทำให้ลดโอกาสที่บั้งไบล้อจะสัมผัสกับสันรางลงในขณะวิ่งในทางโค้ง และทำให้อัตราการใช้หรือ
 หรือลดลงไปด้วย

สรุป

การศึกษาการใช้หรือของล้อรถไฟแบบ Vidura ของการรถไฟแห่งประเทศไทย สามารถแสดงการใช้หรือ
 เชิงปริมาณ และอัตราการใช้หรือเชิงปริมาณต่อระยะทางการให้บริการของรถไฟ โดยลักษณะการใช้หรือเป็น
 แบบไม่เป็นเชิงเส้นทั้งบริเวณพื้นที่ล้อและบั้งไบล้อ การใช้หรือที่พื้นที่ล้อมีความแปรปรวนสูง ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยที่
 เกิดขึ้นนอกจากสัมผัสกันระหว่างล้อและราง ในขณะที่อัตราการใช้หรือที่บั้งไบล้อ มีค่าสูงในช่วงต้นของการใช้
 งานและมีค่าที่ลดลงซึ่งอาจเกิดจากโอกาสที่บั้งไบล้อจะสัมผัสกับสันรางลดลงในทางโค้ง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ 1. ศูนย์วิศวกรรมเครื่องกล การรถไฟแห่งประเทศไทย ที่ได้อำนวยความสะดวกเครื่องมือ อุปกรณ์
 วิธีการใช้เครื่องมือ และ ความปลอดภัยในการใช้งาน 2. ศูนย์ซ่อมรถโดยสารกรุงเทพ การรถไฟแห่งประเทศไทย ที่
 อนุเคราะห์ข้อมูลการเดินทาง และ 3. หน่วยเดินทางโดยสารกรุงเทพ การรถไฟแห่งประเทศไทย ที่กรุณาจัดการ
 การเก็บข้อมูล และควบคุมความปลอดภัยในขณะทำการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- Thana Phuphuakrat, Kummun Choopraserd, Wichai Siwakosin. 2015. Preliminary Consideration of a Wheel- Rail Interaction of the Vidura Wheel Profile and BS 100A Rail Profile to Lateral Dynamic of an SRTWheelset on a Meter Gauge Straight Track. TRAS2015-2
- Thana Phuphuakrat, Kitipath Chaksoong, Kummun Choopraserd, Wichai Siwakosin. 2015. Effects of Wheel- Rail Interactions of the Unworn and Worn SRT Vidura Wheel Profiles and a BS 100A Rail Profile to the Tangent Track Wheelset Lateral Dynamic and Wear Indexes. TRAS2016
- Kitipath Chaksoong, Kummun Choopraserd, Thana Phuphuakrat, Wichai Siwakosin. 2016. The study of critical speeds from dynamical responses of Vidura contour train wheel set with BS100 rail profile on meter gauge track of the State Railway of Thailand. ME-NETT 2016
- SRT Mechanical Engineer Center. 1962. Memo on Vidura Contour. State Railway of Thailand. Bangkok, Thailand.
- SRT Mechanical Engineer Center. Vidura Wheel Profiles Drawing. State Railway of Thailand. Bangkok, Thailand.
- Wichai Siwakosin. 2016. Rolling Stock Technology : Introduction to Vehicle Dynamics. KURAIL. Kasetsart University.

คลังความรู้ดิจิทัล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์