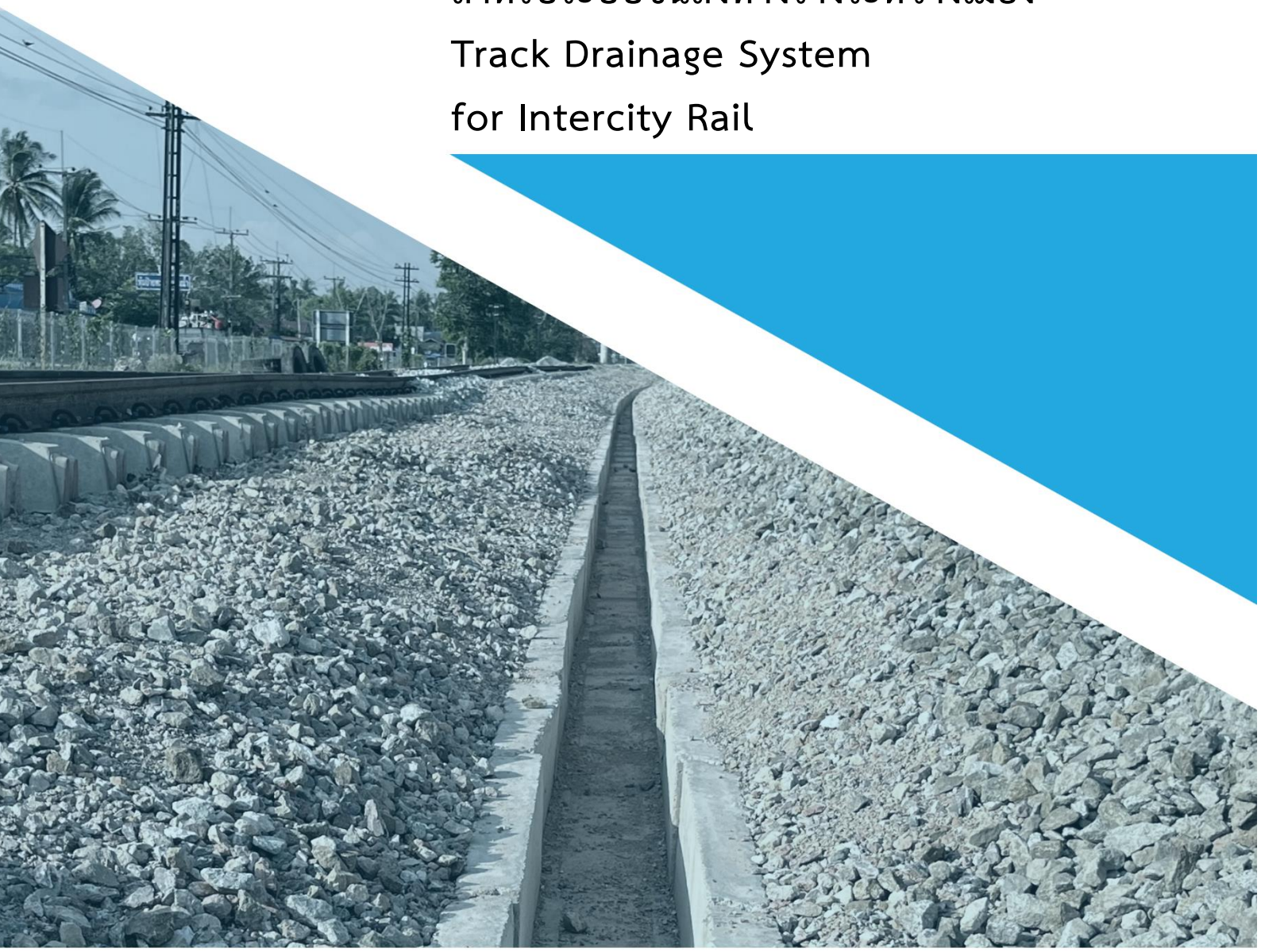
กรมการขนส่งทางราง
Department of Rail Transport

มขร. – C – 008 -2566
มาตรฐานระบบระบายน้ำบนทางรถไฟสำหรับระบบขนส่งทางรางระหว่างเมือง
Track Drainage System for Intercity Rail



กองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง

514/1 Lan Luang Road, Dusit, Bangkok, Thailand 10300
http://www.drt.go.th/
Facebook/DRT.OfficialFanpage

รายนามคณะกรรมการจัดทำมาตรฐานการขนส่งทางราง

คณะกรรมการ

1.	นายพิเชฐ คุณาธรรมรักษ์ กรมการขนส่งทางราง	ประธานกรรมการ
2.	นางสลักษณ์ พิสุทธิพัทธยา สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	กรรมการ
3.	นายเริงศักดิ์ ทองสม สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร	กรรมการ
4.	นายกำพล บุญชม การรถไฟแห่งประเทศไทย	กรรมการ
5.	นายสุพพัต พิพัฒนกุล การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย	กรรมการ
6.	นายอานุภาพ เกียรติกำจร บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด	กรรมการ
7.	นายภณสินธุ์ ไพทีกุล สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย	กรรมการ
8.	นายเอกรัตน์ ไวยนิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	กรรมการ
9.	นายอนุสรณ์ ทนหมื่นไวย สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ	กรรมการ
10.	นายสราวุธ กาญจนพิมาย สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์	กรรมการ
11.	นายประจักษ์ ทรัพย์มณี สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	กรรมการ
12.	นายปิยชัย ชูเอม บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)	กรรมการ
13.	นายหลักฐาน ทองนพคุณ บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน)	กรรมการ
14.	นายวรนิติ ช่อวิเชียร สมาคมวิศวกรที่ปรึกษาแห่งประเทศไทย	กรรมการ
15.	นายทยากร จันทรางศุ กรมการขนส่งทางราง	กรรมการ และเลขานุการ
16.	นายศุภฤกษ์ สุดยอดประเสริฐ กรมการขนส่งทางราง	กรรมการ และผู้ช่วยเลขานุการ
17.	นางสาวภัณฑิรา ธนะโสภณ กรมการขนส่งทางราง	กรรมการ และผู้ช่วยเลขานุการ

18.	นายปกรณ์ ศรีรักษา กรมการขนส่งทางราง	กรรมการ และผู้ช่วยเลขานุการ
19.	นายเกริกเกียรติ อังคณาวิศัลย์ กรมการขนส่งทางราง	กรรมการ และผู้ช่วยเลขานุการ
20.	นายกองพล ชุนเกาะ กรมการขนส่งทางราง	กรรมการ และผู้ช่วยเลขานุการ

****

รายนามคณะอนุกรรมการจัดทำมาตรฐานโครงสร้างพื้นฐานด้านงานโยธา และความปลอดภัยของระบบราง

คณะอนุกรรมการ

1.	นายอธิภู จิตรานุเคราะห์ กรมการขนส่งทางราง	ประธานอนุกรรมการ
2.	นายทยากร จันทรางศุ กรมการขนส่งทางราง	รองประธานอนุกรรมการ
3.	นายพิษณุ พงษ์ไทย การรถไฟแห่งประเทศไทย	อนุกรรมการ
4.	นายขวัญ สุขคง การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย	อนุกรรมการ
5.	นายสุพพัต พิพัฒนกุล การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย	อนุกรรมการ
6.	นางสาวพาขวัญ พูนจิตรบริสุทธิ์ สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน)	อนุกรรมการ
7.	นายอานุภาพ เกียรติกำจร บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด	อนุกรรมการ
8.	นายหลักฐาน ทองนพคุณ บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน)	อนุกรรมการ
9.	นายวัสพล ลัญฉน์วัฒน์ บริษัท ระบบขนส่งมวลขนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)	อนุกรรมการ
10.	นายไพสุข ห่านชัย บริษัท เอเชีย เอรา วัน จำกัด	อนุกรรมการ
11.	นายดิสพล ผดุงกุล วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์	อนุกรรมการ
12.	นายภณสินธุ์ ไพทีกุล สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย	อนุกรรมการ
13.	นายอเนก มีมูซอ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	อนุกรรมการ
14.	นายศุภฤกษ์ สุดยอดประเสริฐ กรมการขนส่งทางราง	อนุกรรมการ และเลขานุการ
15.	นางสาวภัณฑิรา ธนะโสภณ กรมการขนส่งทางราง	อนุกรรมการ และผู้ช่วยเลขานุการ

16. นายปกรณ์ ศรีรักษา อนุกรรมการ
กรมการขนส่งทางราง และผู้ช่วยเลขานุการ
17. นายเกริกเกียรติ อังคณาวิศัลย์ อนุกรรมการ
กรมการขนส่งทางราง และผู้ช่วยเลขานุการ
18. นายกองพล ชุนเกาะ อนุกรรมการ
กรมการขนส่งทางราง และผู้ช่วยเลขานุการ

****

มขร – C – 008 – 2566
มาตรฐานระบบระบายน้ำบนทางรถไฟสำหรับระบบขนส่งทางรางระหว่างเมือง
(Track Drainage System for Intercity Rail)

1. บททั่วไป

การระบายน้ำบนทางรถไฟ ประกอบด้วย การดัก (interception) การรวบรวม (collection) และการระบายน้ำ (drainage หรือ disposal of water) ออกจากทางรถไฟไม่ว่าจะทางพื้นผิว (surface drainage) หรือใต้ดิน (subsurface drainage) โดยอาจเป็นการไหลในรางน้ำเปิด (open channel) หรือเป็นการไหลในท่อปิด (closed conduit) ทั้งที่เป็นการไหลภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก หรือเป็นการไหลภายใต้แรงดันที่ต้องใช้เครื่องสูบน้ำร่วมในระบบระบายน้ำ ระบบทางรถไฟที่ดี สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีอายุการใช้งานยาวนานต้องมีระบบระบายน้ำที่เหมาะสม เพราะน้ำเป็นปัจจัยในการทำลายหรือเป็นอุปสรรคต่อทางรถไฟ นอกจากนั้น น้ำยังสร้างความเสียหายต่อโครงสร้างทางรถไฟ หากระบบระบายน้ำไม่ดีทำให้ยากต่อการบำรุงรักษา

โดยทั่วไประบบระบายน้ำบนทางรถไฟมี 2 หน้าที่หลัก ประกอบด้วย การลดปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่โครงสร้างส่วนฐานของทางรถไฟ (track substructure) และการนำน้ำออกจากโครงสร้างส่วนล่างของทางรถไฟ ซึ่งระบบระบายน้ำเกี่ยวข้องกับการไหลหลายรูปแบบ ได้แก่

(1) การไหลของน้ำบนผิวดิน (surface runoff)

(2) การไหลของน้ำในทางน้ำเปิด (open-channel flow) เช่น คูระบายน้ำ (ditch)

(3) การไหลของน้ำในท่อ (water flow in conduits)

(4) การไหลของน้ำผ่านวัสดุที่มีความพรุน (water flow through porous materials) เช่น หินโรยทาง (ballast) ชั้นรองหินโรยทาง (sub-ballast) และดินเดิม (subgrade soils)

(5) การไหลของน้ำโดยอาศัยเครื่องสูบน้ำ (water flow induced by pumps)

หลักการพื้นฐานของการไหลของน้ำที่มีความสำคัญ และเกี่ยวข้องกับระบบการระบายน้ำบนทางรถไฟ สามารถแบ่งออกได้ทั้งหมดเป็น 3 หลักการใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

(1) การไหลของน้ำจากพื้นที่สูงลงสู่พื้นที่ต่ำ คือเป็นการไหลจากที่ที่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงสูงไปสู่ที่ที่มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงน้อยกว่า

(2) เมื่อความชันมากขึ้นหรือเมื่อการเปลี่ยนแปลงของระดับพื้นที่มีมากขึ้น จะทำให้ความเร็วของการไหลเพิ่มมากขึ้น

(3) การไหลของน้ำขึ้นกับความหยาบของพื้นผิว (surface roughness) ชนิดและความหนาแน่นของพืชปกคลุมดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น พื้นผิวมีความหยาบมากหรือมีวัชพืชปกคลุมมาก (ขรุขระมาก) การไหลของน้ำจะไม่สะดวกทำให้ระบายน้ำได้ช้าลง เป็นต้น

เนื่องจากทางรถไฟมีหลายประเภท การระบายน้ำบนทางรถไฟในแต่ละประเภทจึงมีองค์ประกอบของระบบที่แตกต่างกัน

1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อใช้เป็นข้อกำหนดด้านเทคนิคสำหรับการระบายน้ำบนทางรถไฟในเขตทางรถไฟของประเทศไทย ทั้งนี้ สามารถพิจารณาใช้มาตรฐานอื่น ๆ ที่เทียบเท่า หรือตามข้อตกลงในสัญญา

1.2 ขอบเขต

มาตรฐานนี้เป็นข้อกำหนดด้านเทคนิคสำหรับการระบายน้ำบนทางรถไฟของประเทศไทย 2 ประเภท ตาม มขร c – 001 - 2564 มาตรฐานการแบ่งประเภททางรถไฟ ได้แก่

1.2.1 ทางรถไฟสำหรับระบบขนส่งมวลชนระหว่างเมือง (intercity passenger rail, IPR)

1.2.2 ทางรถไฟสำหรับระบบขนส่งสินค้าระหว่างเมือง (intercity freight rail, IFR)

โดยที่มาตรฐานฉบับนี้ครอบคลุมการระบายน้ำของโครงสร้างทางรถไฟ (track formation) ทางถม (embankment) และทางตัด (cutting) ไม่ได้รวมการระบายน้ำจากชานชาลา อาคาร สะพาน ยกระดับ สะพานทางเดิน พื้นที่ว่าง ถนนทางเข้า-ออก และการระบายน้ำจากพื้นที่ข้างเคียงเข้ามาในเขตทางรถไฟ อีกทั้ง มาตรฐานฉบับนี้ยังไม่ครอบคลุมการออกแบบท่อลอด (culvert) สะพาน (bridge) แต่สามารถใช้แนวทาง ตามคู่มือการใช้แบบมาตรฐานท่อลอดถนน (กรมชลประทาน)

มาตรฐานนี้ไม่ครอบคลุมถึงการออกแบบระบบระบายน้ำสำหรับสะพาน โครงสร้าง และอาคาร ภายในหรือภายนอกแนวเส้นทางรถไฟ แต่ต้องพิจารณาน้ำจากน้ำฝนและระบบระบายน้ำบนทางรถไฟ

1.3 มาตรฐานอ้างอิง

1.3.1 มาตรฐาน มขร. C – 001 - 2564 มาตรฐานการแบ่งประเภททางรถไฟ

1.3.2 T HR CI 12130 ST track drainage

2. นิยามและสัญลักษณ์

รางดักน้ำ (catch drain) หมายถึงการดักน้ำผิวดินจากทางตัดก่อนไหลเข้าสู่พื้นที่ทางรถไฟ

พื้นที่ระบายน้ำด้านข้าง (cess area) หมายถึงพื้นที่จากขอบของโปรไฟล์หินโรยทางถึงขอบของดินถม ทั้ง 2 ข้าง

รางระบายน้ำด้านข้าง (cess drain) หมายถึงเป็นการระบายน้ำที่ระดับชั้นดินฐาน อยู่ด้านข้าง ของทางรถไฟ

สมการของดาร์ซี่-ไวส์บัค (Darcy - Weisbach equation) หมายถึงสมการที่เกี่ยวกับการสูญเสีย พลังงาน เป็นผลกระทบจากแรงเสียดทานตามความยาวท่อต่อความเร็วเฉลี่ยของของไหล

รางระบายน้ำรวมออกนอกพื้นที่ (mitre drain) หมายถึงการเชื่อมรางระบายน้ำด้านข้างและรางดักน้ำ เพื่อนำน้ำออกจากรางระบายน้ำทั้งสองประเภท

อัตราการไหลสูงสุด (peak flow rate) หมายถึงอัตราการไหลสูงสุดจากการรับน้ำภายใต้การพิจารณา จากช่วงเวลาเกิดฝนวิกฤตภายในรอบการเกิดซ้ำที่กำหนด

aep หมายถึงโอกาสความน่าจะเป็นแบบมากกว่ารายปี (annual exceedance probability)

3. ข้อกำหนดของการออกแบบ

ข้อกำหนดนี้จัดทำขึ้นสำหรับการระบายน้ำบนทางรถไฟสำหรับระบบขนส่งทางรางระหว่างเมือง ครอบคลุมการระบายน้ำผิวดิน และการระบายน้ำใต้ผิวดิน

ข้อกำหนดนี้เป็นการระบายน้ำเฉพาะเขตทางรถไฟ คือไม่รับน้ำจากแหล่งน้ำอื่นเข้ามาในระบบระบายน้ำ บนทางรถไฟ สำหรับทางรถไฟที่มีหลายทางรถไฟไม่ควรที่จะออกแบบระบบระบายน้ำให้ตัดขวางกัน ตัวอย่างเช่น ถ้ามี 3 ทางรถไฟ ควรมีอย่างน้อย 1 ทาง เป็นระบบระบายน้ำใต้ดินที่ใช้วัสดุมวลรวมและท่อ

3.1 ประเภทของระบบระบายน้ำบนทางรถไฟ

การเลือกประเภทของระบบระบายน้ำบนทางรถไฟสำหรับแต่ละพื้นที่นั้น ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของพื้นที่ แหล่งกำเนิดน้ำที่ต้องระบาย โครงสร้างระบบราง และการบำรุงรักษาภายหลัง สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ระบบระบายน้ำผิวดิน และระบบระบายน้ำใต้ผิวดิน

โดยทั่วไประบบระบายน้ำผิวดินมักเป็นตัวเลือกอันดับแรกสำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำบนทางรถไฟ เนื่องจากเหตุผลทางด้านความสะดวกของการก่อสร้างและการบำรุงรักษา แต่บางพื้นที่มีความจำเป็นต้องเลือกระบบระบายน้ำใต้ผิวดิน เพราะข้อจำกัดบางประการทำให้ไม่สามารถก่อสร้างระบบระบายน้ำผิวดินได้ หรือข้อจำกัดของตำแหน่งระบายน้ำออก (outlets) เช่น ตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) ชานชาลา (platforms)

(2) อุโมงค์ (tunnels)

(3) กำแพงกันดิน (retaining walls)

(4) ทางตัด (cuttings)

(5) ชุมทาง/ทางหลีก (junctions)

(6) ทางรถไฟที่มีหลายทางรถไฟ (multiple tracks)

(7) สะพาน (bridges)

3.2 โครงสร้างข้างทางรถไฟ (trackside structure)

สำหรับโครงสร้างข้างทางรถไฟ เช่น กำแพงชานชลา ผนังอุโมงค์ กำแพงกันดิน เสาสะพาน อาคาร โครงสร้างสายลวดเหนือศีรษะ (overhead wiring structure) และเครื่องมืออาณัติสัญญาณควรระบายน้ำผิวดินออกจากโครงสร้างฐานราก

ตำแหน่งของรางระบายน้ำด้านข้างมักจะอยู่ติดกับโครงสร้าง จึงควรพิจารณาในการออกแบบรางระบายน้ำด้านข้าง ดังนี้

(1) ควรอยู่ห่างจากโครงสร้าง 1 เมตร

(2) การระบายน้ำใต้ดินและผิวดินระบายน้ำออกจากโครงสร้าง

(3) ควรห่างจากกึ่งกลางทางรถไฟมากที่สุด

(4) พิจารณาการกัดเซาะของโครงสร้างทางรถไฟ

(5) พิจารณาการซึมของน้ำและรูระบายน้ำจากกำแพงกันดิน

3.3 ทางรถไฟที่มีหลายทางรถไฟ (multiple tracks)

สำหรับทางรถไฟที่มีตั้งแต่ 2 ทางรถไฟขึ้นไป มีข้อกำหนดสำหรับระบบระบายน้ำบนทางรถไฟ ดังนี้

(1) น้ำผิวดินจากทางรถไฟหนึ่งต้องไม่ข้ามไปยังอีกทางรถไฟ

(2) สำหรับทางรถไฟที่มี 2 ทางรถไฟ โดยไม่มีทางลาดเอียงสำหรับระบายน้ำออกด้านข้างภายในระยะ 1.8 เมตร ต้องมีรางระบายน้ำตรงกลาง

(3) สำหรับทางรถไฟที่มีตั้งแต่ 3 ทางรถไฟขึ้นไป ควรมีรางระบายน้ำผิวดินในทุก ๆ ระยะ 1.8 เมตร

(4) สำหรับทางรถไฟสายหลักที่มีรางระบายน้ำผิวดินตรงกลางในระยะ 1.8 เมตร ควรมีท่อระบายน้ำใต้ดินและบ่อตรวจ

(5) รางระบายน้ำผิวดินควรบูรณาการร่วมกับระบบระบายน้ำใต้ดินด้วยท่อเจาะรูตามหลักวิศวกรรมธรณีเทคนิค (geotechnical engineering)

3.4 ช่วงชีวิตของระบบระบายน้ำที่ออกแบบ

ช่วงชีวิตต่ำสุดของการออกแบบระบบระบายน้ำบนทางรถไฟควรใช้เท่ากับ 120 ปี

3.5 รอบปีการเกิดซ้ำเฉลี่ยที่ออกแบบ

รอบปีการเกิดซ้ำเฉลี่ยที่ใช้ออกแบบระบบระบายน้ำบนทางรถไฟโดยทั่วไป ควรใช้เท่ากับ 50 ปี (aep ร้อยละ 2) ยกเว้น การระบายน้ำของทางหลีก (siding track drainage) สำหรับการออกแบบการระบายน้ำของทางหลีกหลัก ควรใช้รอบปีการเกิดซ้ำเท่ากับ 25 ปี (aep ร้อยละ 4)

3.6 อัตราการไหลสูงสุด

การประมาณค่าอัตราการไหลสูงสุดสำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำบนทางรถไฟสามารถคำนวณได้จากวิธี rational method ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมโดยทั่วไป อัตราการไหลสูงสุดนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของโค้งความเข้มฝน ช่วงเวลา ความถี่ (รอบปีการเกิดซ้ำสำหรับการออกแบบที่กำหนด) พื้นที่รับน้ำฝน ระยะเวลาของการไหลรวมตัว และสัมประสิทธิ์น้ำท่า (แปรผันตามลักษณะเฉพาะของพื้นผิวและความลาดชัน เช่น คอนกรีตจะมีค่าเข้าใกล้ 1.0 ส่วนพื้นที่ป่าหนาแน่นจะมีค่าน้อย) อย่างไรก็ตามวิธีการข้างต้นสามารถใช้ได้กับพื้นที่กำเนิดน้ำไม่เกิน 25 ตร.กม. ถ้าพื้นที่กำเนิดน้ำมากกว่าค่าที่กำหนดสามารถใช้วิธีอื่นในการประเมินการไหลหลากสูงสุดได้ เช่น วิธีกราฟน้ำท่า (hydrograph) หรือวิธีการวิเคราะห์ด้วยหลักความถี่การเกิดโดยพิจารณาทั้งลุ่มน้ำ (regional flood frequency analysis)

ฝนสำหรับการคำนวณอัตราการไหลสูงสุดควรพิจารณาจากหลาย ๆ เหตุการณ์เพื่อให้ได้ตัวแทนของฝนที่ใช้ออกแบบ โดยเลือกเหตุการณ์วิกฤติเป็นฝนออกแบบในการประมาณอัตราการไหลหลากสูงสุด นอกจากนี้อัตราการไหลสูงสุดยังขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่รับน้ำด้วย โดยปกติขนาดของพื้นที่รับน้ำจะได้จากการสำรวจพื้นที่จริง หรือประเมินจากแผนที่ภูมิประเทศ

หากมีน้ำจากแหล่งอื่นเข้ามาในระบบทางรถไฟ จะต้องนำน้ำนั้นมาพิจารณาร่วมเพื่อกำหนดค่าอัตราการไหลสูงสุดด้วย

4. การออกแบบระบบระบายน้ำผิวดิน

ระบบระบายน้ำบนทางรถไฟทางผิวดินจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) สามารถรองรับอัตราการไหลสูงสุดออกแบบโดยไม่ล้นรางระบายน้ำ

(2) รางระบายควรมีความลาดชันแนะนำ 1% (1 ต่อ 100)

(3) รางระบายต้องมีความลาดชันขั้นต่ำไม่น้อยกว่า 0.5% (1 ต่อ 200)

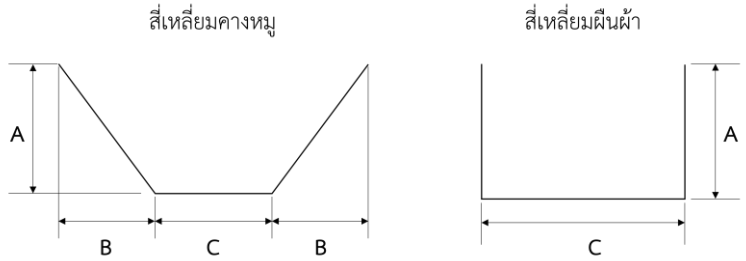
วัสดุที่ใช้ในรางน้ำเปิดจะต้องสามารถทนต่อการกัดเซาะ เนื่องจากความเร็วของการไหลของน้ำได้โดย ความเร็วของการไหลอาจประเมินได้จากสมการของ manning ทั้งนี้ ความเร็วสูงสุดที่ยอมให้สำหรับรางน้ำเปิดแต่ละรูปแบบแสดงได้ใน**ตารางที่ 1**

ตารางที่ 1 ความเร็วของการไหลสูงสุดที่ยอมให้ในรางน้ำเปิด

ชนิด/วัสดุของรางน้ำเปิด	ความเร็ว (เมตร/วินาที)
ทรายละเอียด (fine sand)	0.45
ดินร่วนปนตะกอนทราย (silt loam)	0.60
กรวดละเอียด (fine gravel)	0.75
ดินเหนียวแข็ง (stiff clay)	0.90
กรวดหยาบ (coarse gravel)	1.20
หินดินดาน หรือ ชั้นดานแข็ง (shale or hardpan)	1.50
หญ้าปกคลุม (grass covered)	1.80
หิน (stones)	2.50
ยางมะตอย (asphalt)	3.00
ก้อนหินมนขนาดใหญ่ (boulders)	5.00
คอนกรีต (concrete)	6.00

4.1 รางระบายน้ำด้านข้าง (cess drains)

เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาภายหลัง ควรเลือกขนาดรางน้ำเปิดที่ใหญ่ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าปัญหาการตกตะกอนในรางน้ำเปิด จะไม่ทำให้ประสิทธิภาพของการระบายน้ำลดลง ซึ่งขนาดมิติน้อยที่สุดของรางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าดัง**รูปที่ 1** ควรมีค่า A = 20 เซนติเมตร, B = 20 เซนติเมตร และ C = 30 เซนติเมตร



รูปที่ 1 ขนาดมิติขั้นต่ำสำหรับรางน้ำเปิด (ไม่ตามมาตราส่วน)

(ที่มา: ประยุกต์มาจากมาตรฐาน T HR CI 12130 st track drainage)

ตำแหน่งการวางระบบระบายน้ำแบบรางเปิด ควรมีระยะห่างจากคันทางรถไฟที่เหมาะสม ในกรณีที่รางระบายน้ำเปิดต้องวางในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดของโครงสร้างเดิม เช่น รางน้ำเปิดที่ถูกขุดระหว่างทางรถไฟ ในกรณีนี้รางน้ำเปิดยังคงต้องมีระยะห่างจากทางรถไฟระยะหนึ่ง เพื่อป้องกันมิให้หินโรยทางตกลงไปในทางระบายน้ำ ทั้งนี้ขอบของรางน้ำเปิดที่อยู่ใกล้กับทางรถไฟต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 2.8 เมตร จากกึ่งกลางของทางรถไฟ ท้องของรางน้ำเปิดต้องไม่อยู่สูงกว่าคันทาง

น้ำทั้งหมดจากพื้นที่รับน้ำด้านข้างจะถูกระบายออกสู่ลำน้ำเดิมหรือเส้นทางน้ำเดิมที่มีอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม น้ำที่ระบายออกนี้ต้องไม่ก่อให้เกิดปัญหาการระบายน้ำต่อพื้นที่ข้างเคียง เช่น น้ำท่วมในพื้นที่ระบายน้ำออก

4.2 รางดักน้ำ (catch drains)

รางดักน้ำเหมาะสำหรับลาดทางตัดที่สูงมาก ซึ่งอาจเป็นรางหรือท่อระบายน้ำวางบนเนินด้านบน เพื่อเบี่ยงน้ำออกจากทางตัด รางระบายน้ำต้องห่างจากทางตัดไม่น้อยกว่า 1 เมตร หรือในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยทั่วไปต้องมีรางดักน้ำทุก ๆ ความสูงของลาดทางตัดไม่เกิน 5 เมตร

ในพื้นที่ด้านลาดเขา ควรวางท่อหรือรางระบายน้ำด้านข้างไว้ เพื่อระบายน้ำจากทางถมโดยที่ทางระบายน้ำควรต้องมีระยะห่างจากคันดินหรือทางถมอย่างน้อย 1 เมตร รางระบายน้ำด้านข้างอาจเป็นรางดาดคอนกรีตหรือไม่ดาดคอนกรีตก็ได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสภาพของดินและความเร็วของการไหลสูงสุดที่ถูกออกแบบ อาจใช้ท่อครึ่งวงกลมแทนรางดาดคอนกรีตได้

4.3 รางระบายน้ำรวมออกนอกพื้นที่ (mitre drain)

โดยปกติในทุก ๆ ระยะทาง 100 เมตร ควรมีระบบระบายน้ำรวมออกนอกพื้นที่ (เขตทางรถไฟ) และทุก ๆ ทางตัด (cutting) จะต้องมีรางหรือท่อระบายน้ำรวมออกนอกพื้นที่

จุดด้านท้ายของรางระบายน้ำรวมออกนอกพื้นที่ จะต้องมีการป้องกันการกัดเซาะด้านปลายท่อระบายน้ำออก เนื่องจากความเร็วของการไหล

5. การออกแบบระบบระบายน้ำใต้ผิวดิน (subsurface drainage)

ควรใช้ระบบระบายน้ำใต้ผิวดิน ในกรณีดังต่อไปนี้

(1) ระบบระบายน้ำผิวดินไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำที่ต้องระบายได้เพียงพอ หรือเนื่องจากข้อจำกัดบางประการของการก่อสร้างระบบระบายน้ำผิวดิน หรือตำแหน่งระบายน้ำทิ้งไม่เหมาะสม

(2) ทางรถไฟที่มีหลายทางรถไฟ (multiple track)

(3) ในพื้นที่ที่ระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้เคียงกับระดับพื้นทางรถไฟ

(4) พื้นที่น้ำใต้ดินอาจอยู่ภายใต้แรงดัน จึงจำเป็นต้องมีระบบระบายน้ำใต้ผิวดินเพื่อลดระดับแรงดันน้ำด้วย ระบบระบายน้ำใต้ผิวดินอาจวางแนวตามยาวหรือตามแนวขวางทางรถไฟก็ได้ ขึ้นอยู่กับความจำเป็นและความเหมาะสม ระบบระบายน้ำใต้ผิวดินควรต้องออกแบบให้สามารถลำเลียงน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และน้ำซึม รวมถึงน้ำที่รวมจากแหล่งอื่นออกนอกเขตทางรถไฟ หรือเข้าสู่ระบบอื่นที่ออกแบบไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าระบบน้ำใต้ดินต้องออกแบบให้ลดระดับหรือปริมาณน้ำใต้ดิน รวมถึงน้ำซึม ควรต้องสำรวจและศึกษาคุณลักษณะเฉพาะด้านอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่นั้น ๆ โดยละเอียดสำหรับคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องระบาย

5.1 การระบายน้ำด้วยท่อ (pipe drains)

การคำนวณอัตราการไหลสูงสุดสำหรับออกแบบระบบระบายน้ำ สามารถคำนวณได้โดยวิธี rational method ทั้งนี้ สามารถปรับเพิ่มค่าที่คำนวณจากวิธีการข้างต้นได้ เนื่องจากอาจมีน้ำใต้ดินจากส่วนอื่นและน้ำที่รวมจากระบบอื่นเข้ามาเพิ่มในท่อ นอกจากนั้นการประเมินอัตราการไหลสูงสุดอาจทำได้โดยวิธีอื่น ๆ เช่น วิธีกราฟน้ำท่า (hydrograph) ซึ่งในทางปฏิบัติสามารถใช้ท่อที่มีขนาดใหญ่กว่าที่ออกแบบได้ การเลือกใช้ท่อที่มีขนาดใหญ่กว่าที่ออกแบบจะสามารถลดความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นต่อระบบ เช่น มีวัสดุกีดขวางการไหลในท่อ รวมทั้งยังทำให้ระบบระบายน้ำง่ายต่อการทำความสะอาด

5.1.1 ขนาดท่อ

เส้นผ่าศูนย์กลางไม่ควรน้อยกว่า 22.5 เซนติเมตร เพื่อให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา

5.1.2 ความลาดเอียงตามยาวของท่อ

ความลาดเอียงตามยาวของท่อควรมีอัตราส่วนเท่ากับ 1:100 ในกรณีที่ไม่อาจวางความลาดเอียงของท่อตามเกณฑ์ข้างต้นได้ ความลาดเอียงไม่ควรต่ำกว่า 1:200

5.1.3 ความลึกของท่อ

ความลึกของท่อระบายน้ำที่ฝังใต้ระบบรางไม่ควรน้อยกว่า 1.6 เมตร โดยวัดจากส่วนบนสุดของรางรถไฟถึงส่วนบนสุดของท่อ ในกรณีที่วางท่อขนานกับรางรถไฟใต้ทางเดิน ความลึกของท่อไม่ควรน้อยกว่า 60 เซนติเมตร สำหรับบางพื้นที่ที่ไม่สามารถวางท่อระบายน้ำให้มีความลึกตามข้อกำหนดข้างต้นได้ สามารถที่จะลดความลึกการฝังของท่อลงได้ในแต่ละกรณี คือ

(1) สำหรับท่อที่วางใต้รางรถไฟควรมีความลึกอย่างน้อยเท่ากับ 1.2 เมตร โดยวัดจากส่วนบนสุด ของรางรถไฟถึงส่วนบนสุดของท่อ

(2) สำหรับท่อที่วางใต้ทางเดินคู่ขนานกับรางรถไฟ ควรมีความลึกอย่างน้อย 30 เซนติเมตร จากส่วนบนสุดของทางเดิน หรือ 1.0 เมตร จากส่วนบนสุดของรางรถไฟที่อยู่ใกล้เคียง

5.1.4 วัสดุ

วัสดุท่อที่นิยมใช้ ได้แก่

(1) ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

(2) ท่อคอนกรีตเสริมเส้นใย

(3) ท่อพลาสติกที่ผ่านการอนุมัติ

(4) ท่อเหล็ก

โดยท่อแต่ละประเภทในข้างต้น การใช้งานจะต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิต

5.2 การระบายน้ำโดยวัสดุมวลรวม (aggregate drains)

การระบายน้ำโดยใช้วัสดุมวลรวมเหมาะกับกรณีที่น้ำใต้ดินหรือน้ำจากการซึมผ่านปริมาณน้อย ไม่สามารถที่จะใช้สำหรับการระบายน้ำที่หลากบนพื้นผิวได้ (surface runoff)

ในการออกแบบการระบายน้ำผ่านวัสดุมวลรวม โดยการซึมสามารถประมาณค่าอัตราการซึมหรือการระบายได้โดยสมการของดาร์ซี่ (Darcy’s equation) ตัวอย่างเช่น ความสามารถในการซึมผ่านของกรวดสะอาดจะอยู่ในช่วง 0.01 ถึง 0.1 เมตร/วินาที โดยวัสดุมวลรวมที่ใช้ในการระบายน้ำควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 20 มิลลิเมตร ถึงขนาด 53 มิลลิเมตร (สำหรับทางรถไฟแบบหินโรยทาง) โดยค่าการซึมผ่านของน้ำผ่านวัสดุมวลรวมข้างต้นมีค่า ดังนี้

(1) มวลรวมขนาด 20 มิลลิเมตร ค่าการซึมผ่านของน้ำ (k) = 0.15 เมตร/วินาที

(2) มวลรวมขนาด 53 มิลลิเมตร ค่าการซึมผ่านของน้ำ (k) = 0.40 เมตร/วินาที

ระบบระบายน้ำด้วยวัสดุมวลรวมจะต้องมีการวางแผ่นใยสังเคราะห์ด้วย เพื่อป้องกันการพัดพาวัสดุขนาดเล็กที่อาจไหลไปกับน้ำเนื่องจากการซึม

5.3 ทางน้ำเข้าและทางน้ำออก (inlets and outlets)

เพื่อป้องกันการกัดเซาะหรือการพังทลายของดินทางน้ำเข้า (inlet) และทางน้ำออก (outlet) จะต้องมีขนาดกำแพงปากท่อ (headwall) ที่เหมาะสม และวางระดับสอดคล้องกับระดับดินเดิม บริเวณจุดทางน้ำออกพื้นดินต้องแน่นหนามั่นคง สามารถรองรับอัตราการไหลออกของน้ำโดยไม่ก่อให้เกิดการกัดเซาะ

สำหรับพื้นที่ที่มีการชะล้างหน้าดิน ปริมาณน้ำที่ต้องระบายจะมีความเข้มข้นของตะกอนด้วย ดังนั้นระบบจึงต้องมีบ่อดักตะกอน

5.4 บ่อตรวจ (pits)

บ่อตรวจเป็นจุดรวมน้ำ และระบบต้องมีบ่อตรวจก็เพื่อความสะดวกของการบำรุงรักษาบ่อตรวจควรมีระยะห่างระหว่างกึ่งกลางของแต่ละบ่อในช่วง 30 เมตร ถึง 50 เมตร ในกรณีของบ่อตรวจมีแนวผ่านชานชาลา ระยะห่างจากบ่อหนึ่งถึงอีกบ่อหนึ่งควรมีค่าลดลงอยู่ที่ระหว่าง 20 เมตร ถึง 30 เมตร เมื่อแนวของบ่อตรวจต้องโค้งไปตามแนวของทางรถไฟ ระยะห่างของแต่ละบ่อก็ควรลดลงไปอีก เพื่อให้ได้แนวโค้งที่เหมาะสมตามเส้นทางรถไฟ ถ้าบ่อตรวจอยู่ใกล้กับบริเวณประแจ (turnout) ตำแหน่งของบ่อควรจะวางให้พอดีในพื้นที่ว่างระหว่างหมอนทางรถไฟ

ขนาดภายในของด้าน กว้าง × ยาว น้อยที่สุดของบ่อตรวจควรมีค่า ดังนี้

(1) 45 เซนติเมตร × 45 เซนติเมตร สำหรับบ่อที่ลึกไม่เกิน 1 เมตร

(2) 60 เซนติเมตร × 60 เซนติเมตร สำหรับบ่อตรวจที่ลึกมากกว่า 1 เมตร

สามารถใช้บ่อตรวจที่คอนกรีตหล่อสำเร็จ (precast) ได้เช่นเดียวกันกับบ่อตรวจหล่อในที่ (cast in-situ) ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

5.5 แผ่นใยสังเคราะห์

วัตถุประสงค์หลักของการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ในงานระบายน้ำใต้ดินเป็นวัสดุหรือตัวกรองเพื่อป้องกันเม็ดดินหรือวัสดุขนาดเล็กไม่ให้ผ่านหรือไหลไปกับน้ำที่ต้องการระบายออก แผ่นใยสังเคราะห์ต้องมีคุณสมบัติเฉพาะต่าง ๆ ดังนี้

(1) เป็นแผ่นใยที่ยอมให้มีการซึมผ่านของน้ำได้ดี

(2) มีความคงทน (รวมถึงในระหว่างขั้นตอนของการก่อสร้างด้วย)

(3) กรองน้ำได้ดี

(4) ไม่มีปัญหาการอุดตันเนื่องจากวัสดุหรือเม็ดดินขนาดเล็กหรือละเอียด

(5) มีความยืดหยุ่น

การเลือกใช้แผ่นใยสังเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่ และสภาพแวดล้อมนั้นต้องเป็นไปตามศักยภาพการซึมผ่านได้ของน้ำ ทั้งนี้ ยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินในแต่ละพื้นที่ และข้อจำกัดของศักยภาพการระบายน้ำในพื้นที่เฉพาะนั้น ๆ ด้วย

สมบัติเชิงกลของแผ่นใยสังเคราะห์ด้วยการทดสอบตามมาตรฐาน AS 3706 geotextile – methods of test ควรมีสมบัติเชิงกลขั้นต่ำ ดังนี้

(1) ความต้านทานการฉีกขาด 590 นิวตัน

(2) ความต้านทานแรงดันทะลุ 4600 นิวตัน

(3) ความต้านทานแรงดึงขาด 1200 นิวตัน

(4) G rating 3500

ระบบระบายน้ำใต้ผิวดินจะต้องมีแผ่นใยสังเคราะห์ห่อตลอดแนวท่อระบายน้ำ โดยหุ้มล้อมวัสดุมวลรวม แผ่นใยสังเคราะห์ควรมีรอยต่อน้อยที่สุด ซึ่งระหว่างรอยต่อของแต่ละแผ่นใยสังเคราะห์ควรมีระยะทับซ้อนกันขั้นต่ำดังนี้

(1) เหนือท่อ 20 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 30 เซนติเมตร
(2) ด้านข้างและฐานของท่อ 10 เซนติเมตร
(3) รอบท่อ 30 เซนติเมตร

6. การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบระบายน้ำ

การตรวจสอบและซ่อมบำรุงระบบระบายน้ำ เพื่อรักษาความสมบูรณ์ของโครงสร้างทางรถไฟ ทางถม และทางตัด ประกอบด้วยกิจกรรม ดังต่อไปนี้

(1) การตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ
(2) การกำจัดสิ่งอุดตัน
(3) การเฝ้าสังเกตจุดบกพร่อง
(4) การบำรุงรักษาเป็นประจำ
(5) การซ่อมแซมระบบระบายน้ำที่ชำรุด

รวมถึงการออกแบบให้ง่ายต่อการเข้าซ่อมบำรุง

7. เอกสารและข้อมูลที่จำเป็นสำหรับงานระบายน้ำบนทางรถไฟ

7.1 แบบรายละเอียด

การจัดทำแบบรายละเอียดจะต้องมีการวางแผน และการสำรวจพื้นที่โครงการ เพื่อให้ได้รายละเอียดต่าง ๆ ที่ครบถ้วน โดยแบบรายละเอียดควรประกอบด้วย

(1) ระดับและแนวเส้นทางรถไฟ
(2) รายละเอียดของทางระบายน้ำออก
(3) ผังรวมของระบบระบายน้ำ รวมทั้งผังของระบบระบายน้ำเดิมที่มีอยู่แล้ว
(4) ตำแหน่งของอาคารองค์ประกอบต่าง ๆ
(5) ภาพตัดตามขวาง
(6) ภาพตัดตามยาว
(7) ความลึกของท่อและรางระบายน้ำ
(8) รายละเอียดการก่อสร้างท่อหรือรางระบายน้ำ
(9) รายละเอียดของบ่อตรวจ
(10) รายละเอียดของวิธีการป้องกันการกัดเซาะ
(11) รายละเอียดของแอ่งหน่วงน้ำ (ถ้ามี)

7.2 รายงานด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์ (hydrology/ hydraulic reports)

งานระบายน้ำเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับอุทกวิทยาและชลศาสตร์ ดังนั้นข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ จึงต้องรวบรวมหรือสำรวจ เพื่อเป็นองค์ประกอบในการออกแบบระบบระบายน้ำ ประกอบด้วย

(1) ข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วม ฝนสูงสุด ระดับน้ำสูงสุด
(2) รายละเอียดและศักยภาพการระบายน้ำของพื้นที่รับน้ำ
(3) วิธีการคำนวณ
(4) พารามิเตอร์สำหรับคำนวณด้านอุทกวิทยา

(5) พารามิเตอร์สำหรับคำนวณด้านชลศาสตร์

(6) ผลการวิเคราะห์ระบบระบายน้ำ (ทั้งระบบเดิมที่มีอยู่และระบบใหม่)

(7) ความปลอดภัยของการออกแบบ

(8) ผลลัพธ์จากแบบจำลองคอมพิวเตอร์

(9) ภาพถ่ายของพื้นที่จริง

บางพื้นที่แนวทางการระบายน้ำอาจทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ดังนั้น ในรายงานควรมีเนื้อหาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) ภาพร่างของแต่ละทางเลือก

(2) ประมาณการค่าใช้จ่ายของแต่ละทางเลือก

(3) เปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยของแต่ละทางเลือก

(4) ข้อแนะนำพร้อมเหตุผลว่าควรเลือกแนวทางใดจึงเหมาะสม

บรรณานุกรม

[1] T HR CI 12130 st track drainage. state of nsw through transport for nsw. version 1, 2015

[2] มาตรฐาน มขร. C – 001 - 2564 มาตรฐานการแบ่งประเภททางรถไฟ

[3] คู่มือการวางแผนบริหารจัดการน้ำท่วมด้วยแนวทางใช้สิ่งก่อสร้าง (manual on planning of structural approaches to flood management), คณะทำงานด้านวิชาการของคณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย (thaicid–thai national committee on irrigation and drainage) (2566)