



กรมการขนส่งทางราง
Department of Rail Transport

มขร. – C – 012 – 2567

มาตรฐานการออกแบบและวางแนวเส้นทาง
สำหรับทางขนาด 1,435 มิลลิเมตร

TRACK ALIGNMENT DESIGN
FOR TRACK GAUGES 1,435 mm



กองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง



514/1 Lan Luang Road, Dusit,
Bangkok, Thailand 10300



<http://www.drt.go.th/>



Facebook/DRT.OfficialFanpage



รายนามคณะกรรมการจัดทำมาตรฐานการขนส่งทางราง

คณะกรรมการ

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. นายอธิฏ จิตรานุเคราะห์
กรรมการขนส่งทางราง | ประธานกรรมการ |
| 2. นางสลักขณ์ พิสุทธิพิทยา
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม | กรรมการ |
| 3. นายชัยวัฒน์ สังขภาคย์
สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร | กรรมการ |
| 4. นายกำพล บุญชม
การรถไฟแห่งประเทศไทย | กรรมการ |
| 5. นายสุพัต พิพัฒนกุล
การรถไฟฟ้ามหานครแห่งประเทศไทย | กรรมการ |
| 6. นายอานุภาพ เกียรติกำจร
บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด | กรรมการ |
| 7. นายอานัติ หาทรัพย์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย | กรรมการ |
| 8. ดร. สุธี โอฬารฤทธินันท์
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ | กรรมการ |
| 9. นายอนุสรณ์ ทนหมื่นไวย
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ | กรรมการ |
| 10. พันตำรวจโท ดร. บัณฑิต ประดับสุข
สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ | กรรมการ |
| 11. นายธงชัย วณิชวิกรม
สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย | กรรมการ |
| 12. นายวิสพล ลัญฉน์วัฒน์
บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) | กรรมการ |
| 13. นายหลักฐาน ทองนพคุณ
บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) | กรรมการ |
| 14. นายทยากร จันทรางศุ
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการและ
เลขานุการ |
| 15. นายศุภฤกษ์ สุตยอดประเสริฐ
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการและ
ผู้ช่วยเลขานุการ |
| 16. นายพลากร กลัดเจริญ
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการและ
ผู้ช่วยเลขานุการ |
| 17. นายเกริกเกียรติ อังคณาวิศิษฐ์
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการและ
ผู้ช่วยเลขานุการ |
| 18. นายกองพล ชุนเกาะ
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการและ
ผู้ช่วยเลขานุการ |
| 19. นายฐานันท์ ศิริยานนท์
กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการและ
ผู้ช่วยเลขานุการ |



รายนามคณะกรรมการจัดทำมาตรฐานโครงสร้างพื้นฐานด้านงานโยธา และความปลอดภัยของระบบราง

คณะกรรมการ

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. นายอธิภู จิตรานุเคราะห์
กรรมการขนส่งทางราง | ประธานกรรมการ |
| 2. นายทยากร จันทรางศุ
กรรมการขนส่งทางราง | รองประธานกรรมการ |
| 3. นายวัชรเกียรติ สุทธิวรรณ
การรถไฟแห่งประเทศไทย | อนุกรรมการ |
| 4. นายณภเมธ วรภูมิภัทร
การรถไฟฯขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย | อนุกรรมการ |
| 5. นายสุพัต พิพัฒน์กุล
การรถไฟฯขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย | อนุกรรมการ |
| 6. นางสาวพัชริญา เพชรผ่อง
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน) | อนุกรรมการ |
| 7. นายอานุภาพ เกียรติกำจร
บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด | อนุกรรมการ |
| 8. นายหลักฐาน ทองนพคุณ
บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) | อนุกรรมการ |
| 9. นายธีรภัทร จีงเจริญ
บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) | อนุกรรมการ |
| 10. นายดิศพล ผดุงกุล
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ | อนุกรรมการ |
| 11. นายภณสินธุ์ ไพทีกุล
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย | อนุกรรมการ |
| 12. นายเอนก มีมุข
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ | อนุกรรมการ |
| 13. นายศุภฤกษ์ สุตยอดประเสริฐ
กรรมการขนส่งทางราง | อนุกรรมการและ
เลขานุการ |
| 14. นายเกริกเกียรติ อังคนาวีศัลย์
กรรมการขนส่งทางราง | อนุกรรมการและ
ผู้ช่วยเลขานุการ |
| 15. นายกองพล ชุนเกาะ
กรรมการขนส่งทางราง | อนุกรรมการและ
ผู้ช่วยเลขานุการ |



มขร. – C – 012 – 2567
มาตรฐานการออกแบบและวางแนวเส้นทาง
สำหรับทางขนาด 1,435 มิลลิเมตร
(Track Alignment Design for Track gauges 1,435 mm)

1. ทัวไป

1.1 วัตถุประสงค์

มาตรฐานเล่มนี้ระบุข้อกำหนดทั่วไป และข้อจำกัดสำหรับตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบและวางแนวเส้นทางรถไฟ ซึ่งข้อจำกัดเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความเร็วที่ยอมให้ในการเดินรถ

1.2 ขอบเขต

มาตรฐานเล่มนี้ใช้สำหรับทางรถไฟที่มีขนาดทาง 1,435 มิลลิเมตร มีความเร็วสูงสุดที่ยอมให้ในการเดินรถไม่เกิน 360 กิโลเมตร/ชั่วโมง

1.3 มาตรฐานอ้างอิง

- 1) มขร. – C – 001 – 2564 มาตรฐานการแบ่งประเภททางรถไฟ
- 2) มขร. – C – 002 – 2564 มาตรฐานการออกแบบทางรถไฟชนิดไม่มีหินโรยทาง สำหรับทางขนาด 1,435 มิลลิเมตร
- 3) มขร. – C – 005 – 2566 มาตรฐานองค์ประกอบทางรถไฟ
- 4) มขร. – C – 007 – 2566 มาตรฐานการออกแบบทางรถไฟชนิดมีหินโรยทาง
- 5) มขร. – C – 011 – 2567 มาตรฐานเขตโครงสร้างทางรถไฟ
- 6) BS EN 13803 : 2017 - Railway applications - Track – Track alignment design parameters – Track gages 1 435 mm and wider
- 7) SATISH CHANDRA and M.M. AGARWAL, Railway Engineering. 2007: Oxford University Press.
- 8) INDIAN STANDARD, HMR: SS: 01-2008: MANUAL OF SPECIFICATIONS AND STANDARDS. 2008, Department of Elevated Mass Rapid Transit System: Ministry of Railways (Railway Board) Government of India.
- 9) Rail Baltica, RBDG-MAN-013-0105: Design guidelines Railway Alingment, Co-financed by the European Union.



2. นิยามและสัญลักษณ์

2.1 นิยาม

ขนาดทาง (track gauge) หมายถึง ระยะห่างระหว่างผิวด้านในของรางรถไฟที่วัดจากหัวรางลงมา 14 มิลลิเมตร

องค์ประกอบของแนวเส้นทาง (alignment element) หมายถึง องค์ประกอบของแนวทางการรถไฟทั้งในทางแนวตั้ง ทางแนวราบ และการยกโค้ง
(หมายเหตุ: ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น ตัวแปรการออกแบบ องค์ประกอบของแนวเส้นทาง ให้อ้างอิงจากแนวศูนย์กลางทาง)

โค้งกลม (circular curve) หมายถึง แนวโค้งที่มีรัศมีและมีการยกโค้งคงที่

โค้งเปลี่ยนผ่านหรือโค้งต่อ (transition curve) หมายถึง แนวโค้งที่มีการแปรเปลี่ยนรัศมีโค้งและมีการปรับค่าการยกโค้ง ใช้เชื่อมระหว่างโค้งกลมและทางตรง เพื่อลดแรงเหวี่ยงหรือให้ความเร่งและแรงเหวี่ยงที่เกิดขึ้นเปลี่ยนแปลงทีละน้อย
(หมายเหตุ: ปกติไม่ใช้เส้นโค้งเปลี่ยนผ่าน สำหรับการวางแนวเส้นทางทางแนวตั้ง)

โค้งผสม (compound curve) หมายถึง โค้งที่ประกอบด้วยโค้งกลมสองโค้งหรือมากกว่า ซึ่งมีการวางแนวในทิศทางเดียวกัน
(หมายเหตุ: เส้นโค้งผสมนี้ อาจรวมถึงโค้งเปลี่ยนผ่านระหว่างเส้นโค้งวงกลม และ/หรือเส้นโค้งวงกลมและเส้นตรง)

โค้งกลับทิศ (reverse curve) หมายถึง โค้งที่ประกอบด้วยโค้งสองโค้งหรือมากกว่า ซึ่งมีการวางแนวในทิศทางตรงข้ามกัน
(หมายเหตุ: โค้งที่ประกอบกันหลายโค้งอาจเป็นทั้งโค้งผสมและโค้งกลับทิศ)

ค่าการยกโค้ง (cant) หมายถึง ค่าความสูงของการยกทางด้านหนึ่งให้สูงกว่าอีกด้านหนึ่ง
(หมายเหตุ: ค่าการยกโค้งเป็นบวกเมื่อรางด้านนอกโค้งถูกยกขึ้นเหนือรางด้านใน และเป็นลบเมื่อรางด้านในโค้งถูกยกขึ้นเหนือรางด้านนอก ค่าการยกโค้งที่เป็นลบจำเป็นต้องมีในบริเวณที่มีประแจหลักแยกออกในทิศทางตรงกันข้ามกับโค้งของเส้นทางหลัก)

ค่ายกโค้งสมดุล (equilibrium cant) หมายถึง ค่าการยกโค้งที่ไม่ทำให้เกิดความเร่งด้านข้างแรงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะตั้งฉากกับระนาบราบวิ่ง
(หมายเหตุ: ในการยกโค้งจะยกโค้งให้สมดุลได้สำหรับความเร็วหนึ่งเท่านั้น)

ค่าการยกโค้งจริง (actual cant) หมายถึง ค่าการยกโค้งที่ใช้ในทางปฏิบัติจริง

ค่าส่วนเกินของการยกโค้ง (cant excess) หมายถึง ส่วนต่างของค่าการยกโค้งจริงที่มากกว่าค่ายกโค้งสมดุล



ค่าส่วนขาดของการยกโค้ง (cant deficiency) หมายถึง ส่วนต่างของค่าการยกโค้งจริงที่น้อยกว่าค่ายกโค้งสมดุล

(หมายเหตุ: การยกโค้งจริงที่น้อยกว่าค่าสมดุลของการยกโค้งสำหรับความเร็วหนึ่ง จะทำให้มีความเร่งด้านข้างเหลือในทิศทางความเร่งหนีศูนย์กลาง)

ค่าการยกโค้งสูงสุด (maximum cant) หมายถึง ค่าการยกโค้งที่ยอมให้ทำได้สูงสุด

(หมายเหตุ: ค่าการยกโค้งที่ยอมให้ทำได้สูงสุด คิดจากกรณีที่ขบวนรถจำเป็นต้องหยุดจอดในโค้ง)

ค่าการยกโค้งเปลี่ยนผ่านหรือค่าการยกโค้งต่อ (cant transition) หมายถึง ค่าการยกโค้งในช่วงโค้งเปลี่ยนผ่านหรือโค้งต่อ ซึ่งมีการปรับค่าการยกโค้งเปลี่ยนแปลงตามความยาวตามทางวิ่ง

(หมายเหตุ: ค่าการยกโค้งเปลี่ยนผ่าน จะพิจารณาจาก ความลาดชันของค่าการยกโค้ง และอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้ง)

ความลาดชันของค่าการยกโค้ง (cant gradient) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้งเทียบกับระยะตามแนวทางวิ่ง

(หมายเหตุ : ความลาดชันของค่าการยกโค้ง เท่ากับ 1:500 หมายถึง ค่าการยกโค้ง 1 เมตร ในระยะทาง 500 เมตร)

อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้ง (rate of change of cant) หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้งเทียบกับเวลา

(หมายเหตุ : ตัวอย่างเช่น ต้องการยกโค้ง 70 มิลลิเมตร โดยใช้อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้ง เท่ากับ 35 มิลลิเมตร/วินาที หมายถึง ใช้เวลาในการยกโค้งนี้เท่ากับ $70/35$ เท่ากับ 2 วินาที)

อัตราการเปลี่ยนแปลงส่วนขาดของการยกโค้ง (rate of change of cant deficiency)

หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าส่วนขาดของการยกโค้งเทียบกับเวลา

ความเร็วสูงสุดที่อนุญาตให้ผ่าน (maximum permissible speed) หมายถึง ความเร็วสูงสุดที่ยอมให้ขบวนรถวิ่งผ่านแนวเส้นทางรถไฟที่กำหนด

การขยายขนาดทางบริเวณโค้ง (widening of gauge on curves) หมายถึง การเพิ่มระยะความกว้างของขนาดทางมากขึ้น โดยวิธีขยับรางในบริเวณทางโค้ง



2.2 สัญลักษณ์

สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการออกแบบและวางแนวเส้นทาง สำหรับทางขนาด 1,435 มิลลิเมตร แสดงดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการออกแบบและวางแนวเส้นทาง สำหรับทางขนาด 1,435 มิลลิเมตร

ลำดับที่	สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
1	a_i	ความเร่งหนีศูนย์กลางที่ระดับรางแต่ขนานกับพื้นของยานพาหนะ	เมตร/วินาที ²
2	a_q	ความเร่งหนีศูนย์กลางที่ไม่มีการชดเชยในระนาบการเคลื่อนที่	เมตร/วินาที ²
3	C	สัมประสิทธิ์ในการคำนวณการยกโค้งแบบสมดุล	มิลลิเมตร-เมตร- ชั่วโมง ² /กิโลเมตร ²
4	da_i/dt	อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร่งกึ่งสถิตด้านข้างที่ระดับรางแต่ขนานกับพื้นของยานพาหนะ	เมตร/วินาที ³
5	da_i/dt	อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร่งด้านข้างที่ไม่มีการชดเชยในระนาบการเคลื่อนที่	เมตร/วินาที ³
6	dD/ds	ความลาดชันของค่าการยกโค้ง	มิลลิเมตร/เมตร
7	dD/dt	อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้ง	มิลลิเมตร/วินาที
8	dI/dt	อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าส่วนขาดของการยกโค้ง (และ/หรือ ส่วนเกินของการยกโค้ง)	มิลลิเมตร/ วินาที
9	D	ค่าการยกโค้ง	มิลลิเมตร
10	D_{EQ}	ค่ายกโค้งสมดุล	มิลลิเมตร
11	e	ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของแผ่นยึดสัมผัสทั้งสองชุดของชุดล้อ	มิลลิเมตร
12	E	ค่าส่วนเกินของการยกโค้ง	มิลลิเมตร
13	g	ความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก 9.81 เมตร/วินาที ²	เมตร/วินาที ²
14	h_g	ความสูงของจุดศูนย์กลางถ่วง	มิลลิเมตร
15	I	ส่วนขาดของการยกโค้ง	มิลลิเมตร
16	L_d	ความยาวของแนวยกโค้งเปลี่ยนผ่าน	เมตร
17	L_k	ความยาวของแนวโค้งเปลี่ยนผ่าน	เมตร
18	L_i	ความยาวของแนวการยกโค้งคงที่ระหว่างโค้งเปลี่ยนผ่านสองโค้ง	เมตร
19	lim	ขีดจำกัด (ดัชนี)	-
20	max	ค่าสูงสุด (ดัชนี)	-
21	min	ค่าต่ำสุด (ดัชนี)	-
22	q_D	สัมประสิทธิ์สำหรับการคำนวณความยาวของแนวโค้งเปลี่ยนผ่านที่ยกโค้ง	เมตร-ชั่วโมง/ (กิโลเมตร·มิลลิเมตร)



ลำดับที่	สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
23	q_I	สัมประสิทธิ์สำหรับการคำนวณความยาวของแนวโค้งเปลี่ยนผ่าน	เมตร·ชั่วโมง/ (กิโลเมตร· มิลลิเมตร)
24	q_N	สัมประสิทธิ์สำหรับการคำนวณความยาวของแนวโค้งเปลี่ยนผ่านที่ยกโค้งหรือแนวโค้งเปลี่ยนผ่าน แบบความลาดชันของค่าการยกโค้ง และค่าความโค้ง (curvature) ไม่คงที่	-
25	q_R	สัมประสิทธิ์สำหรับการคำนวณรัศมีทางโค้ง	เมตร·ชั่วโมง ² / กิโลเมตร ²
26	q_V	สัมประสิทธิ์สำหรับการเปลี่ยนหน่วยความเร็วของยานพาหนะ 3.6 กิโลเมตร·วินาที/(ชั่วโมง·เมตร)	(กิโลเมตร·ชั่วโมง/ เมตร·วินาที)
27	R	รัศมีโค้งทางราบ	เมตร
28	R_V	รัศมีโค้งทางโค้ง	เมตร
29	S	ระยะทางตามทางวิ่ง	เมตร
30	S_r	สัมประสิทธิ์การตัดม้วน เทียบเท่ากับสัมประสิทธิ์การตัด s ใน EN 15273-1	-
31	S_t	สัมประสิทธิ์ชดเชยการเอียงของระบบการเอียง	-
32	t	เวลา	วินาที
33	V	ความเร็ว	กิโลเมตร/ชั่วโมง
34	V_{max}	ความเร็วสูงสุดสำหรับรถไฟวิ่งเร็ว	กิโลเมตร/ชั่วโมง
35	V_{min}	ความเร็วต่ำสุดสำหรับรถไฟวิ่งช้า	กิโลเมตร/ชั่วโมง
36	Δa_q	ช่วงของความเร่งหนีศูนย์กลางที่ไม่มีการชดเชย	เมตร/วินาที ²
37	ΔD	ช่วงของค่าโดยรวมของการยกโค้ง	มิลลิเมตร
38	ΔI	ช่วงของค่าโดยรวมของส่วนขาดของการยกโค้ง และ/หรือ ส่วนเกินของการยกโค้ง	มิลลิเมตร



3. การออกแบบและวางแนวเส้นทาง

3.1 ทัวไป

การออกแบบและวางแนวเส้นทางรถไฟตามมาตรฐานนี้ จะกล่าวถึง การวางแนวเส้นทางรถไฟ ทั้งในทางตรงและทางโค้ง ความลาดชันของทางรถไฟ ซึ่งประกอบด้วย การขดเขยความลาดชัน ความลาดชันขึ้นเนิน และความลาดชันลงเนิน ความโค้งของเส้นทางรถไฟ ซึ่งประกอบด้วย โค้งแนวราบและโค้งแนวตั้ง โค้งเปลี่ยนผ่านหรือโค้งต่อ รัศมีหรือองศาของโค้ง การยกโค้ง เป็นต้น

3.2 หลักการออกแบบ (design concept)

หลักในการพิจารณาออกแบบและวางแนวเส้นทางรถไฟ คือ เพื่อให้ขบวนรถไฟขับเคลื่อน เป็นไปด้วยความปลอดภัยและไม่มีปัญหา สามารถทำความเร็วได้สูงสุด สามารถบรรทุกน้ำหนัก ลงเพลาได้สูง ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและรถไฟตกราง และมีการบำรุงรักษาเส้นทางน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม ในการออกแบบและวางแนวเส้นทางรถไฟให้มีประสิทธิภาพสูง จะทำให้ค่าก่อสร้าง และค่าบำรุงรักษาสูงตามไปด้วย มาตรฐานฉบับนี้จึงกำหนดหลักการออกแบบตามความเร็ว ที่ยอมให้และตามเส้นทางที่กำหนดให้เท่านั้น

3.3 ตัวแปรที่ใช้ออกแบบและวางแนวเส้นทาง (design parameters)

- 1) รัศมีโค้งทางราบ (R) หน่วยเป็นเมตร
- 2) ค่าการยกโค้ง (D) หน่วยเป็นมิลลิเมตร
- 3) ค่าส่วนขาดของการยกโค้ง (cant deficiency) (I) หน่วยเป็นมิลลิเมตร
- 4) ค่าส่วนเกินของการยกโค้ง (cant excess) (E) หน่วยเป็นมิลลิเมตร
- 5) ความลาดชันของค่าการยกโค้ง (dD/ds) หน่วยเป็นมิลลิเมตร/เมตร
- 6) อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้ง (dD/dt) หน่วยเป็นมิลลิเมตร/วินาที
- 7) อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าส่วนขาดของการยกโค้ง (และ/หรือ ส่วนเกินของการยกโค้ง) (dI/dt) หน่วยเป็นมิลลิเมตร/วินาที
- 8) ความยาวของแนวยกโค้งเปลี่ยนผ่าน (L_a) หน่วยเป็นเมตร
- 9) ความยาวของแนวโค้งเปลี่ยนผ่าน (L_k) หน่วยเป็นเมตร
- 10) ความเร็ว (V) หน่วยเป็นกิโลเมตร/ชั่วโมง
- 11) ความยาวของแนวการยกโค้งคงที่ระหว่างโค้งเปลี่ยนผ่านสองโค้ง (L_f) หน่วยเป็นเมตร
- 12) รัศมีโค้งทางตั้ง (R_v) หน่วยเป็นเมตร

3.4 ค่าตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ (parameter quantification)

ค่าตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบตามมาตรฐานนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) ค่าออกแบบตามขีดจำกัดปกติ (normal limit)
- 2) ค่าออกแบบตามขีดจำกัดพิเศษ (exceptional limit) ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็น 2 ส่วน คือ
 - 2.1) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย เป็นตัวแปรให้มีความสำคัญสูง ข้อจำกัดเกี่ยวข้องกับ ตัวแปรเหล่านี้เป็นข้อจำกัดสูงสุด พิจารณาจากสภาพที่เป็นจริงจากกลศาสตร์ทางวิศวกรรมรถไฟ
 - 2.2) ตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย ข้อจำกัดของตัวแปรประเภทนี้ พิจารณาจาก ความสบายของผู้โดยสาร การบำรุงรักษา เป็นต้น



3.5 การออกแบบทางราบ (horizontal profile)

3.5.1 รัศมีโค้งทางราบ (radius of horizontal curve, R)

รัศมีโค้งทางราบของแนวเส้นทางรถไฟควรออกแบบให้มีค่ามากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ สำหรับมาตรฐานฉบับนี้ กำหนดให้ขีดจำกัดปกติและขีดจำกัดพิเศษสำหรับรัศมีโค้งทางราบ ไม่น้อยกว่า 150 เมตร

หากรัศมีโค้งทางราบน้อยกว่า 150 เมตร จะส่งผลให้ความเร็วที่อนุญาตต่ำกว่า 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (3.1) โดยตัวแปรที่จะต้องพิจารณาในการกำหนดรัศมีโค้งต่ำสุด คือ ความเร็วสูงสุดและต่ำสุด ค่าการยกโค้ง (D) ขีดจำกัดของส่วนการยกโค้งขาด และ/หรือส่วนการยกโค้งเกิน ที่ค่าความเร็วสูงสุด (V_{max}) และค่าส่วนขาดของการยกโค้งสูงสุด (I_{lim}) ไต ๆ รัศมีเส้นโค้งที่อนุญาตต่ำสุดจะคำนวณโดยใช้สมการ (3.1) ดังนี้

$$R_{min} = \frac{C}{D+I_{min}} \cdot V_{max}^2 \text{ เมตร} \quad (3.1)$$

โดยที่ $C = 11.8 \text{ มิลลิเมตร} \cdot \text{เมตร} \cdot \text{ชั่วโมง}^2 / \text{กิโลเมตร}^2$

และในกรณีที่ค่าการยกโค้งจริงมากกว่าขีดจำกัดค่าส่วนเกินของการยกโค้ง ($D > E_{lim}$) รัศมีเส้นโค้งทางราบที่อนุญาตสูงสุดสำหรับความเร็วต่ำสุด (V_{min}) ให้คำนวณโดยใช้สมการ (3.2)

$$R_{max} = \frac{C}{D-E_{lim}} \cdot V_{min}^2 \text{ เมตร} \quad (3.2)$$

โดยที่ $C = 11.8 \text{ มิลลิเมตร} \cdot \text{เมตร} \cdot \text{ชั่วโมง}^2 / \text{กิโลเมตร}^2$ และ $D > E_{lim}$

โค้งทางราบบริเวณขานขาลา ควรมีรัศมีโค้งทางราบไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร เนื่องจากจะส่งผลกระทบถึงช่องว่างระหว่างขานขาลากับตัวรถ และความปลอดภัยของผู้โดยสาร

โค้งทางราบที่มีรัศมีแคบ อาจจำเป็นต้องมีการขยายขนาดรางในบริเวณทางโค้ง เนื่องจากเพลากลางของขบวนรถบางขบวนขยับไม่ได้

โค้งแคบ (รัศมีโค้งทางราบน้อย) ควรมีจำนวนน้อยที่สุดเพื่อลดการบำรุงรักษารางรถไฟ และล้อของรถไฟจะสึกหรอได้มากกว่า เมื่อรัศมีโค้งมีขนาดเล็ก

รัศมีโค้งทางราบต่ำสุด สำหรับทางหลัก ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 900 เมตร
หรือกรณีพิเศษ ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 400 เมตร



3.5.2 การยกโค้ง (super elevation)

รัศมีโค้งทางราบของแนวเส้นทางรถไฟควรออกแบบให้มีค่ามากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้สำหรับมาตรฐานฉบับนี้ กำหนดให้

1) ค่าการยกโค้ง (cant, D)

โค้งในทางราบควรออกแบบให้มีค่าการยกโค้งที่ขีดจำกัดปกติ ไม่เกิน 160 มิลลิเมตร ค่าการยกโค้งที่ขีดจำกัดพิเศษ ไม่เกิน 180 มิลลิเมตร ส่วนค่าการยกโค้งสำหรับทางวิ่งที่ติดกับขนานขาลาดูโดยสาร ให้เป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับการทำงานร่วมกัน เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่จะทำให้รถไฟเกิดการตกราง สำหรับโค้งทางราบรัศมี $R < 320$ เมตร ควรมีค่าการยกโค้งต่ำสุดตามสมการ (3.3)

$$D_{lim} = \frac{R-50}{1.5} \text{ มิลลิเมตร} \quad (3.3)$$

2) ค่าส่วนขาดของการยกโค้ง (cant deficiency, I)

ในการออกแบบรัศมีโค้งทางราบ และค่าการยกโค้ง ค่าส่วนขาดของการยกโค้งสามารถคำนวณได้จาก สมการ (3.4) และสมการ (3.5)

$$I = C \cdot \frac{V^2}{R} - D = D_{EQ} - D \leq I_{lim} \text{ มิลลิเมตร} \quad (3.4)$$

โดยที่ $C = 11.8$ มิลลิเมตร•เมตร•ชั่วโมง²/กิโลเมตร²

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } I_{lim} \text{ สามารถถูกแทนที่ด้วยค่า } (a_q)_{lim} : a_q &= \left(\frac{V}{q_v}\right)^2 \cdot \frac{1}{R} - \frac{g \cdot d}{e} \quad (3.5) \\ &= \frac{g \cdot l}{e} \leq (a_q)_{lim} \\ &= \frac{g \cdot l_{lim}}{e} \text{ เมตร/วินาที}^2 \end{aligned}$$

และขีดจำกัดปกติและพิเศษสำหรับค่าส่วนขาดของการยกโค้ง แสดงในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ขีดจำกัดสูงสุดสำหรับค่าส่วนขาดของการยกโค้ง I_{lim}

ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ขีดจำกัดปกติ	ขีดจำกัดพิเศษ
สำหรับรถไฟที่ไม่มีระบบเอียงตัวขณะเคลื่อนที่ (non-tilting train)		
$V \leq 220$	153 มิลลิเมตร	180 มิลลิเมตร
$220 < V \leq 300$	153 มิลลิเมตร	
$300 < V \leq 360$	100 มิลลิเมตร	



3) ค่าส่วนเกินของการยกโค้ง (cant excess, E)

ค่าส่วนเกินของการยกโค้ง สามารถคำนวณได้จากสมการ (3.6)

$$E = -I$$

$$E = D - C \cdot \frac{V^2}{R} = D - D_{EQ} \text{ มิลลิเมตร} \quad (3.6)$$

โดยที่ $C = 11.8 \text{ มิลลิเมตร} \cdot \text{เมตร} \cdot \text{ชั่วโมง}^2 / \text{กิโลเมตร}^2$

ซึ่งขีดจำกัดปกติสำหรับค่าส่วนเกินของการยกโค้ง สูงสุดไม่เกิน 110 มิลลิเมตร
และขีดจำกัดพิเศษสำหรับค่าส่วนเกินของการยกโค้ง สูงสุดไม่เกิน 150 มิลลิเมตร

4) ความลาดชันของค่าการยกโค้ง (cant gradient, dD/ds)

ความลาดชันของค่าการยกโค้งสูงสุดที่ออกแบบจะต้องไม่เกินขีดจำกัดตามสมการ (3.7)

$$\left(\frac{dD}{ds}\right)_{\max} \leq \left(\frac{dD}{ds}\right)_{\lim} \quad (3.7)$$

และขีดจำกัดปกติและพิเศษสำหรับค่าความลาดชันของค่าการยกโค้ง แสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ขีดจำกัดสูงสุดสำหรับความลาดชันของค่าการยกโค้ง $(dD/ds)_{\lim}$

ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ขีดจำกัดปกติ	ขีดจำกัดพิเศษ
$V \leq 50$	2.50 มิลลิเมตร/เมตร	3.33 มิลลิเมตร/เมตร
$V > 50$	2.50 มิลลิเมตร/เมตร	

สำหรับโค้งเปลี่ยนผ่านหรือโค้งต่อ สามารถคำนวณความลาดชันของค่าการยกโค้ง
 (dD/ds) โดยรวมตลอดความยาว (L_D) ได้จากสมการ (3.8)

$$\frac{dD}{ds} = \frac{\Delta D}{L_D} \leq \left(\frac{dD}{ds}\right)_{\lim} \quad (3.8)$$

5) อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้ง (rate of change of cant, dD/dt)

อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้ง (dD/dt) สำหรับค่าการยกโค้งเปลี่ยนผ่านคงที่
สามารถคำนวณได้จากสมการ (3.9)

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\Delta D}{L_D} \cdot \frac{V}{q_v} \leq \left(\frac{dD}{dt}\right)_{\lim} \quad (3.9)$$

โดยที่ L_D คือ ความยาวของโค้งเปลี่ยนผ่านในหน่วย เมตร
 V คือ ความเร็วของรถไฟในหน่วย กิโลเมตร/ชั่วโมง
 q_v คือ 3.6 (กิโลเมตร/ชั่วโมง)/(เมตร/วินาที)

และแสดงขีดจำกัดปกติและพิเศษสำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้ง สำหรับ
ค่าการยกโค้งเปลี่ยนผ่านคงที่ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3-4



ตารางที่ 3-4 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้งสูงสุด $(dD/dt)_{lim}$ สำหรับค่าการยกโค้งเปลี่ยนผ่านคงที่

	ขีดจำกัดปกติ	ขีดจำกัดพิเศษ
สำหรับรถไฟที่ไม่มีระบบเอียงตัวขณะที่เคลื่อนที่ $V \leq 200$ กิโลเมตร/ชั่วโมง		
$I \leq 160$ มิลลิเมตร	50 มิลลิเมตร/วินาที	70 มิลลิเมตร/วินาที *
$160 < I \leq 180$ มิลลิเมตร	50 มิลลิเมตร/วินาที	60 มิลลิเมตร/วินาที
สำหรับรถไฟที่ไม่มีระบบเอียงตัวขณะที่เคลื่อนที่ $200 < V \leq 360$ กิโลเมตร/ชั่วโมง		
	50 มิลลิเมตร/วินาที	60 มิลลิเมตร/วินาที
* เมื่อ $I \leq 153$ มิลลิเมตร และ $(dI/dt) \leq 70$ มิลลิเมตร/วินาที ขีดจำกัดพิเศษสำหรับ (dD/dt) อาจเพิ่มขึ้นเป็น 85 มิลลิเมตร/วินาที		

สำหรับระดับการยกโค้งกันหอยกับระดับการยกโค้งทางลาด ตัวแปรค่าของ (dD/dt) จะไม่คงที่ดังสมการ (3.10)

$$\left(\frac{dD}{dt}\right)_{\max} \leq \left(\frac{dD}{dt}\right)_{\lim} \quad (3.10)$$

และขีดจำกัดปกติและพิเศษสำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้ง สำหรับค่าการยกโค้งเปลี่ยนผ่านไม่คงที่ แสดงในตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้งสูงสุด $(dD/dt)_{lim}$ สำหรับค่าการยกโค้งเปลี่ยนผ่านไม่คงที่

ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ขีดจำกัดปกติ	ขีดจำกัดพิเศษ
$V \leq 300$	55 มิลลิเมตร/เมตร	76 มิลลิเมตร/เมตร

6) อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าส่วนขาดของการยกโค้ง (rate of change of cant deficiency, dI/dt) สูงสุดที่ออกแบบจะต้องไม่เกินขีดจำกัดตามสมการ (3.11)

$$\left(\frac{dI}{dt}\right)_{\max} \leq \left(\frac{dI}{dt}\right)_{\lim} \quad (3.11)$$

และขีดจำกัดปกติและพิเศษสำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าส่วนขาดของการยกโค้ง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าส่วนขาดของการยกโค้งสูงสุด $(dI/dt)_{lim}$ สำหรับโค้งโครอยด์

	ขีดจำกัดปกติ	ขีดจำกัดพิเศษ
สำหรับรถไฟที่ไม่มีระบบเอียงตัวขณะที่เคลื่อนที่ $V \leq 220$ กิโลเมตร/ชั่วโมง		
$I \leq 160$ มิลลิเมตร	55 มิลลิเมตร/วินาที	100 มิลลิเมตร/วินาที
$160 < I \leq 180$ มิลลิเมตร	55 มิลลิเมตร/วินาที	90 มิลลิเมตร/วินาที
สำหรับรถไฟที่ไม่มีระบบเอียงตัวขณะที่เคลื่อนที่ $220 < V \leq 300$ กิโลเมตร/ชั่วโมง		
	55 มิลลิเมตร/วินาที	75 มิลลิเมตร/วินาที
สำหรับรถไฟที่ไม่มีระบบเอียงตัวขณะที่เคลื่อนที่ $300 < V \leq 360$ กิโลเมตร/ชั่วโมง		
	30 มิลลิเมตร/วินาที	55 มิลลิเมตร/วินาที



3.6 โค้งเปลี่ยนผ่าน (transition curves)

โค้งเปลี่ยนผ่านหรือโค้งต่อ มีลักษณะแนวทางโค้งที่รัศมีค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงไปอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้ลดการสับตัวของขบวนขณะทำขบวนจากทางตรงเข้าสู่ทางโค้ง ลดความเสียหายของรางนอกโค้ง รวมถึงลดความเสียหายของล้อและบังใบล้อเลื่อน โดยลักษณะของโค้งเปลี่ยนผ่านมีหลายรูปแบบ เช่น โค้งพาราโบลา (cubic parabola) โค้งเปลี่ยนผ่านรูปตัวเอส ("s" shape transition curve) โค้งรูปไซน์ (sine curve) และโค้งโคลธอยด์ (clothoid curve) เป็นต้น

3.6.1 ความยาวของแนวยกโค้งเปลี่ยนผ่าน (L_K)

ความยาวขั้นต่ำของโค้งเปลี่ยนผ่านที่มีการยกโค้งไปด้วยกัน ($L_K = L_d$) พิจารณาจาก

- 1) ความลาดชันของการยกโค้ง (dD/ds)
- 2) อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการยกโค้ง (dD/dt)
- 3) อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าส่วนขาของการยกโค้ง (dI/dt)

โดยใช้ค่ามากที่สุดตามสมการ (3.12)

$$L_D \geq \Delta D \cdot \left(\frac{dD}{ds} \right)_{\lim}^{-1} \quad (3.12)$$

$$L_D \geq \frac{V}{q_v} \cdot \Delta D \cdot \left(\frac{dD}{dt} \right)_{\lim}^{-1}$$

$$L_K \geq \frac{V}{q_v} \cdot \Delta I \cdot \left(\frac{dI}{dt} \right)_{\lim}^{-1}$$

โดยที่ ΔD คือ ช่วงของค่าโดยรวมของการยกโค้งในหน่วย มิลลิเมตร
 ΔI คือ ช่วงของค่าโดยรวมของส่วนขาของการยกโค้งในหน่วย มิลลิเมตร
 V คือ ความเร็วของรถไฟในหน่วย กิโลเมตร/ชั่วโมง
 q_v คือ 3.6 (กิโลเมตร/ชั่วโมง)/(เมตร/วินาที)

3.6.2 ความยาวของแนวการยกโค้งคงที่ระหว่างโค้งเปลี่ยนผ่านสองโค้ง (L_i)

ขีดจำกัดปกติและพิเศษสำหรับความยาวของแนวการยกโค้งคงที่ระหว่างโค้งเปลี่ยนผ่านสองโค้ง แสดงในตารางที่ 3-7 โดยความยาวต่ำสุดของเส้นตรงหรือโค้งทางราบที่อยู่ระหว่างโค้งเปลี่ยนผ่านสองโค้งต้องไม่น้อยกว่า 20 เมตร

ตารางที่ 3-7 ขีดจำกัดขั้นต่ำของความยาวของแนวการยกโค้งคงที่ระหว่างโค้งเปลี่ยนผ่านสองโค้ง $L_{i, \lim}$

ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ขีดจำกัดปกติ	ขีดจำกัดพิเศษ
$0 < V \leq 70$	$V/3$ เมตร/(กิโลเมตร/ชั่วโมง)	$V/10$ เมตร/(กิโลเมตร/ชั่วโมง)
$70 < V \leq 200$	$V/2$ เมตร/(กิโลเมตร/ชั่วโมง)	$V/5.2$ เมตร/(กิโลเมตร/ชั่วโมง)
$200 < V \leq 360$	$V/1.5$ เมตร/(กิโลเมตร/ชั่วโมง)	$V/2.5$ เมตร/(กิโลเมตร/ชั่วโมง)



3.7 การขยายขนาดทางบริเวณโค้ง (widening of gauge on curves)

เนื่องจากเมื่อขบวนรถที่มีเพลที่ตั้งแต่ 3 เพลเข้าสู่โค้ง เพลากลางของขบวนรถบางขบวนไม่สามารถยับยั้งตัวด้านข้างได้ ต้องมีการขยายขนาดทางบริเวณโค้ง โดยพิจารณาจากผลรวมของการยับยั้งสุทธิของด้านในโค้ง การยับยั้งโดยรวมด้านนอกโค้ง ผลของการยกโค้ง และระยะห่างขั้นต่ำสำหรับมาตรฐานฉบับนี้ ยึดการขยายแนวรางในโค้งตามมาตรฐาน UIC 710R อย่างไรก็ตาม สำหรับขนาดอื่น สามารถคำนวณได้จากสมการ (3.13)

$$\text{Extra width on curves } (W) = \frac{13(B+L)^2}{R} \quad \text{เซนติเมตร} \quad (3.13)$$

โดยที่	B	คือ ระยะระหว่างล้อหลัก (เมตร)
	R	คือ รัศมีของโค้ง (เมตร)
	L	คือ ขนาดของขอบล้อ เท่ากับ $0.02\sqrt{(h^2 + Dh)}$ (เมตร)
	h	คือ ความลึกของปีกใต้รางด้านบน (เซนติเมตร)
	D	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางล้อรถไฟ (เซนติเมตร)

3.8 การออกแบบทางตั้ง (vertical profile)

3.8.1 ความชัน (gradients)

- 1) ความลาดชันขึ้นเนิน (uphill gradients) สำหรับเส้นทางระหว่างสถานี ความลาดชันขึ้นเนินยาวควรถูกจำกัดโดยคำนึงถึงน้ำหนักและแรงฉุดลากของขบวนรถไฟที่มีอยู่นอกจากนี้ ความแข็งแรงของขอฟังยังสามารถกำหนดข้อจำกัดสำหรับน้ำหนักของรถไฟและ/หรือความลาดชันขึ้นเนิน รัศมีโค้งทางราบสร้างความต้านทานต่อการเคลื่อนที่ของรถไฟเพิ่มขึ้น ขนาดของการเพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับรัศมีโค้งทางราบ ความยาวโค้ง และคุณลักษณะของยานพาหนะ ทั้งนี้ ความชันของเส้นทางรถไฟควรน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้
- 2) ความลาดชันลงเนิน (downhill gradients) ควรจำกัด โดยคำนึงถึงความสามารถในการเบรกของยานพาหนะ
- 3) ความลาดชันสำหรับทางรถไฟในย่านสถานีหรือจุดจอดรถไฟ (gradients for stabling tracks and at platforms) ควรคำนึงว่ารถไฟจะเร่งความเร็วบริเวณสถานีหรือจุดจอดรถไฟทางรถไฟควรอยู่ในแนวราบ สำหรับตำแหน่งหยุดตามชานชาลาและตำแหน่งจุดจอดรถไฟ ความลาดชันที่เกี่ยวข้อง คือ ความลาดชันเฉลี่ยตลอดความยาวของรถไฟไม่ใช่ค่าสูงสุดในพื้นที่

3.8.2 การชดเชยความชัน (grade compensation)

โค้งบนทางรถไฟที่มีความชันส่งผลให้แรงต้านเนื่องจากความชันนั้นมากยิ่งขึ้นในการชดเชยความชันที่เพิ่มขึ้นมานั้น ต้องปรับความชันบริเวณโค้งให้ราบลงเพื่อไม่ให้แรงต้านจากความชันตามแนวโค้งเกินค่าแรงต้านของความชันในทางตรง

3.8.3 โค้งตั้ง (vertical curves, L_v)

ควรมีความยาวโค้งตั้งไม่น้อยกว่า 20 เมตร และควรออกแบบโดยไม่มีโค้งเปลี่ยนผ่านในโค้งตั้ง

3.8.4 รัศมีโค้งทางตั้ง (vertical radius, R_V)

- 1) รัศมีของโค้งทางตั้ง ต้องไม่ต่ำกว่า 2,000 เมตร
- 2) โค้งทางตั้งควรมีรัศมีโค้งต่ำสุด ตามสมการ (3.14) ขีดจำกัดปกติสำหรับรัศมีโค้งทางตั้ง คือ

$$R_{V,lim} \geq q_{R,lim} \cdot V^2 \quad (3.14)$$

โดยที่ $q_{R,lim} = 0.35$ เมตร-ชั่วโมง²/กิโลเมตร²

ขีดจำกัดพิเศษสำหรับรัศมีโค้งทางตั้ง ใช้สมการ (3.14) เช่นเดียวกัน

โดยที่ $q_{R,lim} = 0.15$ เมตร-ชั่วโมง²/กิโลเมตร² สำหรับโค้งขึ้น (convex curves)

และ $q_{R,lim} = 0.13$ เมตร-ชั่วโมง²/กิโลเมตร² สำหรับโค้งลง (concave curves)

3.9 ระยะห่างระหว่างแนวเส้นทาง (track spacing)

ระยะห่างระหว่างแนวเส้นทาง หรือระยะห่างระหว่างแนวศูนย์กลางแนวเส้นทาง ขึ้นอยู่กับการสั่นของตัวรถขณะเคลื่อนที่บนราง ปัจจัยข้างทาง และระยะเผื่อสำหรับการวิ่ง (running clearance) ช่องว่างของการขยับตัวของรถควรสัมพันธ์กับทฤษฎีการขยับจากศูนย์กลางทางที่ส่วนบนสุดของราง โดยพิจารณาแนวเส้นทางทั้งสองเส้นจากทั้งการขยับบนแนวโค้งแบบตรงศูนย์และเยื้องศูนย์ ดังนี้

- 1) ระยะห่างระหว่างแนวเส้นทาง คำนวณได้จากผลรวมของระยะเลื่อนขยับสุทธิในทางราบด้านในของโค้ง
- 2) ระยะเลื่อนขยับโดยรวมในทางราบด้านนอกของโค้ง
- 3) ผลของการยกโค้งและช่องว่างขั้นต่ำสุดที่เผื่อการสั่นของตัวรถขณะเคลื่อนที่บนราง 300 มิลลิเมตร

การคำนวณระยะห่างระหว่างแนวเส้นทางให้ยึดรายละเอียดตามมาตรฐาน มขร. – C – 011 – 2567 มาตรฐานเขตโครงสร้างทางรถไฟ ของแต่ละแนวเส้นทางแล้วเพิ่มระยะเผื่ออีก 60 เซนติเมตร

กรมการขนส่งทางราง

514/1 ถนนพหลโยธิน แขวงจตุจักร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10300
โทร: 02 164 2607 โทรสาร: 02 164 2606
<https://www.drt.go.th>

