

การหาค่าพิດความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับของดัชนีสภาพทางในพื้นที่กองบำรุงทาง เขตขอนแก่น การรถไฟแห่งประเทศไทย

Determination of The Allowance Tolerance of Track Quality Index for Khon Kaen Track Maintenance Division of State Railway of Thailand

พิชัย วัฒนศรีมงคล (Pichai Watthanasrimongkol)^{1*} ดร.ลัดดา ตันวานิชกุล (Dr.Ladda Tanwanichkul)**

(Received: August 20, 2020; Revised: November 23, 2020; Accepted: November 25, 2020)

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกำหนดค่าพิດความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่เหมาะสมในการคำนวณค่าดัชนีสภาพทาง ของกลุ่มข้อมูลสภาพทางก่อนปรับปรุง และสภาพทางหลังปรับปรุง ในพื้นที่กองบำรุงทางเขตขอนแก่น การรถไฟแห่งประเทศไทย โดยกำหนดค่าพิດความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับในสภาพทางก่อนปรับปรุงเท่ากับ 3.00 มม. และกำหนดค่าพิດความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับในสภาพทางหลังปรับปรุงเท่ากับ 2.50, 2.00, 1.50 และ 1.00 มม. ลงในชุดตัวแปรทั้งหมด 6 ตัวแปร ได้แก่ ระดับตามยาวซ้าย ระดับตามยาวขวา แนวรางซ้าย แนวรางขวา ระดับตามขวาง และทวิศท์ เพื่อหาค่าพิດความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่เหมาะสม จากผลการศึกษาพบว่าค่าพิດความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่เหมาะสมอยู่ที่ตำแหน่ง 2.00 มม. ซึ่งทำให้ค่าดัชนีสภาพทางมีความเหมาะสมในการใช้งาน ส่งผลให้สภาพทางสามารถใช้งานได้ยาวนานขึ้น และค่าใช้จ่ายในการบำรุงทางลดลงได้ในระยะยาว

ABSTRACT

This article performs the study the determination of the acceptable tolerances that are suitable for the calculation of the index of the rail condition before improvement and the condition after improvement. The area for study comprehends the Khon Kaen maintenance division of state railway of Thailand. The tolerance value in the pre-improved condition is set to 3.00 mm and the tolerance value in the improved rail condition is set to 2.50, 2.00, 1.50 and 1.00 mm. A total of 6 variables, left longitudinal, right longitudinal, left rail, right rail, transverse level and twisted were used to determine the appropriate tolerances. The results of the study found that the suitable tolerance rating was 2.00 mm, which made the index of the condition suitable for use. Resulting in road conditions can be used for a longer period and maintenance costs can be reduced in the long term.

คำสำคัญ: ทางรถไฟ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ การปรับปรุงทาง

Keywords: Track, Allowance tolerance, Track improvement

¹Corresponding author: pichaiwat@kkumail.com

*นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

กิจกรรมการเดินรถไฟในปัจจุบัน ได้รับการปรับปรุงเพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการขนส่งให้มีความสะดวก รวดเร็ว ประหยัด และปลอดภัยมากยิ่งขึ้น การเพิ่มประสิทธิภาพให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว มีทั้งการเพิ่มจำนวนขบวนรถ ให้มากขึ้น เพิ่มความเร็วของขบวนรถทุกประเภท ตลอดจนมีโครงการเพิ่มน้ำหนักเพลาและกำลังลากจูงของรถจักร ซึ่ง อัตราการเพิ่มขบวนรถและความเร็วขบวนรถนั้นมีแนวโน้มสูงขึ้นในทุก ๆ ปี อย่างไรก็ตาม การเพิ่มจำนวนขบวนรถ น้ำหนักกกดเพลา และความเร็วขบวนรถมากขึ้นเท่าใด ก็ย่อมทำให้สภาพทางถูกทำลายมากขึ้นและเร็วขึ้นเพียงนั้น นอกเหนือจากนั้น สำหรับทางในตอนที่มิขบวนรถเดินหนาแน่น จะทำให้มีเวลาปฏิบัติงานบำรุงทางได้น้อยลง ซึ่งความมุ่งหมายของงานบำรุงทางคือรักษาสภาพทางและซ่อมทางให้ถูกต้องตามมาตรฐานอยู่เสมอ เพื่อให้ได้สภาพทางที่มีตัวแปร ทางดังนี้ คือ ความกว้างของทางต้องมิระยะถูกต้องตามมาตรฐาน มีระดับทางยาวและระดับทางขวางถูกต้อง และแนวของทางต้องเป็นเส้นตรงสำหรับทางตรงและเป็นแนวโค้งอย่างสมำเสมอสำหรับทางโค้ง อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ ไม่สามารถที่จะควบคุมองค์ประกอบดังกล่าวให้ถูกต้องตามมาตรฐานได้อย่างสมบูรณ์ ย่อมจะต้องมีความคลาดเคลื่อน เกิดขึ้น โดยค่าที่ผิดเพี้ยนไปจากมาตรฐาน เรียกว่า ค่าความคลาดเคลื่อน ซึ่งการที่จะเปรียบเทียบสภาพทางแต่ละตอน หรือเปรียบเทียบผลการทำงาน ในแต่ละช่วงว่าดีมาน้อยแตกต่างกันอย่างไร จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าดัชนีสภาพทาง โดยรวม (total track quality index) หรือค่า QI_T

การรู้ค่าดัชนีสภาพทาง จะเป็นดัชนีที่ทำให้ทราบว่าทางแต่ละกิโลเมตร หรือแต่ละช่วงทางมีสภาพเป็นอย่างไร คุณภาพของงานซ่อมทาง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ เพื่อเป็นประโยชน์ในการแก้ไขปรับปรุงสภาพทาง ซึ่ง ค่าดัชนีสภาพทางคำนวณได้จากค่าพิกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ (allowance tolerance, α) จากอดีตถึงปัจจุบัน การรถไฟแห่งประเทศไทยได้กำหนดค่าพิกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับไว้เท่ากับ 3.00 มม. [1-2] ในประเทศจีน จากการศึกษาค่าดัชนีสภาพทางที่มลชลบักกิ่งเป็นจำนวน 14 ทาง ซึ่งงานวิจัยของ [3] ได้แนะนำค่าพิกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับไว้ที่ 2 มม. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร(ประเทศไทย) กำหนดว่าแนวทางรถไฟจะต้อง ดำเนินการก่อสร้างและบำรุงรักษาตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ระบุไว้ในมาตรฐาน โดยมีค่าตั้งแต่ 2 ถึง 6 มม. ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงความเร็วของรถ และตัวแปรของทาง [4] งานวิจัยของ [5] ได้รายงานพิกัดความคลาดเคลื่อนสำหรับรถไฟ ความเร็วสูงในประเทศญี่ปุ่นไว้ที่ 1 ถึง 5 มม. ขึ้นอยู่กับตัวแปรของทาง มาตรฐานของประเทศสวีเดน ระบุพิกัดความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.0 ถึง 2.4 มม. ขึ้นอยู่กับช่วงความเร็วของรถ และตัวแปรของทาง [6] การรถไฟสหภาพยุโรป กำหนดค่าพิกัดความคลาดเคลื่อนสำหรับแนวรางไว้ที่ 0.65 ถึง 2.70 มม. และ 1.15 ถึง 3.75 มม. สำหรับระดับทางยาว โดยครอบคลุมความเร็วตั้งแต่ 80 ถึง 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง [7] มาตรฐานระดับชั้นคุณภาพทางของยุโรป กำหนดค่า คือ 1.0 ถึง 3.0 มม. สำหรับระดับทางยาว และ 0.7 ถึง 1.8 มม. สำหรับแนวราง ครอบคลุมความเร็วตั้งแต่ 80 ถึง 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง [8] งานวิจัยของ [9] รายงานถึงค่าความคลาดเคลื่อนของทางที่จำเป็นต้องได้รับการซ่อมบำรุงเท่ากับ 3.00 มม.สำหรับแนวราง และ 6.2 มม. สำหรับระดับทางยาว สำนักวางมาตรฐานระบบการขนส่งของเมืองหนึ่งในประเทศออสเตรเลีย [10] กำหนดความคลาดเคลื่อนสำหรับระดับทางยาวเท่ากับ 2.0 มม. และมาตรฐานของประเทศอินเดีย [11-12] ที่กำหนดความคลาดเคลื่อนไว้ที่ 1.2 ถึง 2.50 มม. ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการวัดค่าและตัวแปรของทาง

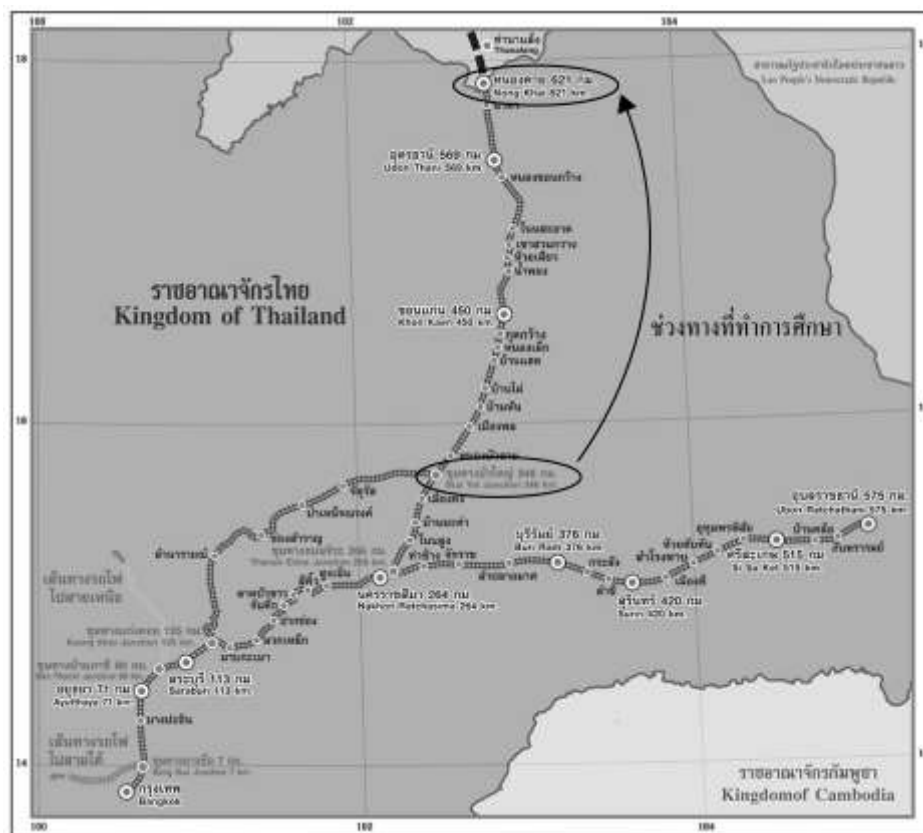
เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่กองบำรุงทางเขตขอนแก่น เช่น จากหมอนไม้ที่ใช้ เครื่องยึดเหนี่ยวแบบตะปู เป็นหมอนคอนกรีตที่ใช้เครื่องยึดเหนี่ยวแบบสปริงคลิป และการเปลี่ยนรางใหม่ จากรางเหล็ก ขนาด 80 ปอนด์เป็น 100 ปอนด์ เป็นต้น [13] จึงควรมีการศึกษาค่าพิกัดความคลาดเคลื่อนใหม่เพื่อให้มีความทันสมัย และให้ได้คุณภาพทางสูงมากขึ้น นั่นจึงเป็นที่มาของบทความนี้

วัตถุประสงค์

บทความมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษากำหนดค่าพิกัดความคลาดเคลื่อนที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการคำนวณดัชนีสภาพทาง ซึ่งเป็นตัวเปรียบเทียบสภาพทาง และผลการดำเนินงานของหน่วยงานที่รับผิดชอบในการบำรุงทางว่าสภาพทางนั้น ๆ อยู่ในเกณฑ์ที่ดีหรือเสีย มากน้อยเพียงใด

พื้นที่ศึกษา

ขอบเขตพื้นที่การศึกษา จะศึกษาภายในพื้นที่กองบำรุงทางเขตขอนแก่น ซึ่งเริ่มต้นจากสถานีชุมทางบัวใหญ่ (กม. 346+976.00) ไปจนถึงสถานีหนองคาย (กม. 621+100.00) ซึ่งช่วงทางที่ทำการศึกษาเป็นไปตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ช่วงทางที่ทำการศึกษา [14]

วิธีการศึกษา

การศึกษาโดยนำข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละกิโลเมตร ในช่วงปีต่าง ๆ กันมาคำนวณหา ค่าดัชนีสภาพทาง (QI_T) โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ (α) ที่แตกต่างกันออกไป อันได้แก่ $\alpha = 3.00, 2.50, 2.00, 1.50$ และ 1.00 มม. เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การซ่อมบำรุงทางของการรถไฟ ฯ [1-2] ดังตารางที่ 1 และในการวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ จะทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงทางโดยรัดคิณของค่า ดัชนีที่มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับแตกต่างกันออกไป เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่เหมาะสม โดยการ เปรียบเทียบสภาพทางแบ่งแยกสภาพทาง และเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย จะถูกนำมาปรับใช้ในการประเมินสภาพทางต่อไป

ตารางที่ 1 สภาพทาง ช่วงเปอร์เซ็นต์ค่า QI_T และลักษณะของการซ่อมบำรุงทางรถไฟ [1-2]

สภาพทาง	ช่วง % QI_T	การซ่อมบำรุงทางรถไฟ
เสียมาก	41% - 50%	ปรับปรุงพื้นทาง + เปลี่ยนวัสดุทาง
เสีย	31% - 40%	รถอัดหิน หรือปรับปรุงพื้นทาง
พอใช้	21% - 30%	รถอัดหิน
ดี	11% - 20%	เครื่องมือกลเบา รถอัดหินบางช่วง
ดีมาก	0% - 10%	แรงงานคน หรือเครื่องมือกลเบา

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและเก็บข้อมูลในการศึกษานี้ คือรถตรวจสภาพทาง EM.120 ดังภาพที่ 2 ใช้การวัดในกรณีมีน้ำหนักรถ ซึ่งผลที่ได้จากการตรวจสภาพทาง EM.120 จะเป็นค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ในแต่ละมิติของทาง โดยจะทำการรวบรวมข้อมูลการตรวจสภาพทางที่กระจายอยู่ในหลาย ๆ พื้นที่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ถึง 2561 ทั้งหมด 4 ปี โดยรวบรวมเฉพาะค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อที่จะนำมาคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่แตกต่างกัน ($\alpha = 3.00, 2.50, 2.00, 1.50$, และ 1.00 มม.)



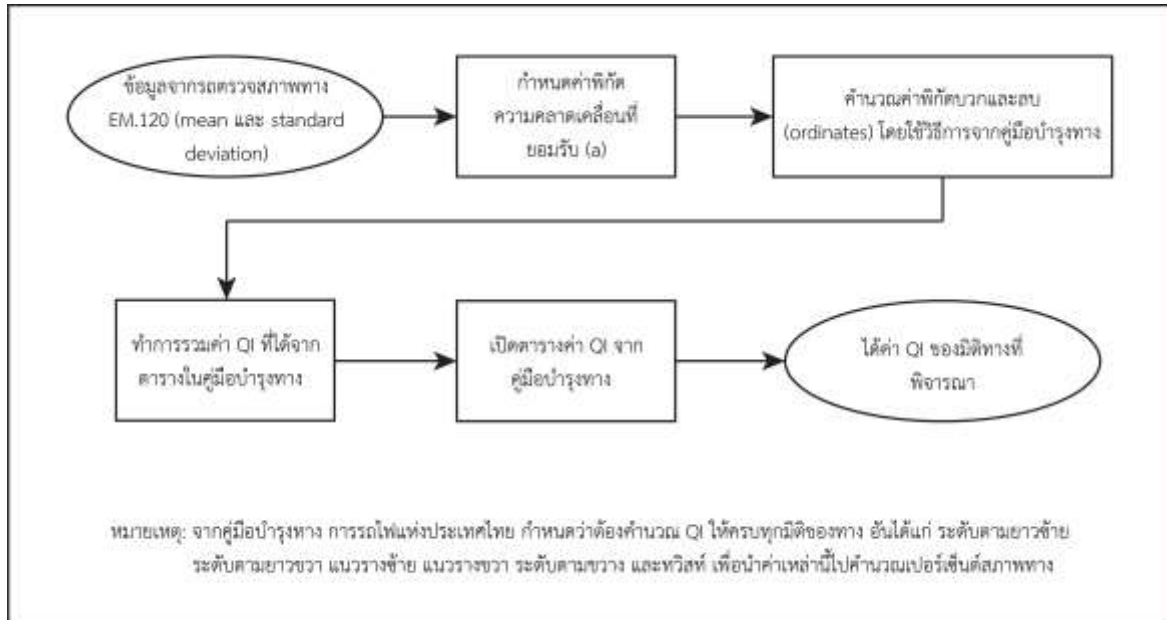
ภาพที่ 2 รถตรวจสภาพทาง EM.120

การคำนวณดัชนีสภาพทาง (QI_T)

วิธีการคำนวณดัชนีคุณภาพทางโดยรวมหรือเปอร์เซ็นต์สภาพทางโดยรวม (QI_T) ในที่นี้จะอ้างอิงตามวิธีการที่ระบุไว้ในคู่มือบำรุงทางของการรถไฟแห่งประเทศไทย [1-2] โดยจะต้องนำค่าดัชนีสภาพทางแต่ละมิติ (QI) มาคำนวณ ได้แก่ ดัชนีของระดับตามยาวซ้ายและระดับตามยาวขวาหรือแนวระดับสันราง (QI_{LL}, QI_{LR}) ซึ่งวัดไปตามความยาวราง แยกเป็นซ้ายและขวา ดัชนีของแนวรางซ้ายและแนวรางขวา (QI_{AL}, QI_{AR}) ที่บ่งบอกถึงความคดของราง ดัชนีของระดับตามขวางหรือระดับสันรางที่แตกต่างกันของคู่รางที่จุดตรงข้ามกัน (QI_{CL}) และดัชนีของทวิสต์ ค่าความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนของระดับตามขวางระหว่างแนวราง 2 จุด (QI_{TW}) ซึ่งแต่ละมิติจะมีขั้นตอนการคำนวณแสดงในภาพที่ 3 เมื่อทราบดัชนีแต่ละมิติจะทำให้สามารถหาดัชนีคุณภาพทางโดยรวมได้จากสมการที่ (1) ซึ่งระบุไว้ในคู่มือบำรุงทางของการรถไฟแห่งประเทศไทย [1-2] ส่วนสัญลักษณ์และความหมายต่าง ๆ ในสมการได้อธิบายไว้แล้วที่ด้านบน และค่าที่ได้จากสมการที่ (1) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

$$QI_T = \frac{\left(\frac{QI_{LL} + QI_{LR}}{2}\right) + \left(2\left(\frac{QI_{AL} + QI_{AR}}{2}\right)\right) + QI_{CL} + QI_{TW}}{5} \quad (1)$$

เมื่อกำนวณดัชนีคุณภาพทางโดยรวมแล้ว หากนำค่าไปเทียบกับตารางที่ 1 จะทราบถึงสภาพทางว่าเป็นอย่างไร และต้องมีการซ่อมบำรุงทางอย่างไรบ้าง



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการคำนวณดัชนีสภาพทาง

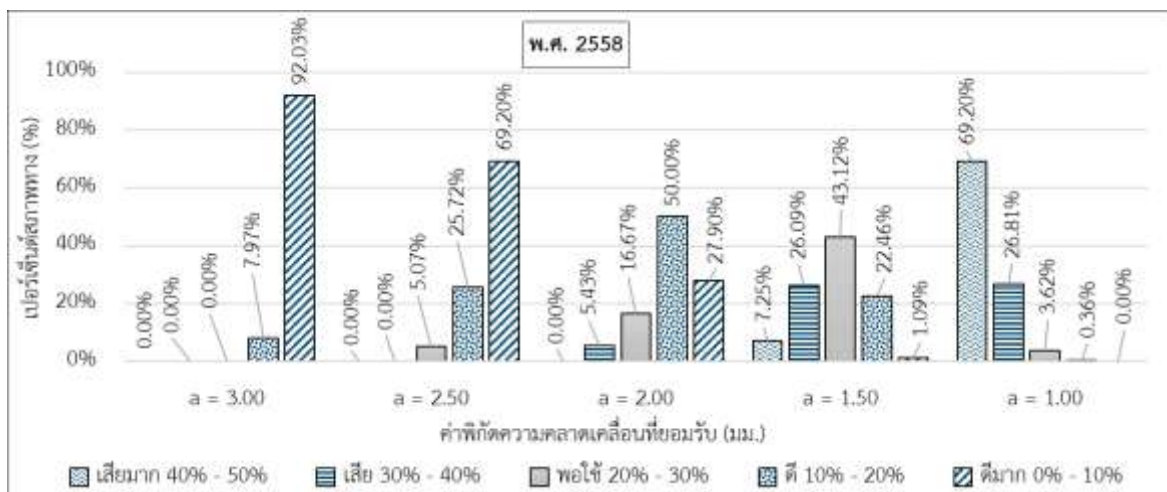
ผลการศึกษา

จากการคำนวณโดยอาศัยหลักการที่อธิบายไว้ข้างต้น ผลการวิเคราะห์ต่อไปนี้แสดงให้เห็นข้อมูลสามส่วนคือการเปรียบเทียบสภาพทางตามช่วงเปอร์เซ็นต์ เพื่อเห็นผลจากการเปลี่ยนค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ การแบ่งแยกสภาพทางดี กับสภาพทางที่ต้องซ่อมบำรุง เพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย และเปรียบเทียบจำนวนค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางของค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่เปลี่ยนไป (บาทต่อกิโลเมตร) เพื่อหาความเหมาะสมของค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ โดยผลการวิเคราะห์แต่ละส่วนแสดงไว้ในภาพที่ 4 ถึงภาพที่ 18

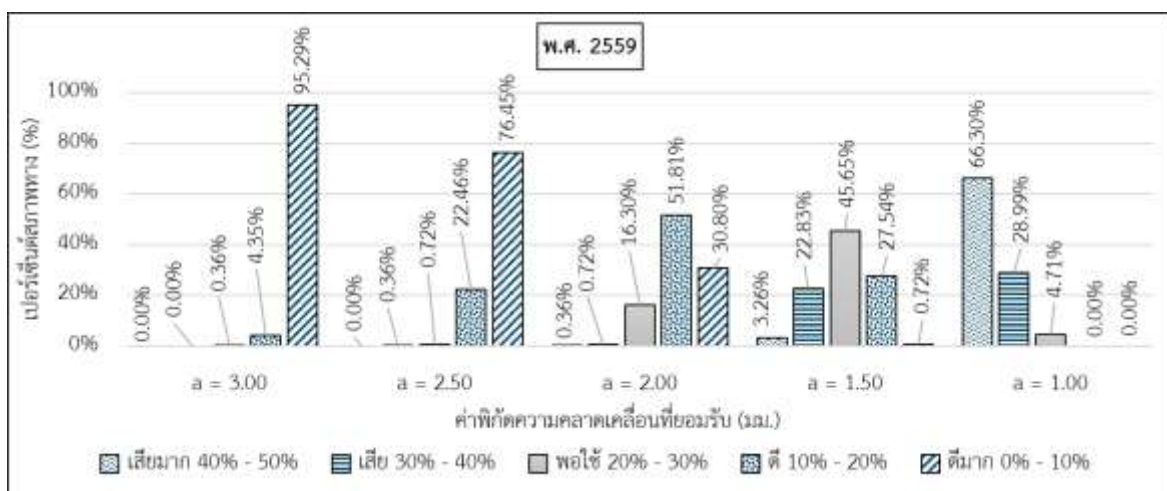
จากภาพที่ 4 ถึงภาพที่ 8 เป็นการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์สภาพทางจากค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ ซึ่งหมายถึงจากระยะทางทั้งหมด จะพบสภาพทางดีหรือเสียเท่าใด จะเห็นได้ว่า ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับมีค่าต่ำลง จะทำให้เห็นสภาพทางเสียมากและสภาพเสียได้มากขึ้น โดยพิสัยความคลาดเคลื่อน 2.00 มม. เป็นค่าที่ค่อนข้างเหมาะสม กล่าวคือหลักเกณฑ์นี้ไม่อ่อนจนเกินไป ซึ่งทำให้ไม่สามารถตรวจสอบสภาพทางที่เสียได้เลย (เปอร์เซ็นต์สภาพทางเสียปรากฏขึ้นน้อยมาก หรืออาจไม่มีสภาพทางที่เสียเลย) และไม่เข้มเกินไปจนทำให้เห็นแต่สภาพทางเสียไปเสียทั้งหมด

เมื่อได้มีการเปรียบเทียบสภาพทางโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว ดังภาพที่ 4 ถึงภาพที่ 8 ต่อไปเป็นการแบ่งสภาพทางระหว่างสภาพทางที่ดี (ดีมาก และดี) และสภาพทางที่ต้องซ่อมบำรุง (เสียมาก, เสีย และพอใช้) โดยใช้ค่า QI_T เป็นเกณฑ์ดังนี้ คือ ค่า QI_T ที่น้อยกว่า 20% จะเป็นสภาพทางที่ดี (ดีมาก และดี) และค่า QI_T ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 20% จะเป็นสภาพทางที่ต้องซ่อมบำรุงโดยรถอัดหิน (เสียมาก เสีย และพอใช้) โดยภาพที่ 9 ถึงภาพที่ 13 เป็นการเปรียบเทียบ

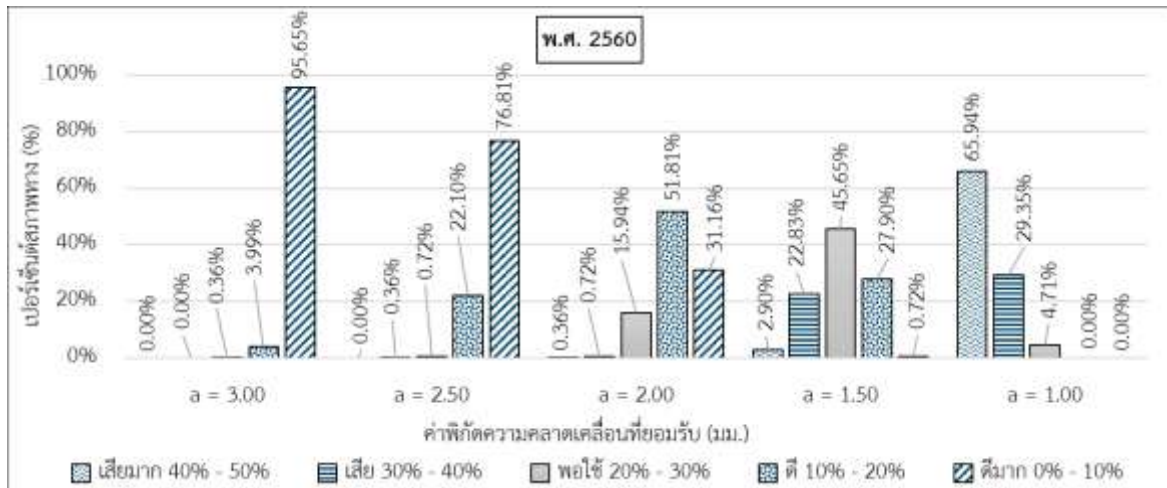
ระหว่างสภาพทางดี กับสภาพทางซ่อมบำรุงจากค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2561 และค่าเฉลี่ย 4 ปี ซึ่งจากภาพที่ 9 ถึงภาพที่ 13 สังเกตได้ว่า พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2560 มีแนวโน้มของสภาพทางคล้ายคลึงกัน และ พ.ศ. 2561 มีแนวโน้มของสภาพทางที่แตกต่างออกไปจากช่วง พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2560 กล่าวคือ เปอร์เซ็นต์ของสภาพทางดีและเสียที่ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับเท่ากับ 1.5 มม. มีความใกล้เคียงกัน นั่นคือสภาพทางที่ต้องซ่อมบำรุง 52.54 เปอร์เซ็นต์ หรือเป็นระยะทาง 145 กิโลเมตรจากระยะทางที่ได้ตรวจสภาพทั้งหมด 276 กิโลเมตร และสภาพทางดี 47.46 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็นระยะทาง 131 กิโลเมตรจากระยะทางที่ได้ทำการตรวจสภาพทั้งหมด อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเฉลี่ยค่าในช่วง 4 ปี (พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2561) ผลที่ได้คือแนวโน้มของข้อมูลยังเป็นไปในทิศทางที่คล้ายคลึงหรือสอดคล้องกับข้อมูลในช่วง พ.ศ. 2558 คือ 2.00 มม. ซึ่งสามารถให้เหตุผลได้เช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์ที่เปรียบเทียบสภาพทางตามช่วงเปอร์เซ็นต์ดังแสดงในภาพที่ 4 ถึงภาพที่ 8 นั่นคือหลักเกณฑ์นี้ไม่อ่อนจนเกินไป ซึ่งทำให้ไม่สามารถตรวจสอบสภาพทางที่เสียได้เลย (เปอร์เซ็นต์สภาพทางเสียปรากฏขึ้นน้อยมาก หรืออาจไม่มีสภาพทางที่เสียเลย) และไม่แข็งแกร่งไปจนทำให้เห็นแต่สภาพทางเสียไปเสียทั้งหมด



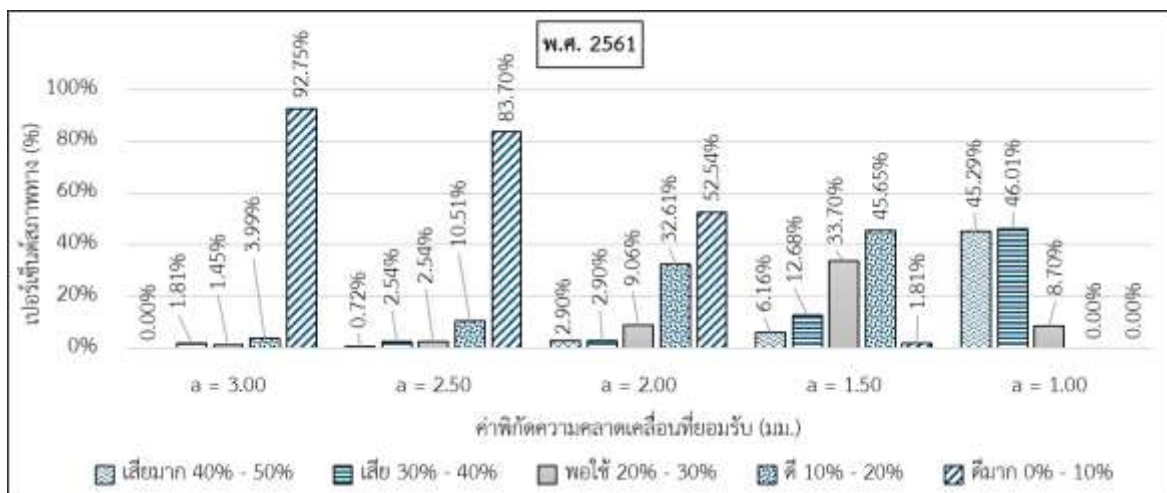
ภาพที่ 4 เปอร์เซ็นต์สภาพทางดีและเสียจากการใช้ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับต่างกัน พ.ศ. 2558



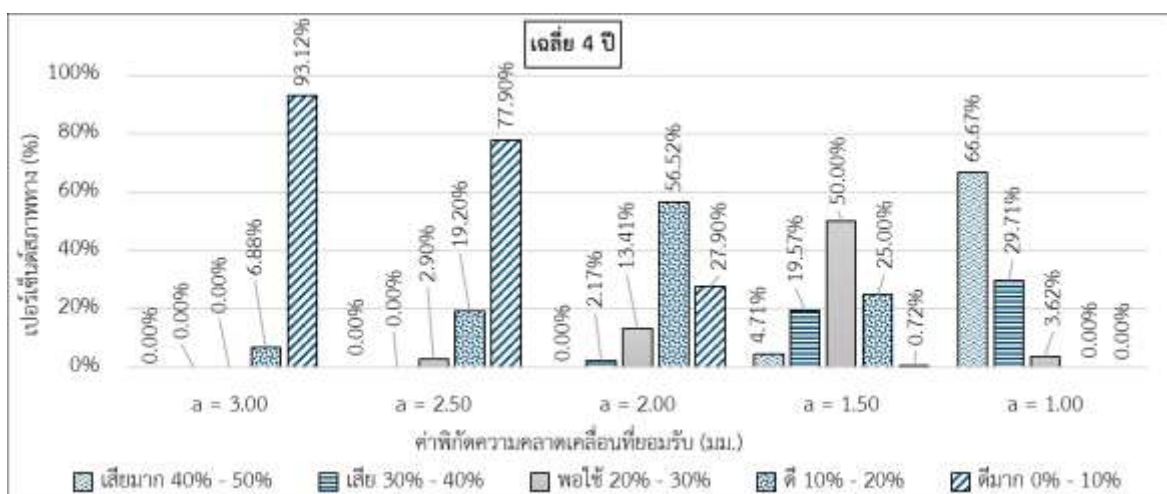
ภาพที่ 5 เปอร์เซ็นต์สภาพทางดีและเสียจากการใช้ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับต่างกัน พ.ศ. 2559



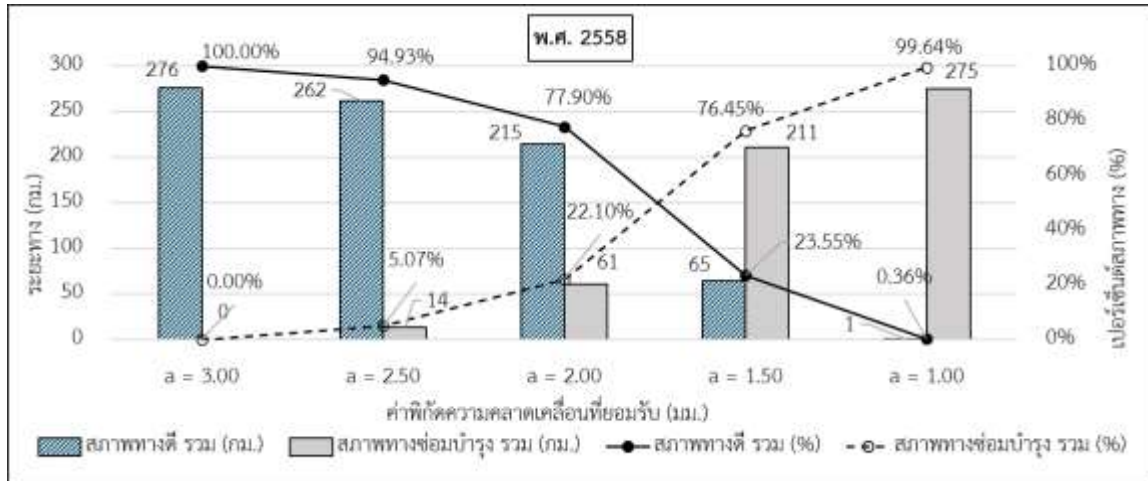
ภาพที่ 6 เปอร์เซนต์สภาพทางดีและเสียจากการใช้ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับต่างกัน พ.ศ. 2560



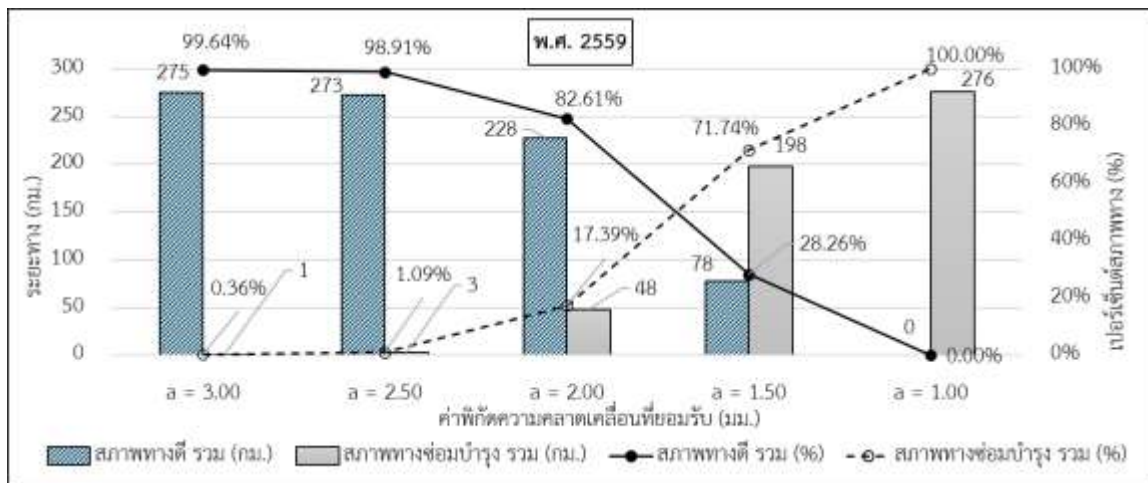
ภาพที่ 7 เปอร์เซนต์สภาพทางดีและเสียจากการใช้ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับต่างกัน พ.ศ. 2561



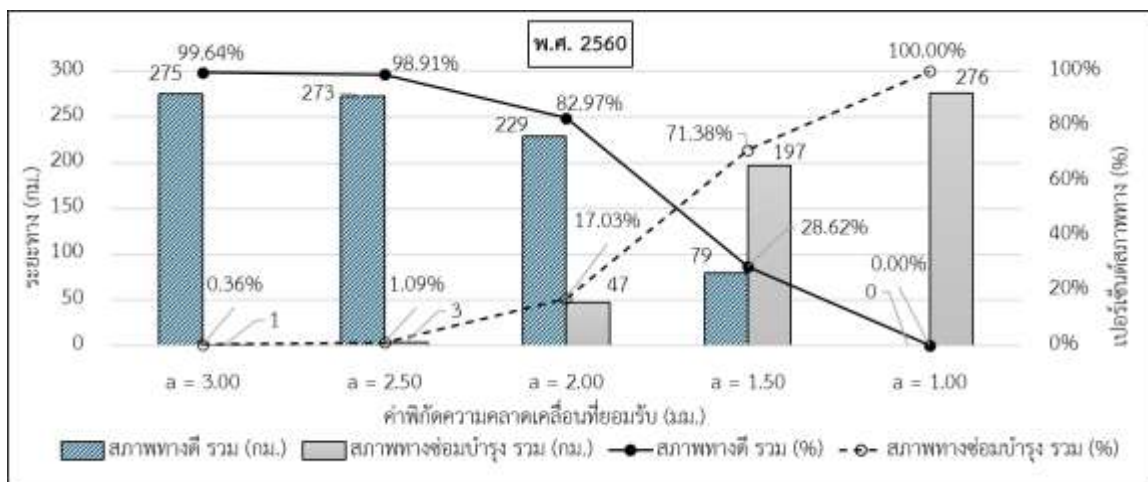
ภาพที่ 8 เปอร์เซนต์สภาพทางดีและเสียจากการใช้ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับต่างกัน เฉลี่ย 4 ปี



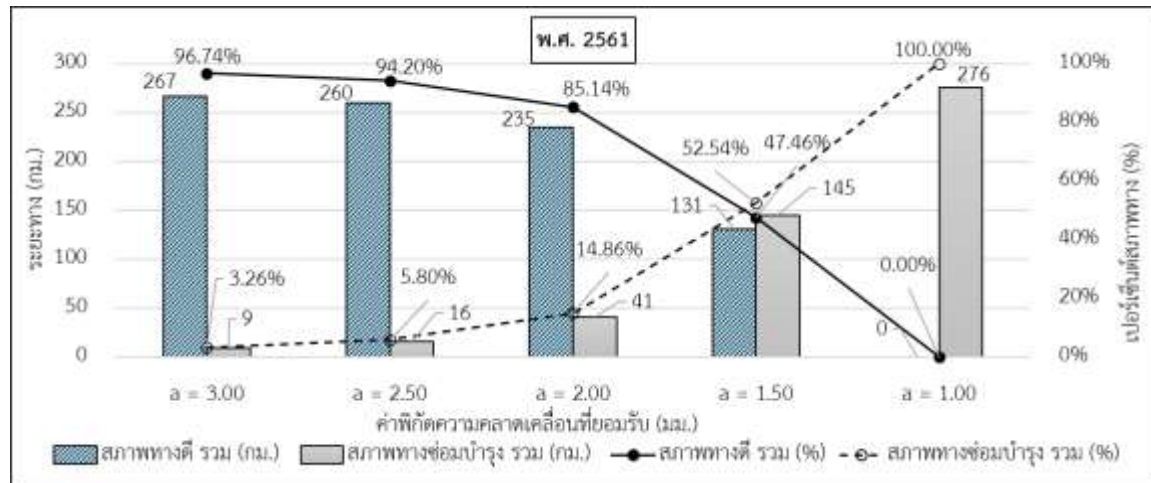
ภาพที่ 9 สภาพทางดี และสภาพทางซ่อมบำรุงจากค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่แตกต่างกัน พ.ศ. 2558



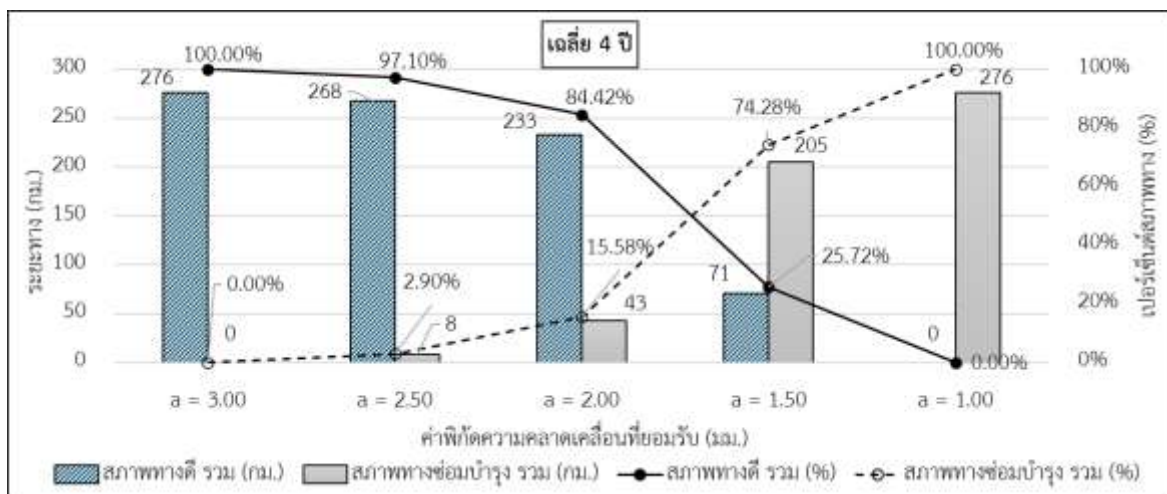
ภาพที่ 10 สภาพทางดี และสภาพทางซ่อมบำรุงจากค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่แตกต่างกัน พ.ศ. 2559



ภาพที่ 11 สภาพทางดี และสภาพทางซ่อมบำรุงจากค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่แตกต่างกัน พ.ศ. 2560



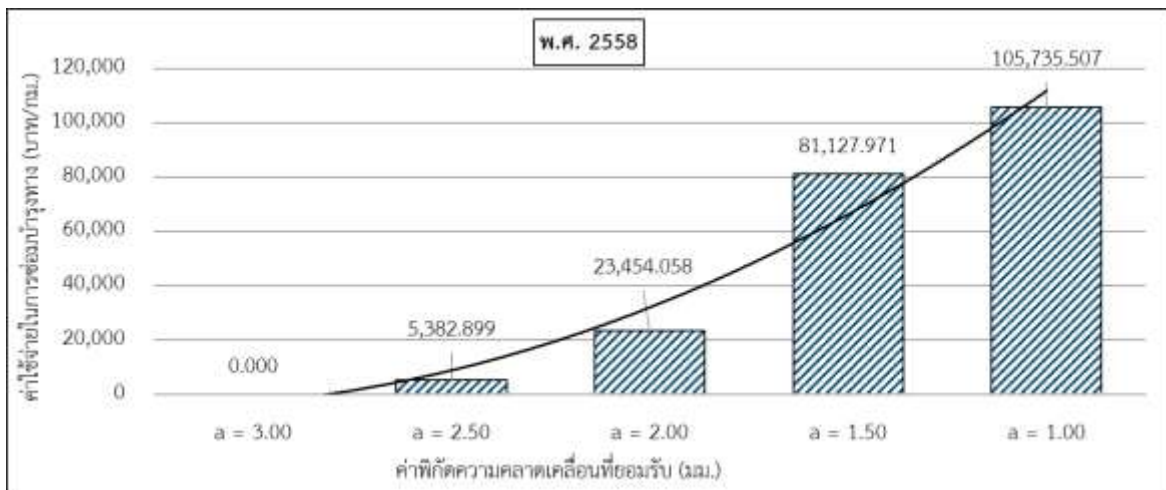
ภาพที่ 12 สภาพทางดี และสภาพทางซ่อมบำรุงจากค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่แตกต่างกัน พ.ศ. 2561



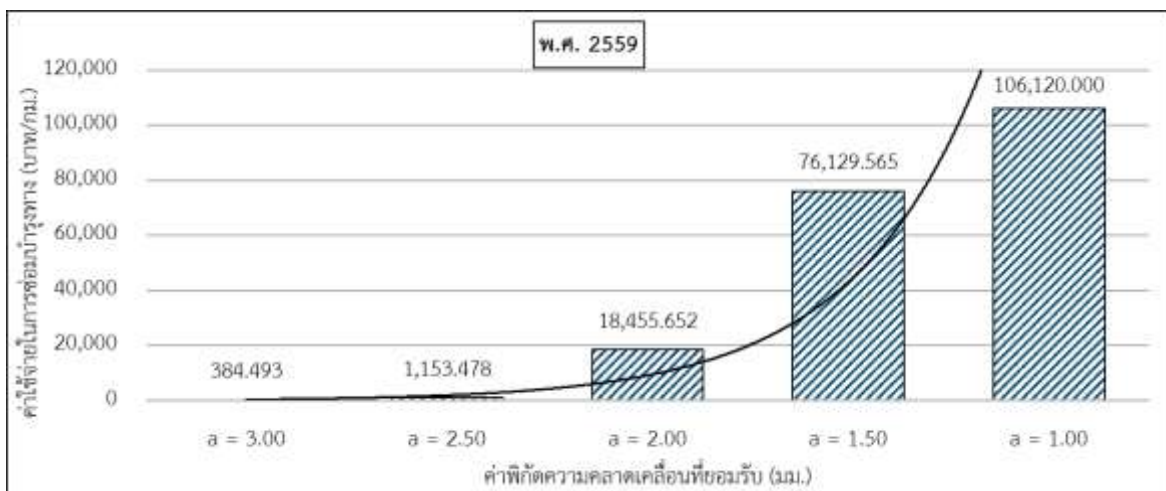
ภาพที่ 13 สภาพทางดี และสภาพทางซ่อมบำรุงจากค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่แตกต่างกัน เฉลี่ย 4 ปี

จากการเปรียบเทียบสภาพทางดี และสภาพทางซ่อมบำรุงที่กล่าวไว้ด้านบน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าพิถีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ จะทำให้ความจำเป็นในการซ่อมบำรุงทางมีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งส่งผลถึงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทาง โดยค่าใช้จ่ายในการบำรุงทางด้วยรถอัดหิน คิดจากอัตราค่าซ่อมหนักด้วยรถอัดหินเฉลี่ยที่ 106.12 บาท/เมตร และทำการสมมุติให้น้ำมันดีเซลมีราคาโดยประมาณ 30.00-30.99 บาท/ลิตร จากนั้นทำการคำนวณค่าใช้จ่ายเพื่อที่จะสามารถนำค่าใช้จ่ายของค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละค่านำไปประมาณการงบประมาณการซ่อมบำรุงได้ ซึ่งค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงทางโดยรถอัดหิน จากค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่แตกต่างกัน พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2561 และค่าเฉลี่ย 4 ปี แสดงในภาพที่ 14 ถึงภาพที่ 18 โดยสังเกตได้ว่า เมื่อปรับลดค่าพิถีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับลง ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางจะสูงขึ้น ซึ่งข้อมูลแนวโน้มค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการปรับลดค่าพิถีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับของปี พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2561 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน และเมื่อพิจารณาค่าพิถีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับที่เหมาะสม พบว่าค่าเท่ากับ 2.00 มม. เป็นค่าที่เหมาะสมเนื่องจากทำให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางไม่สูงมากเกินไป เช่นเดียวกับการใช้ค่าพิถีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับเท่ากับ 1.00 มม. ประกอบกับเมื่อพิจารณาจากงบประมาณซ่อม

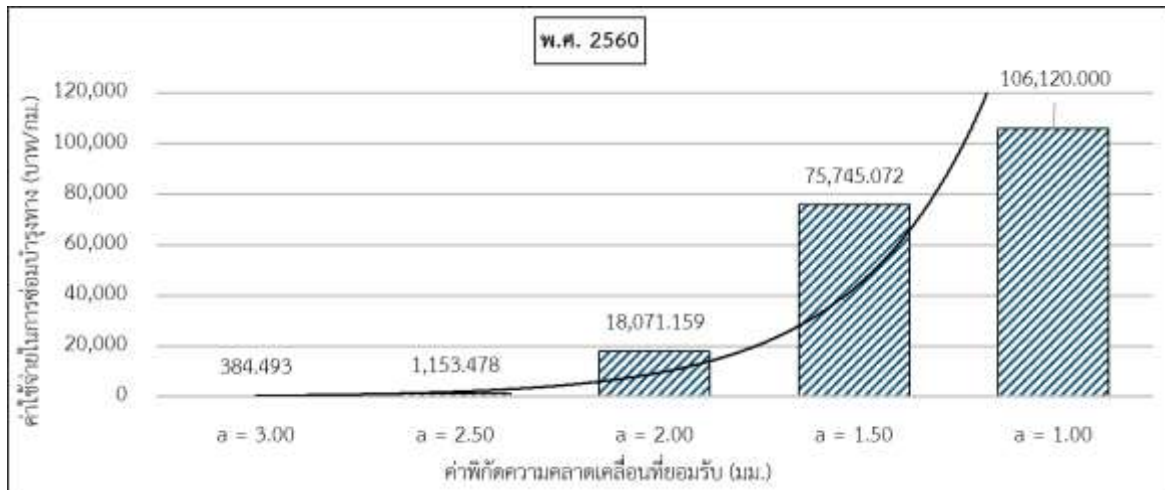
บำรุงของการรถไฟแห่งประเทศไทย [15] พบว่า เงินงบประมาณงานซ่อมบำรุงทางรถไฟและอื่น ๆ ของกองบำรุงทางเขตขอนแก่น ประจำปี 2564 ศูนย์บำรุงทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เท่ากับ 31,430,199.00 บาท หากพิจารณาจากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงทางโดยรถอัดหินแบบเฉลี่ย 4 ปี ดังภาพที่ 18 สามารถเขียนเป็นเปอร์เซ็นต์ของงบประมาณงานซ่อมบำรุงทางรถไฟและอื่น ๆ ของกองบำรุงทางเขตขอนแก่น ประจำปี 2564 ได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่า การใช้ค่าความคลาดเคลื่อน 2.50 และ 2.00 มม. ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางจะคิดเป็น 2.701 และ 14.518 เปอร์เซ็นต์ของงบประมาณงานซ่อมบำรุงทางรถไฟและอื่น ๆ ของกองบำรุงทางเขตขอนแก่น ประจำปี 2564 ตามลำดับ ส่วนการใช้ค่าความคลาดเคลื่อน 1.50 และ 1.00 มม. ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางจะคิดเป็น 69.216 และ 93.188 เปอร์เซ็นต์ของงบประมาณ ฯ ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อน 2.00 มม. จึงทำให้ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางได้อันนี้ ค่าความคลาดเคลื่อน 2.00 มม. มีความสอดคล้องกับมาตรฐานของสำนักงานโยธาและแผนการขนส่งและจราจร และมาตรฐานที่ใช้ในต่างประเทศที่ระบุไว้ในวรรณกรรม



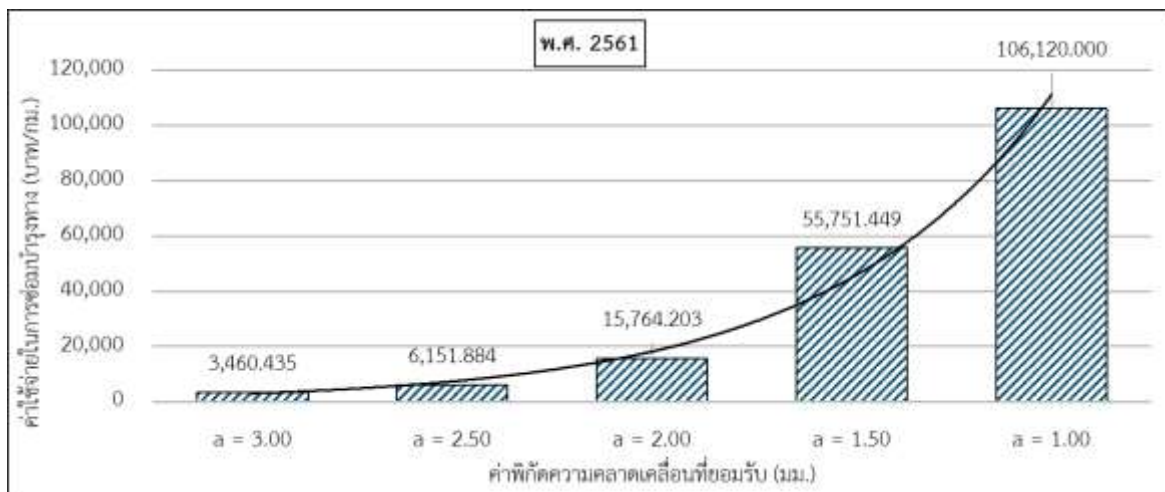
ภาพที่ 14 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงทางโดยรถอัดหิน (บาท/กม.) พ.ศ. 2558



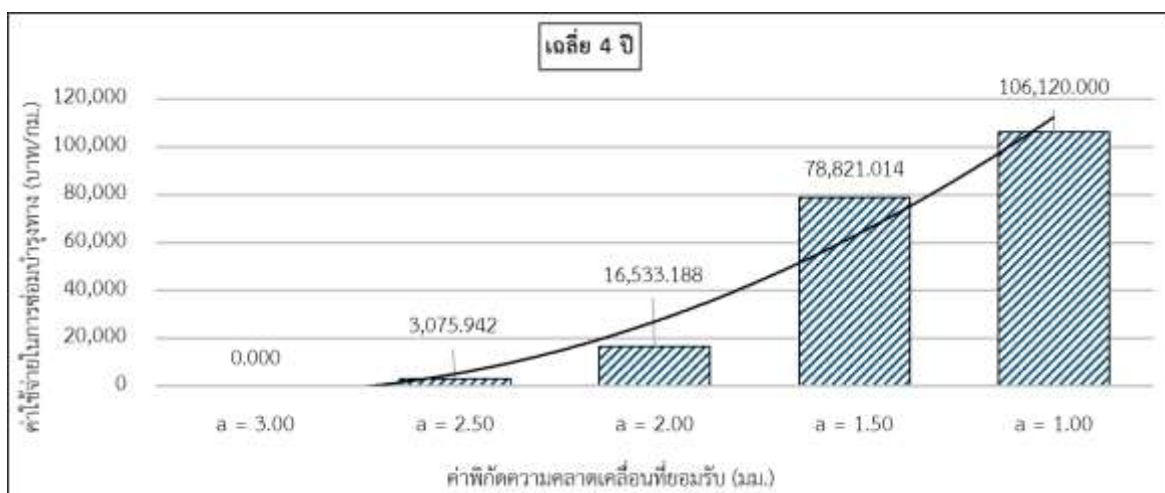
ภาพที่ 15 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงทางโดยรถอัดหิน (บาท/กม.) พ.ศ. 2559



ภาพที่ 16 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงทางโดยรลดหิน (บาท/กม.) พ.ศ. 2560



ภาพที่ 17 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงทางโดยรลดหิน (บาท/กม.) พ.ศ. 2561



ภาพที่ 18 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงทางโดยรลดหิน (บาท/กม.) เฉลี่ย 4 ปี

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับงบประมาณงานซ่อมบำรุงทางรถไฟและอื่น ๆ ของกองบำรุงทางเขต
ขอนแก่น ประจำปี 2564

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ (มม.)	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00
ค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงทางโดยรถอัด หิน (บาท/กม.)	0	3,075.942	16,533.188	78,821.014	106,120.000
ค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงทางโดยรถอัด หิน ตลอดระยะทาง 276 กม. (บาท)	0	848,960.000	4,563,160.000	21,754,600.000	29,289,120.000
เปอร์เซ็นต์เทียบกับงบประมาณ ฯ	0	2.701	14.518	69.216	93.188

สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าพิสัยความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ ให้น้อยลง (จากเดิมค่าเท่ากับ 3.00 มม.) เนื่องจากการยึดหลักเกณฑ์เดิมนั้นส่งผลให้การแบ่งแยกสภาพทางนั้นอ่อนเกินไป ทำให้สภาพทางส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี หรือไม่จำเป็นในการซ่อมบำรุง เมื่อระยะเวลาผ่านไป สภาพทางที่ไม่ได้มีการซ่อมบำรุง หรือซ่อมบำรุงเป็นบางจุด ทำให้สภาพทางบางแห่งเกิดความเสียหายแบบถาวร หรืออาจจะทำการซ่อมบำรุงได้ยากมากขึ้น

ฉะนั้นเพื่อที่จะสามารถแยกสภาพทางที่ควรซ่อมบำรุงรักษา กับสภาพทางที่ดี จำเป็นต้องมีการปรับหลักเกณฑ์การประเมิน คือเปลี่ยนแปลงค่าพิสัยความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้น้อยลง ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามากขึ้น แต่อยู่ในกรอบงบประมาณที่ยอมรับได้ เพื่อแลกกับความเสียหายที่ไม่เกิดขึ้นแบบถาวร และความปลอดภัยจากสภาพทางต่อการเดินทางมากขึ้น

จากการศึกษาระยะทางส่วนหนึ่งของ กองบำรุงทางเขตขอนแก่น เป็นระยะทาง 276 กม. ค่าพิสัยความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับเท่ากับ 2.00 มม. มีความเหมาะสมในการใช้งาน เนื่องจากค่าพิสัยความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับเท่ากับ 2.00 มม. สามารถแสดงให้เห็นสภาพทางเสียได้ชัดเจนมากกว่าการใช้ค่าพิสัยความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ เท่ากับ 3.00 มม. ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้อยู่เดิม และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาทาง เมื่อเทียบกับงบประมาณประจำปี มีราคาไม่สูงเกินความจำเป็นมากเท่าค่าพิสัยความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับเท่ากับ 1.50 มม. และ 1.00 มม. และค่าพิสัยความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้จากบทความฉบับนี้มีความสอดคล้องใกล้เคียงกับมาตรฐานที่ใช้ในต่างประเทศระบุไว้ในวรรณกรรม

จากการศึกษาครั้งนี้ ฝ่ายการช่างโยธา การรถไฟแห่งประเทศไทย สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงมาตรฐานค่าพิสัยความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ ของรถตรวจสภาพทาง EM.120 และเครื่องวัดสอบสภาพทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดเดินเซ็น (TGM) เพื่อให้การตรวจสอบสภาพทางนั้นเจอสภาพทางเสียได้ง่ายขึ้น และสามารถเข้าดำเนินการซ่อมบำรุงทางได้ทันทีก่อนที่จะเกิดเป็นแผลทางเสียจะเป็นแผลทางเสียแบบถาวร

ค่าที่ได้สามารถประยุกต์ใช้กับกองบำรุงทางเขตอื่น ๆ ได้ครอบคลุมทั้งประเทศไทย หรือเป็นข้อมูลที่ใช้เป็นตัวแทนที่ครอบคลุมหลายขององค์ประกอบของทาง เนื่องจากพื้นที่ในกองบำรุงทางเขตขอนแก่น ครอบคลุมหลายจังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา ขอนแก่น อุดรธานี และหนองคาย ซึ่งการรถไฟแห่งประเทศไทยมีการเปลี่ยนโครงสร้างทางประธานใหม่ครอบคลุมทั่วประเทศ โดยเปลี่ยนจากหมอนไม้เป็นหมอนคอนกรีต เปลี่ยนเครื่องยึดเหนี่ยวแบบตะปูวางเป็นสปริงคลิป และเปลี่ยนรางเหล็กขนาด 80 ปอนด์เป็น 100 ปอนด์



เอกสารอ้างอิง

1. Civil Engineering Department. Manual of road maintenance operation. Bangkok: The State Railway of Thailand; 1973. Thai.
2. Civil Engineering Department. Track maintenance manual. Bangkok: The State Railway of Thailand; 1995. Thai.
3. Liu RK, Xu P, Sun ZZ, Zou C, Sun QX. Establishment of track quality index standard recommendations for beijing metro. *Discrete Dynamics in Nature and Society*. 2015; Volume 2015: 1-9.
4. Office of Transport and Traffic Policy and Planning. Maintenance manual Railway structures. Bangkok: Office of Transport and Traffic Policy and Planning; 2018. Thai.
5. Kawasaki J, Toumi KY. Estimation of rail irregularities. [Msc thesis]. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology; 2002
6. Karis T. Track irregularities for high-speed trains. [Msc thesis]. Stockholm: Royal Institute of Technology; 2009
7. European Union Agency for Railways. Application of EN 14363:2005 – modifications and clarifications. Valenciennes: European Union Agency for Railways; 2014
8. European Committee for Standardization. EN 13848-5:2008+A1:2010: Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 5: Geometric quality levels - Plain line. Brussels: European Committee for Standardization; 2010.
9. Muinde MS. Railway track geometry inspection optimization. [Msc thesis]. Lulea: Lulea University of Technology; 2018
10. Asset Standards Authority of New South Wales. ESC 210 Track Geometry and Stability. New South Wales: State of NSW through Transport for NSW; 2018
11. Indian Railways Institute of Civil Engineering. Track geometry and tolerances: An overview on Indian railway. Pune: Indian Railways Institute of Civil Engineering; 2015.
12. Indian Railways Institute of Civil Engineering. Handbook for track maintenance. Pune: Indian Railways Institute of Civil Engineering; 2016.
13. The State Railway of Thailand. Track rehabilitation project proceeding: phase 6 (Bua-Yai junction to Nong-Kai station). Bangkok: The State Railway of Thailand; 2012. Thai
14. The State Railway of Thailand. Train route map of Thailand [Internet]. 2018 [updated 2018; cited 2020 Nov 18]. Available from:
http://www.railway.co.th/More/Knowledge_Detail?value1=00DE5502B5AA7B42A92BE9FF953D8EBD010000005B5EFB349718C58831F3F391A2688CFD838C44984BF506034A3CE74E347B4129&value2=00DE5502B5AA7B42A92BE9FF953D8EBD01000000717C4B5FBFD7A747F4CB26052C969D9959176E3E661E7CEEFFBB D3EAAE3DA8E4E&value3=00DE5502B5AA7B42A92BE9FF953D8EBD01000000AACA4E3FAEA0037CDB83F9FF31400F70ABC54026767E7D0BA745A4898A626C7E
15. The State Railway of Thailand. Procurement plan [Internet]. 2020 [updated 2020; cited 2020 Nov 18]. Available from: <http://procurement.railway.co.th/auction/planprocument.asp>