เทคโนโลยีการตรวจสอบรางรถไฟในปัจจุบัน

นำเสนอโดย

ว่าที่ ร.ต.จรัสพงษ์ ไพยราช

กำกับการกองเครื่องกลบำรุงทางหนัก ศูนย์การผลิตและซ่อมบำรุง

ฝ่ายการช่างโยธา การรถไฟแห่งประเทศไทย

E-mail : Charadpong@gmail.com, mobile phone : 095 - 2929228

การพัฒนารูปแบบทางรถไฟ

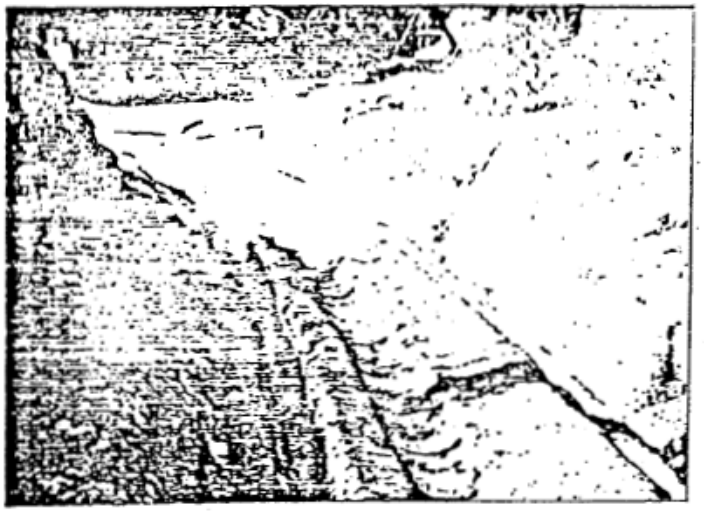
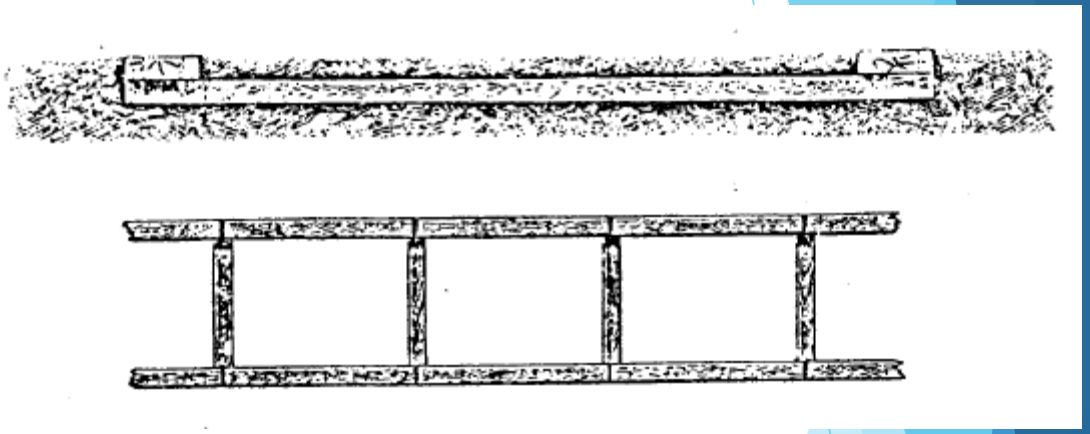


Fig. II. 1. Remains of the Old Etruscan Road in Cerveteri, Italy (Edeling, 1982)



รางไม้แบบมีโครงยึด

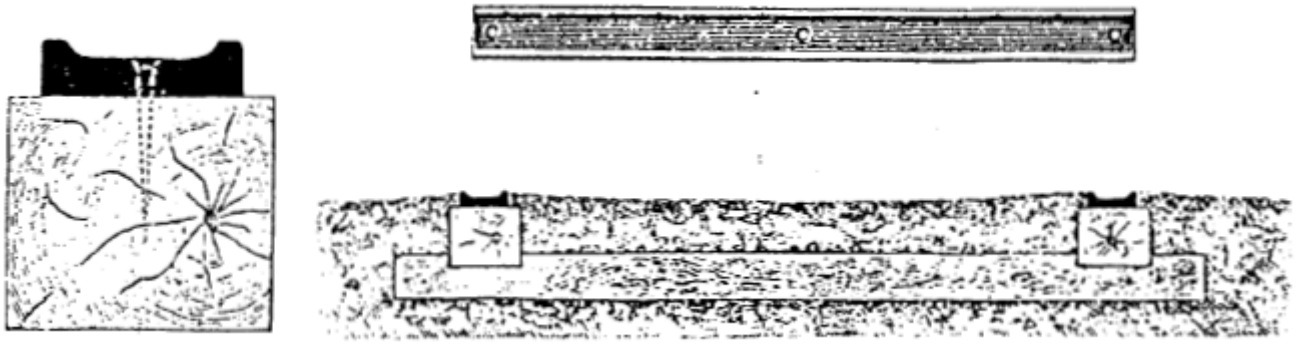
Baumont Wooden Track (Haarmann, 1891)

รางไม้แบบมีขอบกัน

Wooden Track with Edges (Haarmann, 1891)

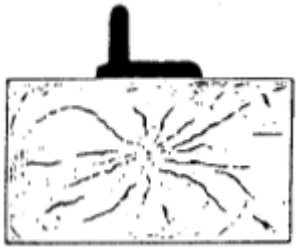
*From:
Introduction to Railway Engineering
by Arnold D. Kerr

การพัฒนารูปแบบทางรถไฟ



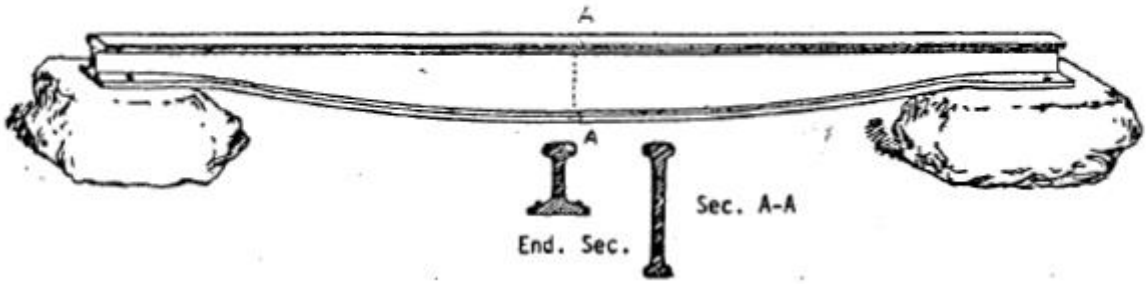
รางไม้แบบมีเหล็กปิดที่ผิวราง

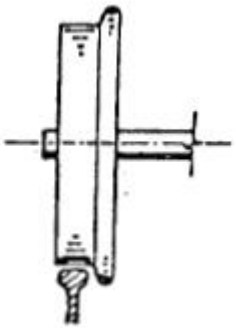
Wooden Track with Reynolds Rails(Haarmann, 1891)



The Curr Rail

(Haarmann, 1891)

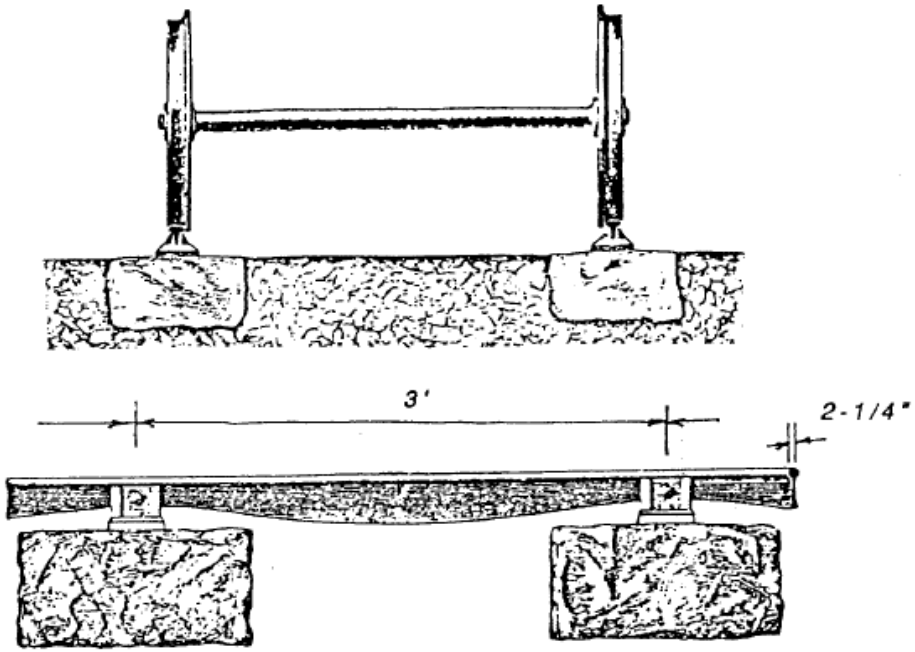




รางท้องปลาวางบนก้อนหินและการใช้ล้อแบบมีบังใบ (ครีบ)

Jessop's Rail and Flanged Wheel (Watkins, 1890)

การพัฒนารูปแบบทางรถไฟ

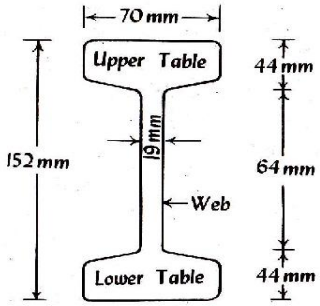


Stephenson Track (Haarmann, 1902)

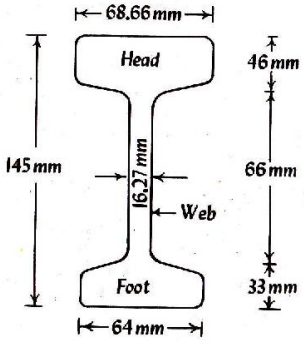
รางท้องปลา (Fishbelly Rail)

Source: worthingwanderer https://www.flickr.com/photos/worthingwanderer/6923807150

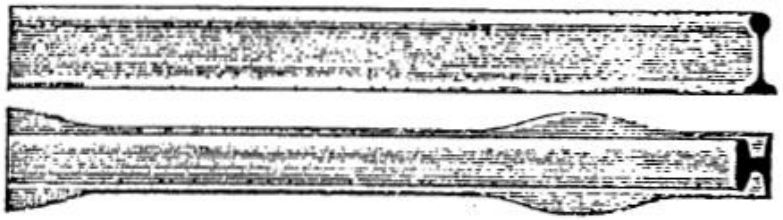
การพัฒนารูปแบบทางรถไฟ



รางสองหัว
Double Headed
Rail

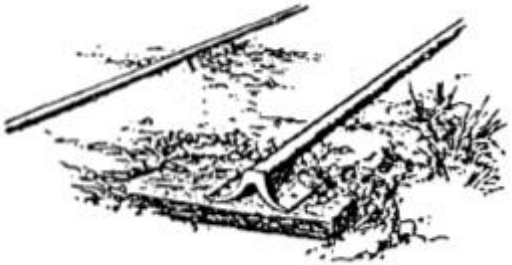


รางหัวใหญ่
Bull Headed
Rail

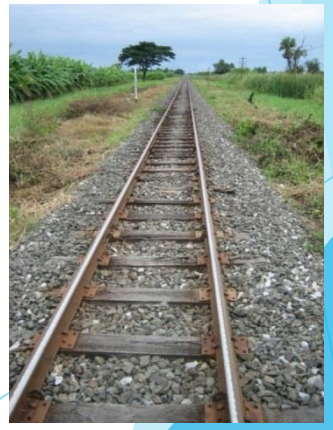


Stevens Rail (Haarmann, 1891)

⎍-Rail Track
(Pangborn, 1894)



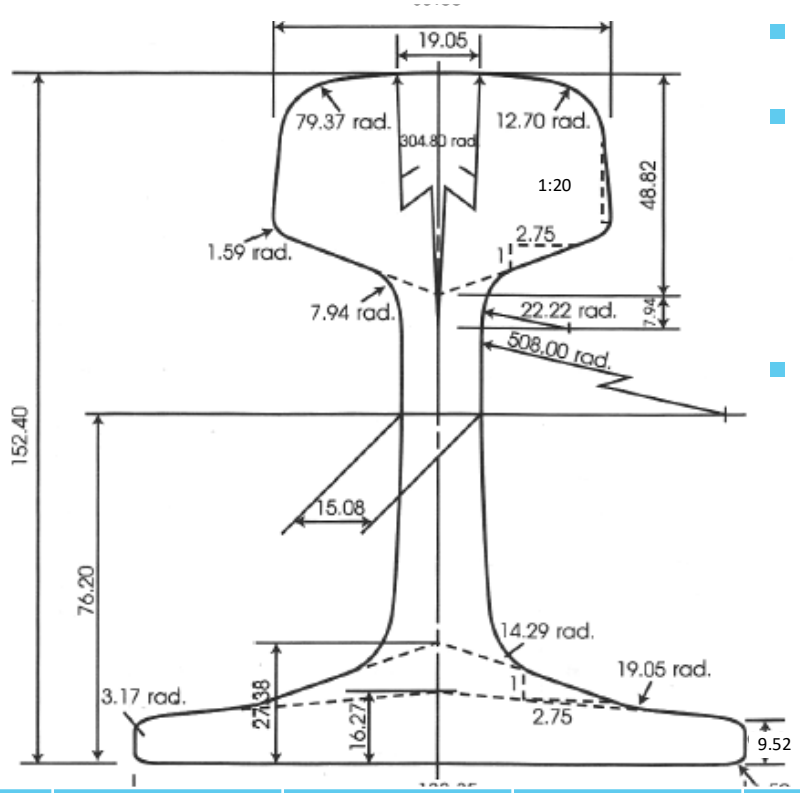
Barlow Rail (Pangborn, 1894)



รางรูปตัวไอ
(รางยุคปัจจุบัน)

คุณสมบัติทั่วไปของเหล็กราง

รางหน้าตัด BS 100 A



- กำลังของวัสดุราง: 800 – 1,030 N/mm^2
- **รางเหล็ก Grade A:**

  TS ขึ้นอยู่กับคาร์บอนเป็นหลัก

  เชื่อมกันได้ง่าย เหมาะกับรางเชื่อมยาว
- **รางเหล็ก Grade B:**

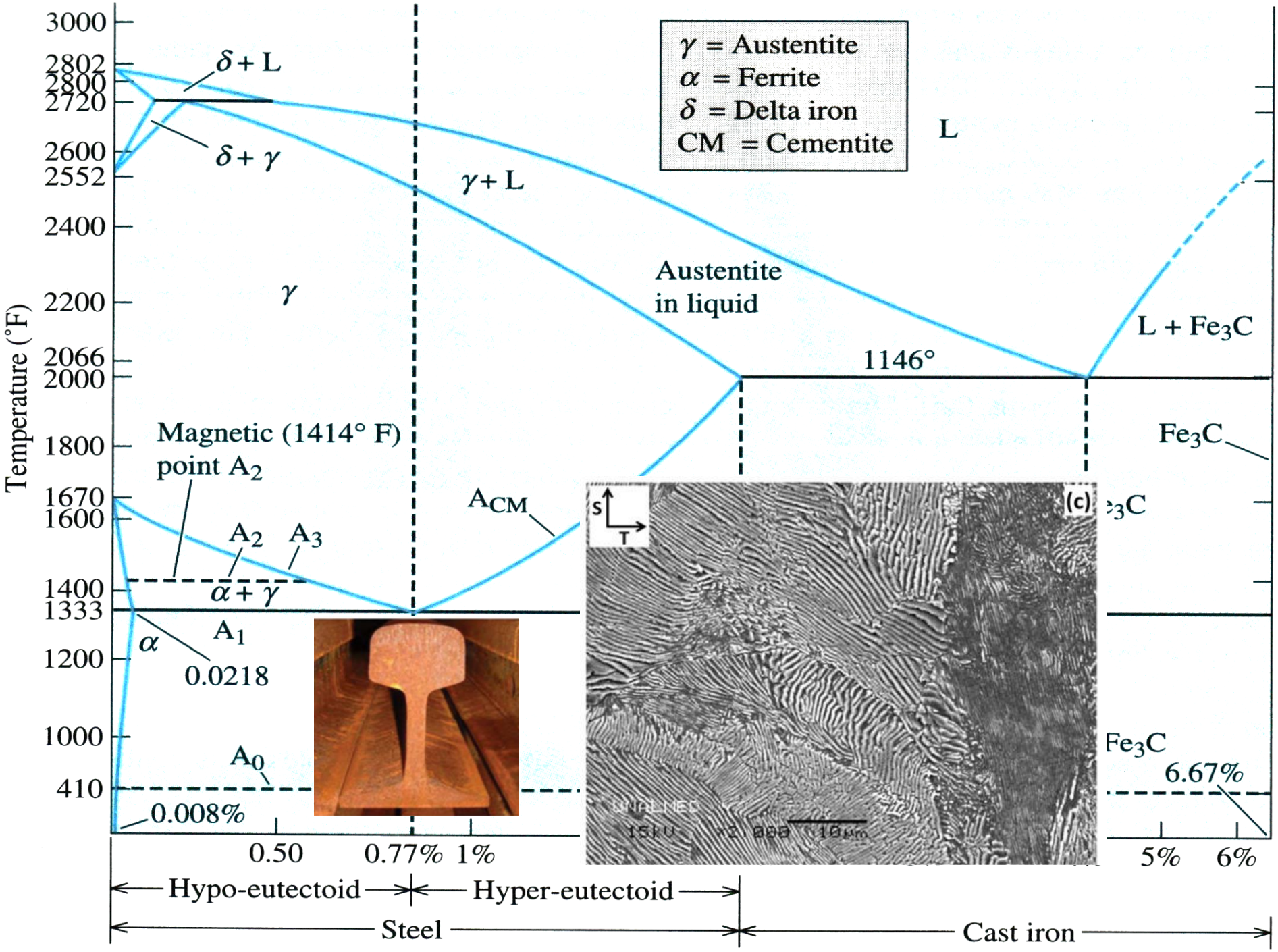
  TS ขึ้นอยู่กับมังกานีสเป็นหลัก

  เชื่อมยาก แต่ให้ความเหนียวแข็ง

  เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นรางสั้น หรือรางต่อ

ภาพ, ที่มา: เจน บุญซื่อ (2554)

Grade เกรดเหล็ก	C	Si	Mn	P	S	UTS (ksc)	Elongation (%)
900 A	0.60-0.80	0.10-0.50	0.80-1.30	≤0.05	≤0.04	≥8,000	≥10


γ = Austentite
α = Ferrite
δ = Delta iron
CM = Cementite
Temperature (°F)
3000
2802
2800
2720
2600
2552
2400
2200
2066
2000
1800
1670
1600
1400
1333
1200
1000
410
δ + L
δ + γ
γ + L
L
γ
Austentite in liquid
L + Fe3C
1146°
Magnetic (1414° F) point A2
Fe3C
ACM
A2
A3
α + γ
A1
α
0.0218
A0
0.008%
6.67%
0.50
0.77%
1%
5%
6%
Hypo-eutectoid
Hyper-eutectoid
Steel
Cast iron
(c)
S
T

ขนาดหน้าตัดราง (Rail Profile)

ขนาดหน้าตัดรางในปัจจุบันของ รฟท.

และมาตรฐานสำหรับโครงการก่อสร้าง

- BS 80A
- BS 100A
- EN 54E1 (UIC-54)
- EN 60E1 (UIC-60)

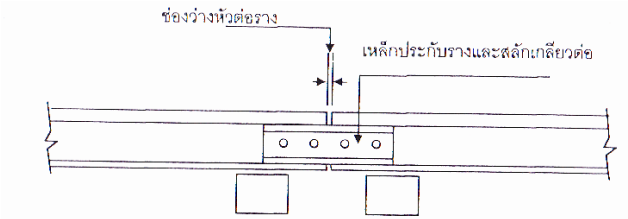
*หน้าตัดรางที่ใช้ต้องเข้ากันได้กับโครงร่างของล้อ

8

รางต่อ (jointed Rail)

- รางต่อ
- ใช้เหล็กประกับรางและสลักเกลียว
  - รูปแบบหัวต่อราง
- Suspended Joint
- Supported Joint
- ประเภทของการจัดวางหัวต่อราง
- หัวต่อแบบตรงกัน

  (opposite or square joint)
- หัวต่อแบบเยื้องกัน (staggered joints)



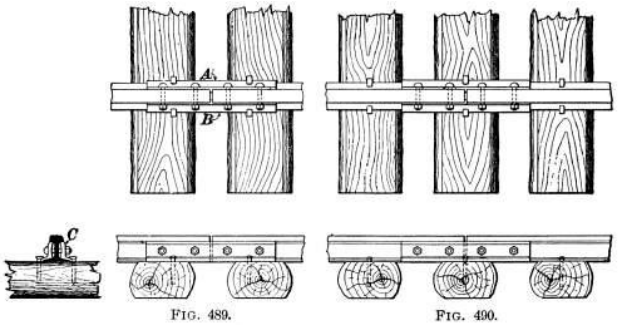
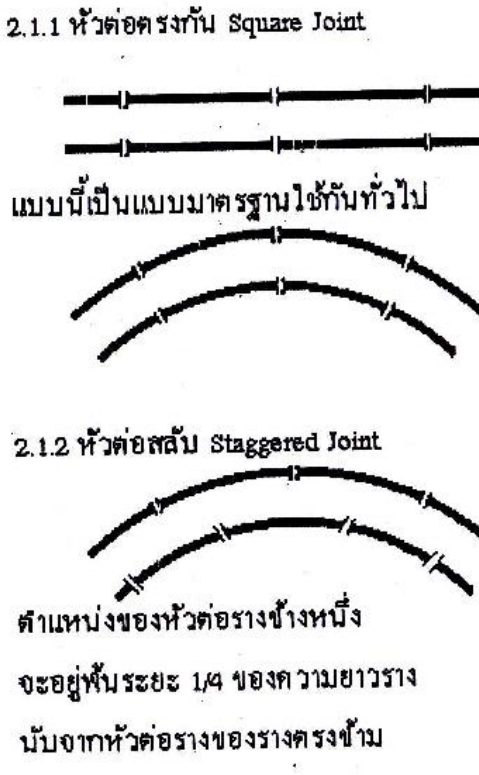
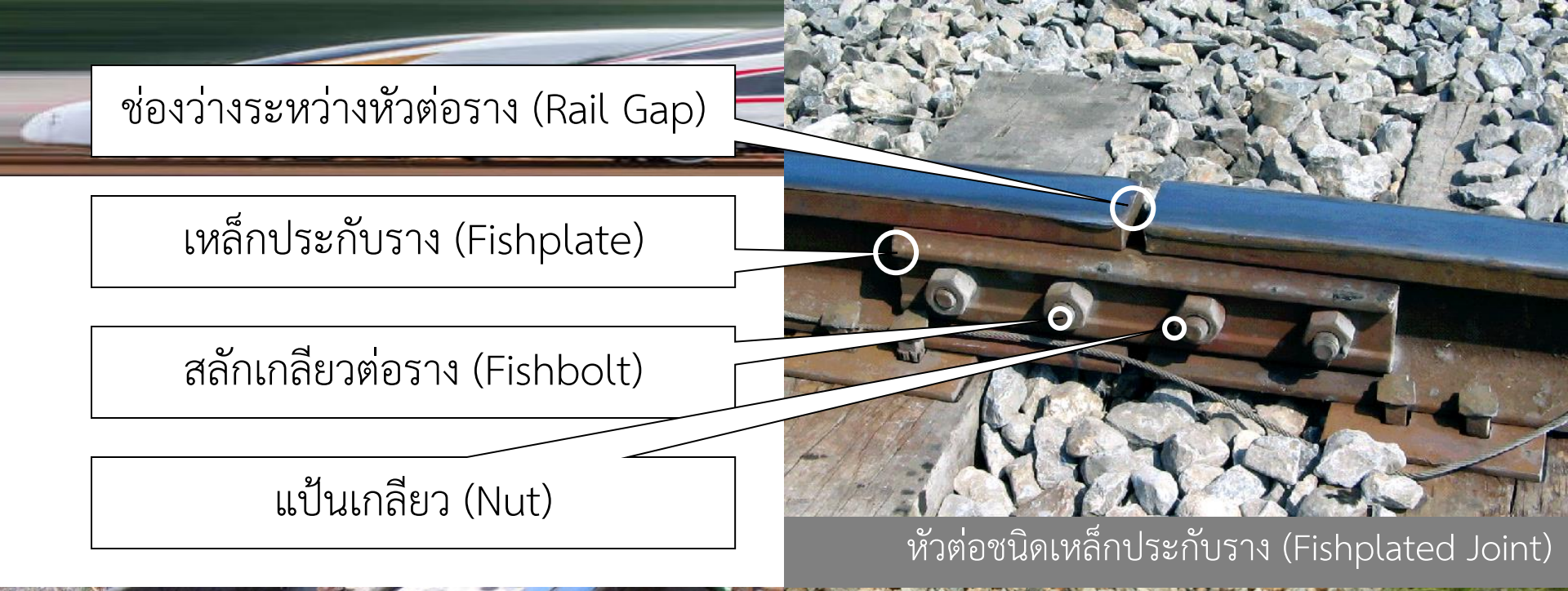


FIG. 489. FIG. 490.



- แต่เดิมการวางรางต่อเป็นที่นิยมเนื่องจากสะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการก่อสร้าง
- หมอนรองรางบริเวณใกล้หัวต่อรางจะรับแรงมากกว่าปกติประมาณ **3 เท่า**

หัวต่อรางเป็นจุดอ่อน ที่ต้องได้รับการดูแลและบำรุงมากกว่าปกติ



หัวต่อชนิดเหล็กประกับราง (Fishplated Joint)

หัวต่อชนิดขยายตัว (Expansion Joint)

หัวต่อราง (Rail Joint)

รางเชื่อม (welded Rail)

- **วัตถุประสงค์ของการใช้รางเชื่อม**
  - กำจัดแรงกระแทก
  - ลดการซ่อมบำรุงรักษา
- **วิธีการเชื่อมราง**
- <u>เชื่อมเธอร์มิต</u>
  - สะดวก, กรณีฉุกเฉิน, ใช้เวลามาก
- <u>เชื่อมไฟฟ้า</u>
  - รวดเร็ว, คุณภาพดี, ค่าใช้จ่ายสูง
- **เชื่อมแก๊ส**

รางเชื่อมยาว (LONG welded Rail)

- เป็นการนำรางยาวมาตรฐานมาเชื่อมกันให้ยาวมากพอจนส่วนกลางของรางไม่มีการยืดหด (ยาว>1,000 ม.) **ช่วยลดจำนวนหัวต่อราง, ลดแรงกระแทก เพิ่มความนุ่มนวลในการโดยสาร, ประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงทาง, อายุการใช้งานนานกว่ารางสั้นมาตรฐาน**

- ความยาวรางเชื่อมยาวถูกจำกัดด้วยสภาพแวดล้อม เช่น รัศมีโค้ง, สะพาน, วงจรไฟฟ้า, สภาพโครงสร้างทาง บางกรณีไม่อาจเชื่อมรางให้ยาวโดยไม่จำกัด (CWR) ได้โดยตลอด ต้องเว้นช่วงไว้เพื่อป้องกันรางเดิน (creep) รางดุ้ง (buckling) โดยวางรางต่อเป็น buffer track

- ในช่วงต่อของรางเชื่อมยาวที่อุณหภูมิอาจเปลี่ยนแปลงมาก หรือมีโอกาสเกิดรางเดินสูงจะออกแบบใช้ต่อขยาย (expansion joint) แทนการใช้ต่อประกับราง (fishplated joint)

(เจน บุญซื่อ, 2554)

การชำรุดของราง

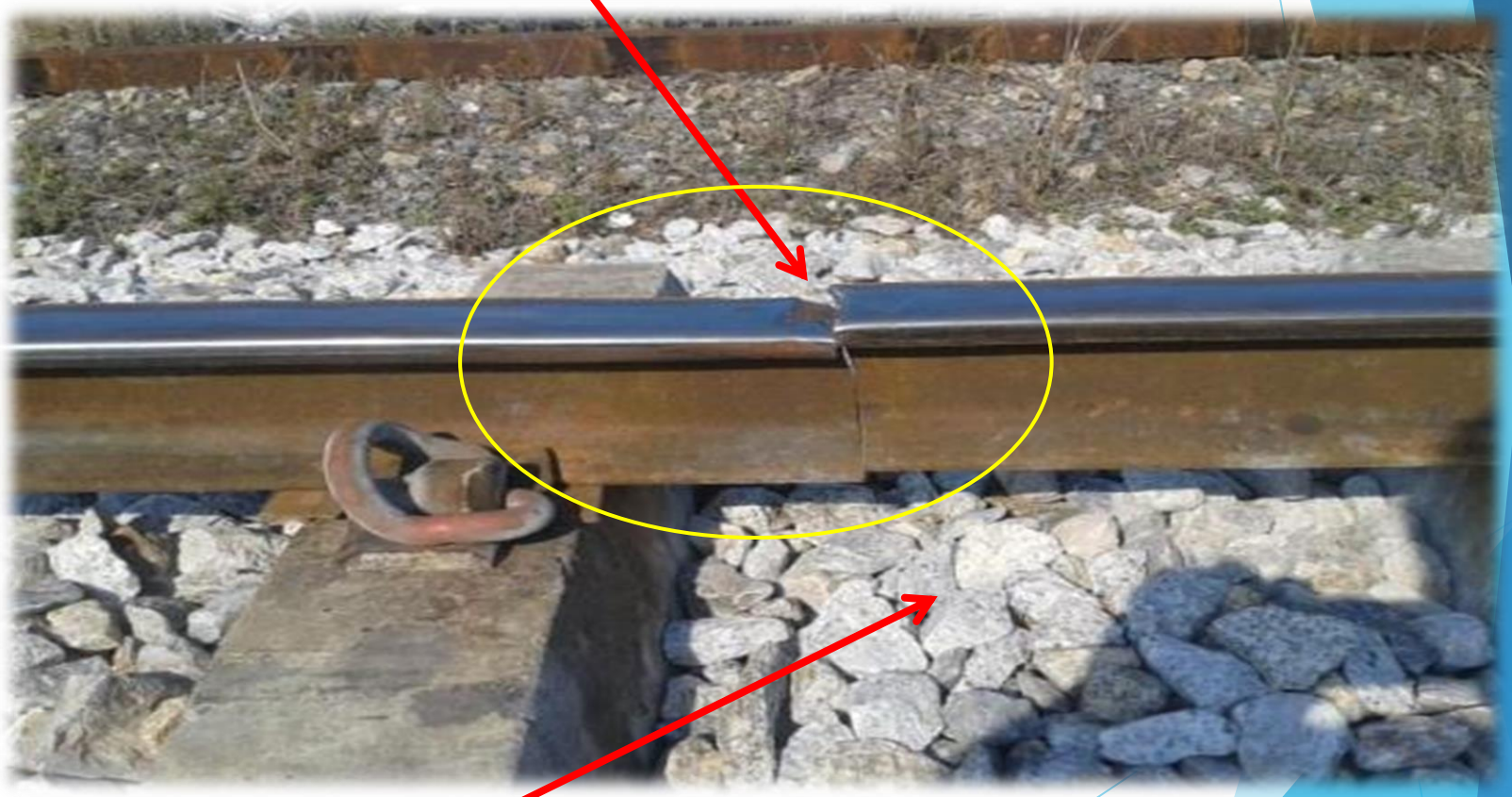
- รางหัก
- รางสึก รางแบน รางชำรุด
    - รางผุกร่อน
    - รางร้าว แตก หัก

ลักษณะแผลการชำรุดของราง

แผลสันรางที่เกิดจากรอยล้อรถตะกุยราง (Wheel Slip)

แผลจากล้อดิ้น(Wheel Slip)

รางหัก จากการกระแทก

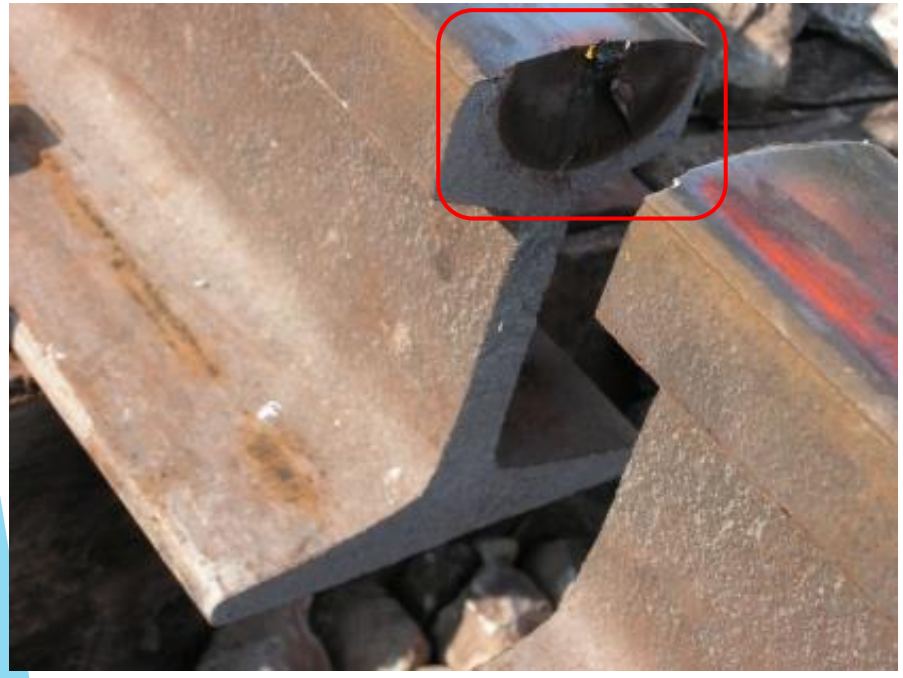


หินฟอกขาว ทางหลวม

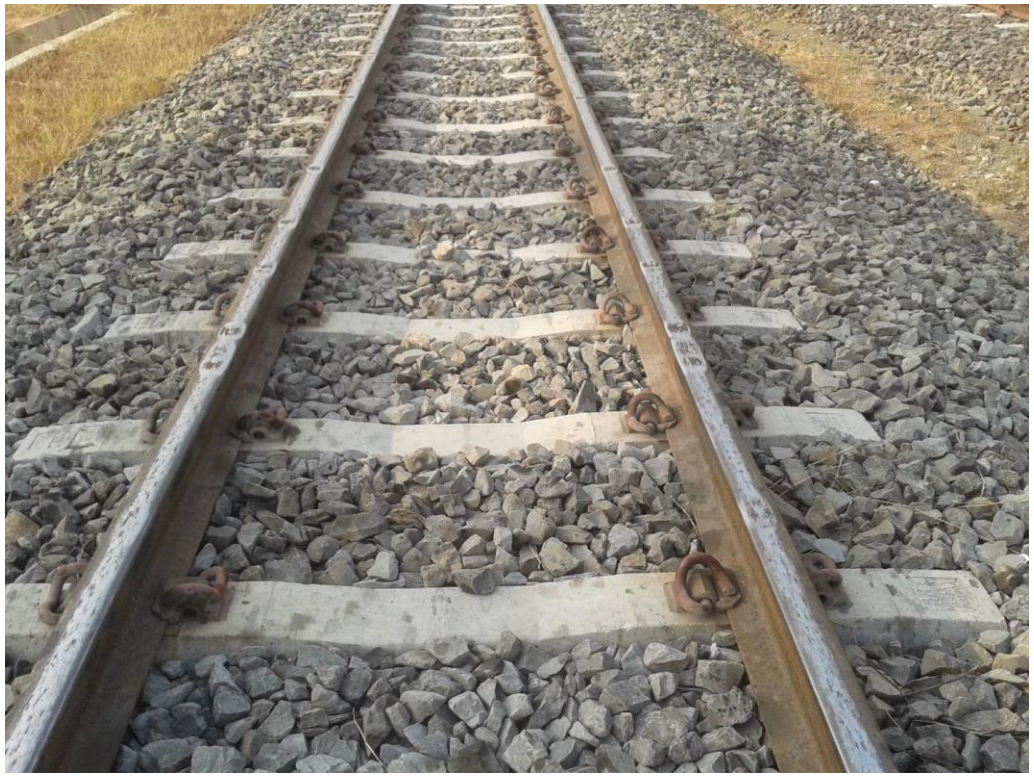
การขาดการบำรุงรักษา

การรถไฟแห่งประเทศไทย

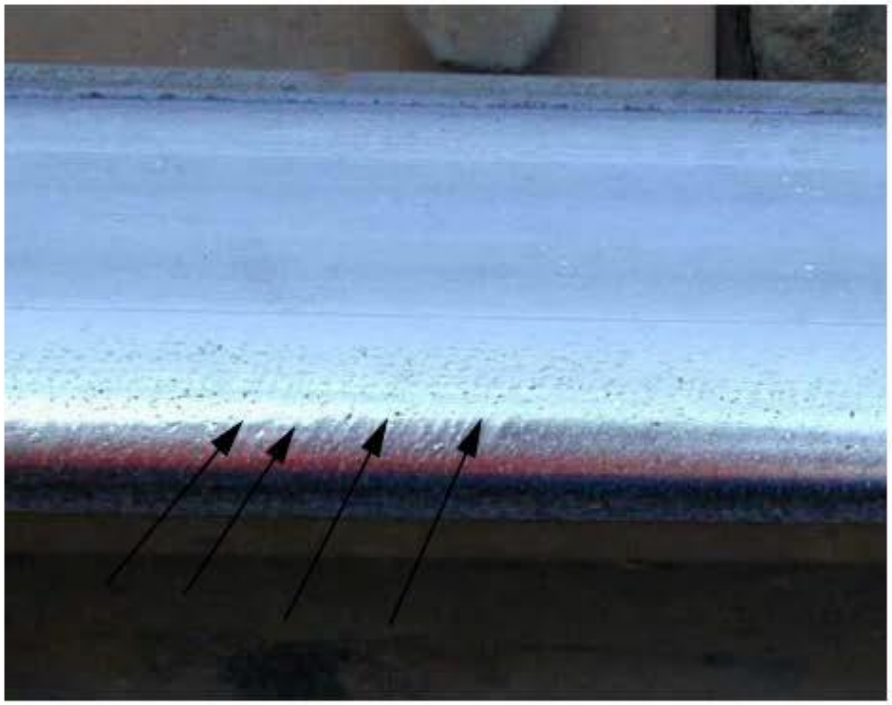
เกิดจากคุณภาพราง หรือ คุณภาพการเชื่อม



รอยที่เกิดจากรางที่มีความผิดปกติหลังจากการใช้งาน เช่น รอยแตกลายเส้นบริเวณจุดสัมผัสบังใบล้อ รอยแตกร่อนบนผิวสันราง

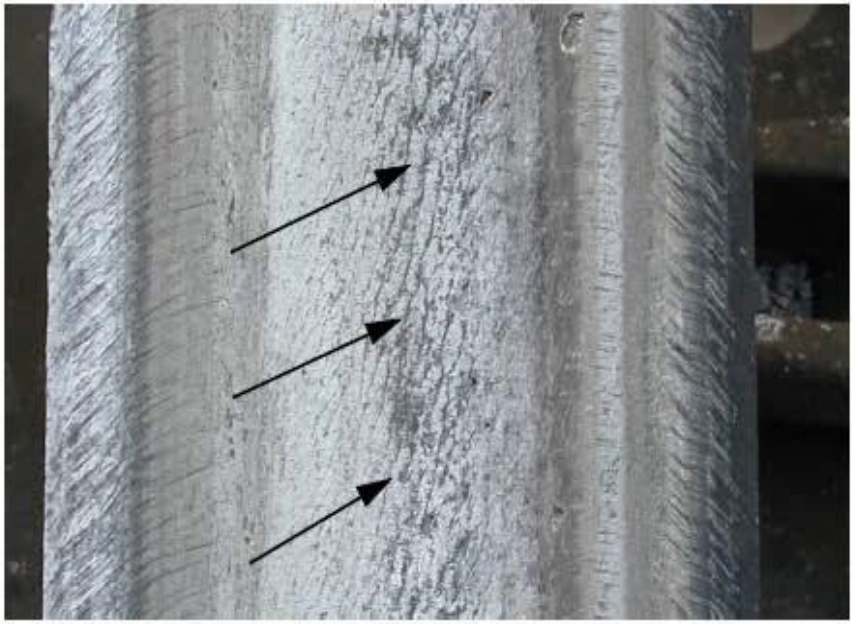


รอยที่เกิดจากรางที่มีความผิดปกติหลังจากการใช้งาน เช่น รอยแตกลายเส้น บริเวณจุดสัมผัสบังใบล้อ รอยแตกร่อนบนผิวสันราง



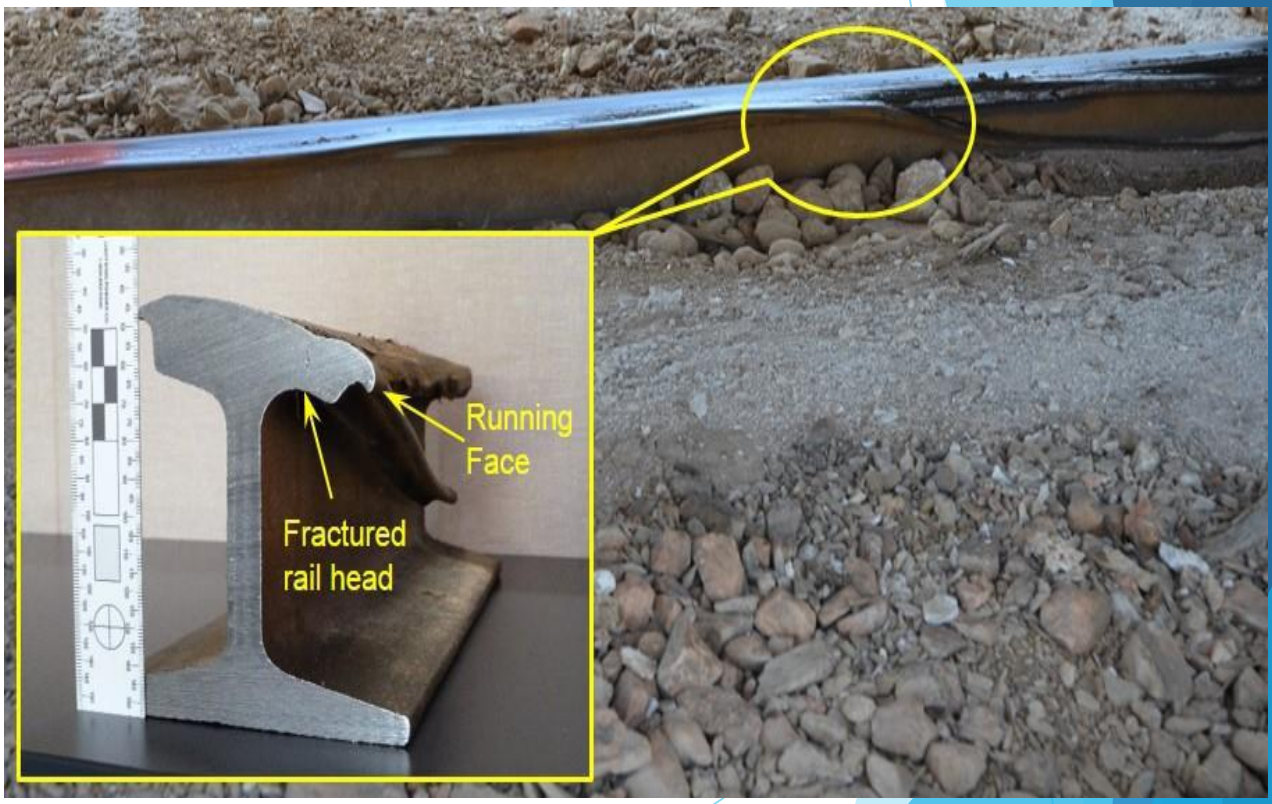
รอยที่เกิดจากรางที่มีความผิดปกติหลังจากการใช้งาน เช่น รอยแตกลายเส้นบริเวณจุดสัมผัสบังใบล้อ รอยแตกร่อนบนผิวสันราง

รอยที่เกิดจากรางที่มีความผิดปกติหลังจากการใช้งาน เช่น รอยแตกลายเส้น บริเวณจุดสัมผัสบังใบล้อ รอยแตกร่อนบนผิวสันราง



หรือ เกิดจากสาเหตุอื่นๆ เช่น อุปกรณ์ของรถจักรหรือรถพ่วงหลุดกระแทกสันราง หรือเกิดจากพาหนะอื่นบริเวณทางผ่านเสมอระดับ

ความชำรุดของรางเนื่องจากสาเหตุอื่น



ความชำรุดของรางเนื่องจากสาเหตุอื่น

จากคู่มือบำรุงทาง พ.ศ.2559

รางที่ไม่สมควรจะให้คงอยู่ในทางมีดังนี้คือ

(ก) เมื่อบังเกิดการชำรุดอย่างชัดแจ้ง เช่นรอยร้าว สันรางบุบหรือบิดเบี้ยว ซึ่งวิศวกรกำกับการกองบำรุงทางเขต เห็นว่าอาจเป็นอันตราย

(ข) เมื่อสันรางด้านหนึ่งสึกจนบังใบล้อบดไปบนเหล็กประกับราง กรณีเช่นนี้โดยมากมักเกิดขึ้นที่รางนอกของทางโค้ง รางที่สึกมากเช่นนี้หากไม่ถูกกาตายเพราะเหตุผลอย่างอื่นก็อาจใช้การต่อไปได้โดยกลับหัวกลับท้ายเสีย หรือย้ายไปวางอีกข้างหนึ่ง

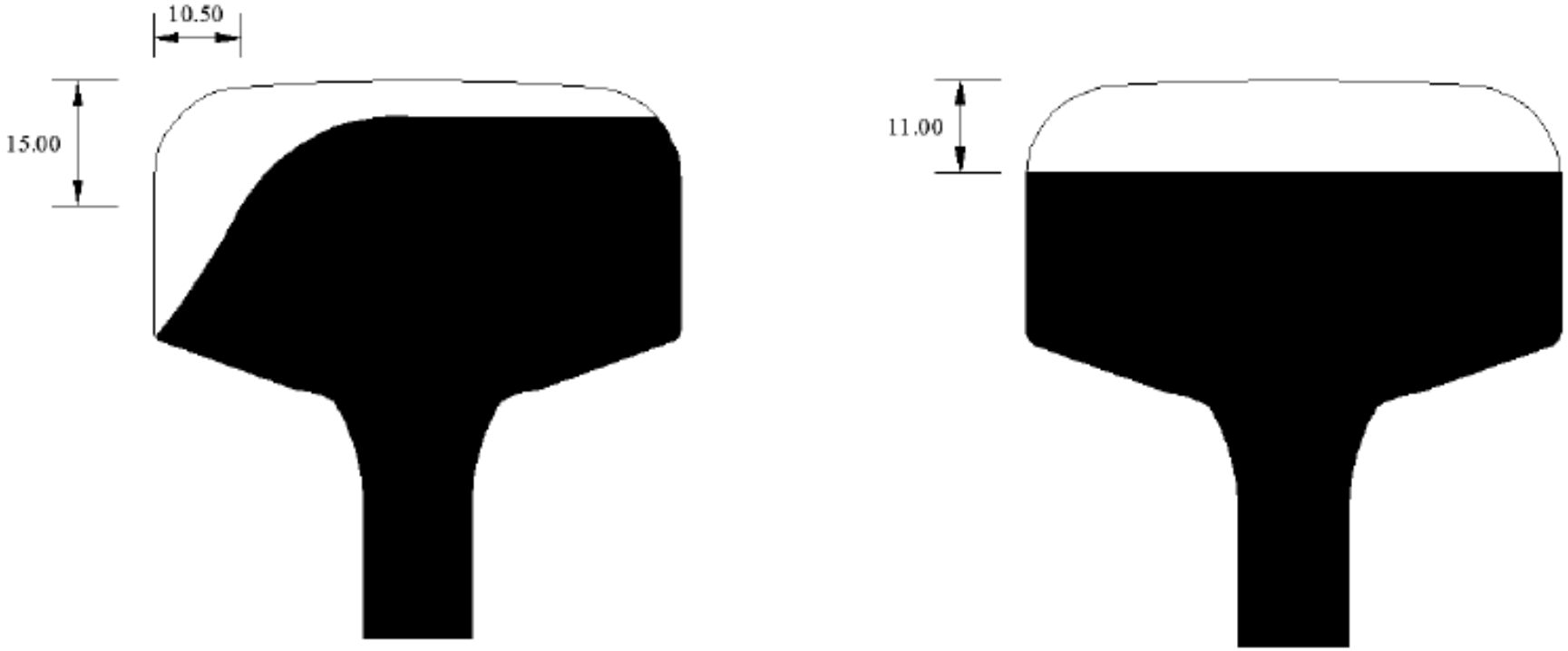
(ค) เมื่อพื้นบนของสันรางสึกแบนราบ สม่ำเสมอกันลงไปมาก

ถึง	11	มิลลิเมตร	สำหรับราง 80 ปอนด์
ถึง	13	มิลลิเมตร	สำหรับราง 100 ปอนด์
ถึง	13	มิลลิเมตร	สำหรับราง UIC54
ถึง	13	มิลลิเมตร	สำหรับราง UIC60

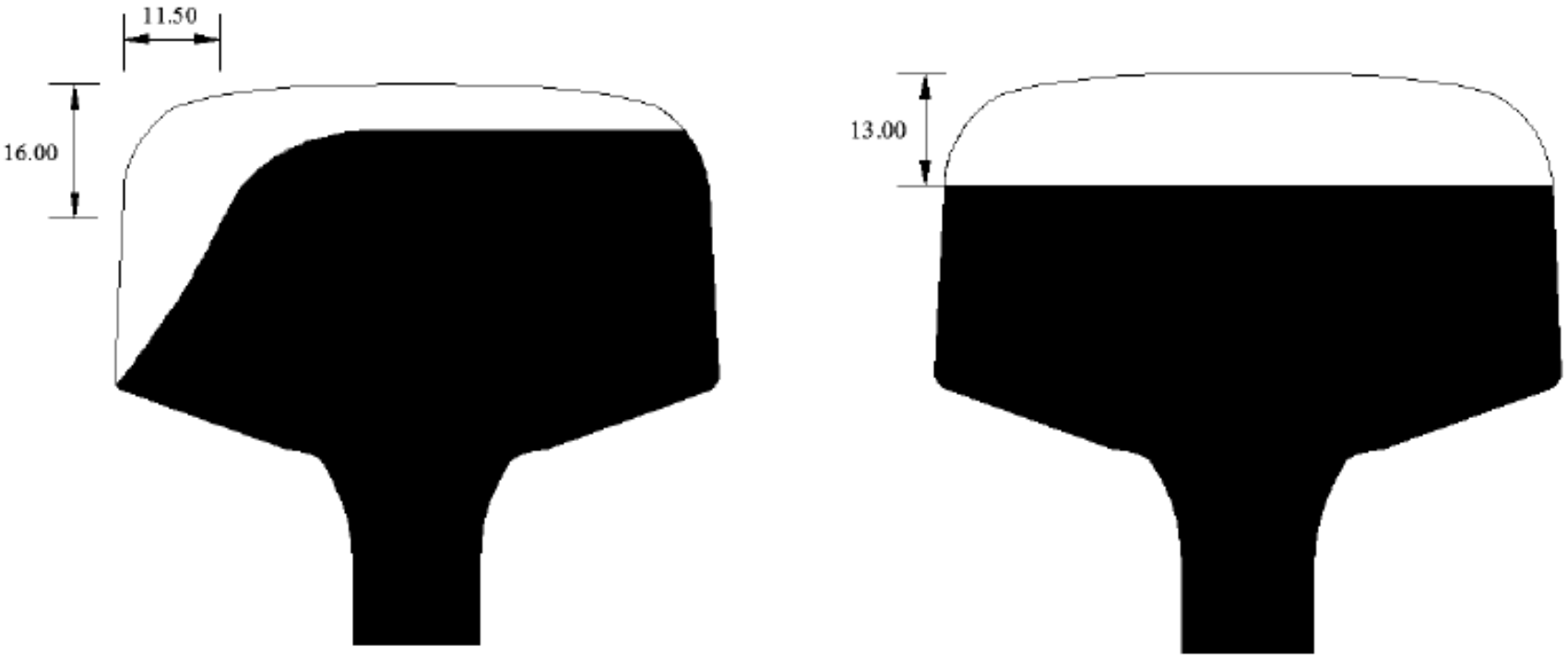
(ง) เมื่อสันรางสึกเกินกว่า 27% ของเนื้อที่หน้าตัดหัวราง ตามรูปพิกัดสูงสุดสำหรับการสึกของหัวราง

(จ) เมื่อรางสูญเสียน้ำหนักไปถึง 10% เนื่องจากเป็นสนิม หรือมีส่วนใดส่วนหนึ่งของหน้าตัดรางสึกหรอไป

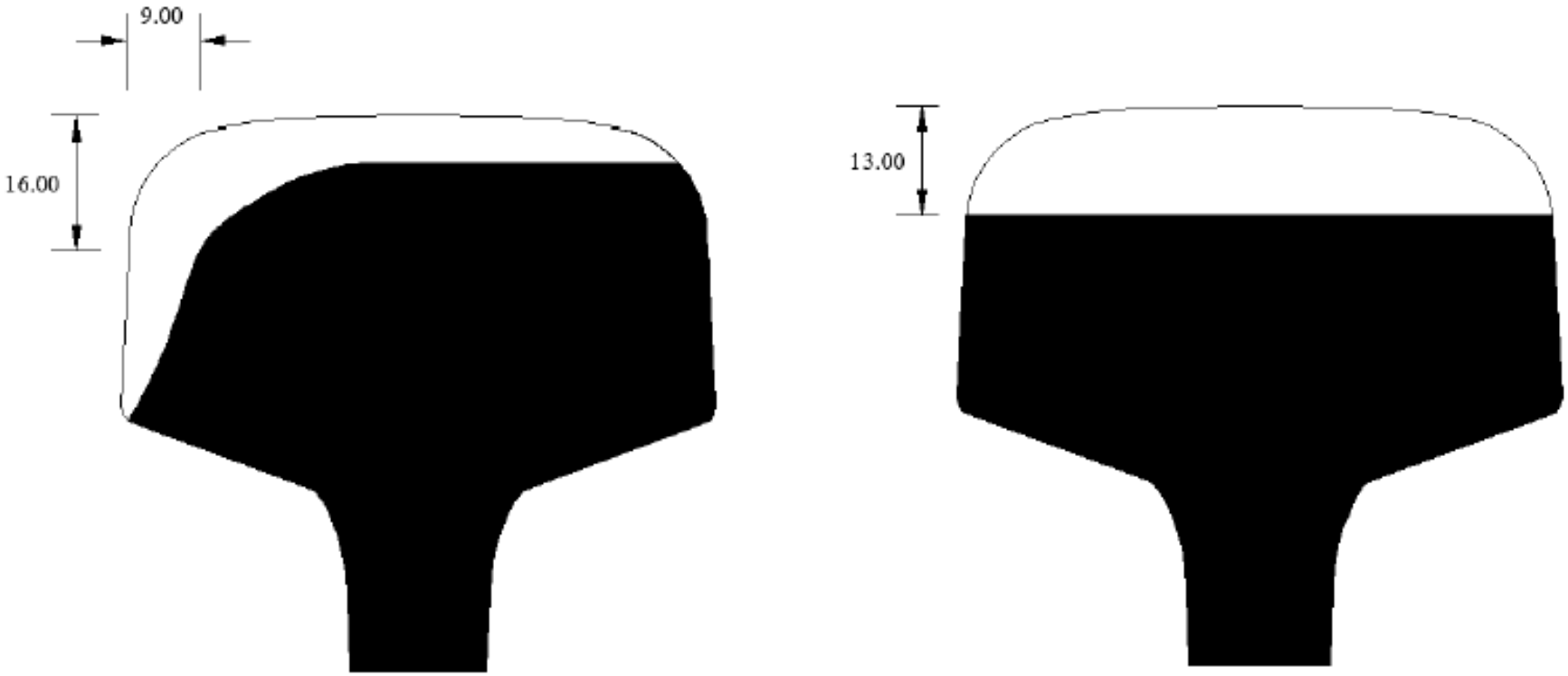
พิกัดสูงสุดสำหรับการสึกของหัวราง



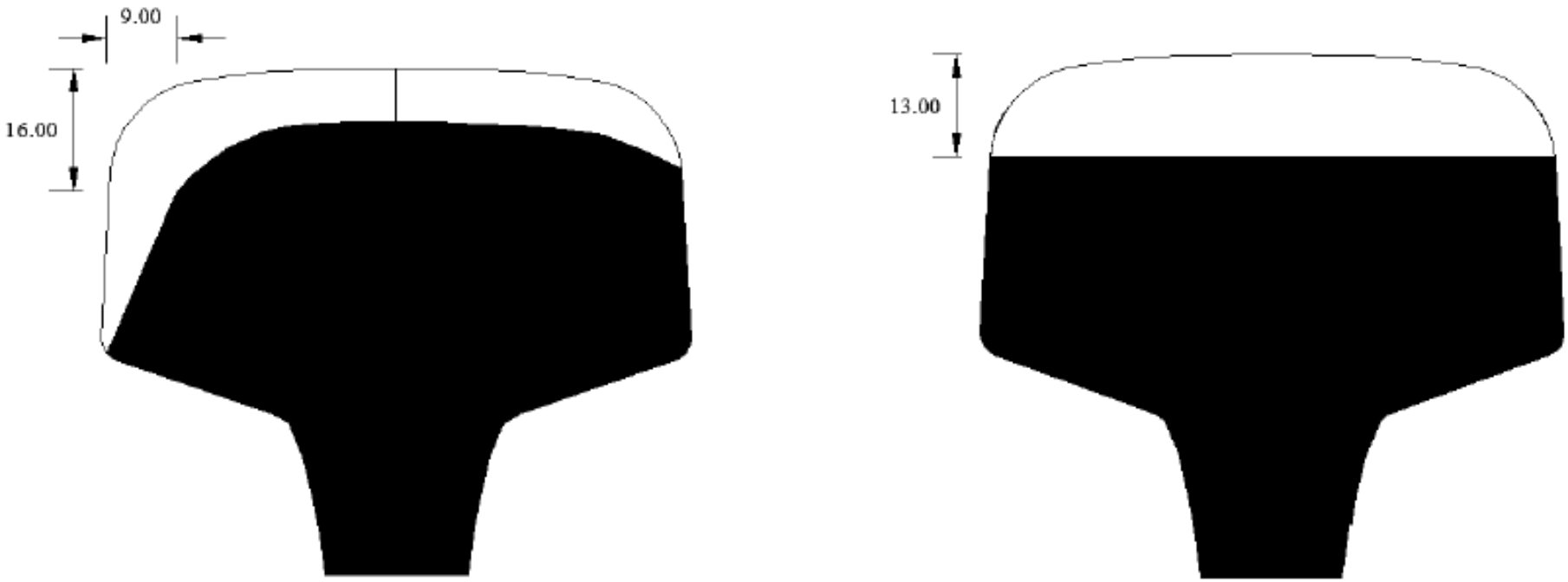
ราง 80 ปอนด์



ราง 100 ปอนด์



ราง UIC54



ราง UIC60

การตรวจสภาพทาง เพื่อความปลอดภัย

วางแผนในการบำรุงรักษาให้มีมิติถูกต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

การตรวจสภาพทางโดยพนักงานในเบื้องต้น เพื่อความปลอดภัย ได้แก่

1 การเดินตรวจทาง

2 การตรวจทางด้วยรถยนต์รางขนาดเบา

3 การตรวจทางโดยหัวรถจักร

4 การตรวจทางท้ายขบวน

การตรวจสภาพทางด้วยเครื่องมือตรวจ เพื่อวางแผนในการบำรุงรักษาให้มีมิติถูกต้องและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

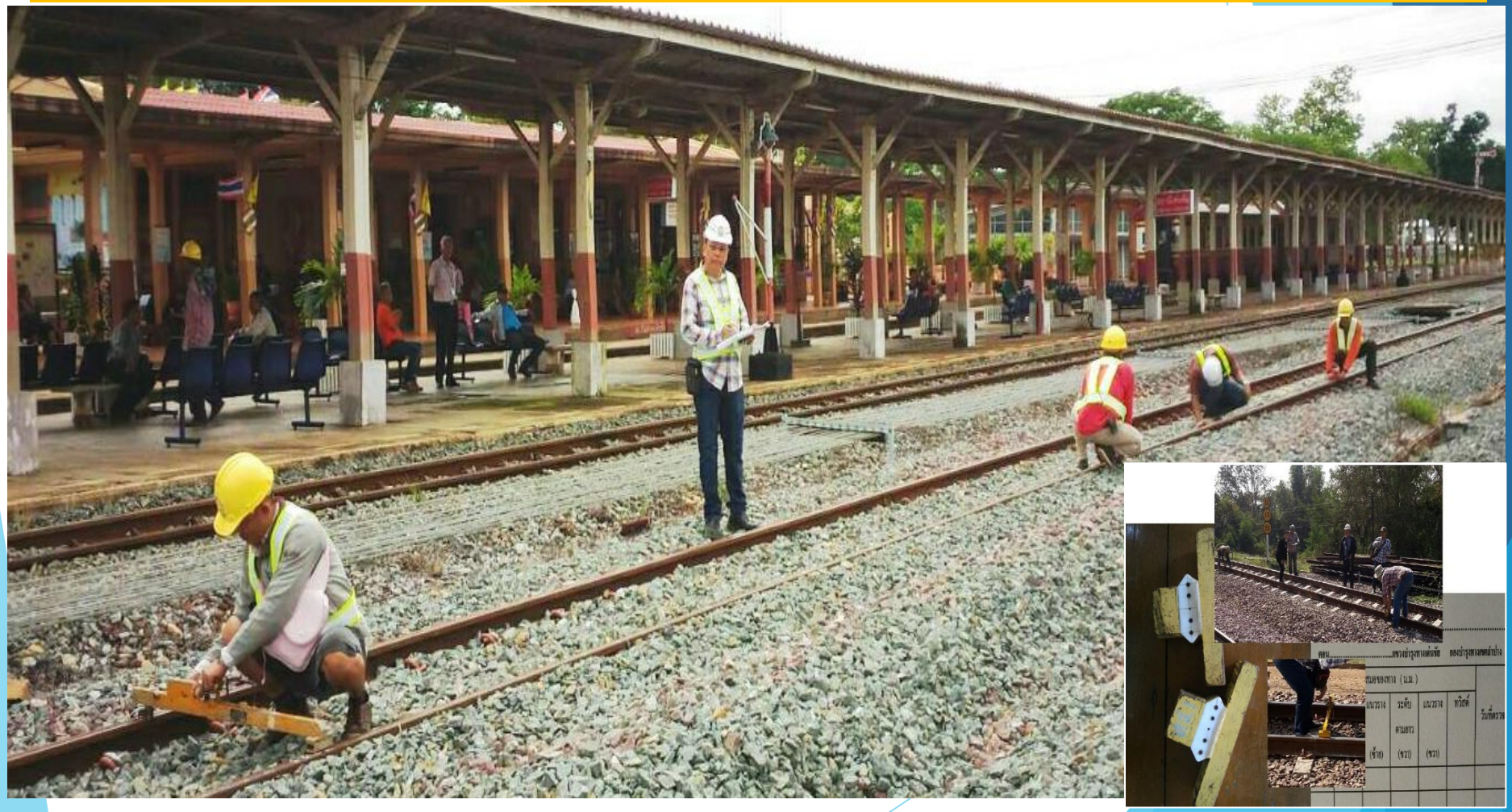
วัดสอบด้วยเส้นเชือก บันทึกค่าแล้วนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ

วัดสอบด้วยเครื่อง TGMค่าที่วัดได้จะประมวลผลใน PDA

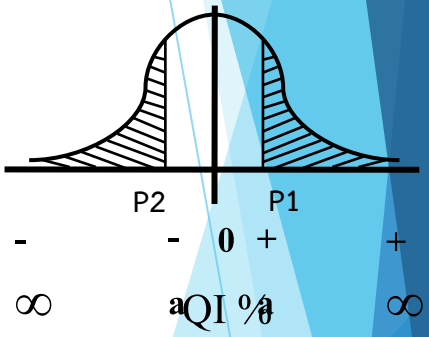
วัดสอบด้วยรถตรวจสภาพทาง EM 120

1. การตรวจมิติทางเรขาคณิต (Track geometry)

1.1 การวัดค่า คคค. ระดับตามยาวและแนวราง โดยใช้ไม้ง่ามและไม้โปรแทรกเตอร์



การตรวจสภาพทาง โดยใช้เส้นเชือกเอ็น ไม้โปร แทรกเตอร์ วัดหาค่าพิกัดคลาดเคลื่อน



ตัวอย่างที่ 1

ส. 12019
แบบ บท. 19

บัญชีความยื่ คคค. ของทาง กม. 580 ตัวนี้ของ ระยะทางตรง
นคร. สวทัน สบท. เส้นวัด วบข. ตำบล
วัดสอบ ตำแหน่ง

ชั้นของ คคค. (มม.)	คคค. x (มม.)	a = ± x มม. ของชั้น คคค.	ความถี่ f	fx (มม.)	x²	fx²
		$m = fx/N = 630/200 = 3.150$				
		$S_o^2 = fx^2/N = 5470/200 = 27.350$				
- 15.5 ถึง - 14.6	-15	$S = \sqrt{S_o^2 - m^2} = \sqrt{27.350 - (3.150)^2}$			225	
- 14.5 ถึง - 13.6	-14				196	
- 13.5 ถึง - 12.6	-13	= 4.175			169	
- 12.5 ถึง - 11.6	-12				144	
- 11.5 ถึง - 10.6	-11	Ordinate = $\frac{x - m}{S}$			121	
- 10.5 ถึง - 9.6	-10		1	-10	100	100
- 9.5 ถึง - 8.6	-9	= 2 -(3.150)			81	
- 8.5 ถึง - 7.6	-8	4.175			64	
- 7.5 ถึง - 6.6	-7	= -0.036			49	
- 6.5 ถึง - 5.6	-6	= -0.04	1	-6	36	36
- 5.5 ถึง - 4.6	-5		1	-5	25	25
- 4.5 ถึง - 3.6	-4	จากตาราง	1	-4	16	16
- 3.5 ถึง - 2.6	-3	P = 100-48.405	9	-27	9	81
- 2.5 ถึง - 1.6	-2		14	-28	4	56
- 1.5 ถึง - 0.6	-1	= 51.595%	19	-19	1	19
- 0.5 ถึง - 0.5	0		25	0	0	0
0.6 ถึง - 1.5	1		14	14	1	14
1.6 ถึง - 2.5	2	Ordinate = $\frac{x - m}{S}$	16	32	4	64
2.6 ถึง - 3.5	3		16	48	9	144
3.6 ถึง - 4.5	4	= - (3-3.150) / 4.175	20	80	16	320
4.6 ถึง - 5.5	5		17	85	25	425
5.6 ถึง - 6.5	6	= - 1.473	14	84	36	504
6.6 ถึง - 7.5	7	= - 1.47	13	91	49	637
7.6 ถึง - 8.5	8	จากตาราง P_T = 7.079%	11	88	64	704
8.6 ถึง - 9.5	9		7	63	81	567
9.6 ถึง - 10.5	10	$P = P_T + P_o$	3	30	100	300
10.6 ถึง - 11.5	11	= 51.595 + 7.079	3	33	121	363
11.6 ถึง - 12.5	12	= 58.674 %			144	
12.6 ถึง - 13.5	13		3	39	169	507
13.6 ถึง - 14.5	14		3	42	196	588
14.6 ถึง - 15.5	15				225	
รวม		จำนวนจุด (N = 200)	200	630		5,470

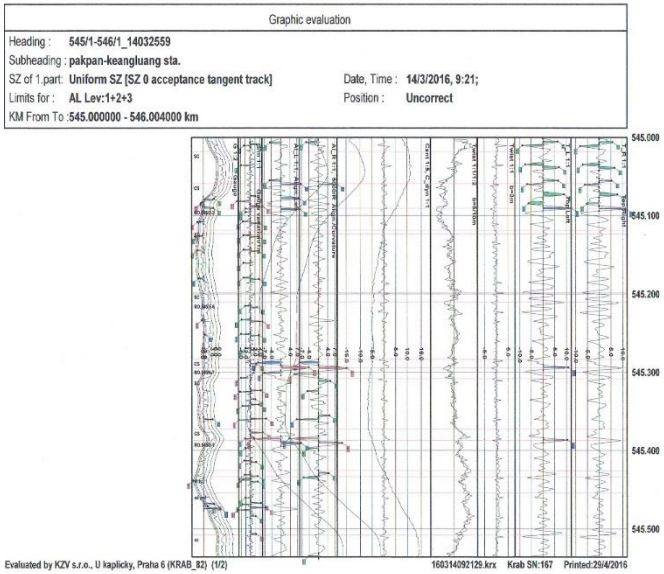
ตำแหน่ง ตรวจ

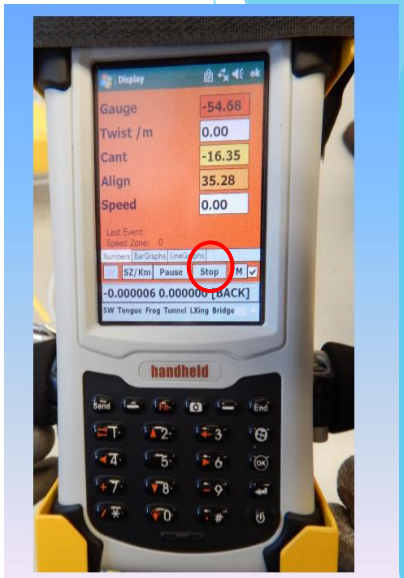
205

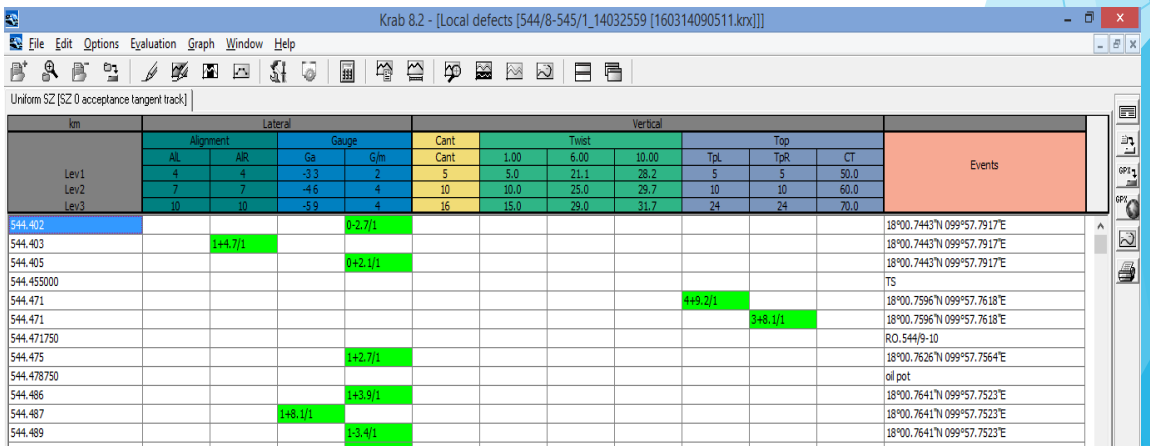
ค่า QI รวม

1. การตรวจมิติทางเรขาคณิต (Track geometry)

1.2 การวัดด้วย Track Geometry Measurement Trolley



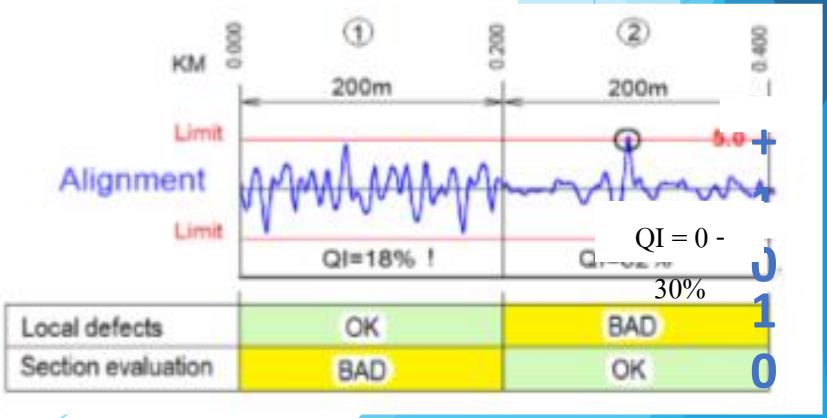




km	Lateral				Vertical							
	Alignment		Gauge		Cant	Twist			Top			Events
	AIL	AIR	Ga	G/m	Cant	1.00	6.00	10.00	TpL	TpR	CT	
Lev1	4	4	-3 3	2	5	5.0	21.1	28.2	5	5	50.0	
Lev2	7	7	-4 6	4	10	10.0	25.0	29.7	10	10	60.0	
Lev3	10	10	-5 9	4	16	15.0	29.0	31.7	24	24	70.0	
544.402				0-2.7/1								18°00.7443'N 099°57.7917'E
544.403		1+4.7/1										18°00.7443'N 099°57.7917'E
544.405				0+2.1/1								18°00.7443'N 099°57.7917'E
544.455000												TS
544.471									4+9.2/1			18°00.7596'N 099°57.7618'E
544.471										3+8.1/1		18°00.7596'N 099°57.7618'E
544.471750												RO.544/9-10
544.475				1+2.7/1								18°00.7626'N 099°57.7564'E
544.478750												oil pot
544.486				1+3.9/1								18°00.7641'N 099°57.7523'E
544.487			1+8.1/1									18°00.7641'N 099°57.7523'E
544.489				1-3.4/1								18°00.7641'N 099°57.7523'E

การตรวจสภาพทาง โดยTrack Geometry Measurement

วัดหาค่าพิกัดคลาดเคลื่อน



1. การตรวจมิติทางเรขาคณิต (Track geometry)

1.3 การวัดด้วยรถตรวจสภาพทาง ตท.2 (EM120 N)

EXCEPTION REPORT PAGE 194

437,1000 SUBDIVISION NORTH LINE SEGMENT 0124
Area Nong Tom TRACK 1
CLASS 1 KM SEQ UP
LOC. FROM Phrom Phiram LOC. TO Phichai
DATE 07.08.2018 FILE North Line 2-61_5.DRT

TRK	--FROM-- KM M	--TO-- KM M	LENGTH M	PARAMETER	MAXIMUM VALUE	EXCEPTION LOCATION	CLASS EXC THRES	SEV	T/C	GPS LAT	LONG
1	437,1000		KM 438 <1000>							[17.20436006	100.07823875 | 19]

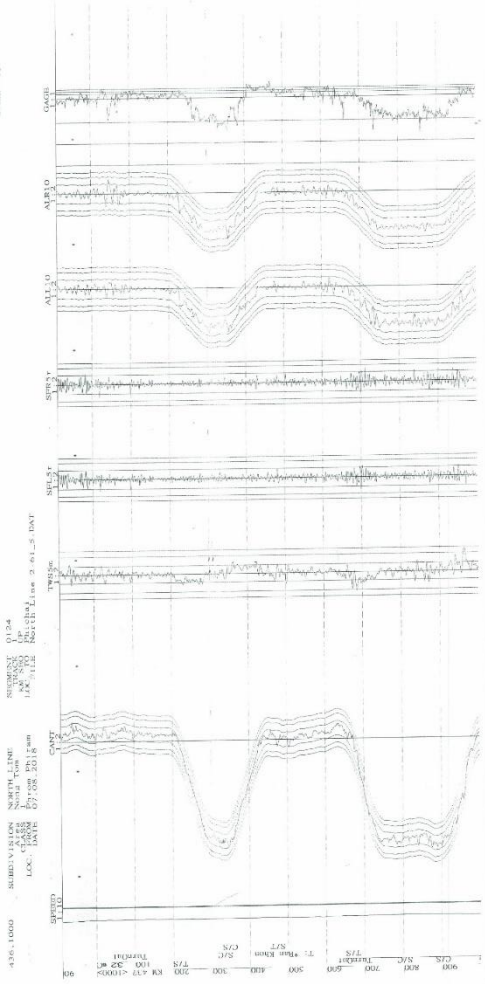
SUMMARY TRACK	--FROM-- KM M	--TO-- KM M	LENG	CLASS=1 LENGTH'COUNT	LENGTH'COUNT	LENGTH'COUNT
1	437,0	438,0	1000	ML	SL	EL
				56'11	0'0	0'0
				33'11	0'0	0'0
				8'4	0'0	0'0
				11'5	0'0	0'0
				6'6	0'0	0'0
				7'7	0'0	0'0
				93'26	6'2	0'0
				221'27	115'19	41'7

**** SUMMARY 437/0 ------> 438/0 = 1000

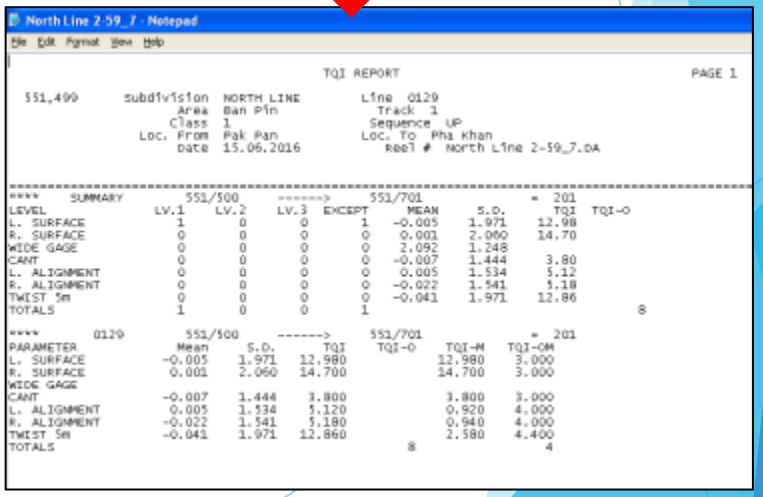
LEVEL	LV.1	LV.2	LV.3	EXCEPT	MEAN	S.D.	TQI	TQI-0
L. SURFACE	6	0	0	6	0.000	2.078	14.98	
R. SURFACE	7	0	0	7	0.002	2.299	19.36	
WIDE GAGE	56	0	0	11	2.171	4.775		
CANT	33	0	0	11	0.029	2.520	23.61	
L. ALIGNMENT	8	0	0	4	0.013	2.426	21.68	
R. ALIGNMENT	11	0	0	5	0.011	2.287	19.19	
TWIST 5m	93	6	0	28	-0.009	4.231	48.09	
TOTALS	214	6	0	72				26

TQI (10.00)	GAGE	Alravg	CANTr	TWS5m	SUPavg	TOTAL
0 200	20.98	23.73	16.54	23.14	18.28	102.66
200 400	48.10	23.77	24.70	46.45	13.26	156.29
400 600	16.35	15.78	23.29	33.21	18.13	106.77
600 800	41.83	24.30	26.65	40.94	27.07	160.79
800 1000	40.03	19.49	31.91	47.74	25.79	164.97
437,0 438,0	47.75	21.68	25.21	42.31	21.14	158.10

1 438,19 S/T [17.20453223 | 100.07828354 | 19]



รถตรวจสภาพทาง (Track Evaluation Car)

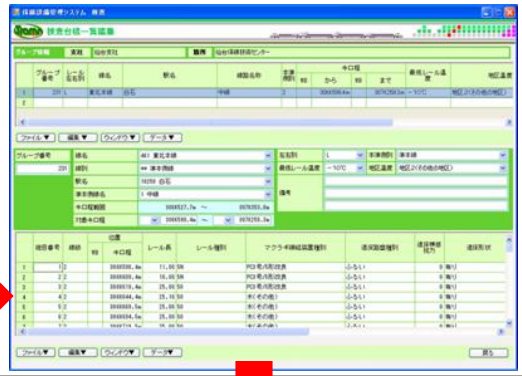


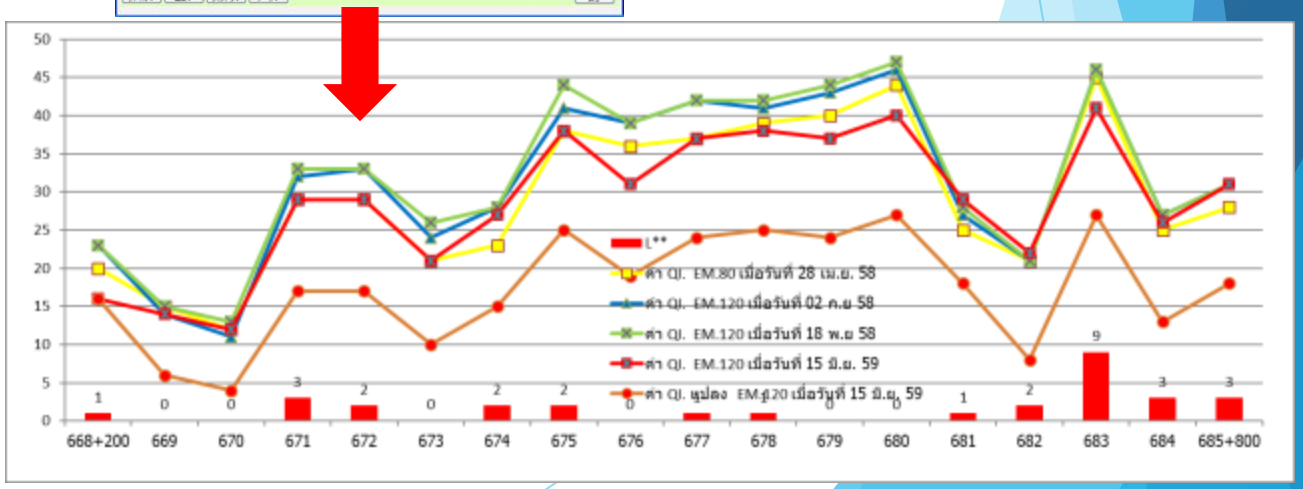
North Line 2-59_7 - Notepad

File Edit Format View Help

```
                                        TQI REPORT                                                    PAGE 1

 551,499      Subdivision  NORTH LINE        Line  0129
                  Area     Ban Pin             Track  1
                 Class     1                  Sequence  UP
              Loc. From    Pak Pan            Loc. To  Pha Khan
                   Date    15.06.2016            Reel #  North Line 2-59_7.DA


****     SUMMARY        551/500      ------>     551/701                 =  201
LEVEL                LV.1     LV.2     LV.3  EXCEPT     MEAN      S.D.      TQI  TQI-O
L. SURFACE             1        0        0       1   -0.005     1.971    12.98
R. SURFACE             0        0        0       0    0.001     2.060    14.70
WIDE GAGE              0        0        0       0    2.092     1.248
CANT                   0        0        0       0   -0.007     1.444     3.80
L. ALIGNMENT           0        0        0       0    0.005     1.534     5.12
R. ALIGNMENT           0        0        0       0   -0.022     1.541     5.18
TWIST 5m               0        0        0       0   -0.041     1.971    12.86
TOTALS                 1        0        0       1                                    8

****        0129        551/500       ------>     551/701                 =  201
PARAMETER                Mean      S.D.      TQI    TQI-O      TQI-M    TQI-OM
L. SURFACE             -0.005     1.971   12.980            12.980     3.000
R. SURFACE              0.001     2.060   14.700            14.700     3.000
WIDE GAGE
CANT                   -0.007     1.444    3.800             3.800     3.000
L. ALIGNMENT            0.005     1.534    5.120             0.920     4.000
R. ALIGNMENT           -0.022     1.541    5.180             0.940     4.000
TWIST 5m               -0.041     1.971   12.860             2.580     4.400
TOTALS                                                  8                    4
```

วิเคราะห์สภาพทางแล้ววางแผนซ่อมบำรุง ให้สอดคล้องกับอัตราเสื่อม



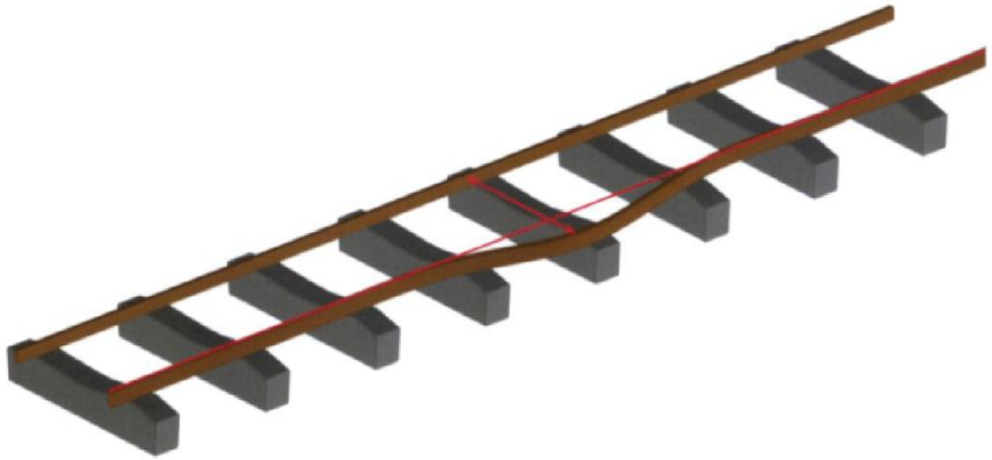


มิติทางเรขาคณิต (Track geometry) ประกอบด้วย 5 รายการ ดังนี้

1. ขนาดทาง (Gauge)
2. ระดับตามยาว (Longitudinal level หรือ Surface)
3. แนวราง (Alignment)
4. ระดับตามขวาง(Cross level)
5. ค่าทวิสต์ (Twist)

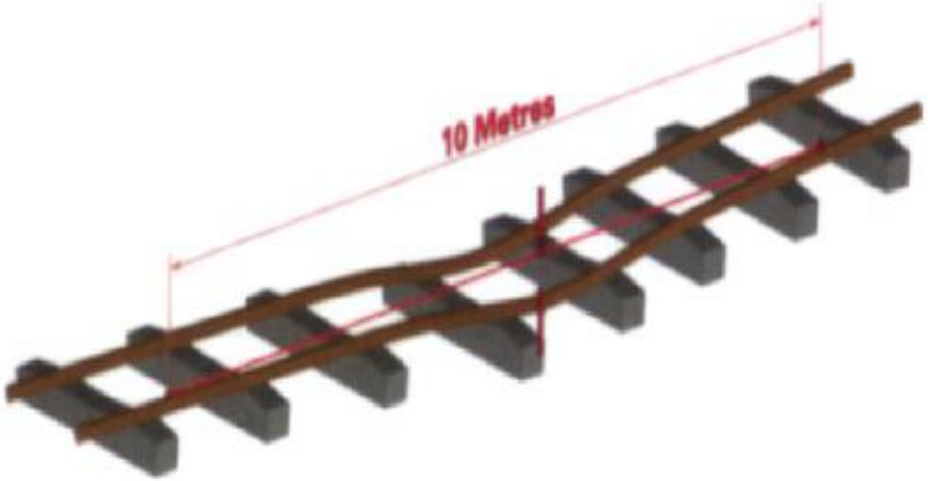
มิติทางเรขาคณิต (Track geometry)

1.ขนาดทาง (Gauge)



มิติทางเรขาคณิต (Track geometry)

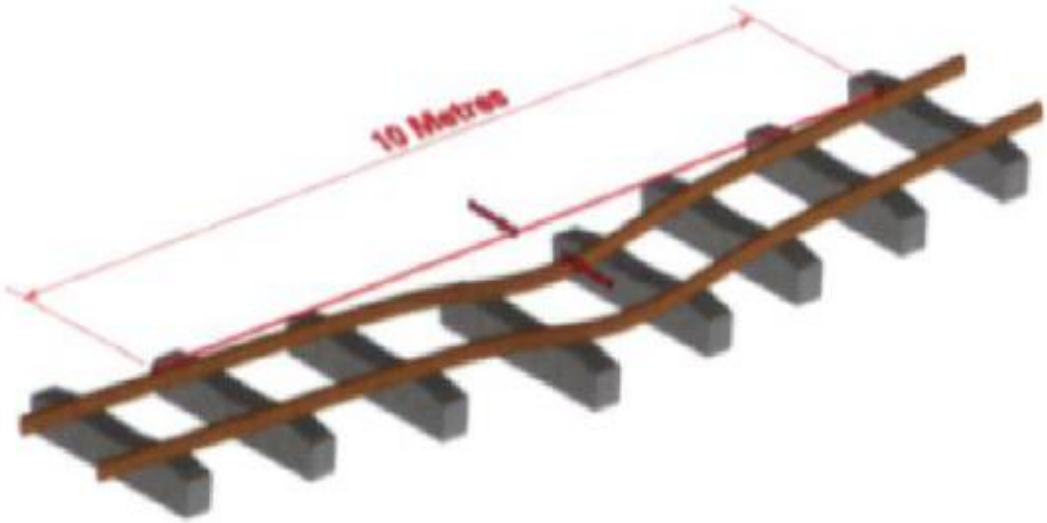
2.ระดับตามยาว (Longitudinal level หรือ Surface)



Surface Defect

มิติทางเรขาคณิต (Track geometry)

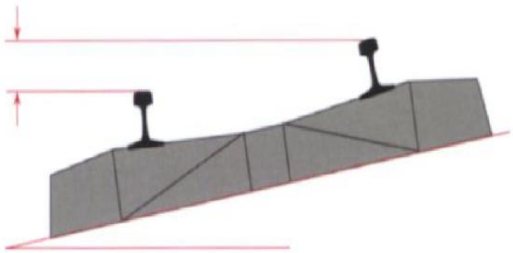
3. แนวราง (Alignment)

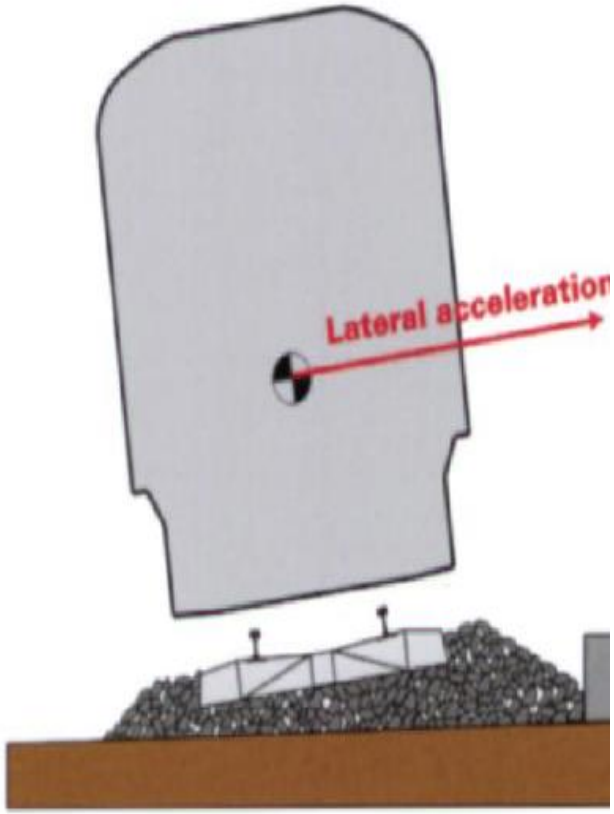


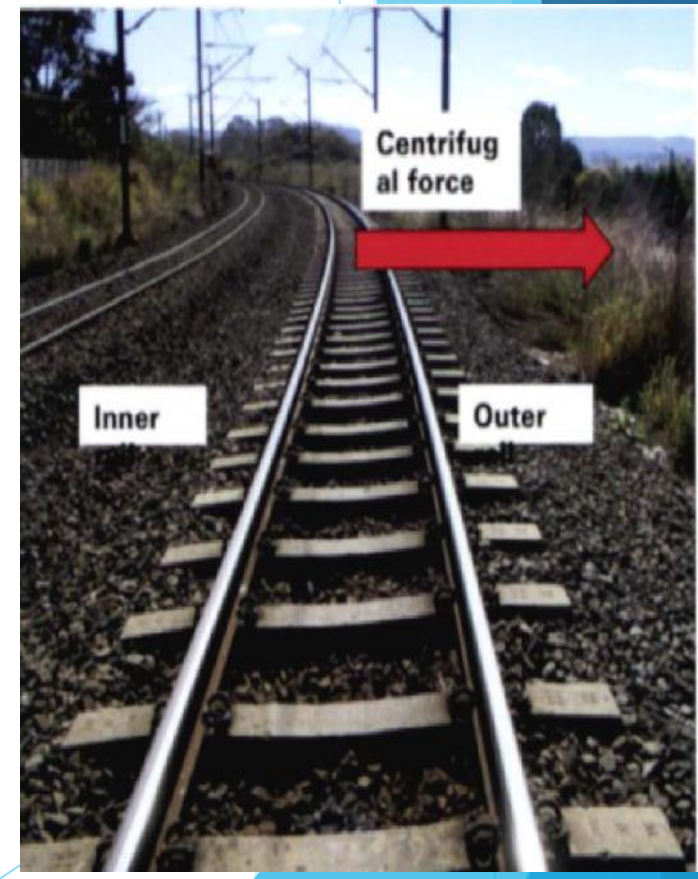
Alignment Defect

มิติทางเรขาคณิต (Track geometry)

4.ระดับตามขวาง(Cross level)

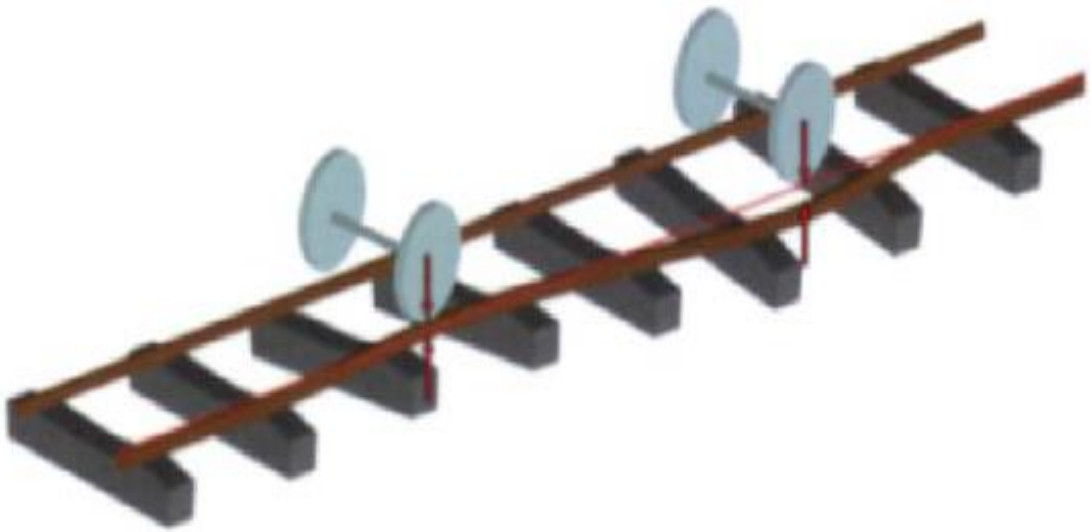






มิติทางเรขาคณิต (Track geometry)

5.ค่าทวิสต์ (Twist)



วางแผนดำเนินการการซ่อมทาง

งานอัดหินด้วยรถอัดหิน

อัดหินเฉพาะต่อ

หลัง 3 – 6 เดือน

(วาระ 3 เดือน)

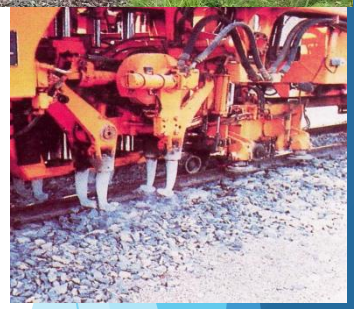
ซ่อมหนักเสริม

คอสะพาน,ทางผ่าน

หน้า-ท้าย ประแจ

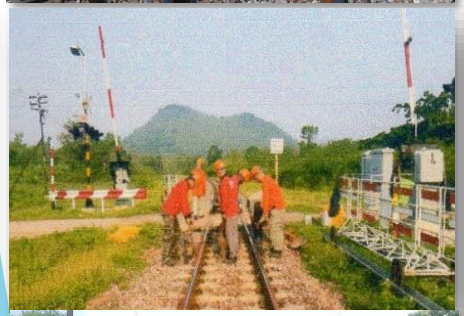
หลัง 6 เดือน

(วาระ 6 เดือน)



หลัง 6 เดือน

(วาระ 6 เดือน)



ซ่อมหนักเสริม

โค้งแคบ R 400 ม ลงมา

หรือ ซ่อมเบาเสริม

ทางเสีย QI>30% โค้ง

กว้าง R > 400 ม

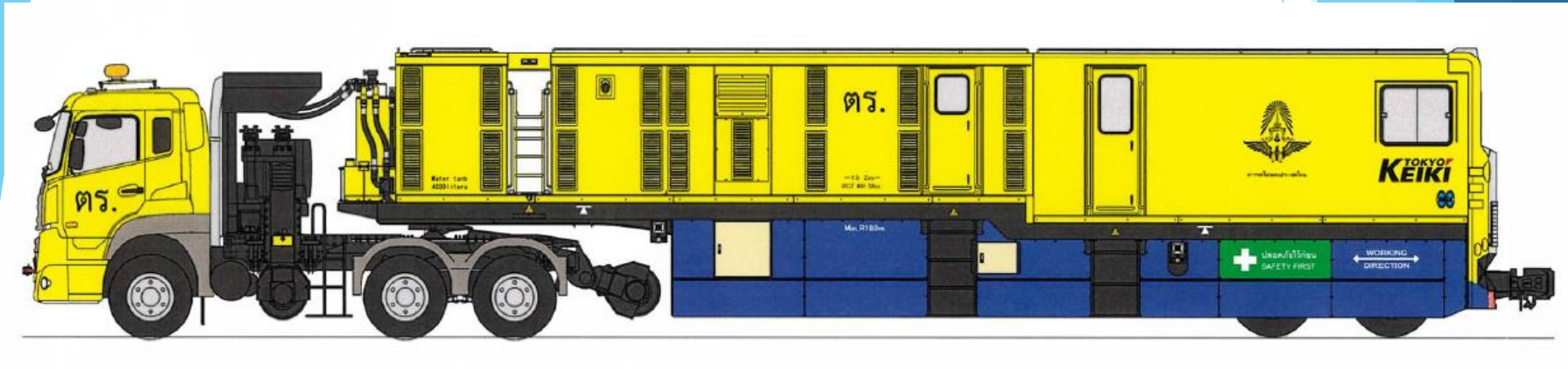
รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว

Laser Sled Probe (RRTU)

ตร.1

รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว

Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1



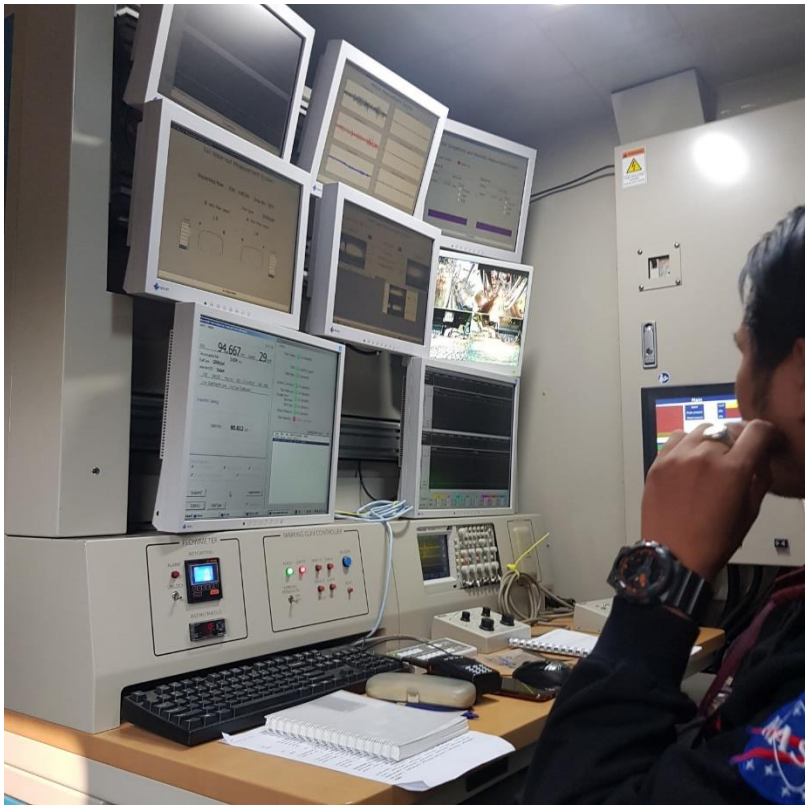
รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ ส่วนรถบรรทุกและส่วนหัวรถจักร สามารถควบคุมการเปลี่ยนระบบการทำงานให้สามารถวิ่งในถนนและบนรางได้

โดย รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว เป็นการนำเอาเทคโนโลยีการของชุดวัดอุลตร้าโซนิค หลายแบบมาใช้ในการตรวจสอบรางรถไฟ รวมถึงเทคโนโลยี่การวัด Rail Wear-out / Joint Gap / Motion Logger / Waviness & Straightness และ Bottom Crossion เพื่อนำมาประเมินว่ามีความเสียหายของทางอย่างไร และใช้ในการวางแผนการซ่อมบำรุงรางรถไฟต่อไป สามารถใช้กับขนาดทาง 1000 มม และ 1435 มม.

รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว

Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1

ห้องควบคุมการทำงาน



รูปแสดงพื้นที่การควบคุมชุดวัด

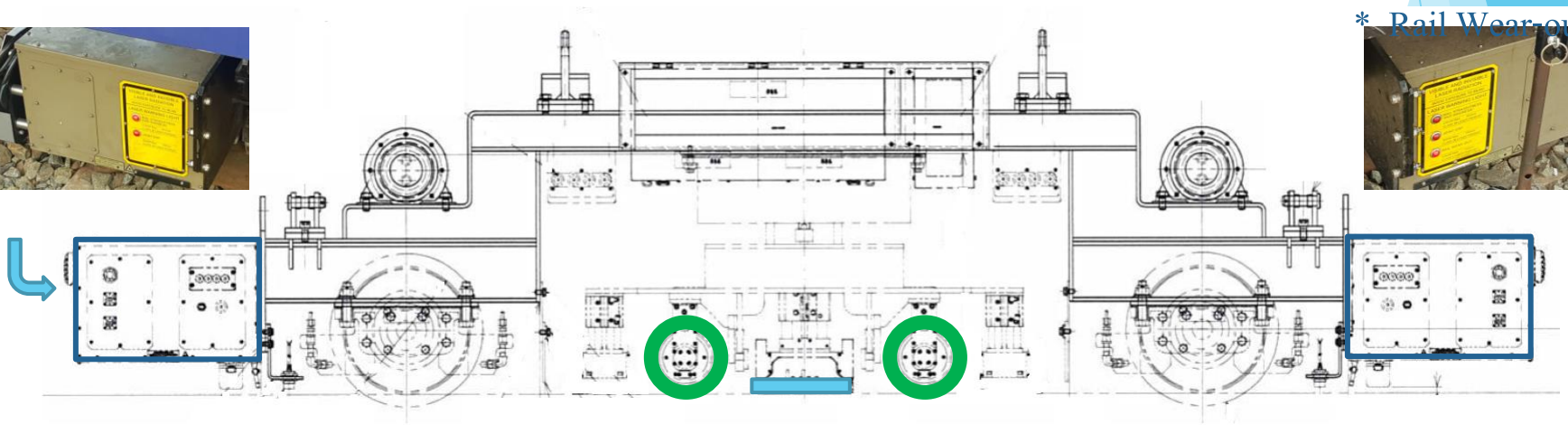
รูปแสดงการควบคุมการเคลื่อนที่

รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1

ตำแหน่งและอุปกรณ์สำหรับการวัด

* Rail Straightness and Waviness
* Joint Gap

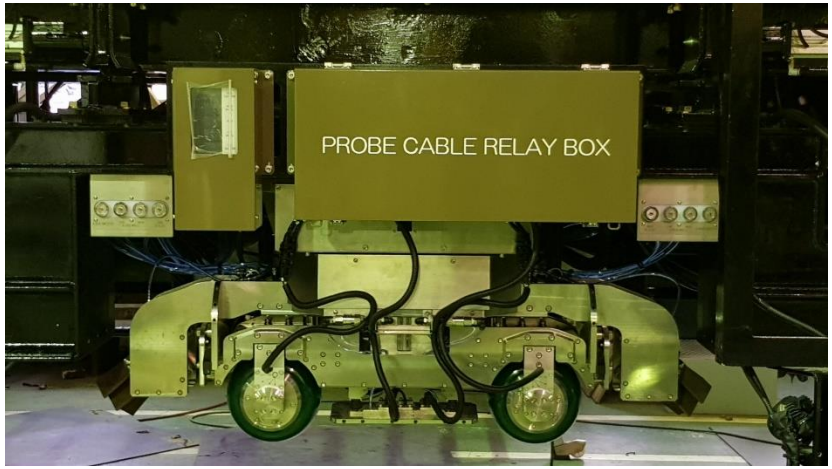
* Rail Straightness and Waviness
* Joint Gap
* Rail Wear-out

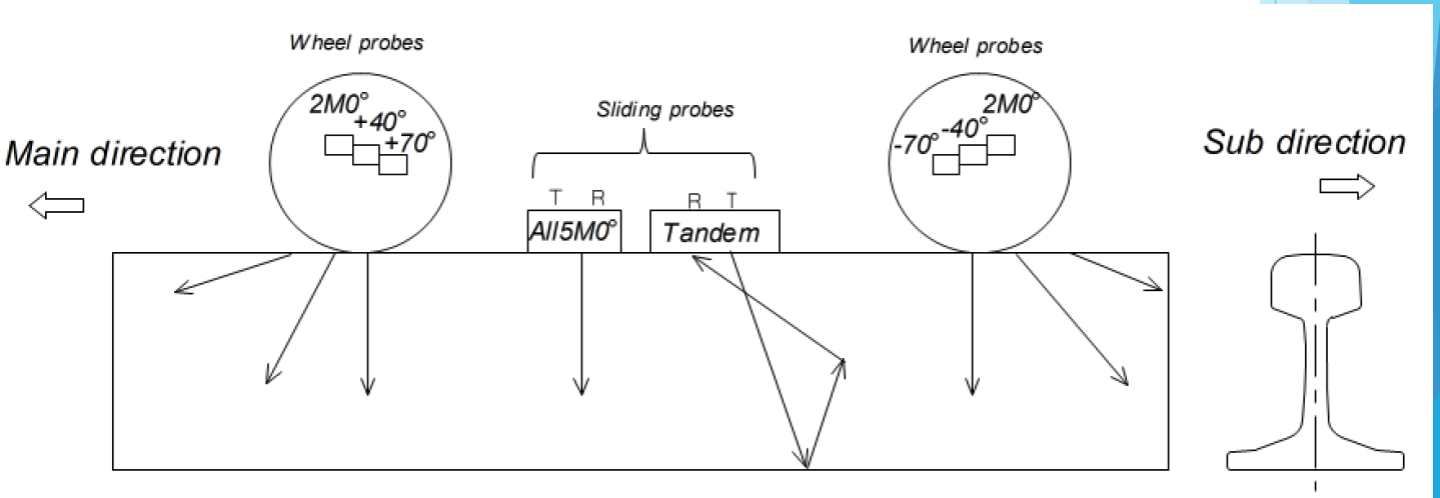


* Sliding Probe
* Wheel Probe

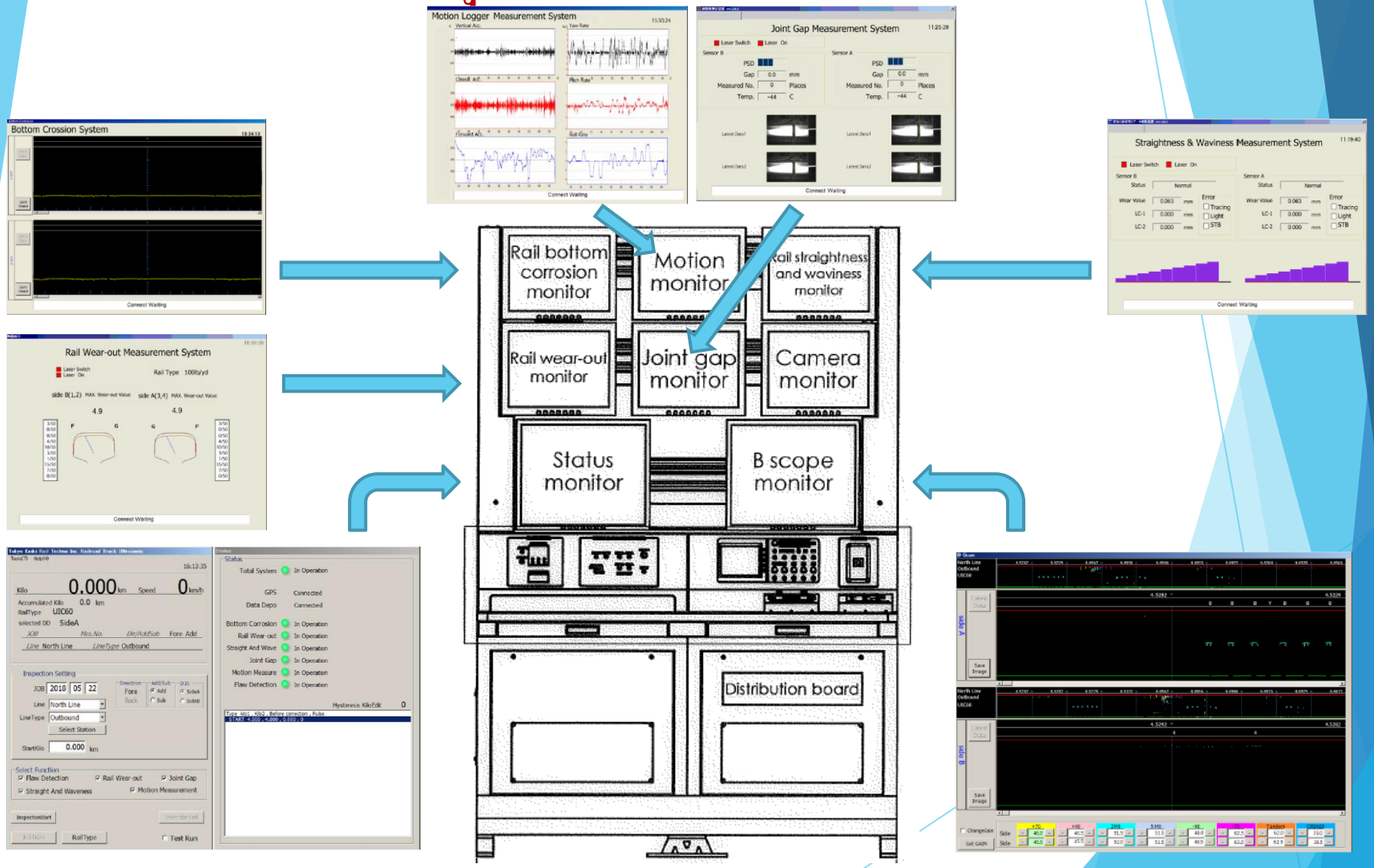
รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1

ตำแหน่งและอุปกรณ์สำหรับการวัด



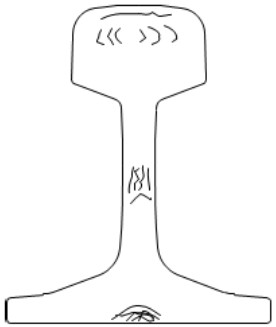


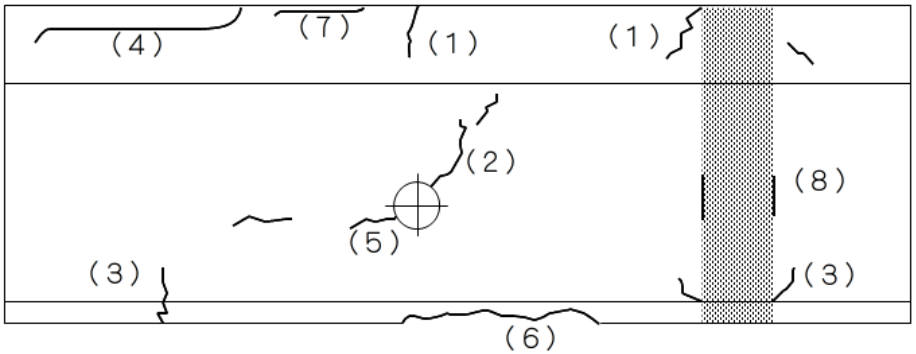
รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1



รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1

โปรแกรม **Flaw Detection**



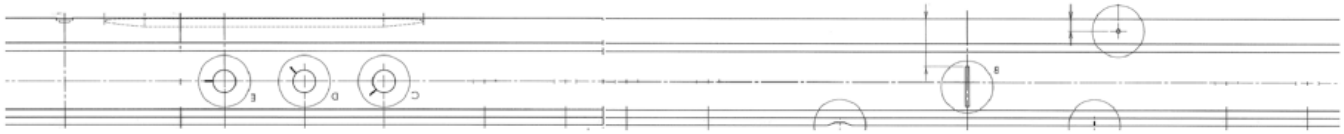


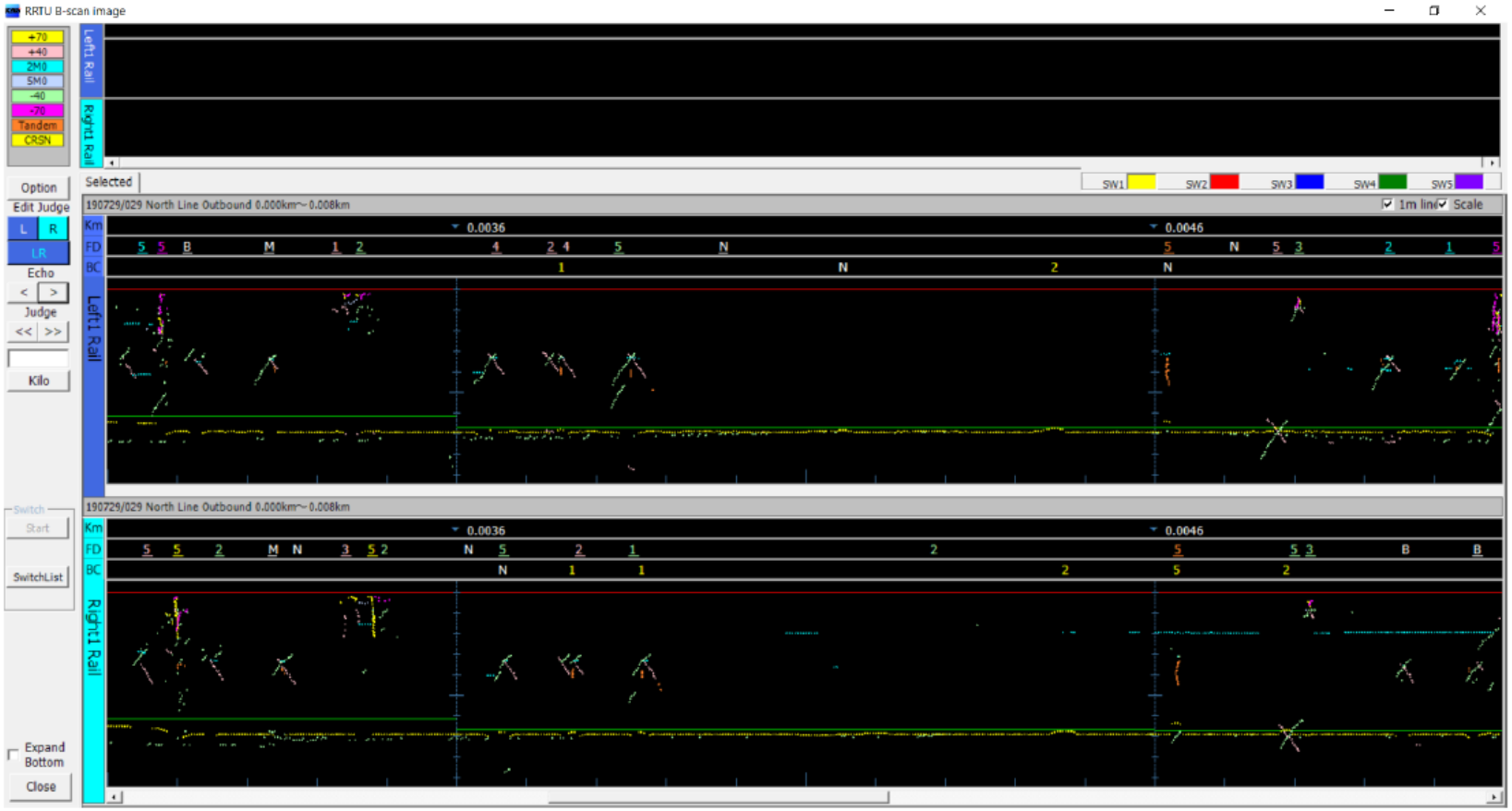
ลักษณะข้อบกพร่องที่จะพบในราง

(1) Head transverse crack
(2) Middle transverse crack
(3) Bottom transverse crack
(4) Head horizontal crack
(5) Middle horizontal crack
(6) Bottom corrosion
(7) Small shelling 10 mm or larger
(8) Welding defect (middle)

รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1

รูปเปรียบเทียบที่ได้จากราง
Calibration

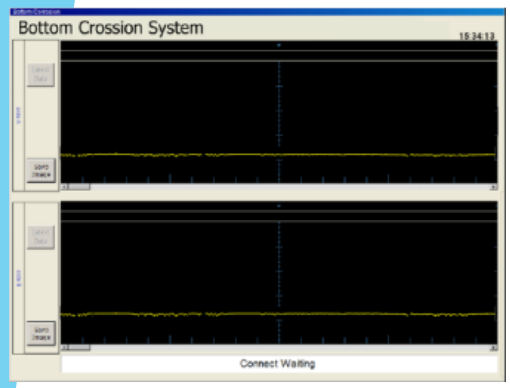




รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1

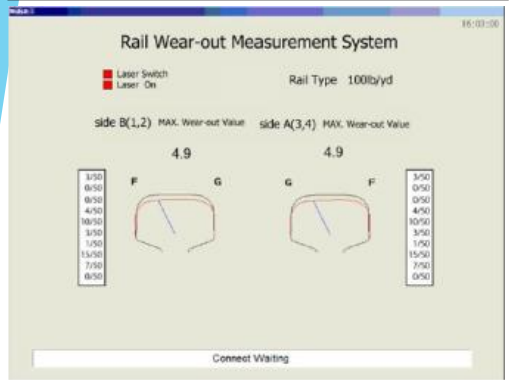
โปรแกรม Bottom Crossion

ลักษณะข้อบกพร่องที่จะพบในบริเวณใต้ราง เช่นโพรงน้ำขัง ทำให้เกิดสนิมใต้ราง

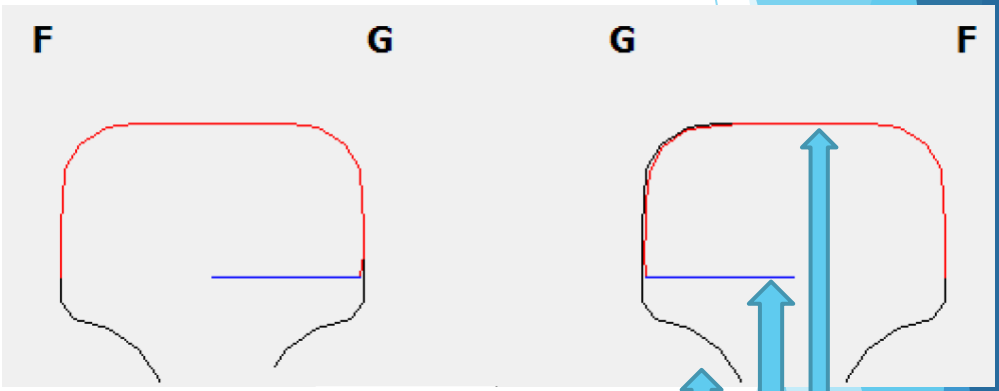


รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1

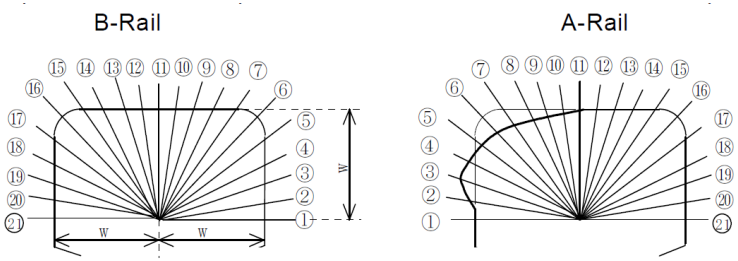
โปรแกรม Rail Wear- out



แนวทางการวิเคราะห์การอ่านค่า



ใช้ Laser ในการอ่านค่า 21 จุด / หัวราง



W: Half of width of rail head.

เส้นสีดำ จะเป็นขนาด Profile ที่เราเลือกไว้

เส้นสีฟ้า จะเป็นขนาดที่ต่ำที่สุดที่วัดได้

เส้นสีแดง จะเป็นขนาด Profile ที่อุปกรณ์วัดได้จริง

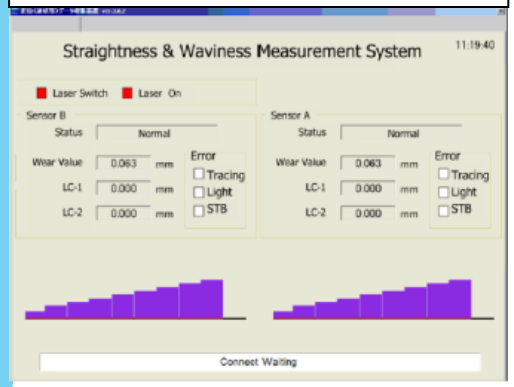
ตัวอักษร F คือหัวรางด้านนอกราง

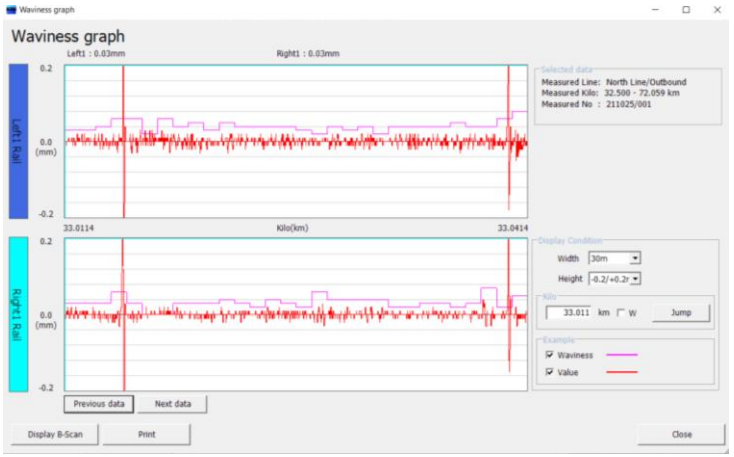
ตัวอักษร G คือหัวรางด้านในของราง

สามารถเลือกเก็บข้อมูลเพื่อใช้วิเคราะห์แบบ 1 m, 3 m และ 10 m ได้

รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1

โปรแกรม Straightness & Waviness

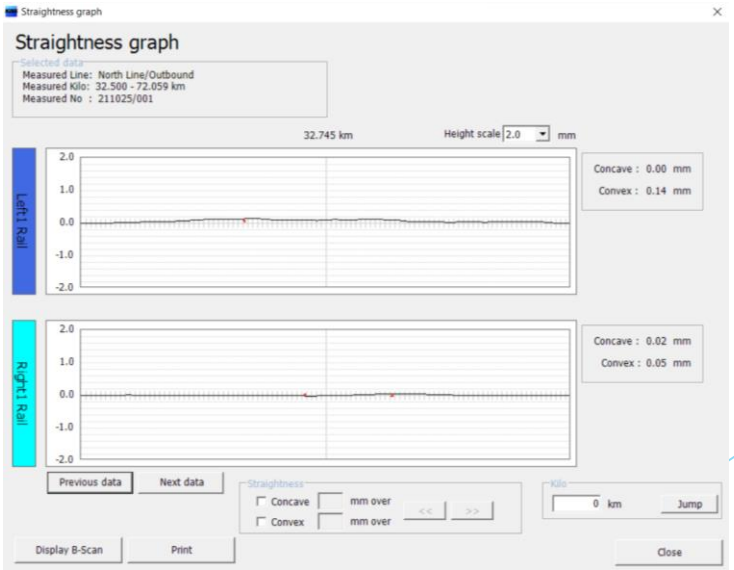




รูปแสดงผลของวัดค่า

* ความเป็นคลื่นบนสันราง

- สามารถเลือกความยาว(m)ได้
- สามารถเลือกความสูง + - (mm)ได้



รูปแสดงผลของวัดค่า

* ความตรงระดับบนสันราง

- สามารถเลือกความสูงสเกล(mm)ได้
- สามารถเลือก

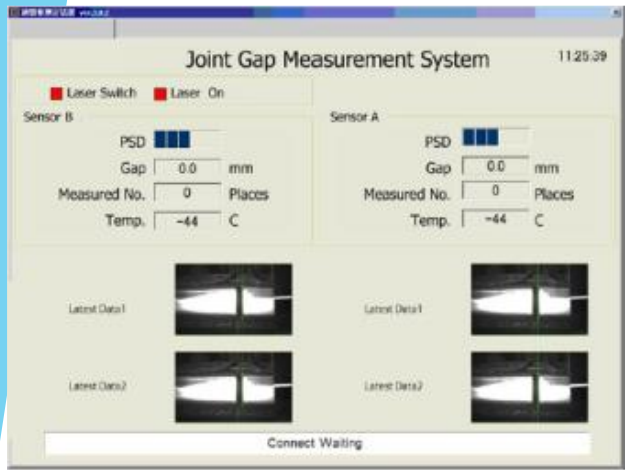
แสดงความเว้า (mm) ได้

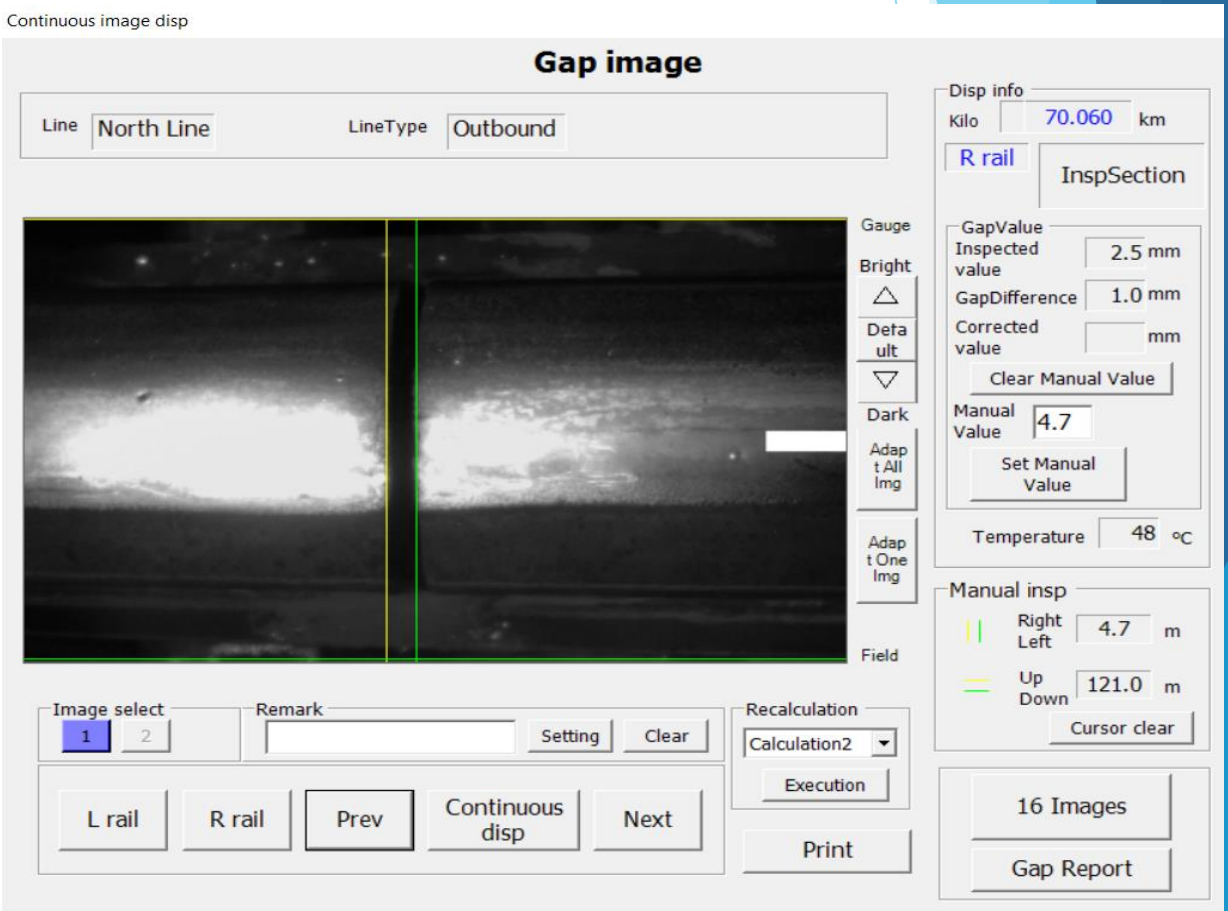
แสดงความนูน (mm) ได้

รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1

โปรแกรม Joint Gap

รูปแสดงระยะห่างของ Joint Gap จะแสดงภาพถ่าย ขนาดที่วัดได้และอุณหภูมิของราง

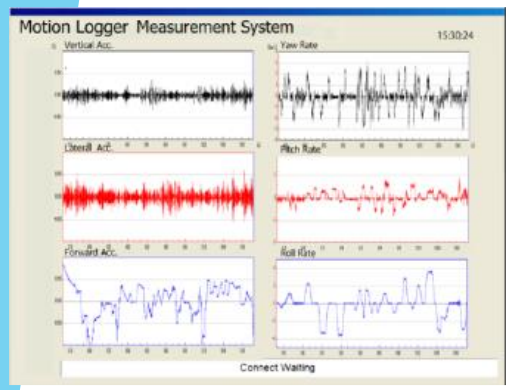




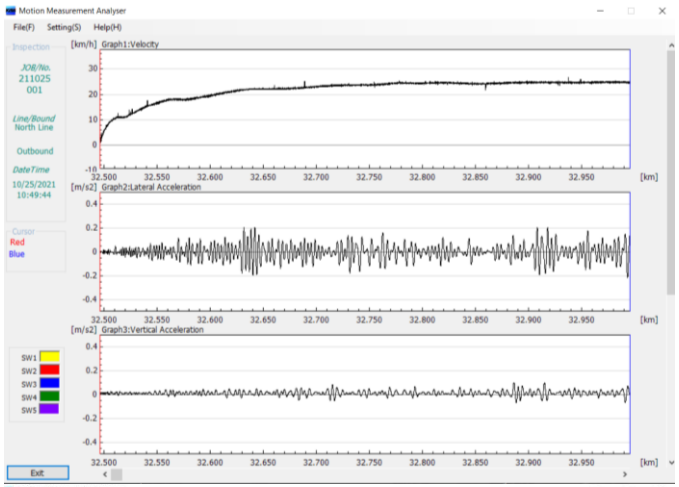
รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว

Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1

โปรแกรม Motion Logger



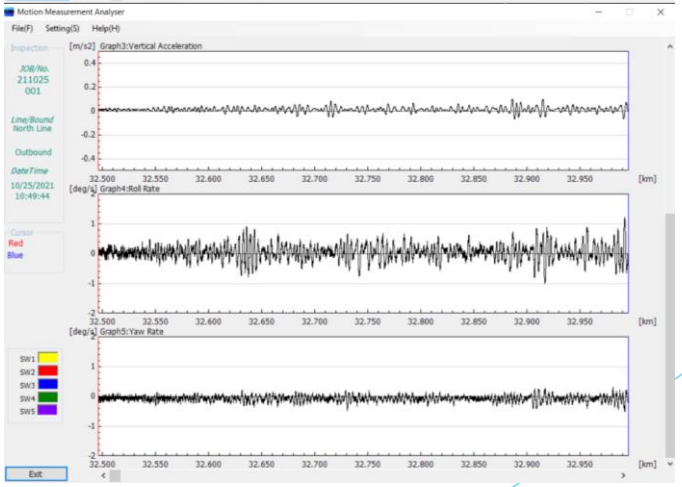
รูปกราฟแสดงผลของวัดค่า



กราฟแสดงค่าความเร็ว Km/h

กราฟแสดงค่าความเร่ง ด้านข้าง m/s^2

กราฟแสดงค่าความเร่ง ในแนวตั้ง m/s^2



กราฟแสดงค่าความเร่ง ในแนวตั้ง m/s^2

กราฟแสดงองศาการหมุน deg/s

กราฟแสดงองศาการส่าย deg/s

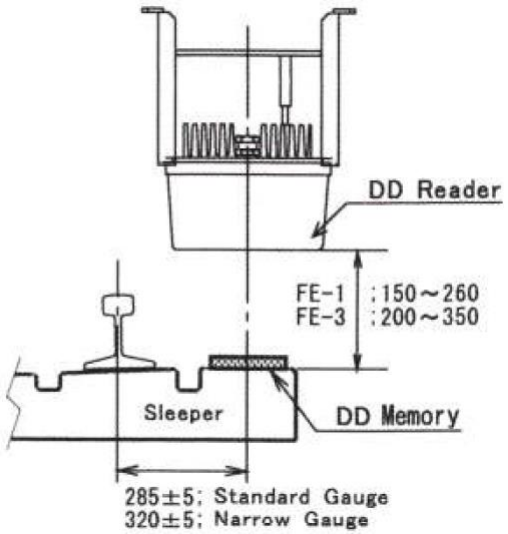
รถไฟกึ่งรถบรรทุกตรวจรางร้าว

Laser Sled Probe (RRTU) ตร.1

Data Depot

รูปแสดงอุปกรณ์ระบุ กิโลเมตร

- Example Installation Position



รถไฟกึ่งรถบรรทุกเจียรรางแบบ Milling

Rail Road Truck Milling (RRTM)

จร.1

รถไฟกึ่งรถบรรทุกเจียรรางแบบ Milling

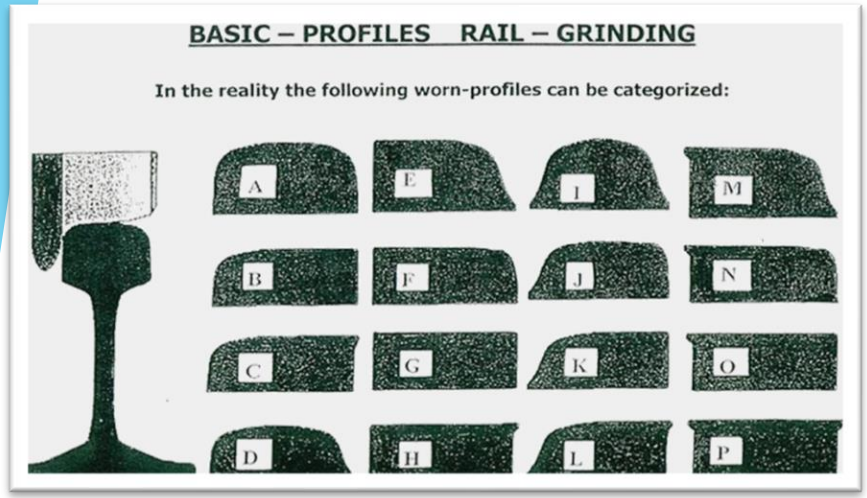
Rail Road Truck Milling (RRTM) จร.1

รถไฟกึ่งรถบรรทุกเจียรรางแบบ Milling มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ ส่วนรถบรรทุก และส่วนหัวรถจักร สามารถควบคุมการเปลี่ยนระบบการทำงานให้สามารถวิ่งในถนนและบนรางได้ โดยรถไฟกึ่งรถบรรทุกเจียรรางแบบ Milling เป็นการนำเอาเทคโนโลยีการตัดเฉือน และการเจียร มาใช้ในการปรับแต่งพื้นผิวที่ชำรุดให้ได้โปรไฟล์ของรางดังเดิมบนเส้นทางรถไฟ สามารถใช้กับขนาดทาง 1000 มม และ 1435 มม.

รถไฟกึ่งรถบรรทุกเจียรรางแบบ Milling

Rail Road Truck Milling (RRTM) จร.1

แบบโปรไฟล์หัวรางรถไฟ



ลักษณะความเสียหายของหัวรางรถไฟ

รถเจียรราง (Grinding&Milling)

- Preventive กรณีรางมีแผลลึก 0.1-0.3 มม.
- Correcttive กรณีรางมีแผลลึก 0.3-3 มม.

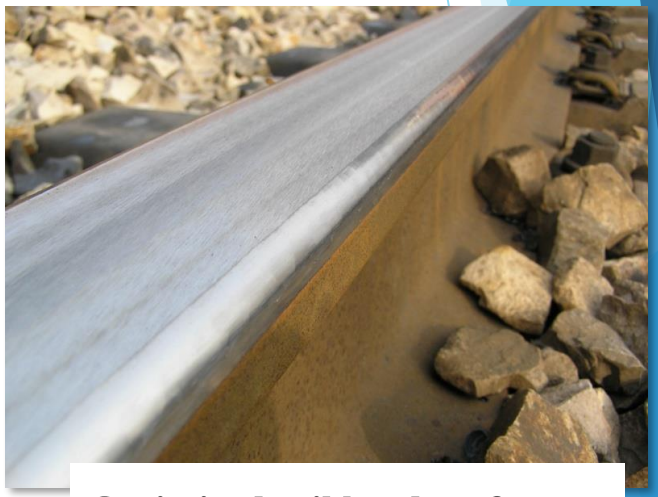
การทำงานของรถเจียรราง (Grinding&Milling)

รถไฟกึ่งรถบรรทุกเจียรรางแบบ Milling

Rail Road Truck Milling (RRTM) จร.1

Milling head

Grinding disc



Optimized rail head surface

รถไฟกึ่งรถบรรทุกเจียรรางแบบ Milling

Rail Road Truck Milling (RRTM) จร.1

โปรไฟล์รางรถไฟหลังปรับแต่งสภาพผิว

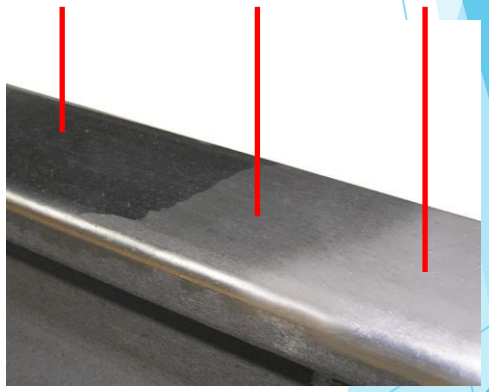
รถไฟกึ่งรถบรรทุกเจียรรางแบบ Milling

Rail Road Truck Milling (RRTM) จร.1

เปรียบเทียบโปรไฟล์รางรถไฟ
ก่อน-หลังปรับแต่งสภาพผิว

โปรไฟร์ก่อนการทำ

โปรไฟร์หลังการทำ



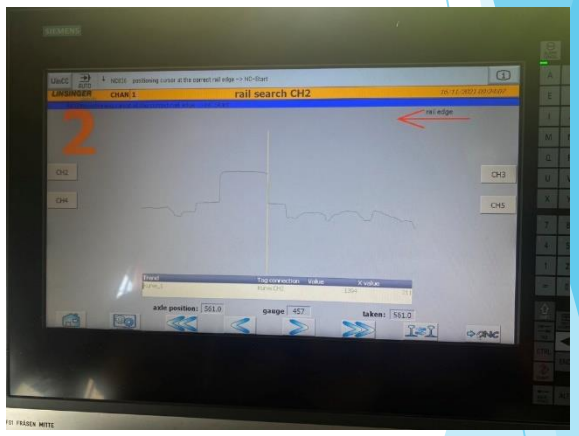
ลักษณะผิวที่ได้ในแต่ละขั้นตอน

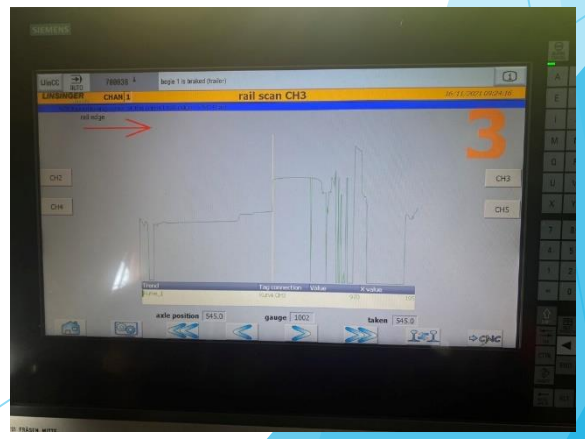
รถไฟกึ่งรถบรรทุกเจียรรางแบบ Milling

Rail Road Truck Milling (RRTM) จร.1

ห้องควบคุมที่ทันสมัย

การวัดขอบรางด้านในเพื่อหาจุดอ้างอิง ด้วย Laser

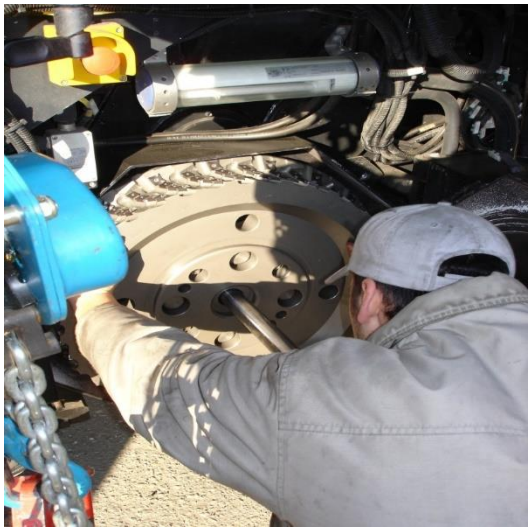


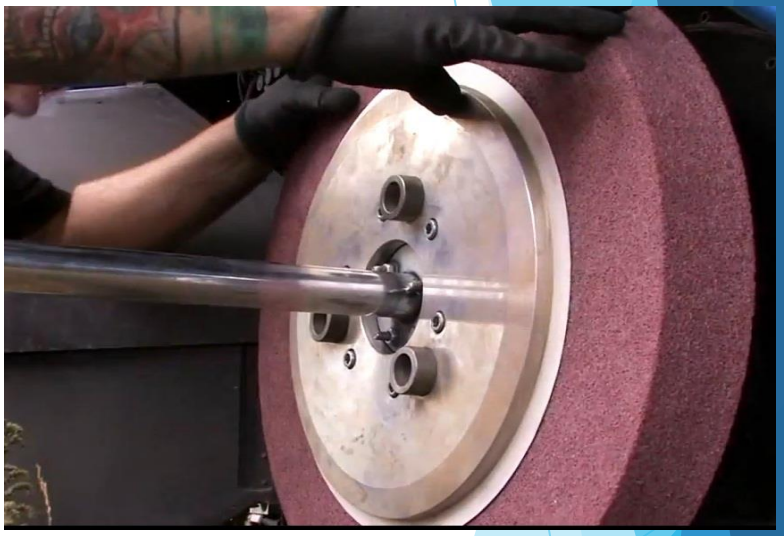


รถไฟกึ่งรถบรรทุกเจียรรางแบบ Milling

Rail Road Truck Milling (RRTM) จร.1

สามารถเปลี่ยนชุด Milling และ Grinding นอกสถานที่ได้





ระบบดูดเศษเหล็กและผงเหล็กจากการตัดเฉือนและเจียรนัย

รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle one pass only (TIMT)

อป.1

รถอเนกประสงค์ Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT)

อป.1

GPR System

สามารถตรวจวัดความลึกของชั้นหิน ความสกปรก ความชื้น และความคงตัวของชั้นหิน ใต้รางรถไฟได้

รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT)

อป.1

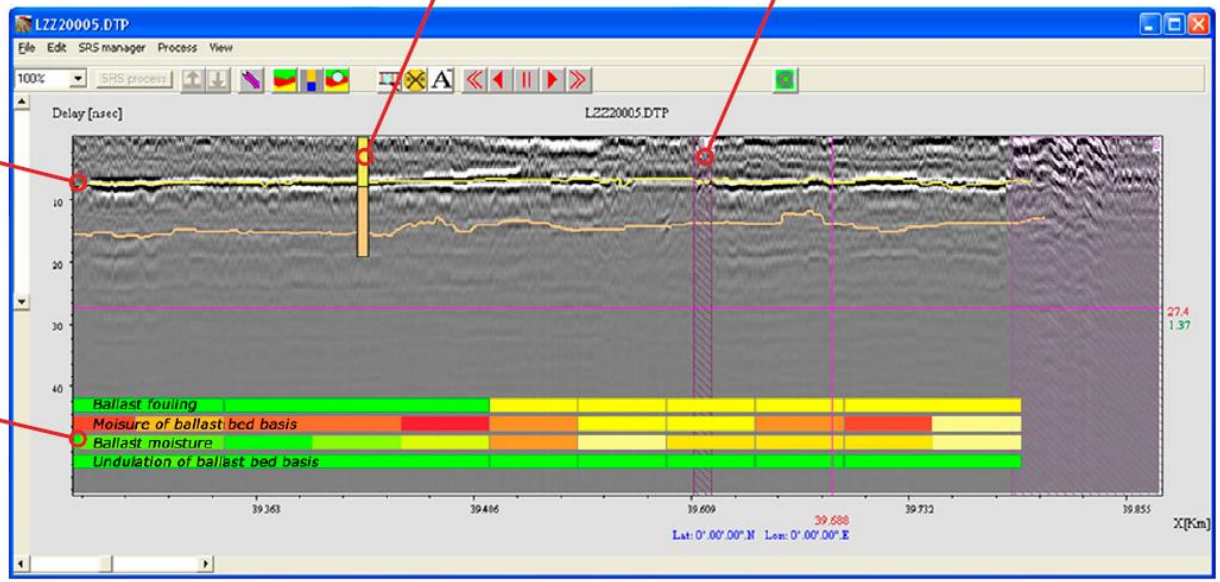
DPA DATA ANALYZER

Calibration with core samples

Asset

Automatic tracking of ballast interfaces

Automatic interpretation of ballast status



Layer	Moisture	Ballast fouling	Undulation of ballast bed basis	Assets
Top ballast	No ballast	No ballast	No ballast	Bridge
Ballast	Dry	Clean	Even	Level crossing
Sub ballast	Humid	Mostly clean	Undulated	Switch
Subgrade	Humid to wet	Slightly fouled	Settlement	Tunnel
	Wet	Fouled		

รถเอนกประสงค์

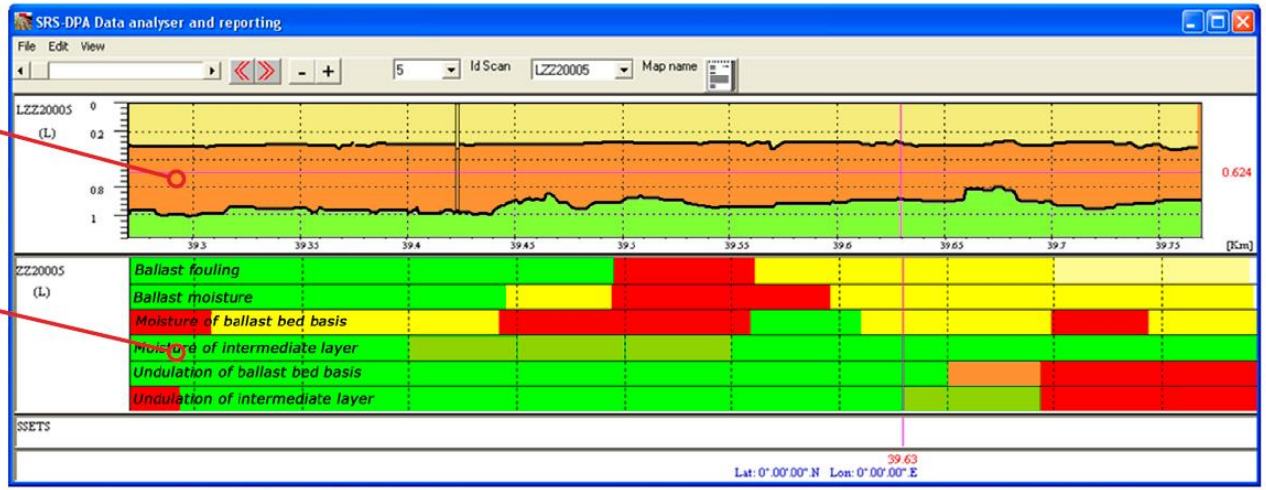
Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

DPA DATA ANALYZER

Layer	Moisture	Ballast fouling	Undulation of ballast bed basis	Assets
Top ballast	No ballast	No ballast	No ballast	Bridge
Ballast	Dry	Clean	Even	Level crossing
Sub ballast	Humid	Mostly clean	Undulated	Switch
Subgrade	Humid to wet	Slightly fouled	Settlement	Tunnel
	Wet	Fouled		

Ballast statigraphy map

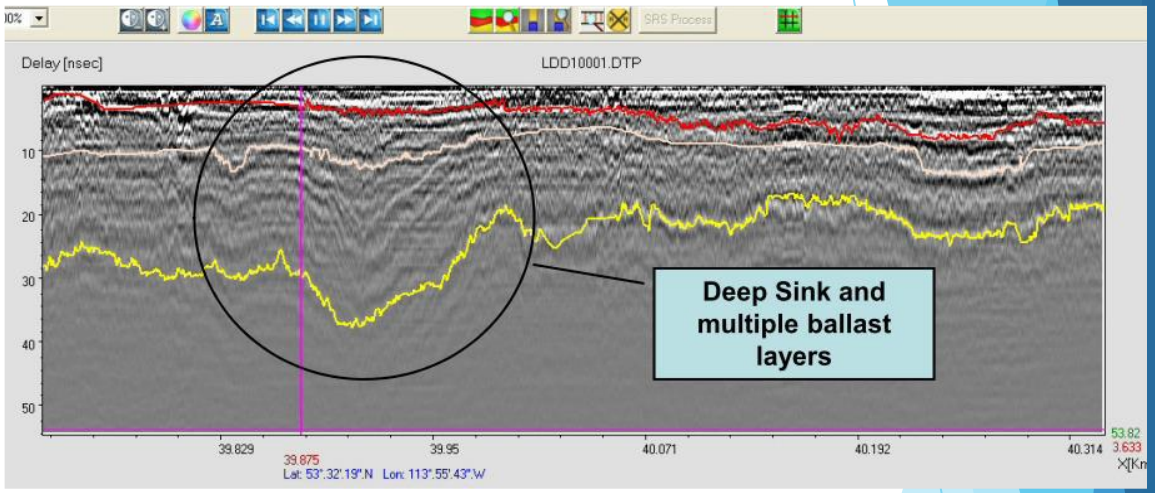
Map of ballast status

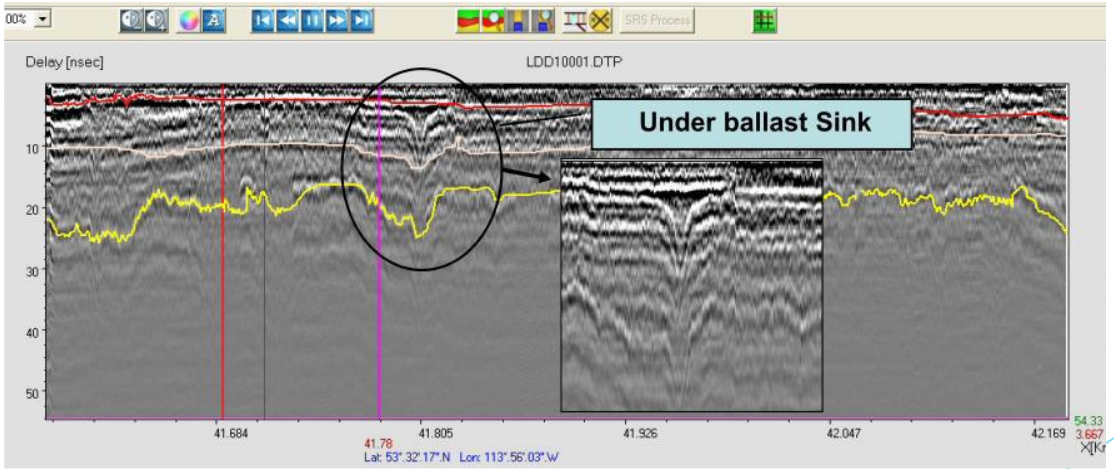


รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

DPA DATA ANALYZER

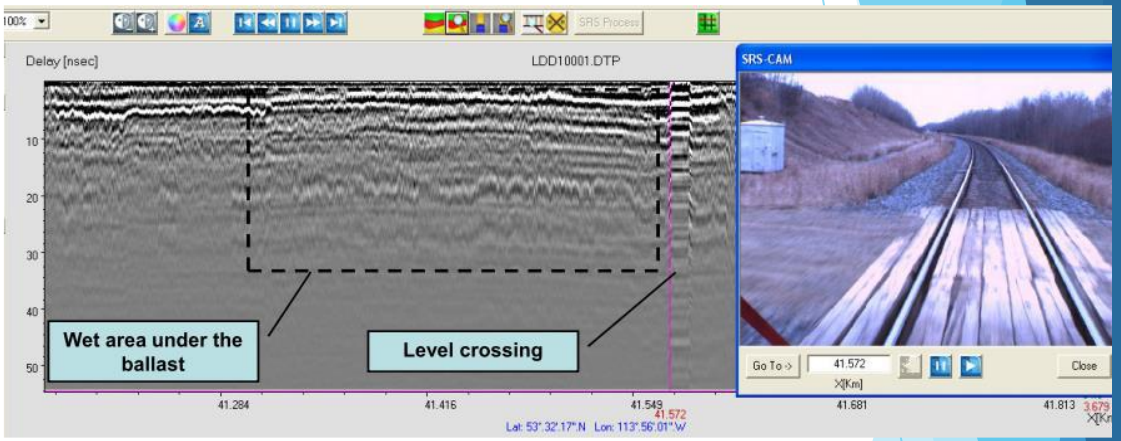


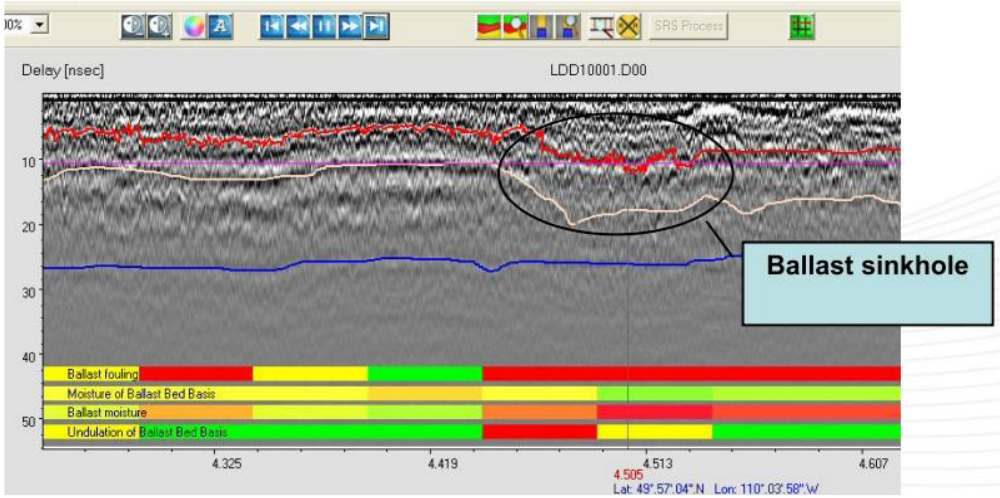


รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

DPA DATA ANALYZER





กม.161/11-12 ทางประธาน นตท.จันเสน แขวงบำรุงทางนครสวรรค์ กองบำรุงทางเขตนครสวรรค์

น้ำหนักทั้งหมด (g) 29,732 FL (%) 16.31

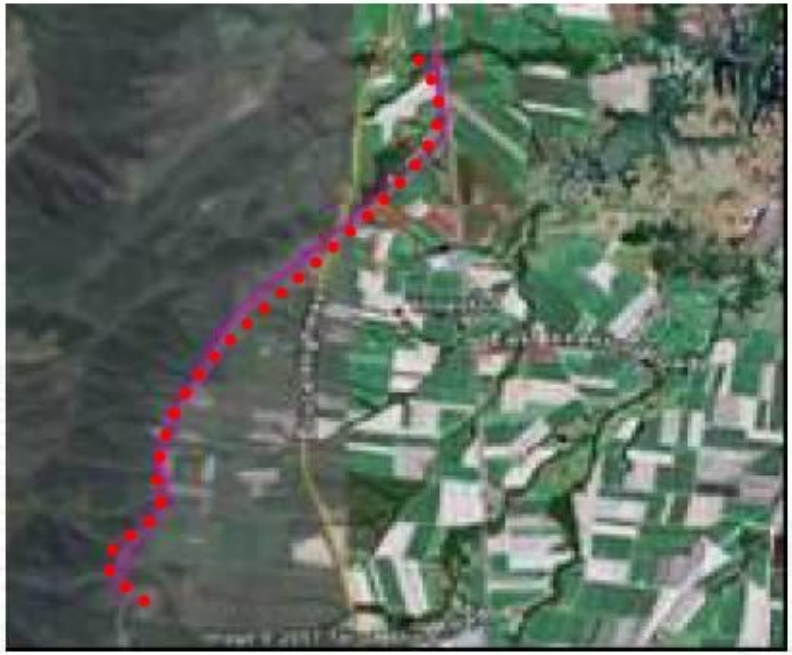
Depth 30 cm			Depth 40 cm			Depth 50 cm		
ANT 3	ANT 2	ANT 1	ANT 3	ANT 2	ANT 1	ANT 3	ANT 2	ANT 1

Ballast Fouling Index		
Range	Fouling Index	Fouling
	Lower 10	Clean
	11-20	Mostly Clean
	21-40	Mostly Fouled
	Over 40	Fouled

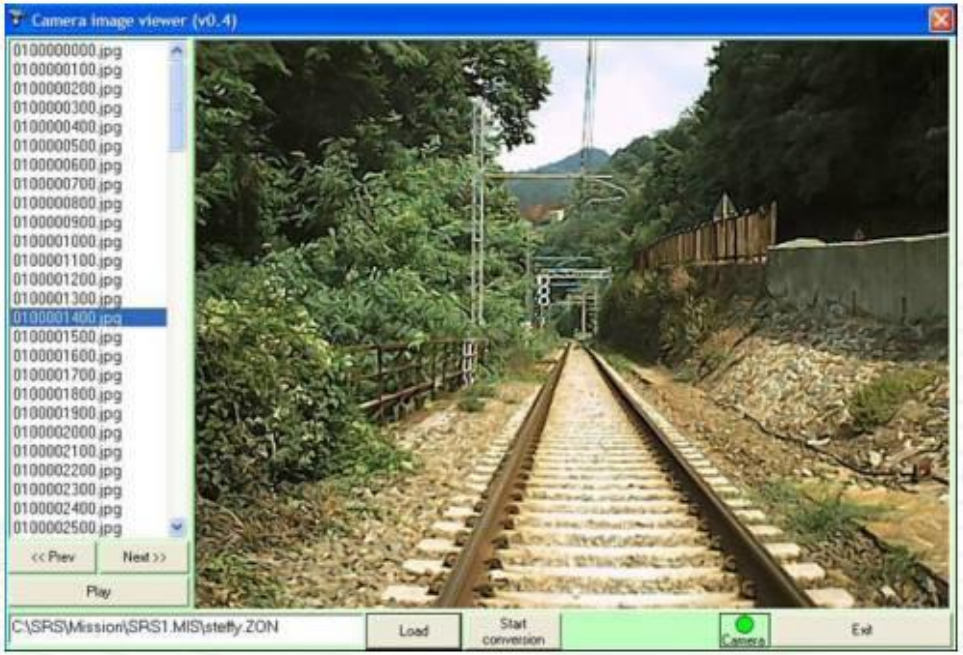
รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

DPA DATA ANALYZER



GPS data



Camera image viewer

การรถไฟแห่งประเทศไทย

รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

Brush Cutting

มีสองชุด แยกทำงานอิสระทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ยืดแขนได้ไกล และยกได้สูง เหมาะสำหรับตัดกิ่งไม้ที่อยู่สูง และวัชพืชที่อยู่ไกล ๆ จากตัวราง

รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

สามารถตัดวัชพืชที่อยู่ห่างจากรางได้

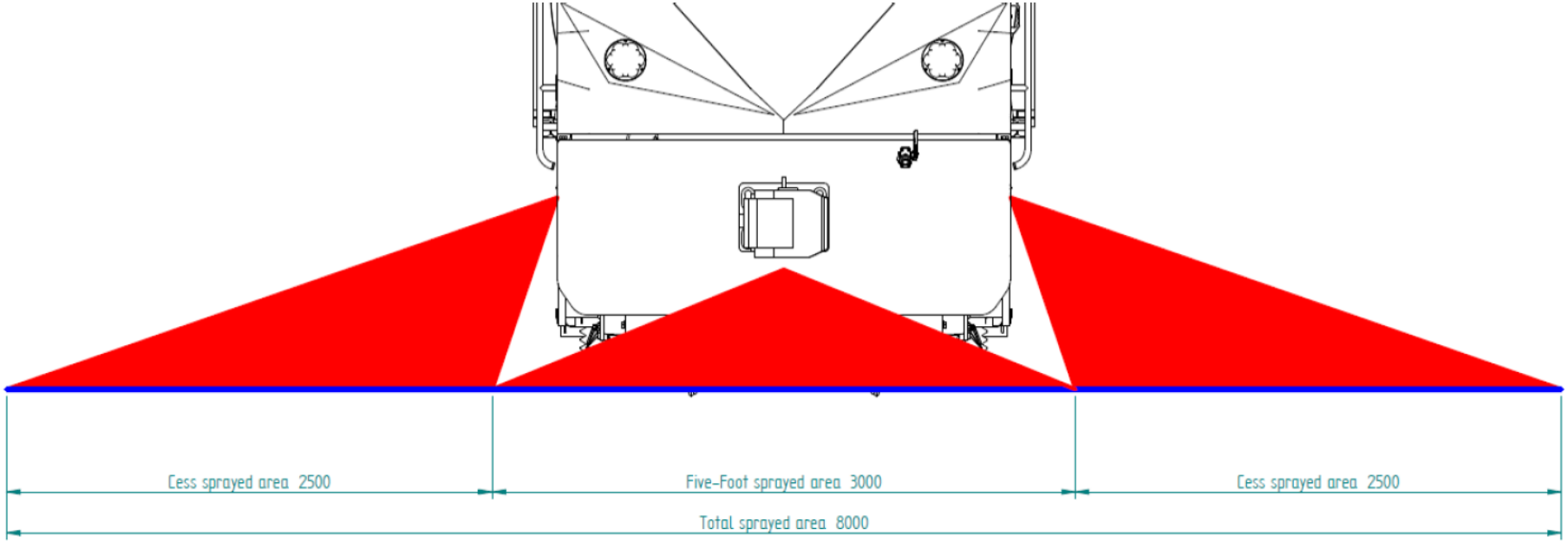
สามารถตัดสิ่งรุกล้ำข้างทางรถไฟได้

รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

Weed Spraying

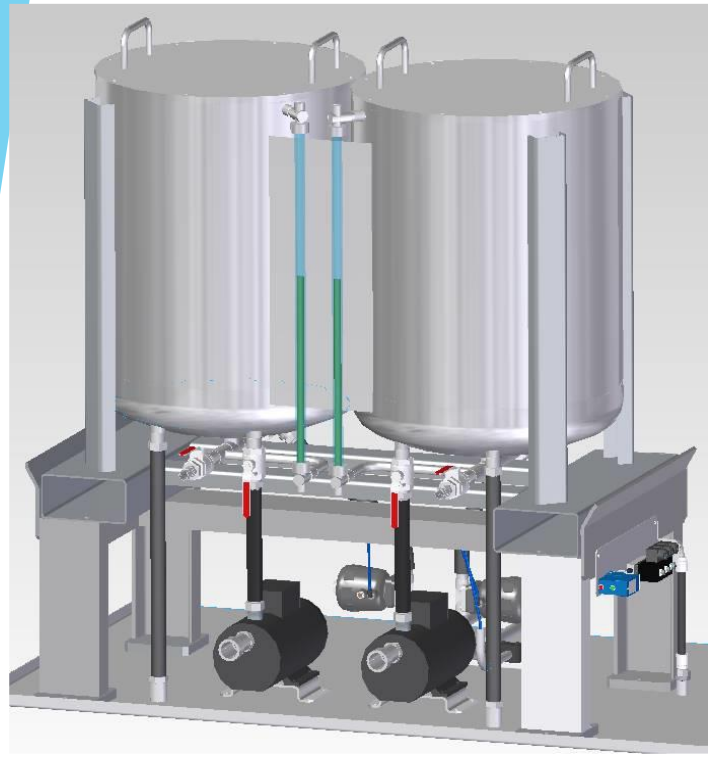
มีหัวฉีดน้ำยากำจัดวัชพืชทั้งสองด้านคือ ด้านหัวรถไฟและด้านหลังรถไฟ การทำงานจะทำงานตรงกันข้ามกับทิศทางการวิ่งของตัวรถ เพื่อลดการสัมผัสหรือหายใจรับสารเคมีเข้าไปในร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน สามารถฉีดได้ 3 จุดพร้อมกันหรือจะเลือกเฉพาะด้านข้างก็ได้ ครอบคลุมหน้ากว้าง 8 เมตร



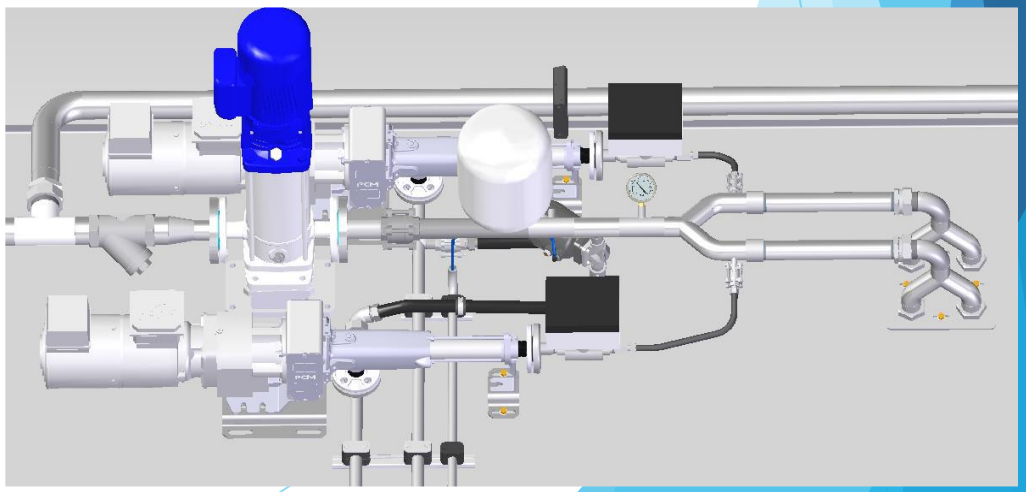
รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

มีถังสแตนเลสเก็บน้ำยากำจัดวัชพืช ขนาด 200 ลิตร จำนวน 2 ใบ



มีชุดควบคุมอัตราการไหลของน้ำยากำจัดวัชพืชและน้ำ เพื่อควบคุมความเข้มข้นของน้ำยาได้อย่างเหมาะสมกับวัชพืชในแต่ละพื้นที่

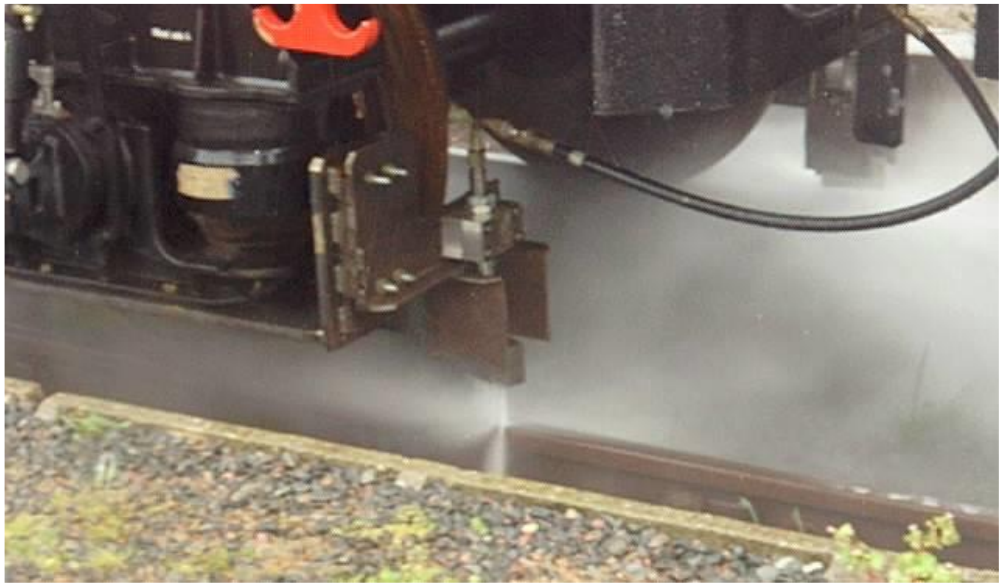


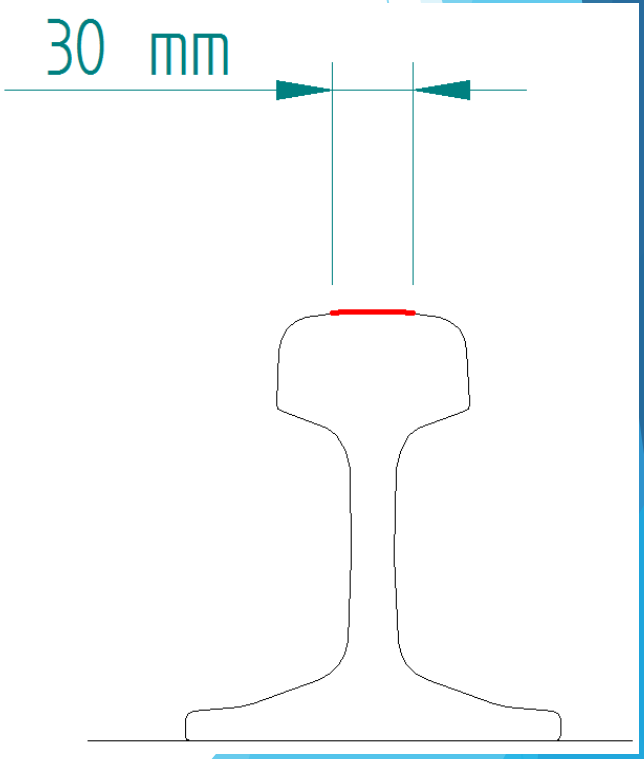
รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

Water Jetting

สามารถทำความสะอาดหัวรางรถไฟที่มีความสกปรก เช่นคราบน้ำมันในพื้นที่ซ่อมบำรุง





รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

Vacuum Track Cleaning

สามารถดูดกำจัดขยะมูลฝอยในบริเวณในย่านสถานีรถไฟได้ และมีที่จัดเก็บอย่างดีทำจากสแตนเลส พร้อมชุดกรองฝุ่นที่สามารถทำความสะอาดตัวเองได้โดยอัตโนมัติ ในขณะที่เครื่องทำการดูดขยะมูลฝอยอยู่

รถเอนกประสงค์

Track Inclusive Multi-Tasking Vehicle (one pass only) (TIMT) อป.1

ภาพแสดงก่อนปฏิบัติงาน

ภาพแสดงหลังปฏิบัติงาน

จบการนำเสนอ ขอบคุณครับ