การตรวจสอบและซ่อมบำรุงทางรถไฟที่มีความลาดชันช่วงสายเหนือ

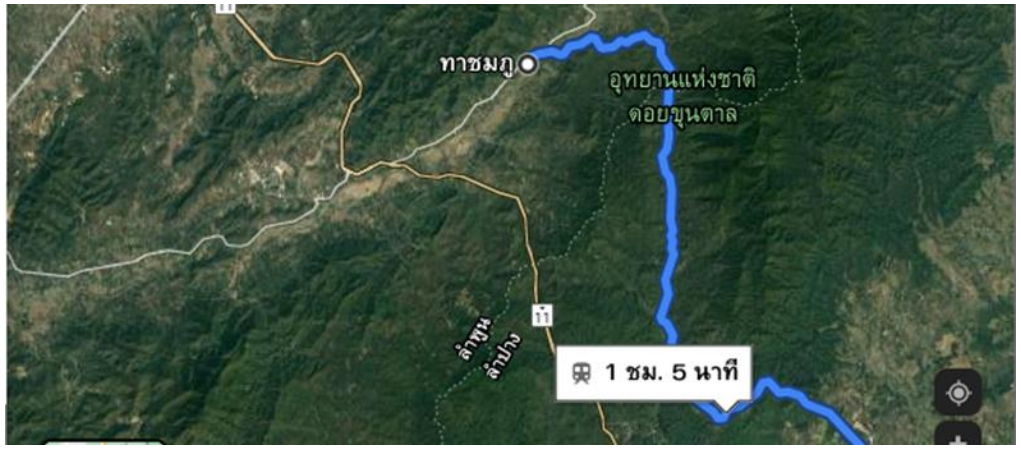
งบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2566-2567 แผนงานบูรณาการพัฒนาด้านคมนาคมและระบบโลจิสติกส์

1. สมบัติเชิงกลและโครงสร้างจุลภาคของรางรถไฟเกรดต่าง ๆ ที่ใช้ในประเทศไทย
2. แผนที่วิเคราะห์ความเสี่ยงด้านการกัดกร่อนของรางและเครื่องยึดเหนี่ยวตามเส้นทางรถไฟ
3. แพลตฟอร์มดิจิทัลฐานข้อมูลความเสียหายของรางรถไฟ
4. เทคนิคและวัสดุในการเชื่อมซ่อมหัวราง
5. เทคโนโลยีการซ่อมหัวรางด้วย Laser cladding
6. กระบวนการตรวจสอบรอยเชื่อมซ่อมหัวราง
7. กลไกการสึกหรอและแนวโน้มอายุการใช้งานของชิ้นส่วนรางก่อนและหลังการซ่อม

หน่วยงานผู้รับผิดชอบ/ร่วมดำเนินการ/สนับสนุน

- สวทช. (ผู้รับผิดชอบโครงการ)
- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- มทร. ล้านนา
- มทร. อีสาน
- การรถไฟแห่งประเทศไทย
- กรมการขนส่งทางราง

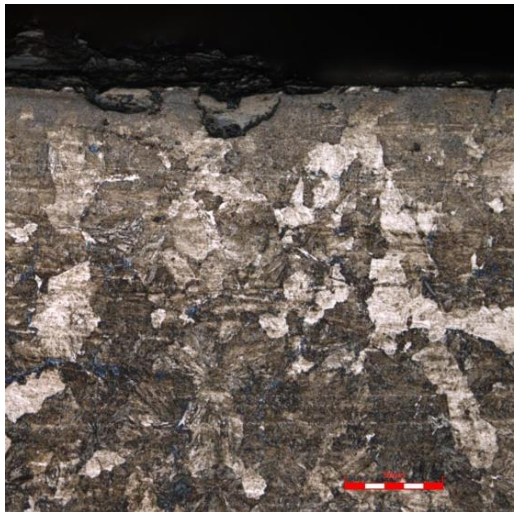
พื้นที่ในการศึกษา

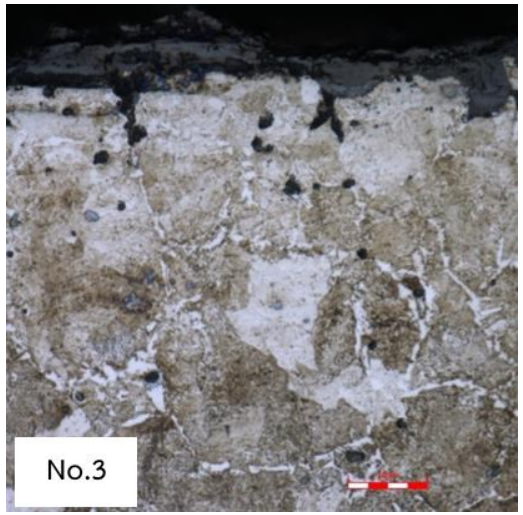


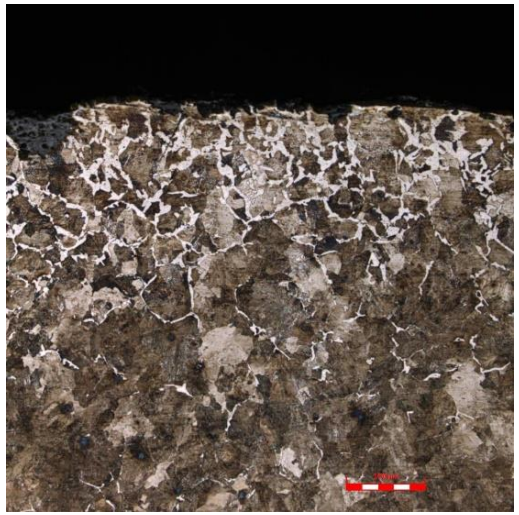
สมบัติเชิงกลและโครงสร้างจุลภาคของรางรถไฟเกรดต่างๆ ที่ใช้ในประเทศไทย

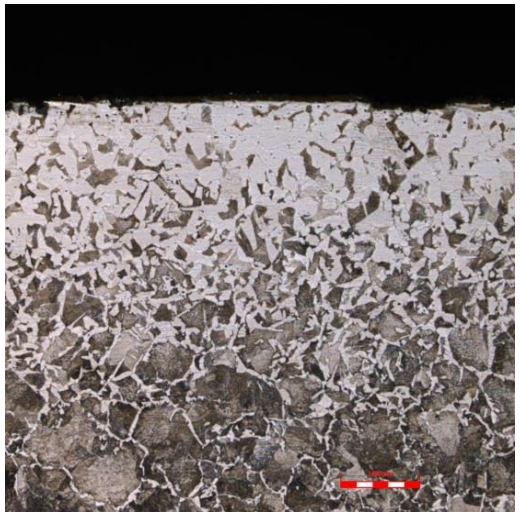
- มาตรฐานการตรวจรับราง การเจียรผิว และการจัดเก็บรางใหม่

ผิวหน้าสัมผัสของรางเกิดการกัดกร่อนและสูญเสียคาร์บอนที่ผิว







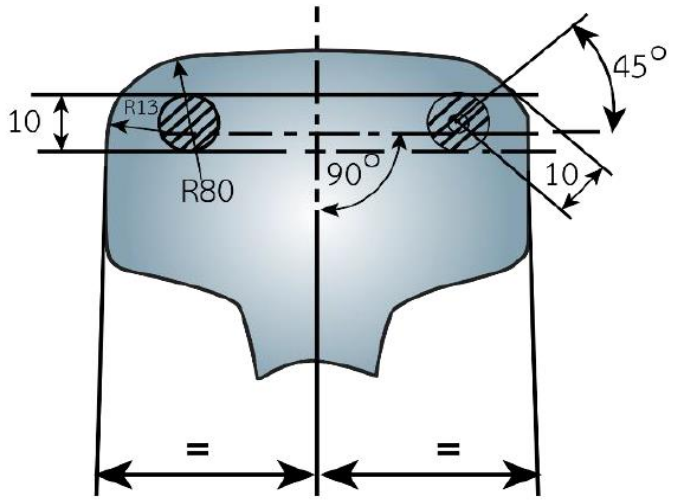


- หลุมจากการกัดกร่อนบนผิวหน้าสัมผัสของรางแสดงตัวเป็นจุดรวมความเค้น และสามารถเป็นจุดเริ่มต้นของรอยร้าวได้ โดยเฉพาะภายใต้แรงแบบคาบ
- พบชั้นที่เกิดการสูญเสียคาร์บอนที่ผิว (Decarburized layer with ferrite network)
- EN 13674 - The maximum amount of decarburisation allowed on rail, defined as a complete ferrite network at the surface, is 0.5mm.
- **จึงควรมีข้อกำหนดในการจัดเก็บ เช่น สถานเก็บมีหลังคา หรือมีการเคลือบป้องกันสนิม ฯ และเจียรชั้นเสื่อมสภาพออก**

© NSTDA 2023

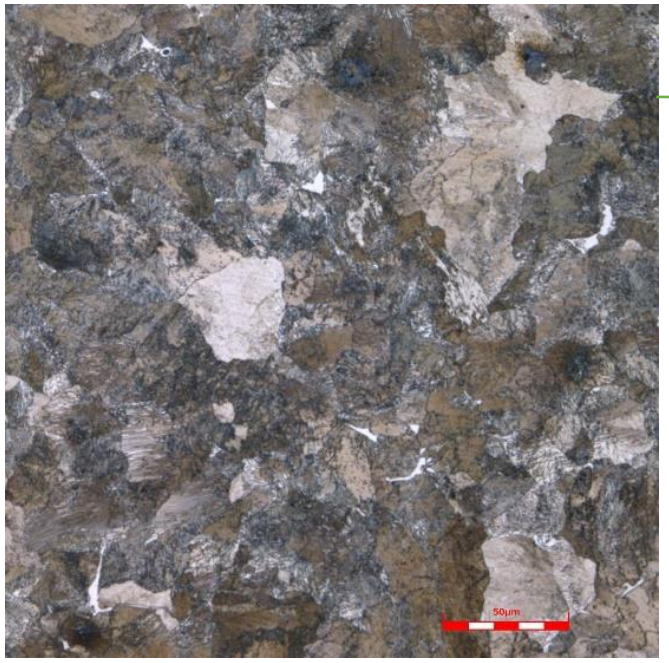
การกำหนดตำแหน่งตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

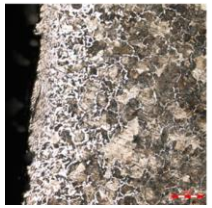
ภาคตัดขวางบริเวณหัวรางรถไฟแสดงตำแหน่งทดสอบความต้านทานแรงดึงและโครงสร้างจุลภาค (หน่วย มม.) ที่กำหนดโดย ร.ฟ.ท.



○ ตำแหน่งทดสอบความต้านทานแรงดึง

▨ พื้นที่สำหรับตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค





© NSTDA 2023
www.nstda.or.th

XXX.-R-00x-2566

มาตรฐานแนะนำการตรวจรับราง การเจียรผิว และการจัดเก็บรางใหม่

Recommended General Standard for New Rail Acceptance, Surface Grinding, and Storing

1. ทั่วไป

1.1 บทนำ

รางเป็นชิ้นส่วนที่ต้องรองรับภาระโหลดจากล้อที่ถ่ายทอดมาจากตู้โดยสาร โบกี้ และชุดเพลา ตามลำดับ นอกจากนี้รางยังช่วยบังคับทิศทางและช่วยให้การเคลื่อนที่ของรถไฟเป็นไปอย่างราบเรียบ ในระหว่างที่ล้อมีการกลิ้งบนราง ผิวหน้ารางจะอยู่ภายใต้การรับความเค้นสัมผัสอย่างรุนแรง ดังภาพจำลองใน**รูปที่ 1** รวมทั้งความร้อนจากการเสียดสี และความเค้นเฉือนเนื่องจากแรงฉุด นอกจากนี้รางยังต้องรับแรงแบบพลวัตที่ส่งมาจากล้อที่หมุนอยู่ หน้าสัมผัสจากการเลื่อนไถลระหว่างผิวรางและล้ออาจก่อให้เกิดการเสียรูปแบบถาวรและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจลภาคในบริเวณใกล้เคียงของพื้นที่สัมผัส ส่งผลให้รางมีสมบัติเชิงกลลดลงและอาจทำให้รางเสื่อมสภาพ

2. มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบและโครงสร้างจุลภาคของโลหะในภาคสนามของเหล็กรางดำเนินตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASTM E1351. The Standard Practice for Production and Evaluation of Field Metallographic Replicas. ASTM International.

2.2 การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของรางดำเนินตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASTM E3-11 (2017). Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens. ASTM International.

2.3 การกัดกรดผิวหน้าตัดของรางเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคดำเนินตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASTM E407-07 (2007). Standard Practice for Micro-etching Metals and Alloys. ASTM International.

2.4 การวัดความลึกของชั้นสูญเสียคาร์บอนที่ผิวดำเนินตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASTM E1077-14 (2021). Standard Test Methods for Estimating the Depth of Decarburization of Steel Specimens. ASTM International.

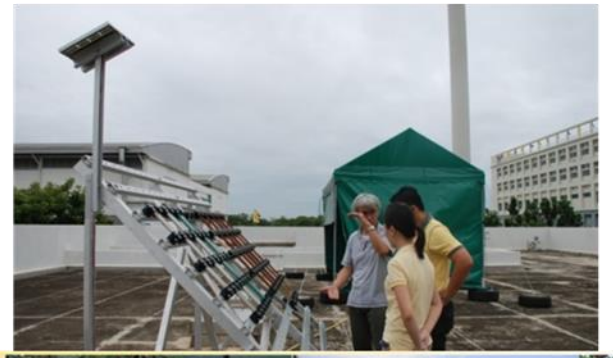
2.5 การวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของรางดำเนินตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASTM A751-21. Standard Test Methods and Practices for Chemical Analysis of Steel Products. ASTM

© NSTDA 2023
www.nstda.or.th

แผนที่วิเคราะห์ความเสี่ยงด้านการกัดกร่อน

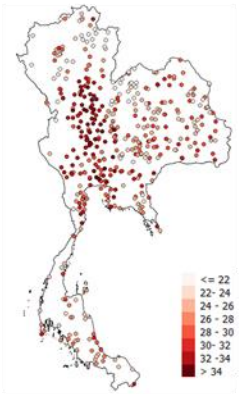
➢ Thailand Atmospheric Corrosion Data Platform

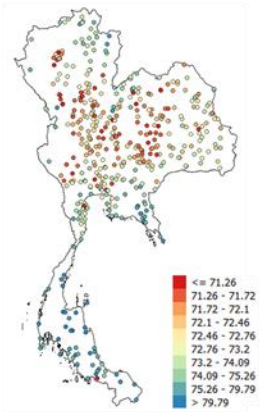
2007 - 2012 | 2013-2018 | 2019-2020

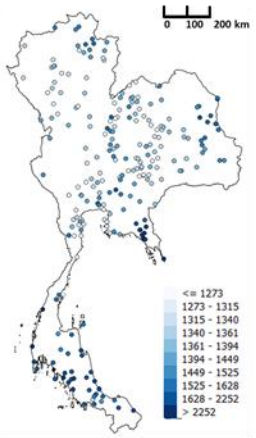


Exposure test
7 stations
42 sets of 1Y
168 samples
3 years of 10 min weather data

Climate factors
709 climate stations
30, 10, 1 year data
TMD+HAII+NECTEC
Data cleaning and merging


Temperature (°C)


Relative humidity (%)


Annual Rainfall (mm)

Cl- study
17 Cl- stations
204 sets of Monthly data
Extraction & Ion analysis

Exposure test
+ 3 test stations

Thailand Atmospheric Corrosion Data Platform

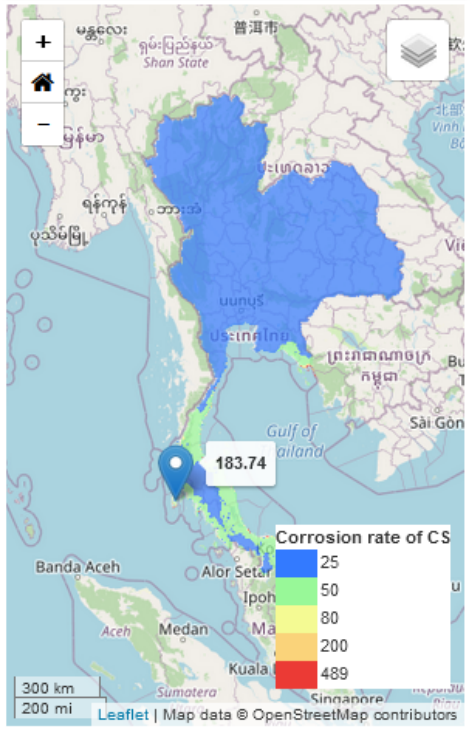
Corrosion Map of Thailand | Choose Province | Clear

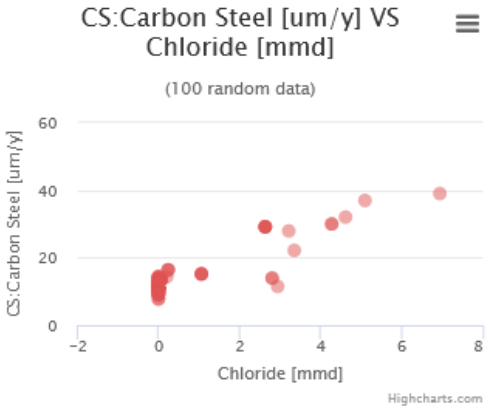
Choose the factor:

Chloride [mmd]

Choose the steel:

CS:Carbon Steel [um/y]





Corrosion Rate [micron/y]:

183.74

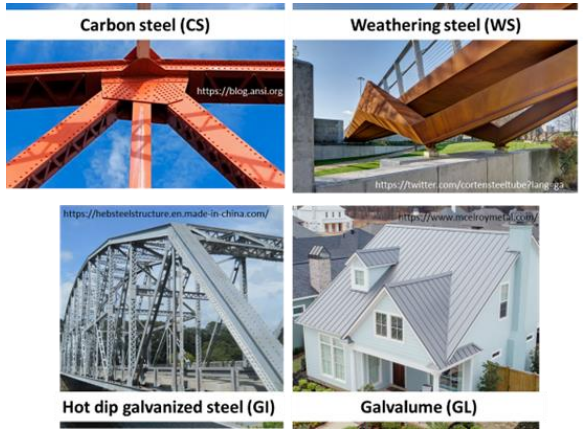
Prediction Calculator:

Estimated life time[year]:

Input corrosion allowance [micron] | Calculate | Estimate life time

Estimated corrosion allowance [micron]:

Input expected life time [year] | Calculate | Estimated corrosion allowanc

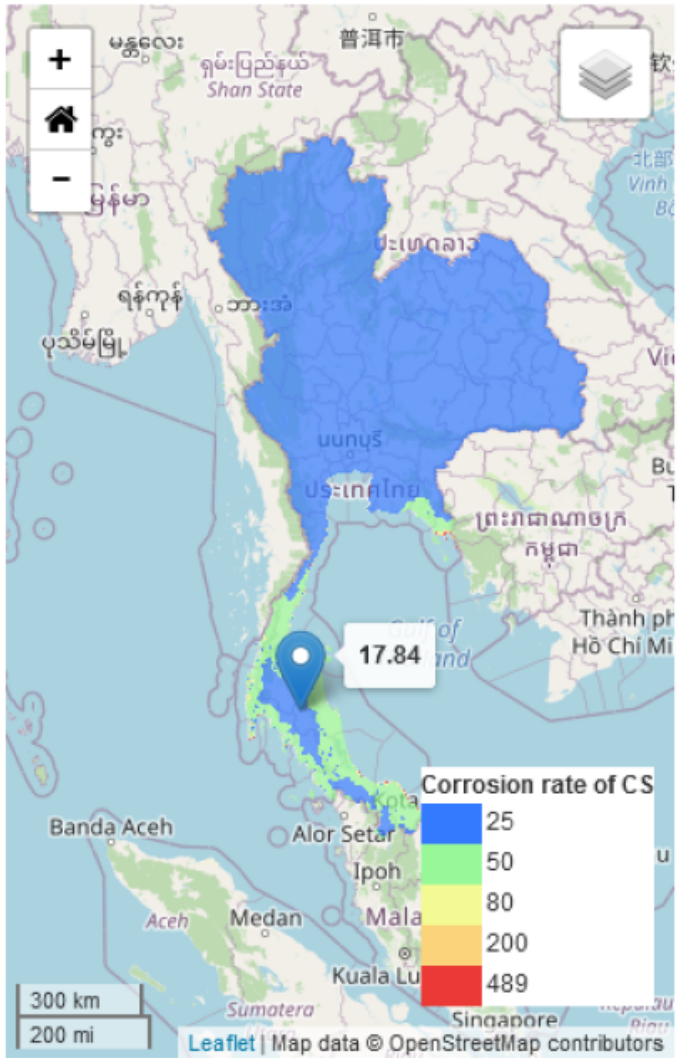


https://thaicorrosionmap.mtec.or.th/

Disclaimer: ข้อมูลการกัดกร่อนที่ปรากฏบนเว็บไซต์นี้ มาจากการคำนวณเที่อาศัยฐานข้อมูลการวิจัยในอดีต การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในเชิงธุรกิจจำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่นเพิ่มเติม ความเสียหายใด ๆ จากการใช้ข้อมูลในเว็บไซต์นี้ไม่ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้จัดทำ - Data from this website was calculated based on past experimental research results. Commercial use of these data requires additional supporting information. Any damages caused by the use of such information in this website are not the responsibility of the creators.

Choose the steel:

CS:Carbon Steel [um/y]



Corrosion rate of CS	
C2	25
C3	50
C4	80
C5	200
CX	> 200 µm/y

Corrosion rate of GI	
C3	1.4
C3	2.1
C4	4.2
C5	8.4
CX	> 8.4 µm/y

Corrosion rate of GL	
C2	0.7
C3	1.4
C3	2.1
C4	4.2
C5	8.4

Given corrosion allowance of 1000 microns, we can estimate the lifetime to be

Corrosion Rate [micron/y]:

17.84

Prediction Calculator:

Estimated life time[year]:

1000 | Calculate | 56.05 [year]

Estimated corrosion allowance [micron]:

Input expected life time [year] | Calculate | Estimated corrosion allov

If paint peeled off for 10 years without maintenance, how much thickness would be lost?

Corrosion Rate [micron/y]:

17.84

Prediction Calculator:

Estimated life time[year]:

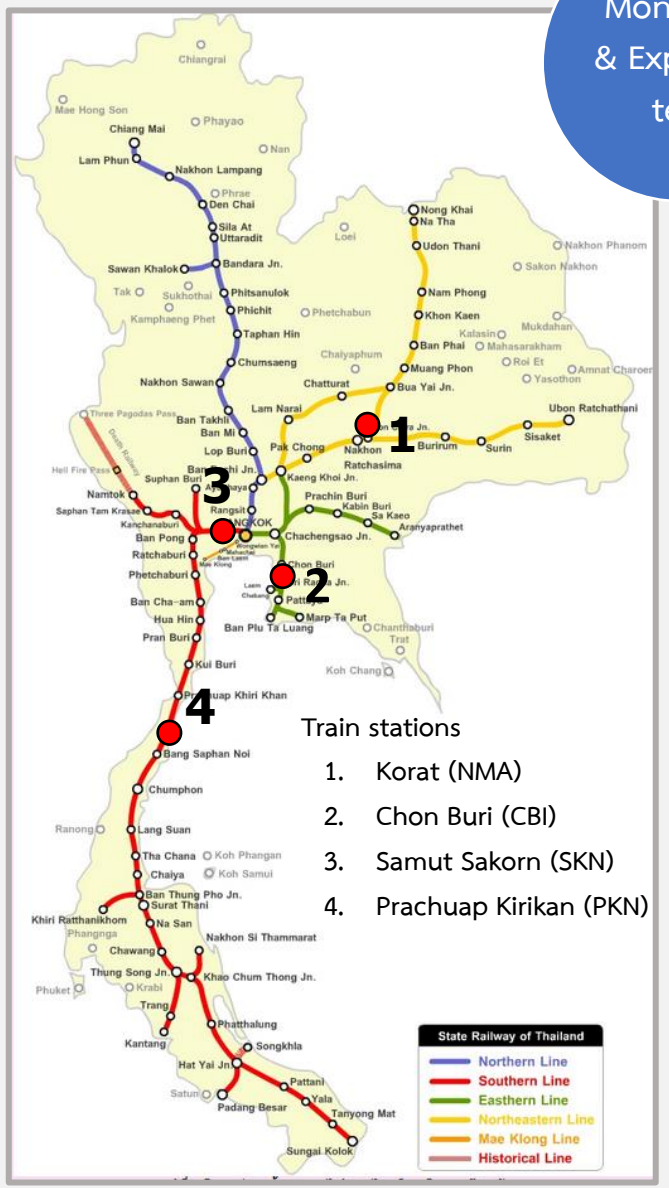
Input corrosion allowance [mic | Calculate | Estimate life time

Estimated corrosion allowance [micron]:

10 | Calculate | 178.40 [micron]

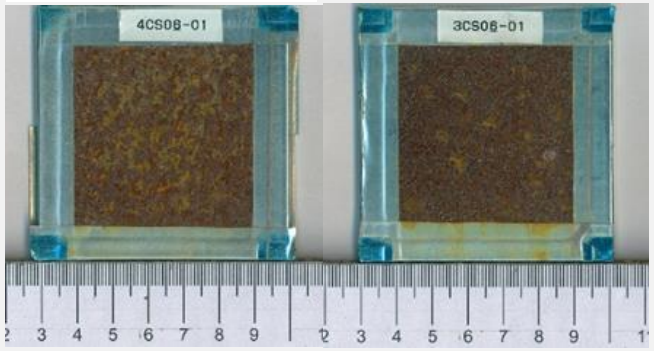
Corrosion at train stations

Monitoring & Exposure test



C2

1.Korat

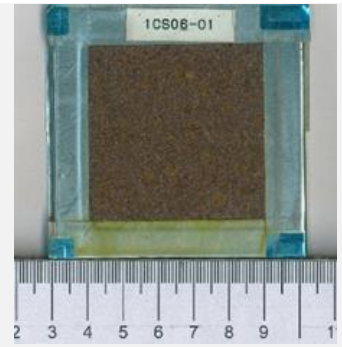


C2

2.Chon Buri

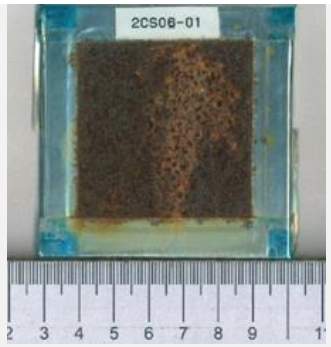
C2

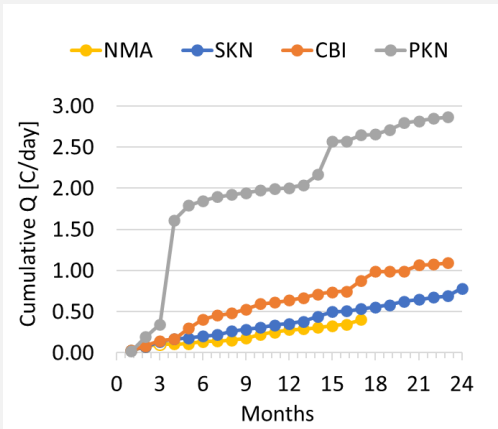
3.Samut Sakorn

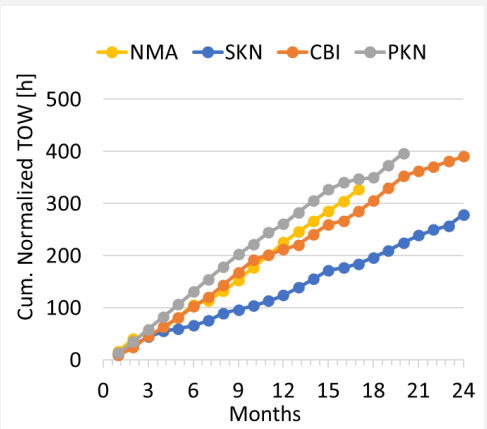


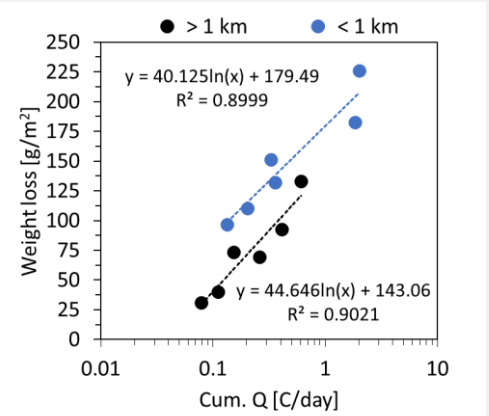
C3

4.Prachuap









Corrosion loss ∝ Cumulative charge ACM sensor output

2. Corrosion Risk

http://home.iitk.ac.in/~vyas/tmrs/P2a.html

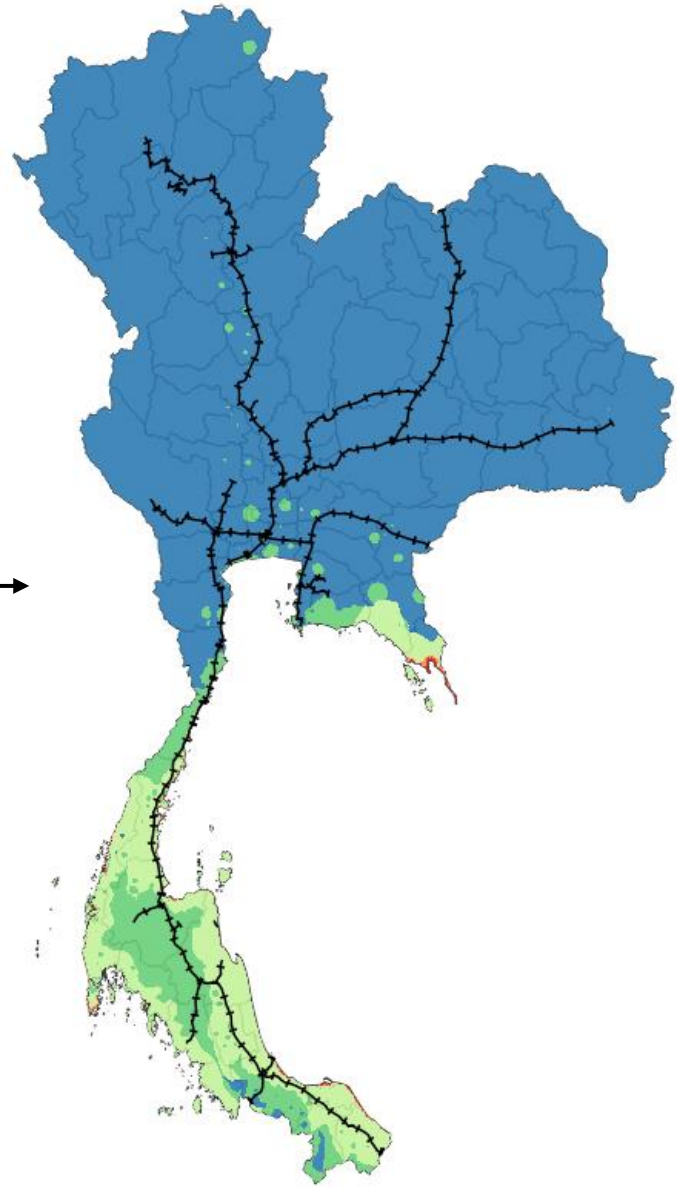
Corrosion map for **rail tracks and fastening system** will be constructed based on crevice corrosion studies in accelerated corrosion tests and field test validation.

Chloride map data
- **4 levels**

ISO 16539 test
- Rail
- Fasteners

(Crevice corrosion)

Zoning corrosion map



Validate low Cl- area (Northern zone)

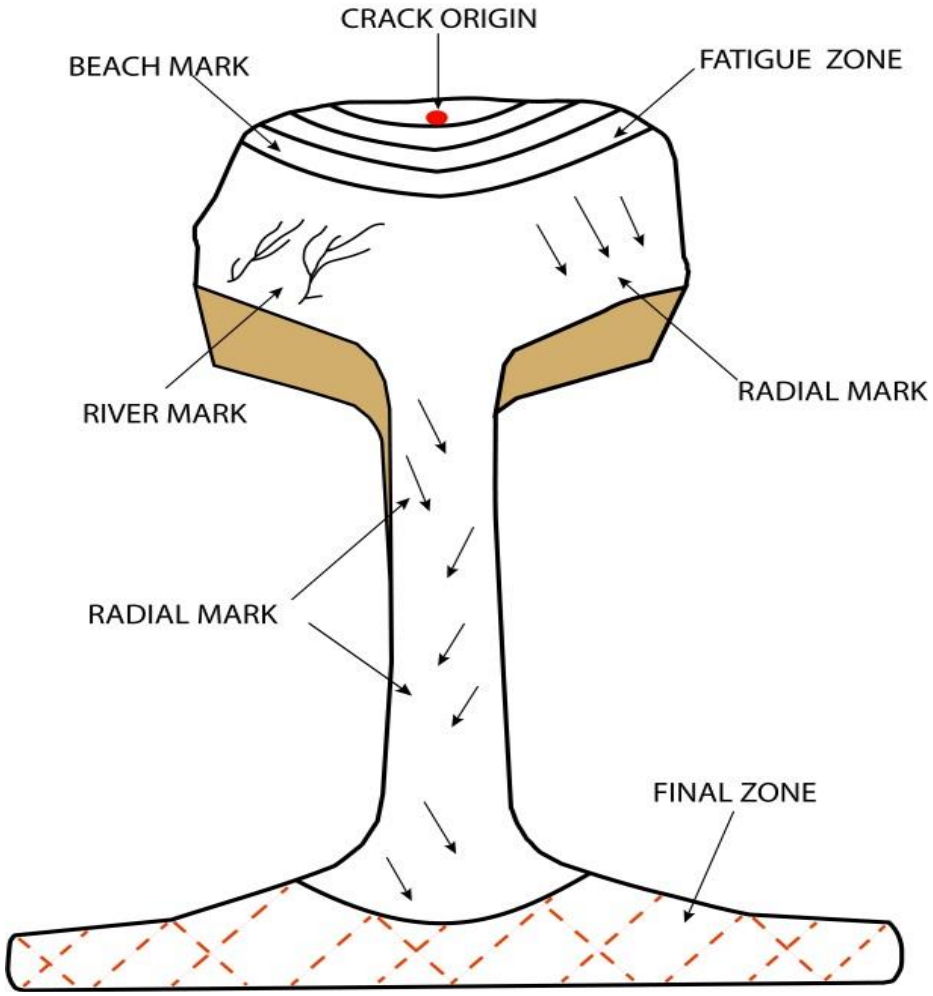
Exposure test (1 year)
- **Crevice corrosion sensor**

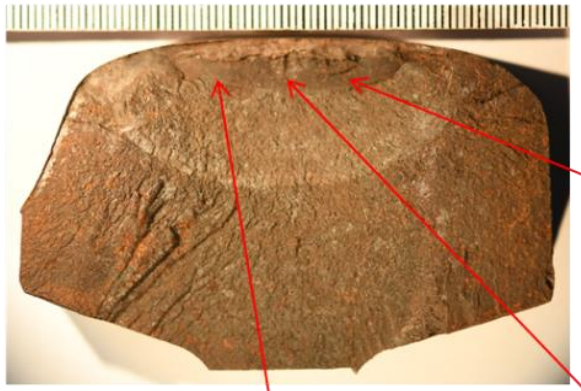
- Weather data
- Monitor Cl- and SO_2

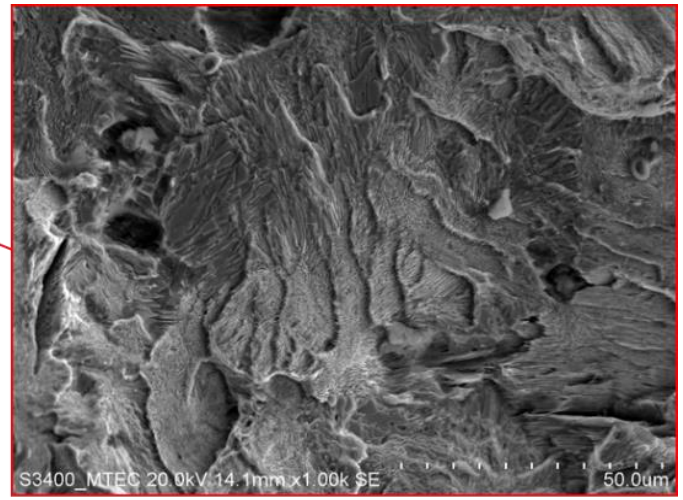
➢แพลตฟอร์มดิจิทัลฐานข้อมูลความเสียหายของรางรถไฟ

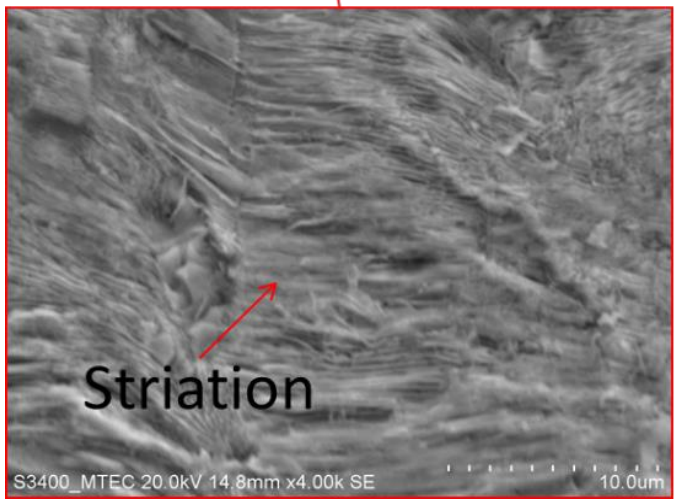
การสำรวจความเสียหาย บริเวณสถานีรถไฟแม่ตานน้อย

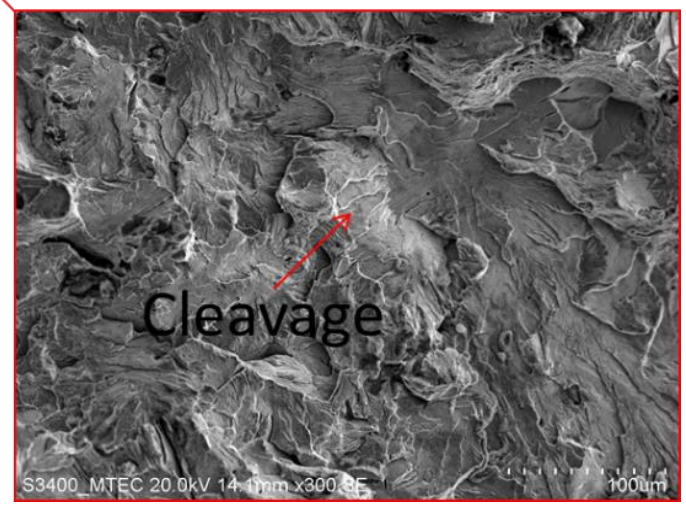
การวิเคราะห์ทดสอบความเสียหายของรางรถไฟที่พบในประเทศไทย





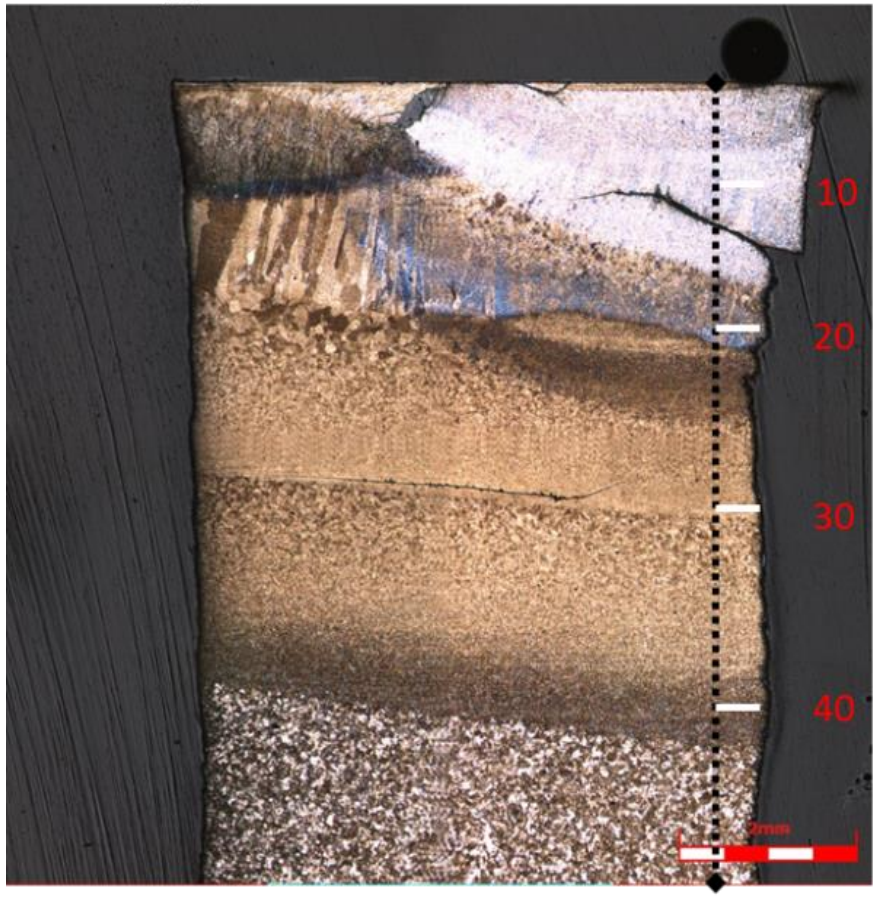


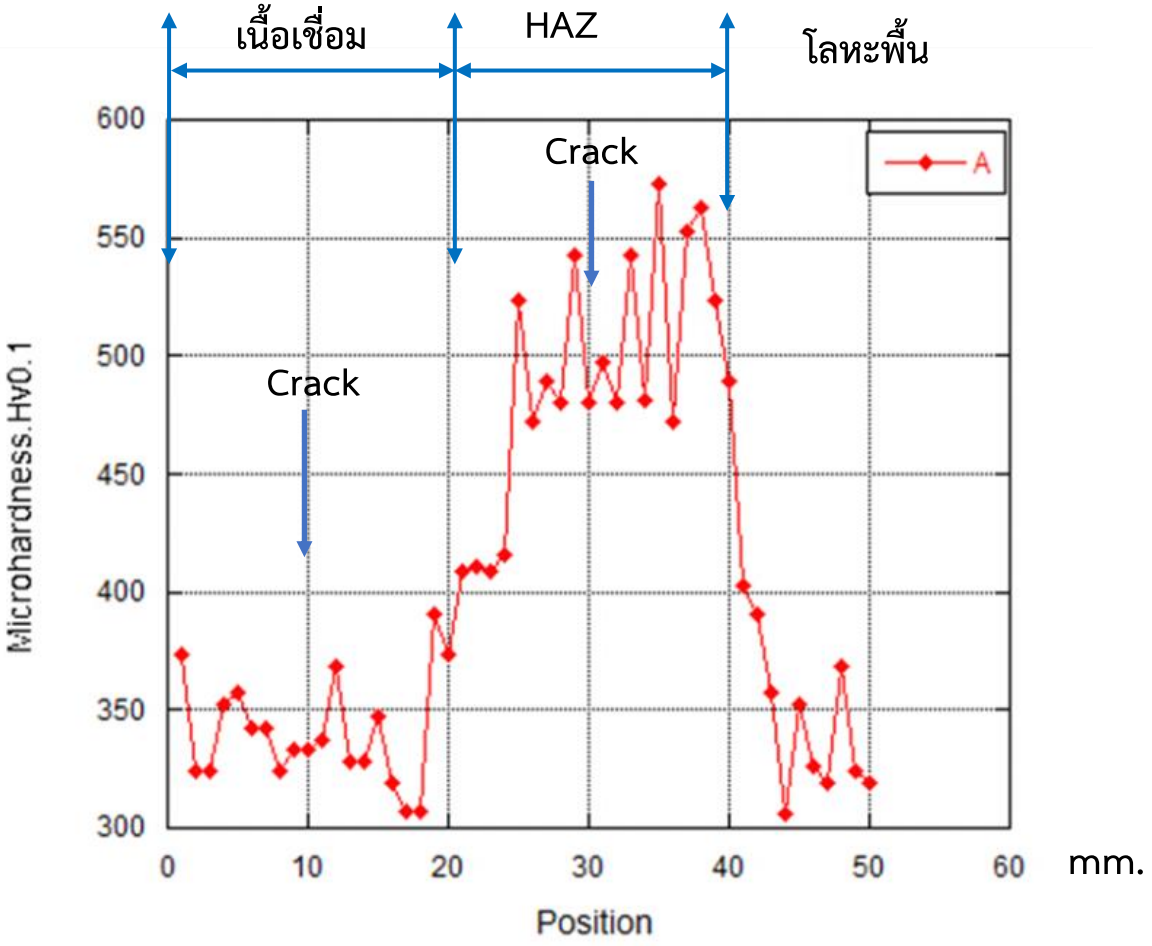




การวิเคราะห์ทดสอบความเสียหายของรางรถไฟที่พบในประเทศไทย

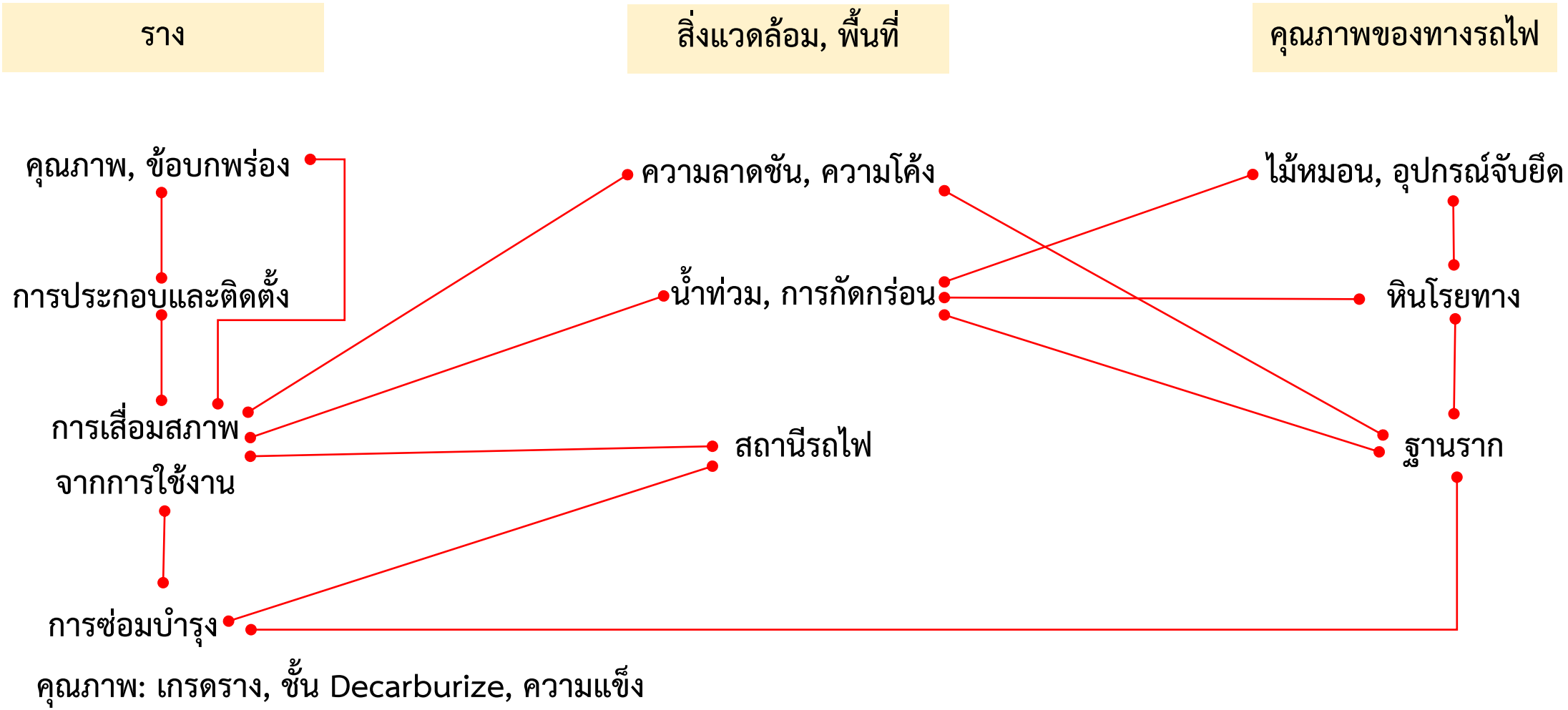
การตรวจสอบความแข็งด้วยเทคนิคไมโครวิคเกอร์





mm.

สาเหตุความเสียหายของราง



Flow Diagram: การเก็บข้อความเสียหายของรางรถไฟ

บันทึกข้อมูลความเสียหาย

สำรวจความเสียหายเบื้องต้น

- ลักษณะทางรถไฟ
  สภาพแวดล้อม
- สัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง

แบ่งระดับความรุนแรง

- รุนแรงต่ำ (สามารถรอการซ่อมบำรุงได้: 6 เดือน)
- รุนแรงปานกลาง (ควรรีบซ่อมบำรุง: เกิดการสึกหรอสูง, มีการเสียรูปของราง: 3 เดือน)
- รุนแรงสูง (ควรทำการซ่อมแซมทันที: รางเกิดการแตกหัก, เกิดการทรุดตัวของทางอย่างรุนแรง: ซ่อมบำรุงชั่วคราว, จำกัดความเร็ว)
- รุนแรงสูงและมีผู้บาดเจ็บ/เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินบุคคลภายนอก ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- รุนแรงสูงและมีผู้เสียชีวิต ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมในวงกว้าง

อุบัติเหตุ, รถไฟตกราง

ตรวจสอบเชิงลึก

Yes

วิเคราะห์รากของความเสียหาย (Root Cause Failure Analysis

- ตรวจสอบคุณภาพทางโดยละเอียด: ระยะเกจ ตรวจสอบคุณภาพทาง
- ตรวจสอบโดยไม่ทำลาย (NDT)
- ตรวจสอบผิวแตก
- ตรวจสอบทางโลหะวิทยา
- สร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์

No

บันทึกข้อมูล/รายงาน

https://app.rail-survey.web.meca.in.th

RMT
Rail and Modern Transports

บันทึกความเสียหายของ รางรถไฟ

เว็บไซต์นี้จัดทำขึ้นเพื่อ ใช้ในการตรวจสอบความสมบูรณ์ หรือความผิดปกติของรางรถไฟ
เพื่อวิเคราห์ความรุนแรงของความเสียหาย และพิจารณาในการซ่อมแซมต่อไป

เริ่ม สำรวจความเสียหาย | รายการสำรวจความเสียหาย

© 2023 Rail Survey. All Rights Reserved.

RMT
Rail and Modern Transports

ข้อมูลการสำรวจเบื้องต้น

วันที่สำรวจ: 27 Mar 2023 at 14:32

เขตการเดินรถ: กรุณาเลือกเขตการเดินรถ

หลักกิโลเมตร/เสาโทรเลข:

มาตรฐานและเกรด: กรุณาเลือกประเภทของเกจ

พิกัด ละติจูด: 14.078994178089035

พิกัด ลองติจูด: 100.60171419201262

สถานีรถไฟก่อนหน้า: กรุณาเลือกสถานีก่อนหน้า

สถานีรถไฟถัดไป: กรุณาเลือกสถานีถัดไป

ลักษณะพื้นที่ที่เกิดความเสียหาย (Type of failure area)

- [ ] พื้นที่ลาดชัน (Slope)
- [ ] พื้นที่รัสมีโค้ง (Curve)
- [ ] สถานีรถไฟ (Station)
- [ ] บริเวณอุโมงค์ (Tunnel)
- [ ] สะพาน (Bridge)
- [ ] มีน้ำท่วมขัง (Flood)

การสำรวจความเสียหายของราง

เพิ่มรูปภาพ (บริเวณสำรวจความเสียหาย)

Choose Files | no files selected

ความเสียหายของราง (Situation)

- [ ] รางปกติ (Plain Rail)
- [ ] ปลายราง (Rail End)
- [ ] จุดตัดราง (Crossing)
- [ ] รอยเชื่อมซ่อม (Welding Repair)
- [ ] ประกับราง (Fish Plate)
- [ ] แนวเชื่อมต่อราง (Welding Joint)
- [ ] ประแจ (Turn Out)
- [ ] ทางข้ามราง (Railroad Crossing)

ตำแหน่งที่เกิดความเสียหายของราง (Location)

- [ ] หัวราง (Rail head)
- [ ] เอวราง (Rail web)
- [ ] ฐานราง (Rail foot)
- [ ] เต็มหน้าตัด (Full section)
- [ ] สันราง (Gauge side)
- [ ] พื้นผิวบนหัวราง (Surface of Rail Head)

ลักณะความเสียหายที่เกิดขึ้น (Pattern, nature)

- [ ] แตกหัก (Fracture)
- [ ] แตกร้าว (Rupture)
- [ ] สึกหรอ (Wear)
- [ ] รางคดงอ (Bend)
- [ ] เกิดสนิม (กัดกร่อน) (Corrosion)

Thank You

การอบรมเชิงปฏิบัติการ - การตรวจสอบคุณภาพราง ความเสียหาย และการเชื่อมซ่อม

7-9 มิถุนายน 2566

สถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

จัดโดย มทร. ล้านนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ สวทช.