มาตรฐานทางระบายน้ำสำหรับ อปท.

1 ก.ค. 2558

โดย
คุณ อดิศร อภิรักษ์วณิชย์
วิศวกรโยธาชำนาญการ สำนักสำรวจและออกแบบ
กรมทางหลวงชนบท







สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท

มาตรฐานงานทางระบายน้ำสำหรับ อปท.

วัตถุประสงค์

- เพื่อให้ผู้เข้ารับการศึกษาอบรมมีความรู้ความเข้าใจในมาตรฐานทางระบายน้ำสำหรับ อปท.
- เพื่อให้ผู้เข้ารับการศึกษาอบรมมีความรู้ในการออกแบบระบบระบายน้ำเบื้องต้น

หลักการออกแบบอาคารระบายน้ำ

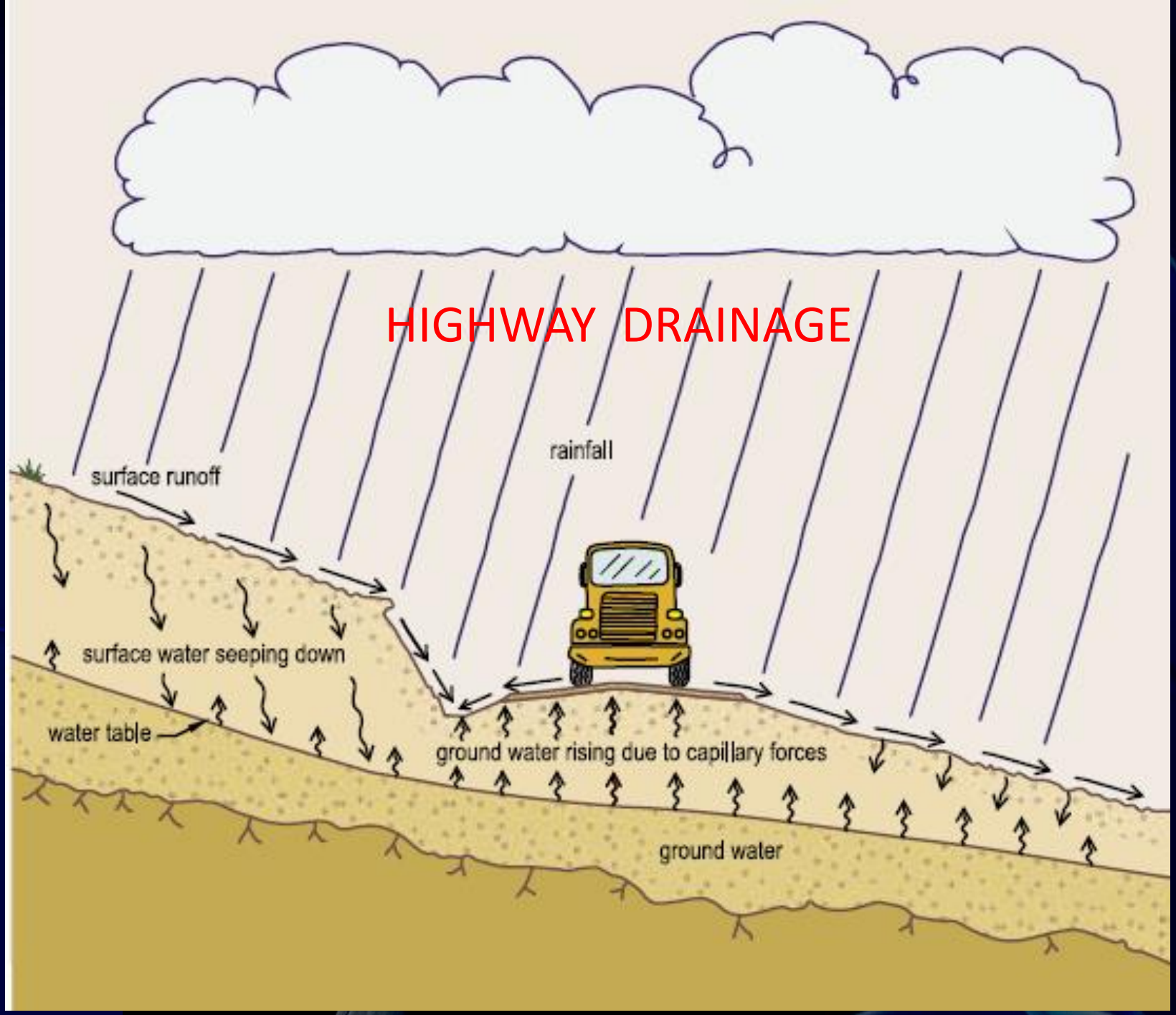
ต้องศึกษาด้านอุตุนิยมวิทยา ธรณีวิทยา ข้อมูลด้านสถิติต่าง ๆ นำมาวิเคราะห์ด้านอุทกวิทยา ปฐพีกลศาสตร์ และชลศาสตร์ มีขั้นตอนสำคัญประกอบด้วย

- การวิเคราะห์ทางอุทกวิทยา(Hydrologic Analysis) เพื่อหาปริมาณน้ำหลากสูงสุด
- การออกแบบทางชลศาสตร์(Hydraulic Design) เพื่อหาขนาดอาคารระบายน้ำ เช่น ราง ท่อ สะพาน เป็นต้น
- การออกแบบโครงสร้างอาคารระบายน้ำ และอาคารประกอบ เพื่อให้อาคารระบายน้ำมีความมั่นคงแข็งแรง

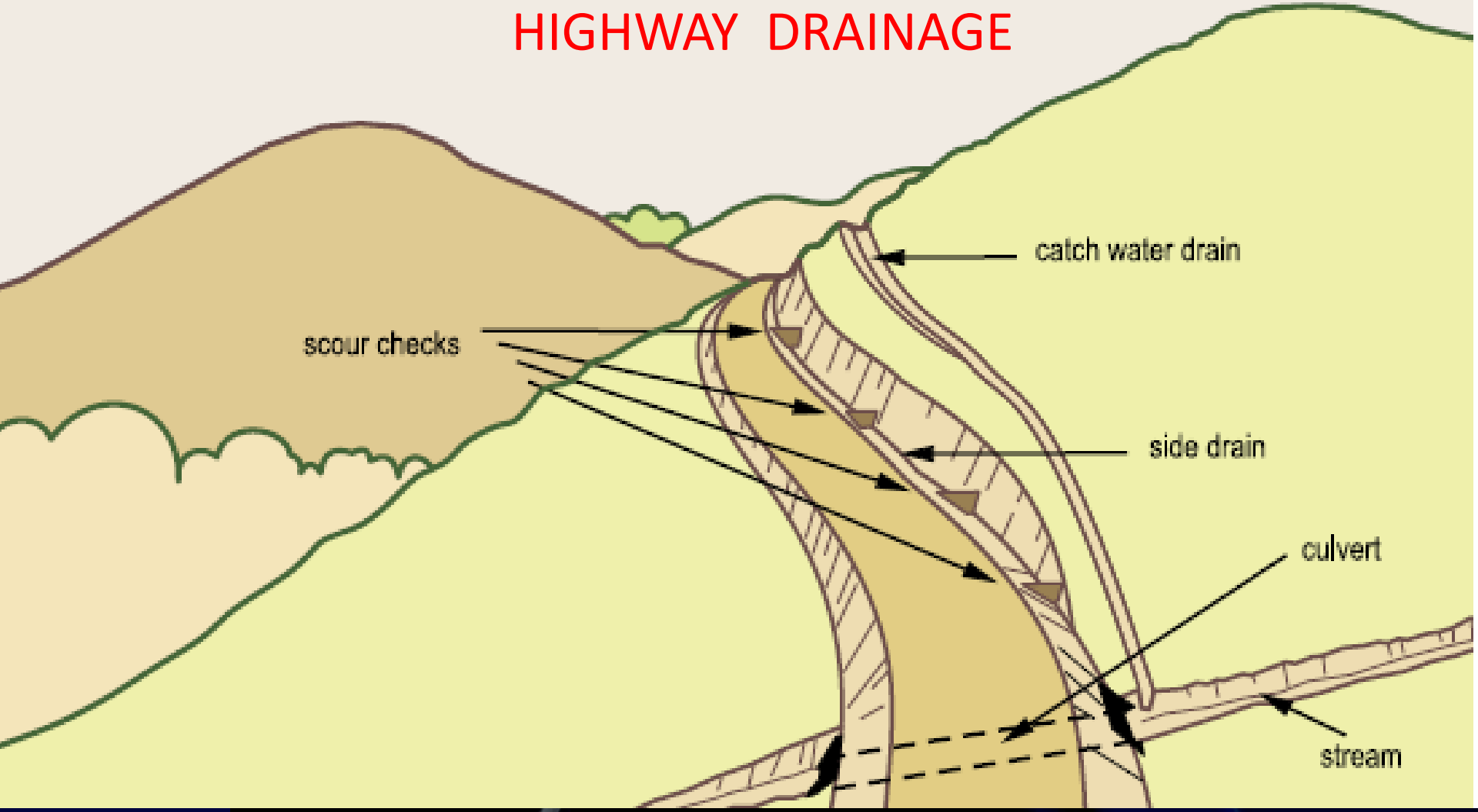
ลักษณะการระบายน้ำของถนน จำแนกได้ดังนี้

- การระบายน้ำผิวบนถนน (Surface Drainage)
- การระบายน้ำตามขวาง (Cross Drainage)
- การระบายน้ำตามยาวถนน (Longitudinal Drainage)
- การระบายน้ำใต้ผิวถนน (Subsurface Drainage)
- การป้องกันการกัดเซาะ (Erosion Control)

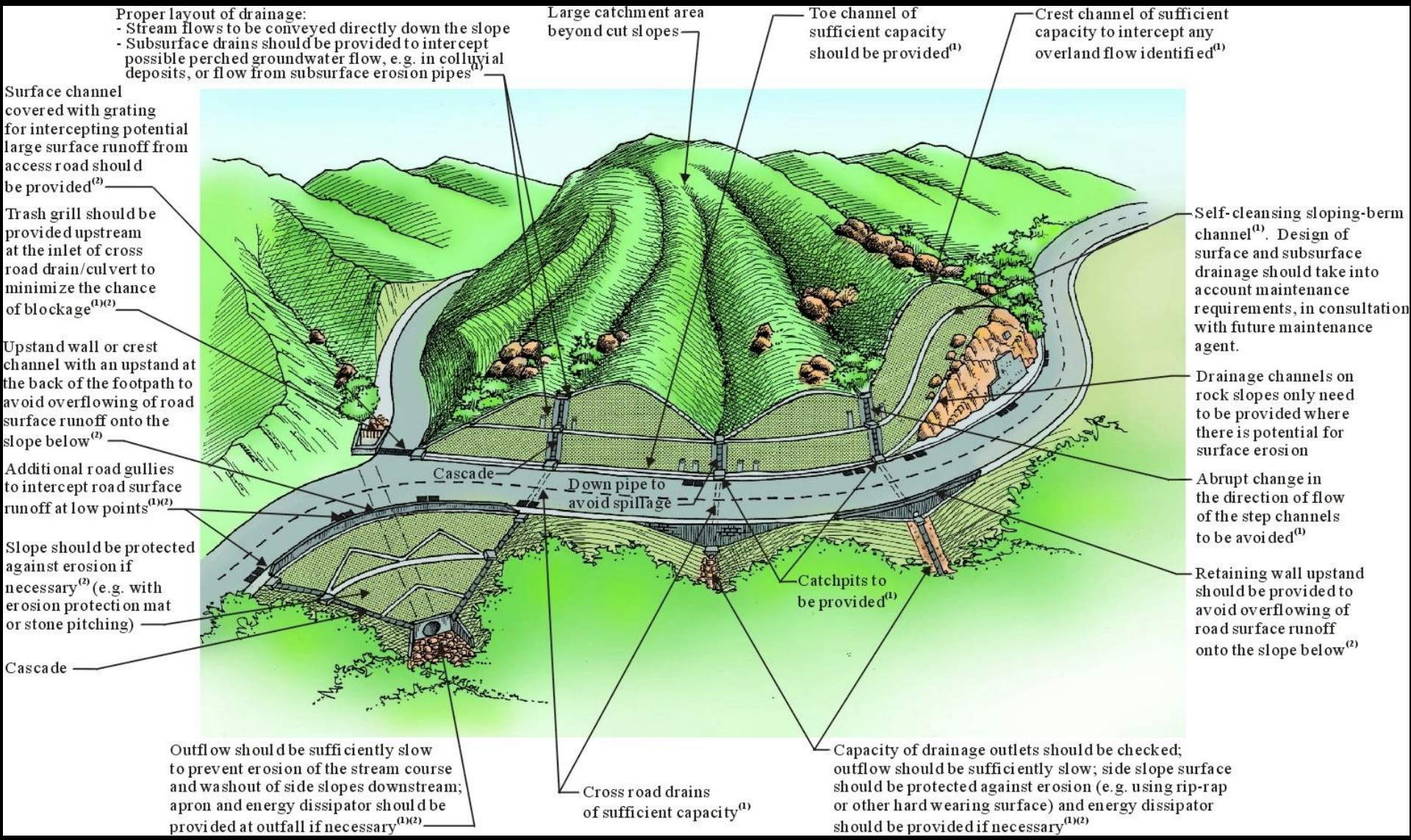
HIGHWAY DRAINAGE



HIGHWAY DRAINAGE



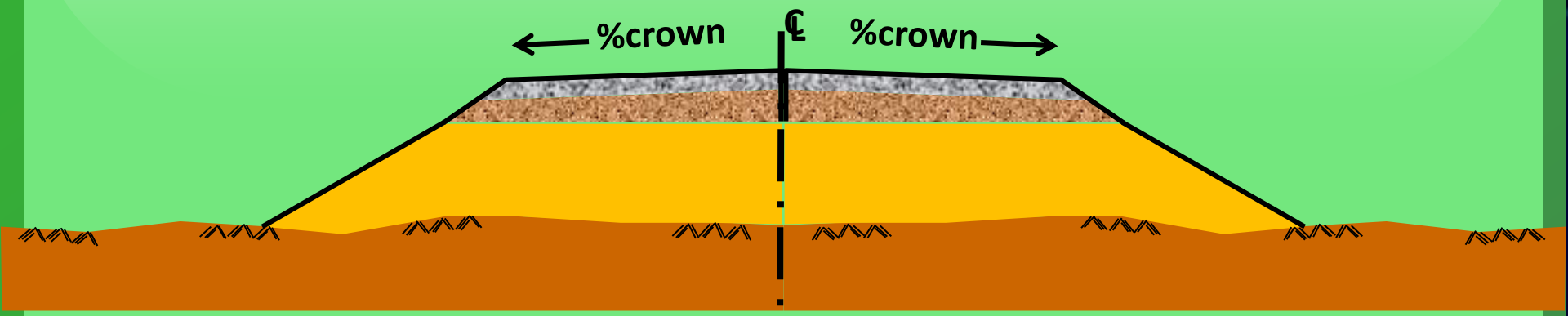
HIGHWAY DRAINAGE



การระบายน้ำผิวบนถนน

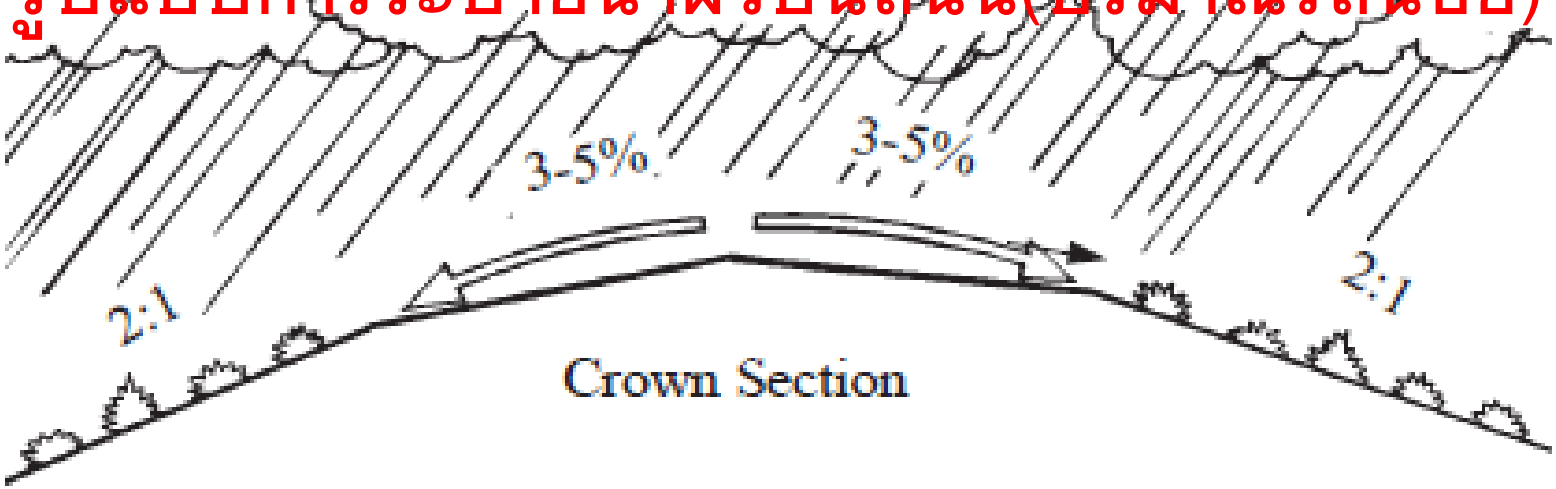
(Surface Drainage)

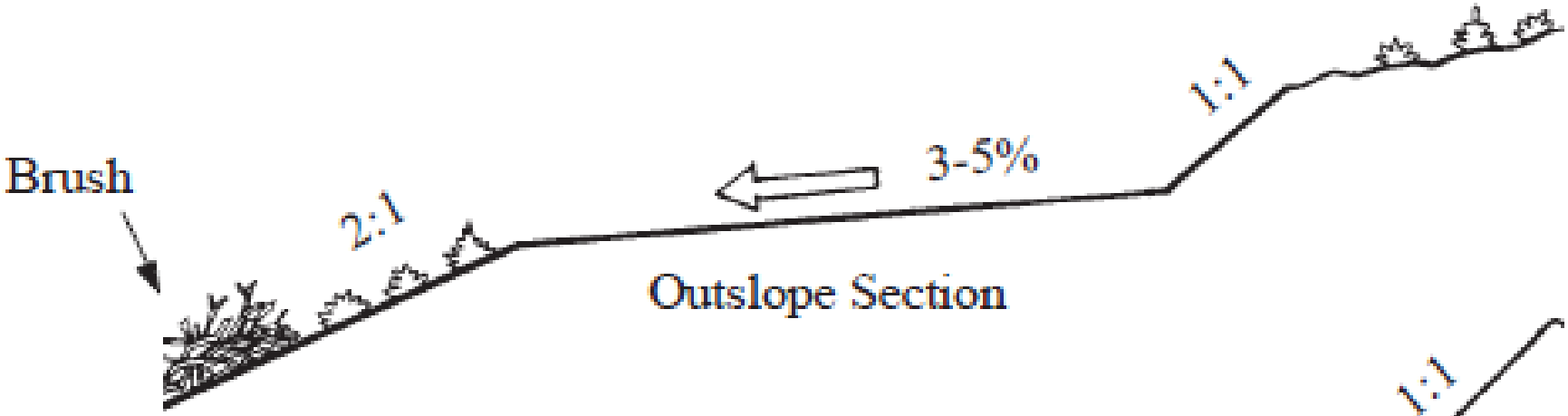
การระบายน้ำบนผิวถนน (Road Surface Drainage)

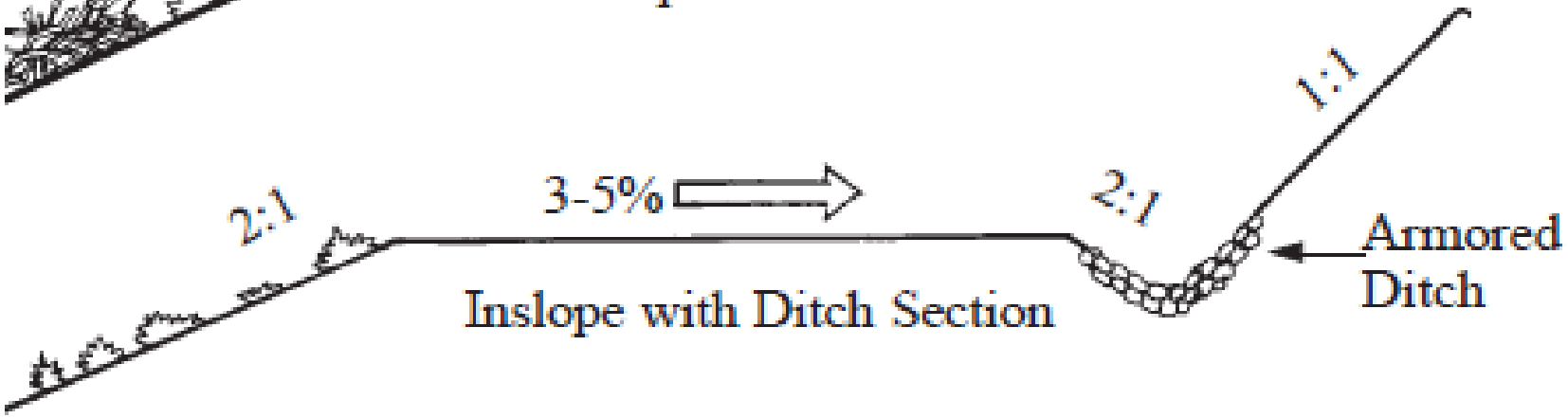


ประเภทผิวจราจร	% Crown
ผิวจราจรลูกรัง	4.0 %
ผิวจราจรลาดยาง	2.5 – 3.5 %
ผิวจราจรคอนกรีต	2.0 %
ผิวสะพาน	1.5 %

รูปแบบการระบายน้ำผิวบนถนน(ปริมาณรถน้อย)



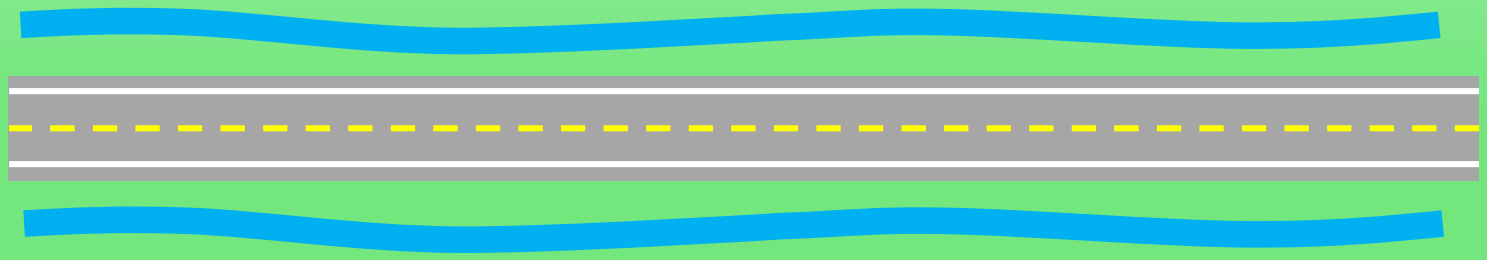




การระบายน้ำผิวบนถนน

(Surface Drainage)

การระบายน้ำตามยาว (Longitudinal Drainage)

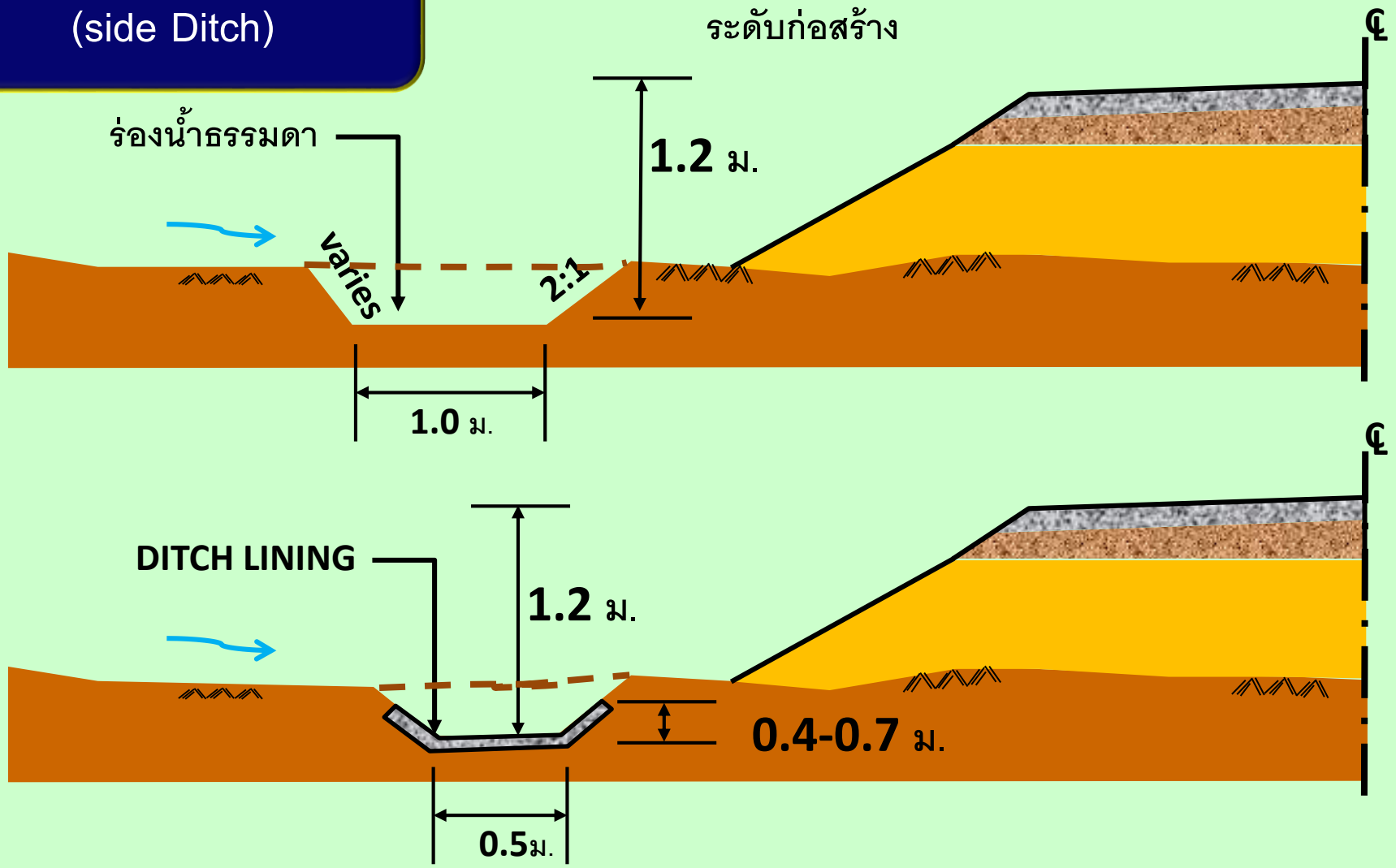


ประกอบด้วย

- **งานระบายน้ำในร่องน้ำเปิดข้างทาง (Side ditch)**
- **งานระบายน้ำช่วงงานตัดลึก(Deep Cut)**
- **งานระบายน้ำในช่วงถมสูง (High Fill)**
- **งานระบายน้ำตามยาวในย่านชุมชน เช่น รางดาดคางหมู รางตัวยู ท่อและบ่อพัก**

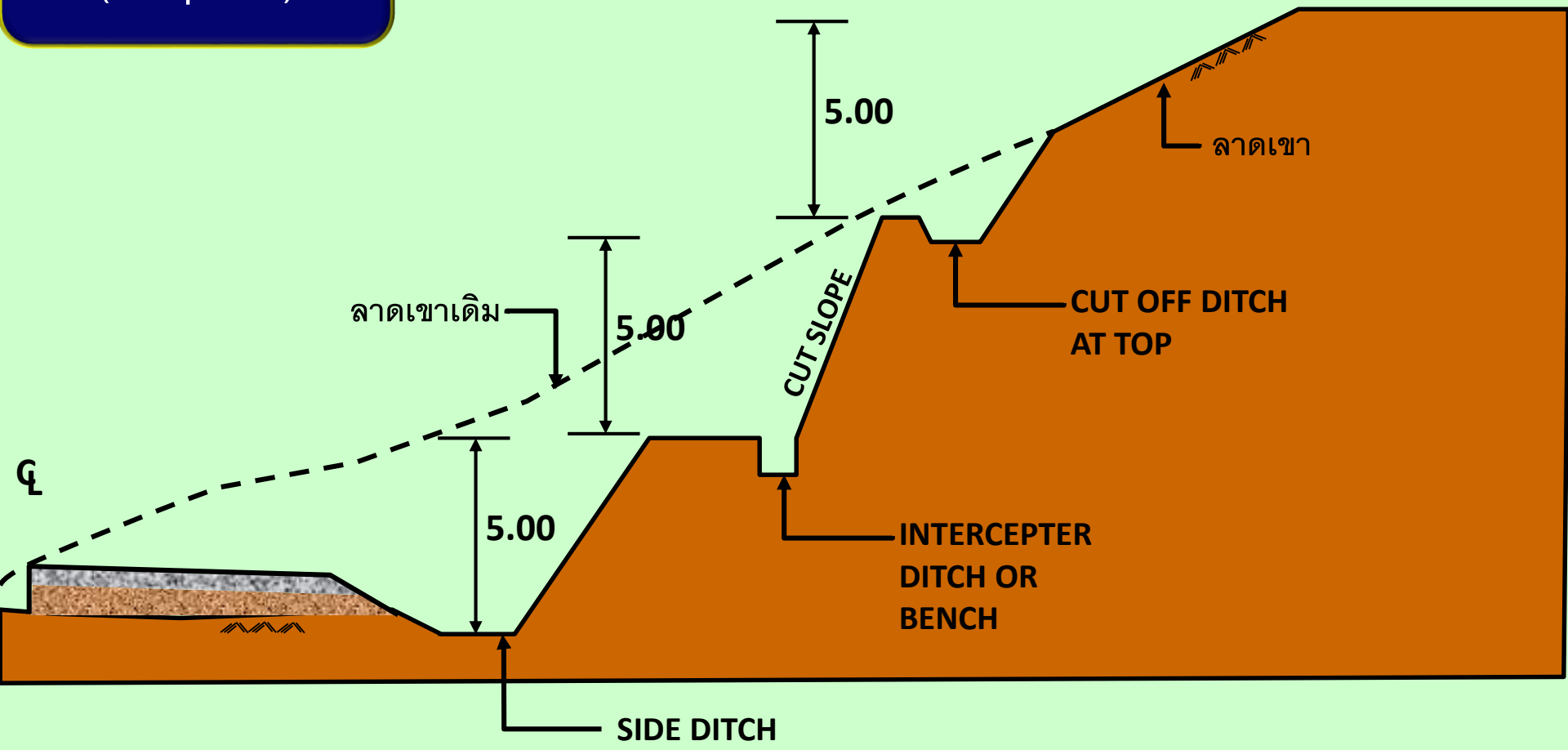
การระบายน้ำตามยาว(Longitudinal Drainage)

วิธีการขุดร่องน้ำข้างทาง (side Ditch)



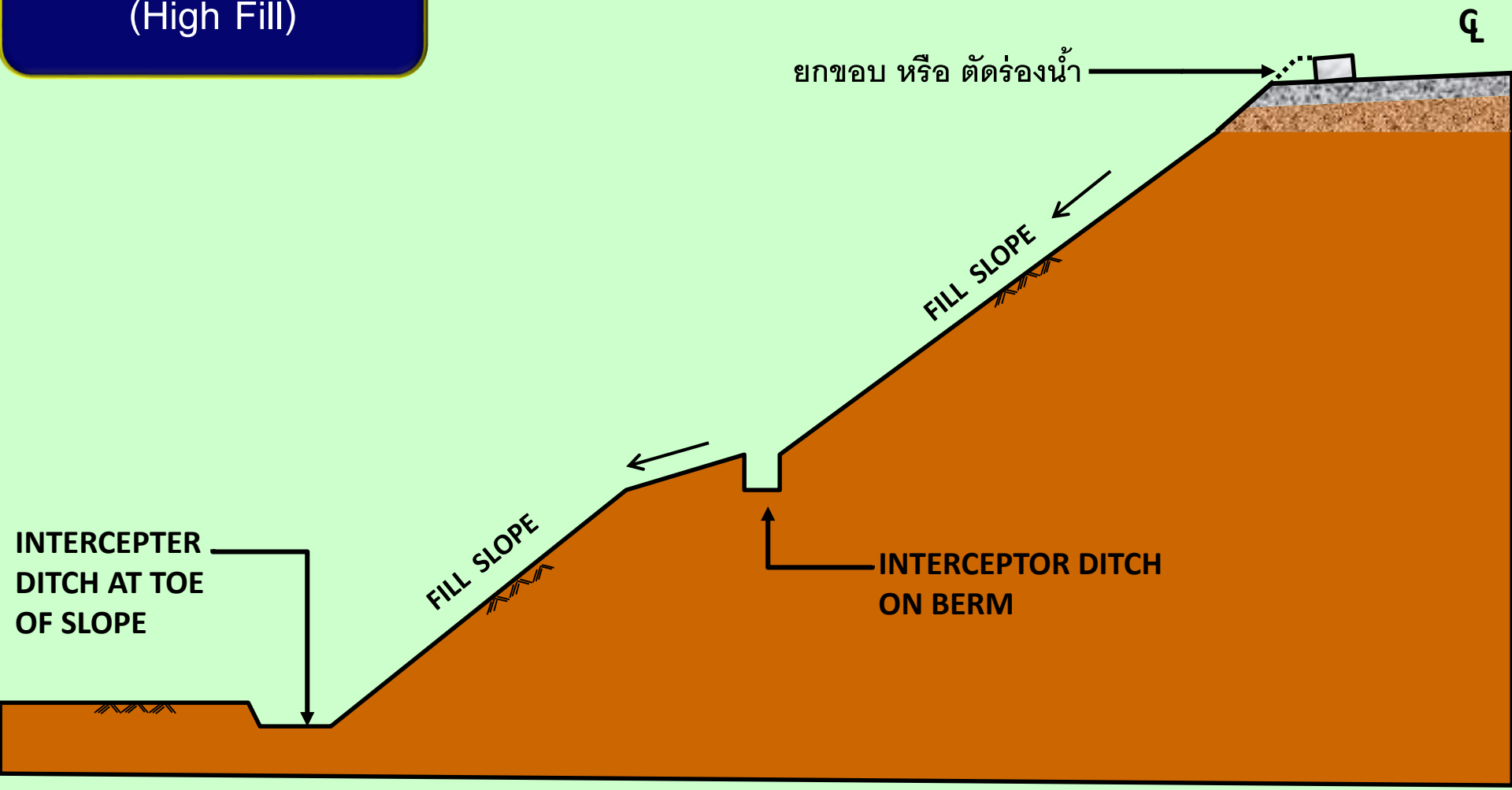
การระบายน้ำตามยาว(Longitudinal Drainage)

ช่วงงานตัดลึก
(Deep Cut)



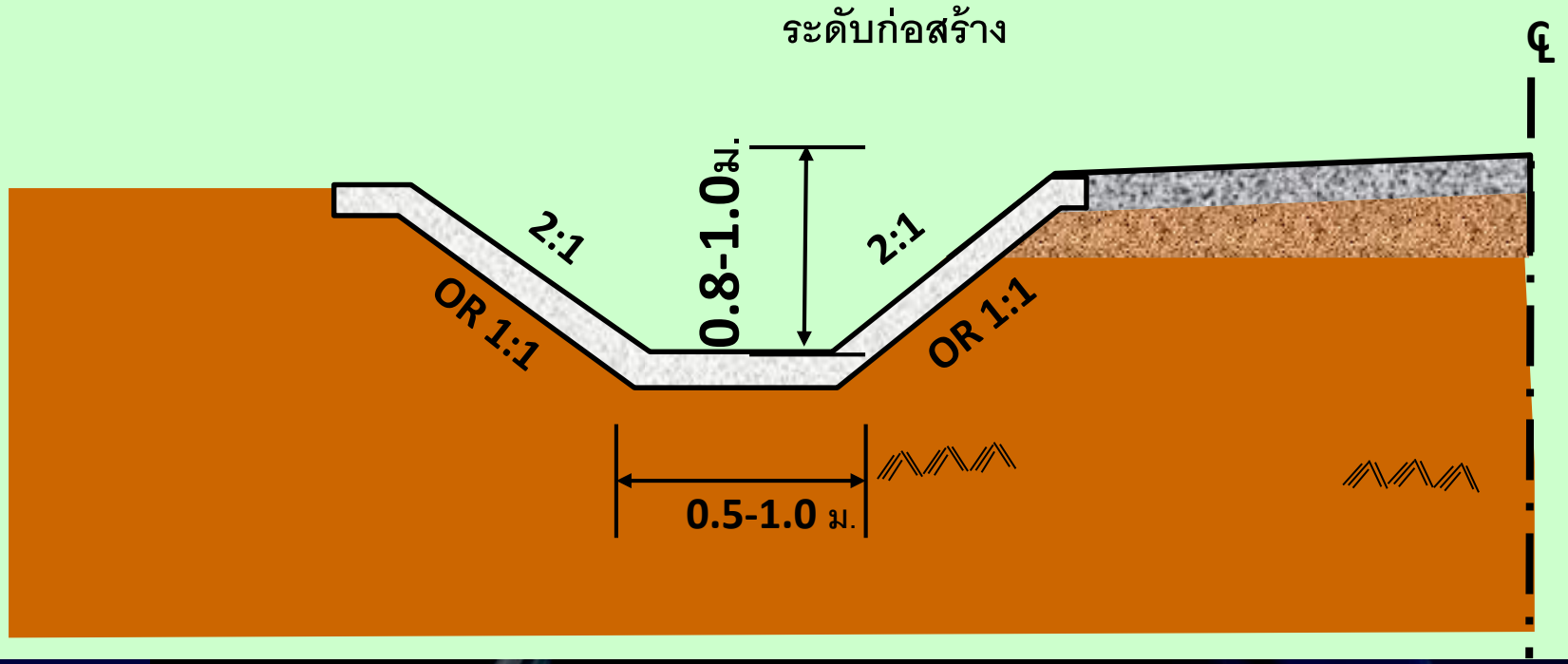
การระบายน้ำตามยาว(Longitudinal Drainage)

ช่วงงานถมสูง
(High Fill)



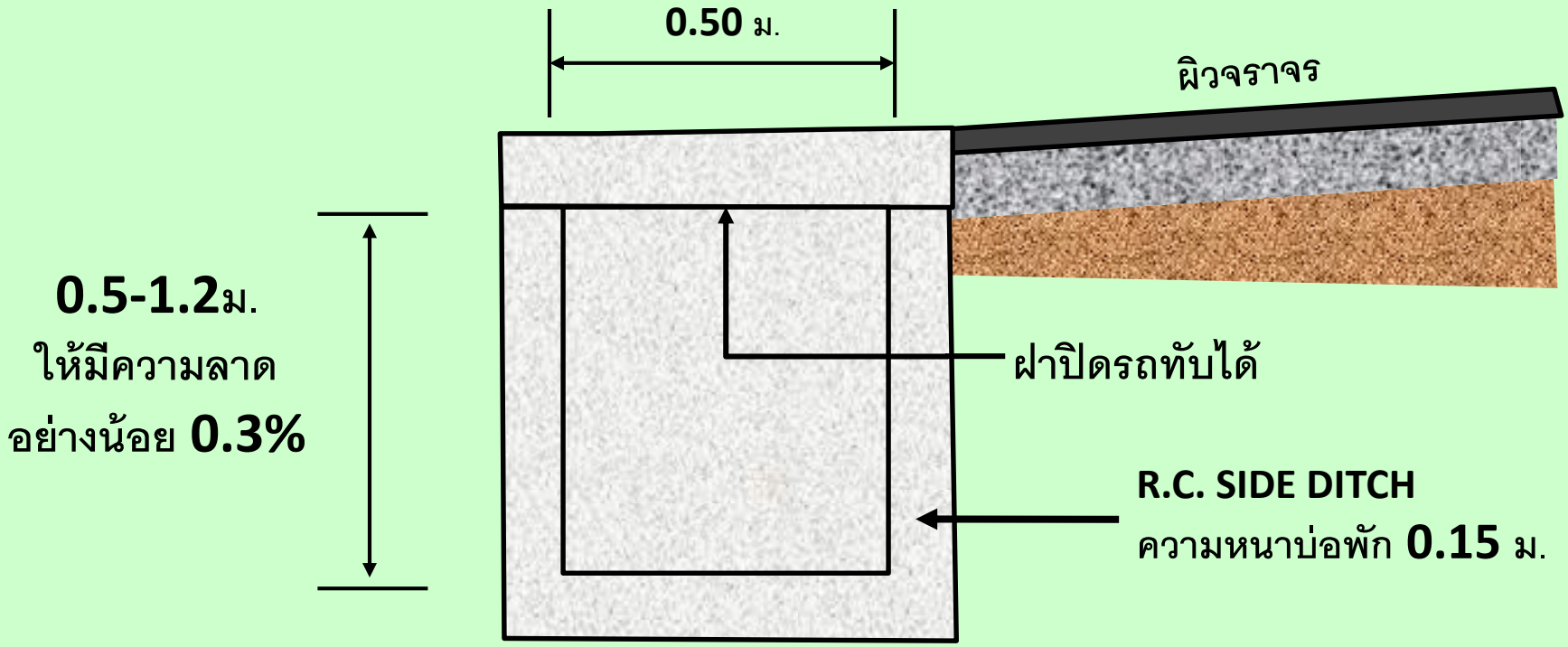
การระบายน้ำตามยาว(Longitudinal Drainage)

ช่วงงานระบายน้ำในเขตชุมชน → รางเปิดคอนกรีต (Concrete Open Ditch)



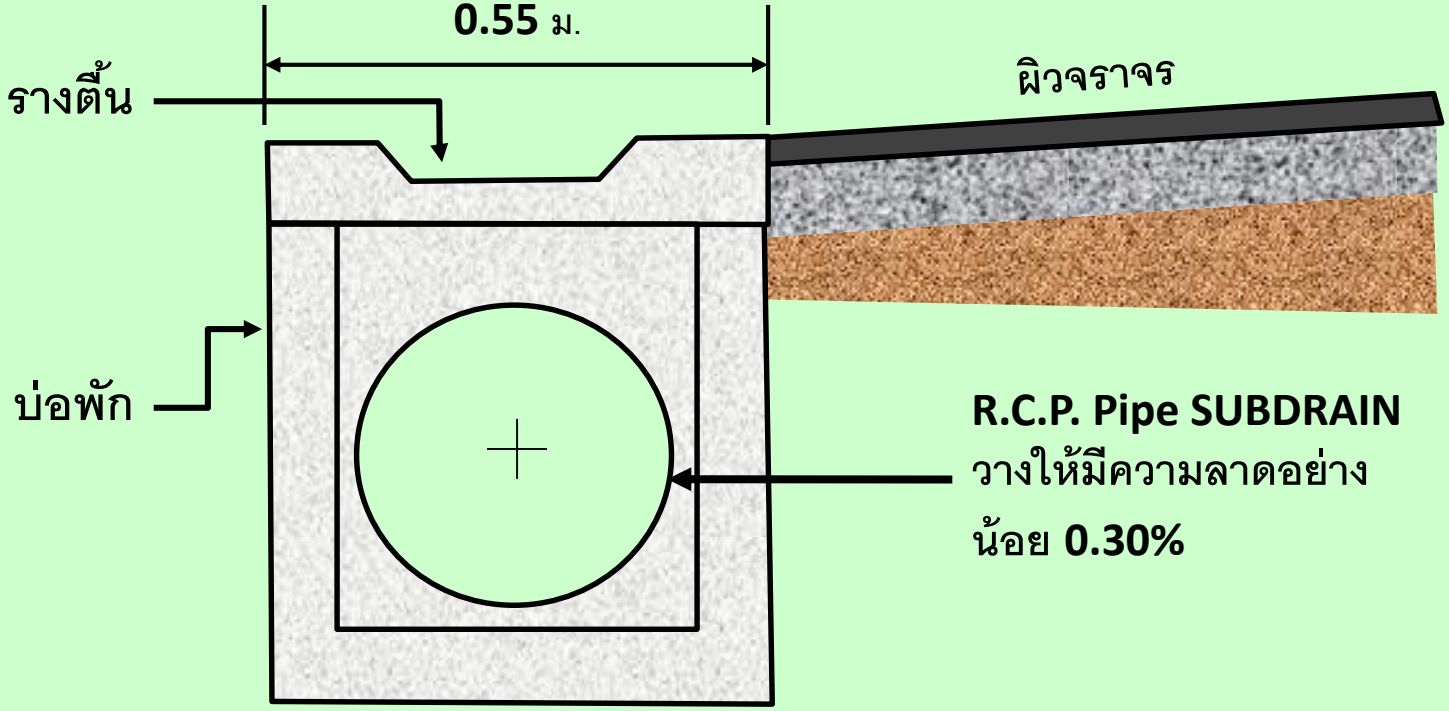
การระบายน้ำตามยาว(Longitudinal Drainage)

ช่วงงานระบายน้ำในเขตชุมชน เขตทางแคบ → **รางระบายน้ำรูปตัว U**



การระบายน้ำตามยาว(Longitudinal Drainage)

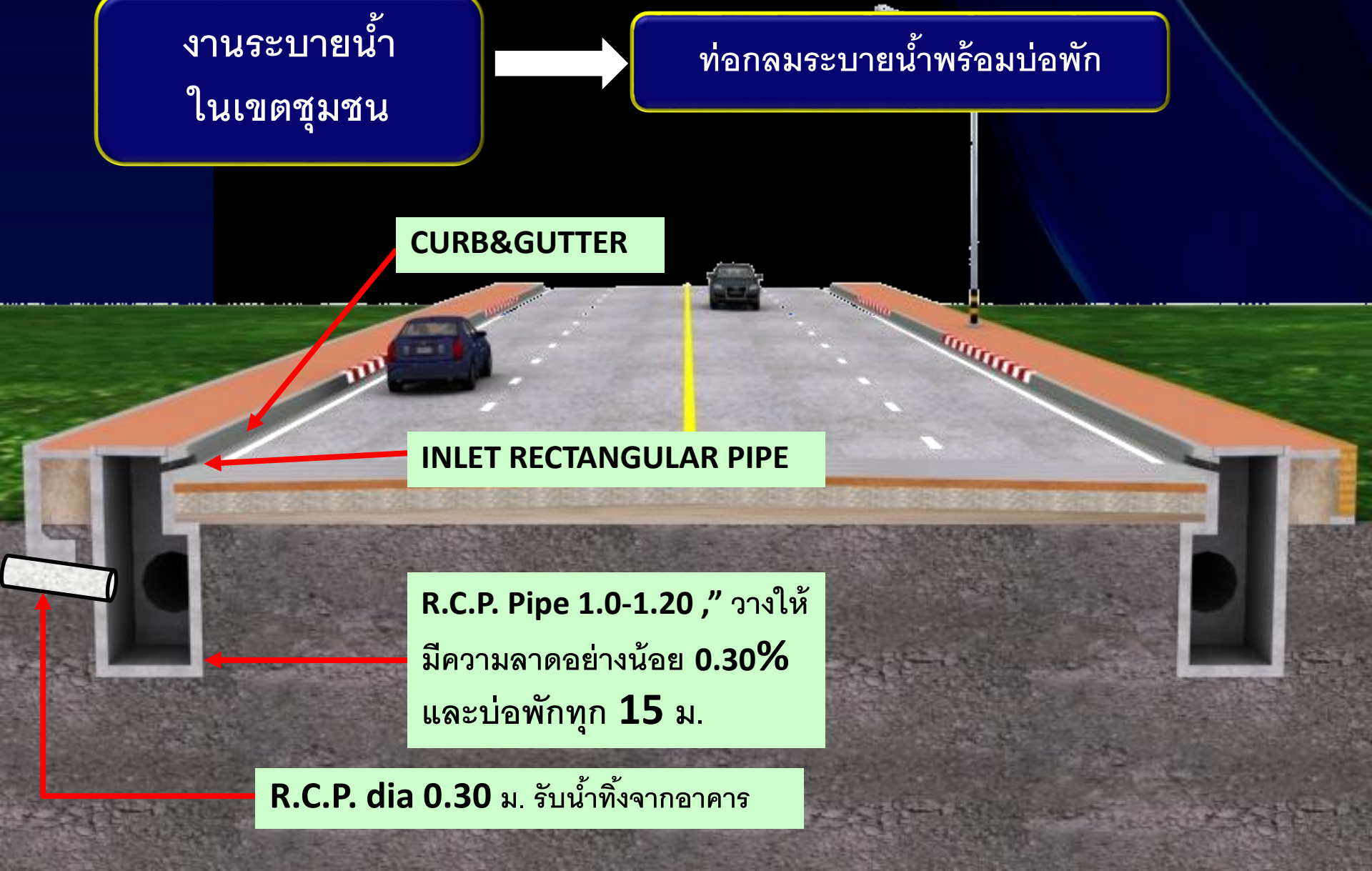
งานระบายน้ำในเขตชุมชน → รางตื้น ค.ส.ล. พร้อมฝังท่อกลม



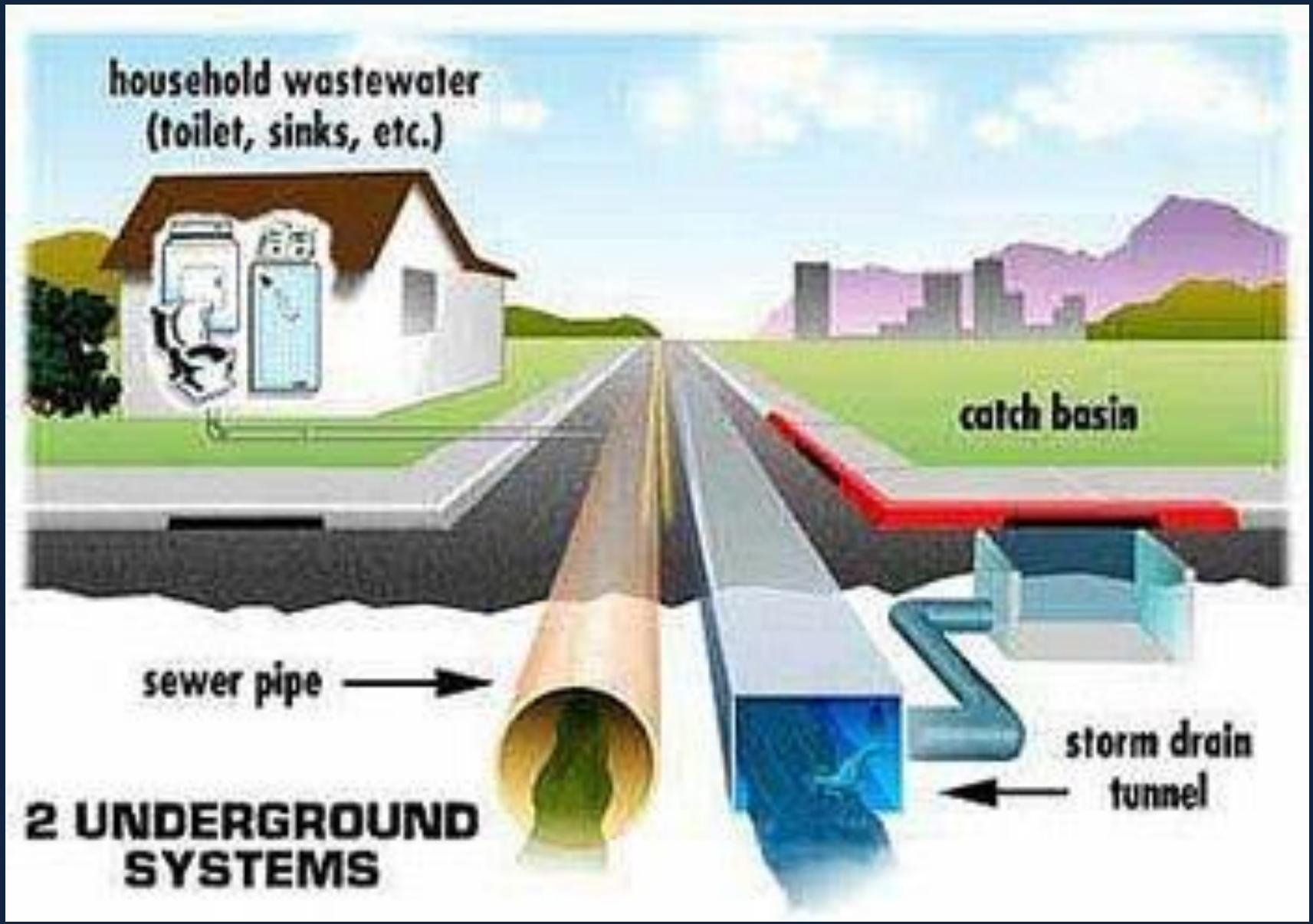
การระบายน้ำตามยาว(Longitudinal Drainage)

งานระบายน้ำ
ในเขตชุมชน

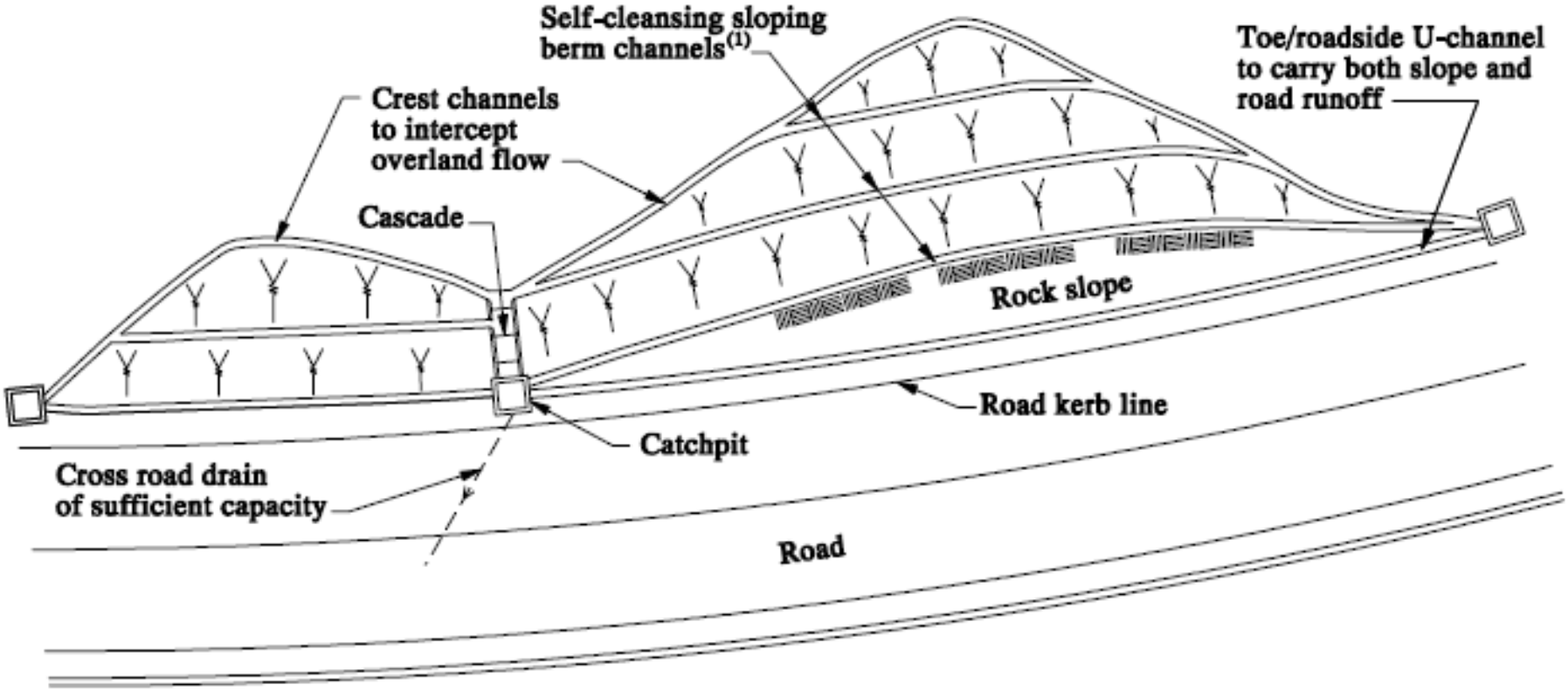
→ ท่อกลมระบายน้ำพร้อมบ่อพัก



ระบบระบายน้ำแบบแยก น้ำฝนและน้ำเสีย

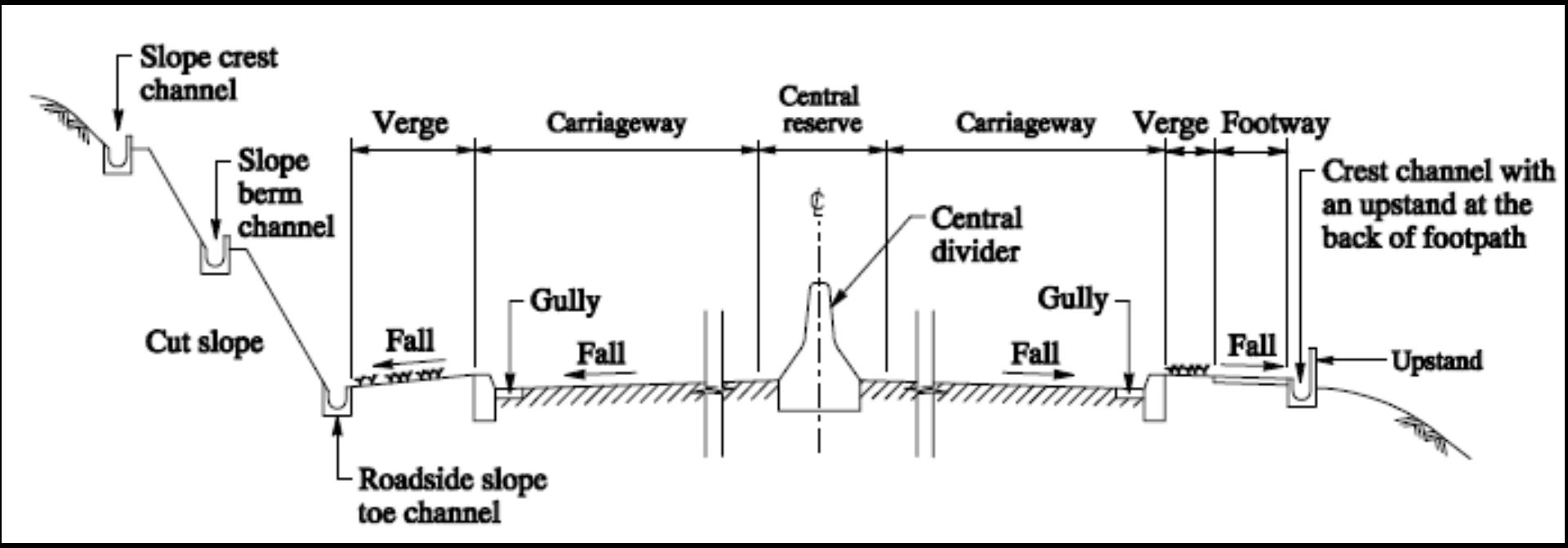


ระบบระบายน้ำของถนนงานตัดเขา



Note: (1) The decision to select the 'sloping berm' option should be made by the designer after careful consideration of the site conditions and other factors (e.g. maintenance, land-take and ease of construction).

รูปตัดระบบระบายน้ำของถนนท้องถิ่น ในพื้นที่ ลาดชันมากหรือภูเขา



การระบายน้ำตามขวาง

(Cross Drainage)



ประกอบด้วย

- **งานท่อกลม ค.ส.ล.(R.C.P. CULVERT)**
- **ท่อเหลี่ยม (BOX CULVERT)**
- **สะพาน (BRIDGE)**



การระบายน้ำตามขวาง(Cross Drainage)

ท่อกลม ค.ส.ล.

ตาม ม.อ.ก. 128



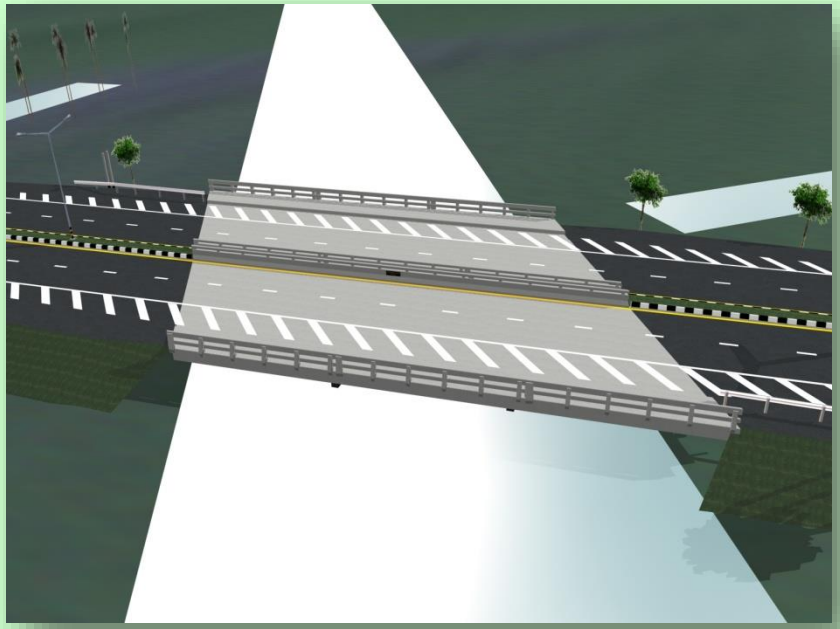
การระบายน้ำตามขวาง(Cross Drainage)

ท่อเหลี่ยม ค.ส.ล.
(R.C. BOX CULVERT)

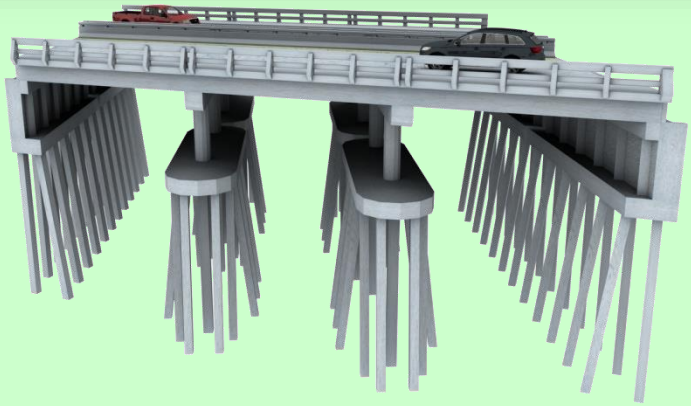


การระบายน้ำตามขวาง(Cross Drainage)

สะพาน
(BRIDGE)







การระบายน้ำตามขวาง (CROSS DRAIN)

เกณฑ์การกำหนดประเภทอาคารระบายน้ำมี 3 ประเภท

1. **ท่อกลม คสล. (R.C.P. CULVERT) มอก.128**

   ขนาด ∅ 0.40 ถึง ∅ 1.20 ม.

   ร่องน้ำกว้างไม่เกิน 5.00 ม.

   ระดับน้ำสูงไม่เกิน 1.50 ม.

การระบายน้ำตามขวาง (CROSS DRAIN) ต่อ

2. ท่อเหลี่ยม คสล. (R.C.BOX CULVERT)

ขนาด 0.60x0.60 ม. ถึง 3.60x3.60 ม.
ช่องน้ำกว้างไม่เกิน 10.00 ม.
ระดับน้ำสูงไม่เกิน 3.50 ม.
ดินถมหลังท่อไม่เกิน 3.00 ม.

3. สะพาน คสล.

ความยาวช่วง 5.00 – 12.00 ม. SLAB TYPE, PLANK GIRDER

20.00 ม. BOX GIRDER, I-GIRDER

30.00 ม. I-GIRDER

การระบายน้ำตามขวาง (CROSS DRAIN) ต่อ

3 สะพาน คสล. (ต่อ)

ช่องลอดทางดิ่ง

- ไม่มีสิ่งลอยน้ำ 0.5 – 0.7 ม.
- มีสิ่งลอยน้ำ 1.00 – 2.00 ม.
- เรือผ่าน 1.50 – 2.50 ม.
- คลองชลประทาน 3.80 ม.
- แม่น้ำสายหลัก ตามข้อกำหนดของ กรมเจ้าท่า

ช่องลอดทางราบ

- คลองทั่วไป ตั้งแต่ 5.00 ม. ขึ้นไป
- คลองชลประทาน 12.00 ม. ขึ้นไป
- แม่น้ำสายหลัก ตามข้อกำหนดของ กรมเจ้าท่า

แนวทางและตัวอย่างการออกแบบการระบายน้ำ

การออกแบบอาคารระบายน้ำในทางหลวง

แนวทางการออกแบบอาคารระบายน้ำในทางหลวงแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

1. **กรณีที่เป็นแนวทางเก่า** การออกแบบจะใช้ข้อมูลจากอาคารระบายน้ำเดิม และประวัติน้ำท่วมเป็นหลัก มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

   1.1 สำรวจและรวบรวมข้อมูลเดิม ได้แก่

   - Plan & Profile ถนนเดิม
   - บัญชีอาคารระบายน้ำเดิม (ตำแหน่ง, ชนิด, ขนาด)
   - ประวัติการระบายน้ำในสายทาง (ความเหมาะสม ของขนาดอาคารระบายน้ำเดิม, ตำแหน่ง และระดับน้ำท่วม)

การออกแบบอาคารระบายน้ำในทางหลวง (ต่อ)

1.2 การออกแบบอาคารระบายน้ำ

- กรณีที่ผลการสำรวจข้อมูลเดิม ไม่มีปัญหาการระบายน้ำ หรือไม่มีประวัติน้ำท่วม การออกแบบอาคารระบายน้ำใหม่จะต้องมีขนาดพื้นที่ช่องเปิดของอาคารระบายน้ำ (Opening Area) ไม่น้อยกว่าอาคารระบายน้ำเดิม

- กรณีที่ผลการสำรวจข้อมูลเดิม มีอาคารระบายน้ำ บางแห่งระบายน้ำไม่ทัน หรือมีตำแหน่งของน้ำท่วม ก็จะอาศัยข้อมูลน้ำท่วมนั้น ๆ เช่น ระดับน้ำท่วม ความยาวของถนนที่เกิดน้ำท่วม เป็นหลักในการออกแบบเพิ่มขนาดของอาคารระบายน้ำ โดยอาจจะใช้การคำนวณ อัตราการไหลของน้ำ เป็นข้อมูลประกอบ

การออกแบบอาคารระบายน้ำในทางหลวง (ต่อ)

2. กรณีที่เป็นแนวทางใหม่

มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1 สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลเดิม ตามแนวทางที่คัดเลือก ได้แก่

- ข้อมูลสำรวจทางภูมิศาสตร์ Topographic ตามแนวทาง
- ข้อมูลการออกแบบทางเรขาคณิต (Plan & Profile)ของทางหลวง
- ข้อมูลสำรวจรายละเอียดของผังบริเวณ และรูปตัดขวางลำน้ำ รวมทั้งข้อมูลอื่น ๆ ได้แก่ ระดับน้ำสูงสุด ระดับน้ำต่ำสุด ความเร็วของน้ำ การสัญจรทางน้ำ วัสดุแขวนลอย สภาพทางธรณีท้องน้ำและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบอาคารระบายน้ำในทางหลวง (ต่อ)

2 คำนวณอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านแนวทางจากพื้นที่รับน้ำฝนที่อยู่ทางด้านเหนือน้ำของแนวทาง โดยแบ่งแยกพื้นที่รับน้ำออกเป็นส่วน ๆ ตามลักษณะภูมิประเทศ

3 เลือกชนิดและขนาดของอาคารระบายน้ำที่เหมาะสมและมีพื้นที่ช่องเปิดเพียงพอต่อการระบายน้ำ

โดยการเลือกขนาดอาคารระบายน้ำจะใช้ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำได้จากการคำนวณ เปรียบเทียบกับข้อมูลการสำรวจ รูปตัดขวางล้ำน้ำ และระดับน้ำท่วมสูงสุด

“ ในช่วงระยะทาง 1 กม. ควรมีท่อระบายน้ำตามขวาง 2-3 แห่ง ”

ข้อมูลสำหรับออกแบบอาคารระบายน้ำ

ข้อมูล	การนำข้อมูลไปใช้
1. ลักษณะลำน้ำ	
1.1 รูปตัดลำน้ำ ณ จุดก่อสร้างอาคารระบายน้ำ	- กำหนดความยาวสะพาน - กำหนดตำแหน่งตอม่อ - กำหนดตำแหน่งท่อและระดับก้นท่อ
1.2 มุมเฉียง (SKEW)	- กำหนดมุมเฉียง มิให้ตอม่อกีดขวางการไหล
1.3 ลักษณะลำน้ำเป็นคุ้งคดเคี้ยวหักงอหรือไม่	- กำหนดโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะ - ปรับแก้ไขเปลี่ยนทางน้ำ
2. น้ำ	
2.1 ปริมาณน้ำ	- กำหนดขนาดช่องระบายน้ำ
2.2 ระดับน้ำสูงสุดเฉลี่ย	- กำหนดช่องลอดของสะพาน - กำหนดความสูงท่อเหลี่ยมไม่ควรให้น้ำท่วมหลังท่อ
2.3 ระดับน้ำต่ำสุดเฉลี่ย	- เลี่ยงการเทคอนกรีตใต้น้ำ กำหนดระดับฐานราก
2.4 ความเร็วของกระแสน้ำ	- พิจารณาความจำเป็นในการป้องกันน้ำกัดเซาะลาดตลิ่ง คอสะพานและท้องน้ำ
2.5 ความเค็มของน้ำ	- กำหนดส่วนคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริม และใช้ปูนซีเมนต์ป้องกันความเค็ม

ข้อมูลสำหรับออกแบบอาคารระบายน้ำ(ต่อ)

ข้อมูล	การนำข้อมูลไปใช้
3. ลักษณะดิน 3.1 ดินฐานรากและริมฝั่ง 3.2 ดินถมคอสะพาน	- กำหนดชนิดฐานราก - ประมาณความยาวเสาเข็ม - พิจารณาความจำเป็นในการออกแบบ BEARING UNIT และ RETAINING WALL
4. สิ่งลอยน้ำ 4.1 ชนิด ขนาด และจำนวน	- กำหนดความกว้างช่องลอด - กำหนดความสูงช่องลอด - พิจารณาความจำเป็น ใช้ตอม่อกันซุง - พิจารณาชนิดและขนาดอาคารระบายน้ำ
5. รายละเอียดทาง 5.1 ชนิดผิวทาง 5.2 โค้งตั้ง – โค้งราบ	- ถ้าเป็นลูกรังต้องออกแบบสะพานเผื่อความสูงไว้ประมาณ 0.30 ม. เพื่อพัฒนาปรับปรุงผิวจราจรในอนาคต - ควรเลี่ยงสะพานอยู่ในโค้งราบ - โค้งตั้งไม่ควรเกิน $\pm$ 5%

ข้อมูลสำหรับออกแบบอาคารระบายน้ำ(ต่อ)

ข้อมูล	การนำข้อมูลไปใช้
6. อื่น ๆ	
6.1 อาคารระบายน้ำเดิม	- กำหนดชนิดขนาดอาคารระบายน้ำใหม่ คิดค่ารื้อถอน - คิดค่าก่อสร้างทางเบี่ยงหรือสะพานเบี่ยง
6.2 โครงสร้างในลำน้ำ เช่น ฝาย เขื่อน คลองส่งน้ำ	- กำหนดระดับน้ำสูงสุด ต่ำสุด - ออกแบบเสี่ยงเทคอนกรีตใต้น้ำ - กำหนดชนิดอาคารระบายน้ำ - พิจารณาออกแบบป้องกันลาดคอสะพาน
6.3 ปัญหาและอุปสรรคต่อการก่อสร้าง เช่นปัญหาที่ดิน ทางเข้าออก	- กำหนดความกว้างสะพาน - กำหนดความสูงลาดคอสะพาน
6.4 สาธารณูปโภค เช่น ประปา ไฟฟ้า ฯ	- ออกแบบโครงสร้างเผื่อรองรับ
6.5 ข้อมูลปริมาณการจราจร	- กำหนดความกว้างผิวจราจรสะพาน และจำนวนช่องจราจร

วิธีการคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำสูงสุด (DESIGN DISCHARGE)

RATIONAL METHOD

พื้นที่รับน้ำฝน (CATCHMENT AREA) ไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร

$$Q = 0.278\ CIA \qquad \text{(ระบบเมตริก)}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลสูงสุดของน้ำผ่านช่องน้ำ มีหน่วยเป็น ลบ.ม./วินาที

C = ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลของน้ำท่าบนพื้นที่รับน้ำฝน (RUNOFF COEFFICIENT)

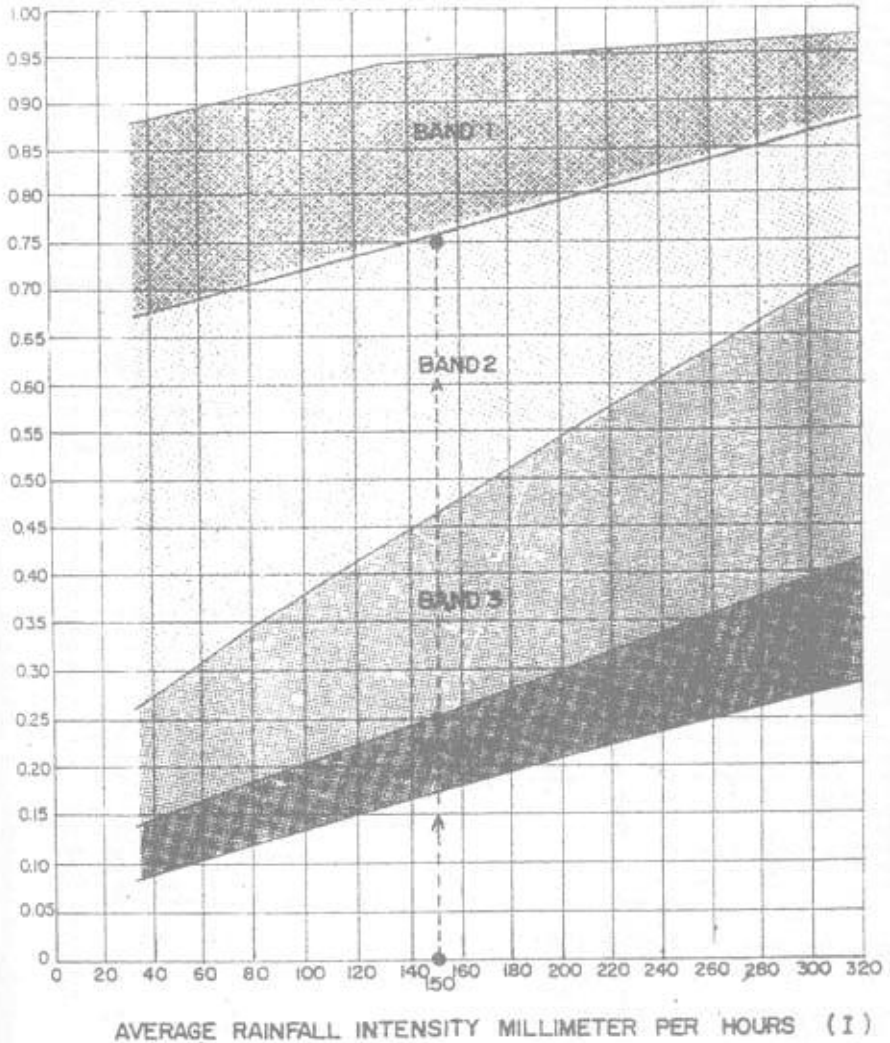
A = พื้นที่รับน้ำฝน (SUBCATCHMENT AREA) มีหน่วยเป็น ตร.กม.

I = ความเข้มของฝนที่ตกในพื้นที่รับน้ำ (มม./ชม.)



แผนที่ แสดงพื้นที่รับน้ำย่อย

(SUBCATCHMENT AREA)



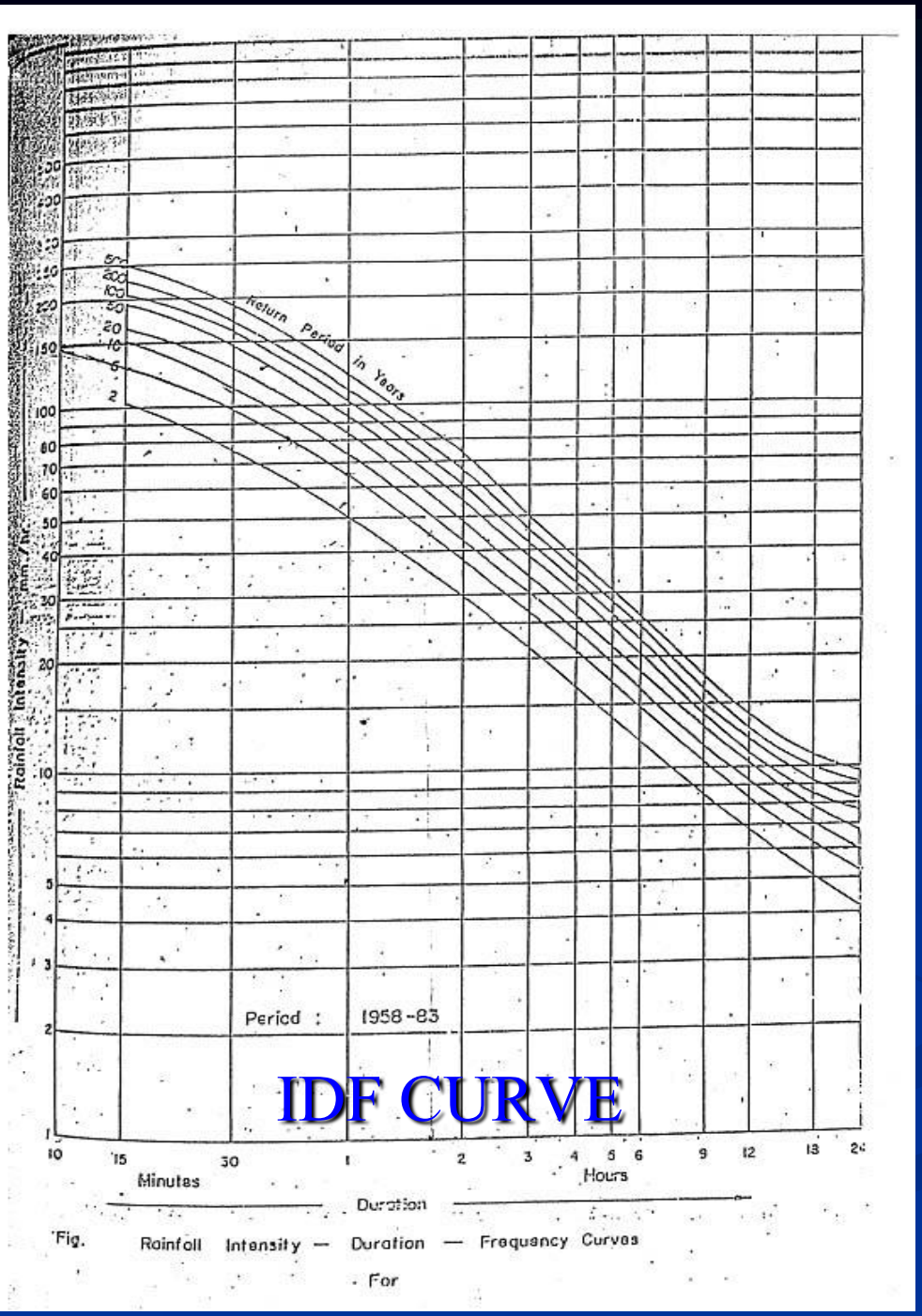
ค่า RUNOFF COEFFICIENT "C"

BAND 1. ลภาพ ลาดชัน โล่งเตียน ดินน้ำซึมยาก

BAND 2. ลภาพ ลูกเนิน โล่งเตียนในส่วนบนของ BAND ลภาพที่ราบ โล่งเตียน และลภาพป่าทึบลาดชัน และทุ่งหญ้าลาดชันในส่วนล่างของ BAND ตามลำดับ

BAND 3. ลภาพป่าที่ลาดชันปานกลางถึงชันมาก และลภาพภูเขาที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม

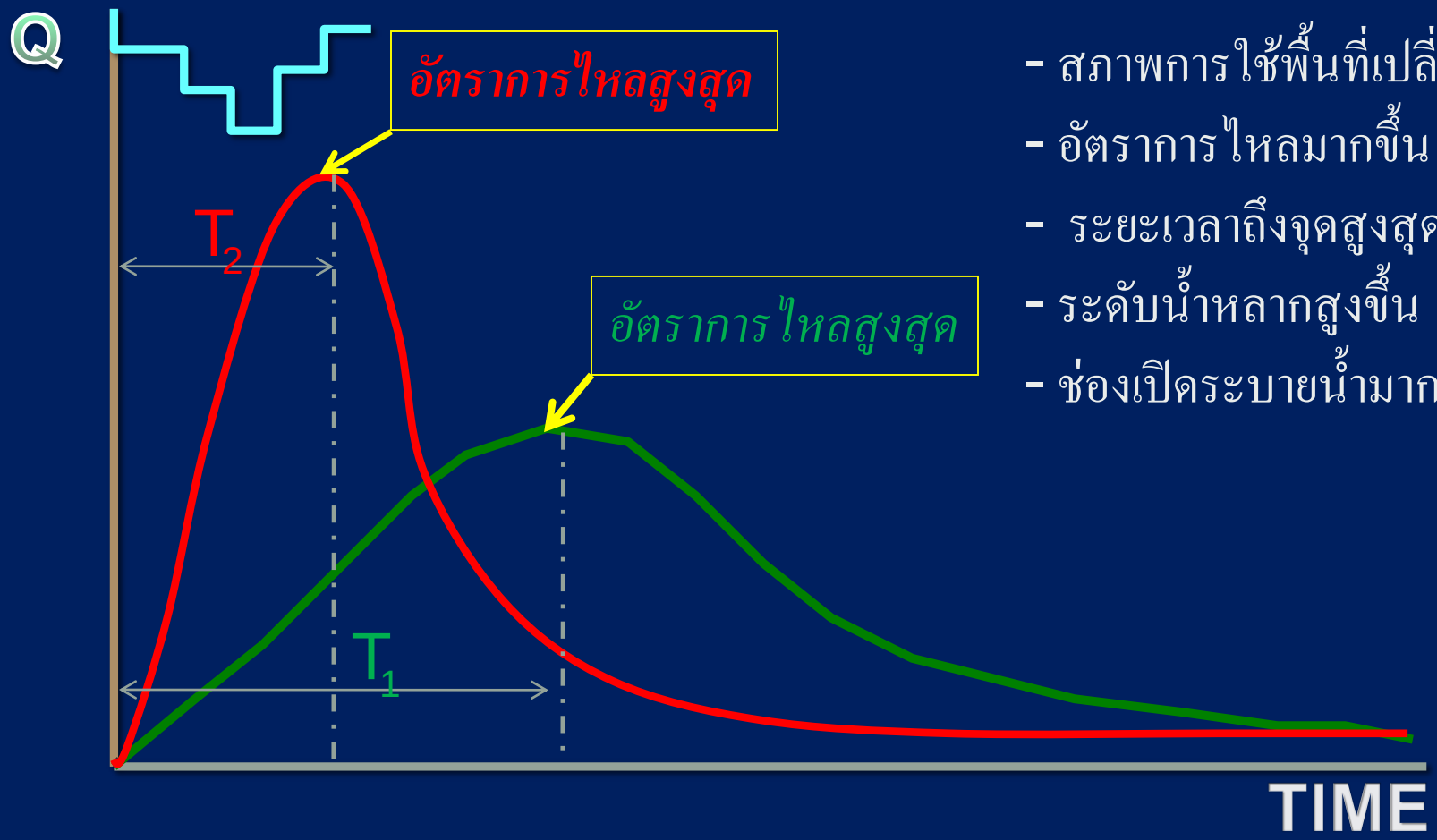
BAND 4. ลภาพที่ราบดินน้ำซึมง่าย ลภาพพื้นที่เกษตรกรรมที่ราบ ลภาพป่าละเมาะ และทุ่งหญ้า



IDF CURVE

Fig. Rainfall Intensity — Duration — Frequency Curves For

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงกราฟน้ำท่า(น้ำหลาก)



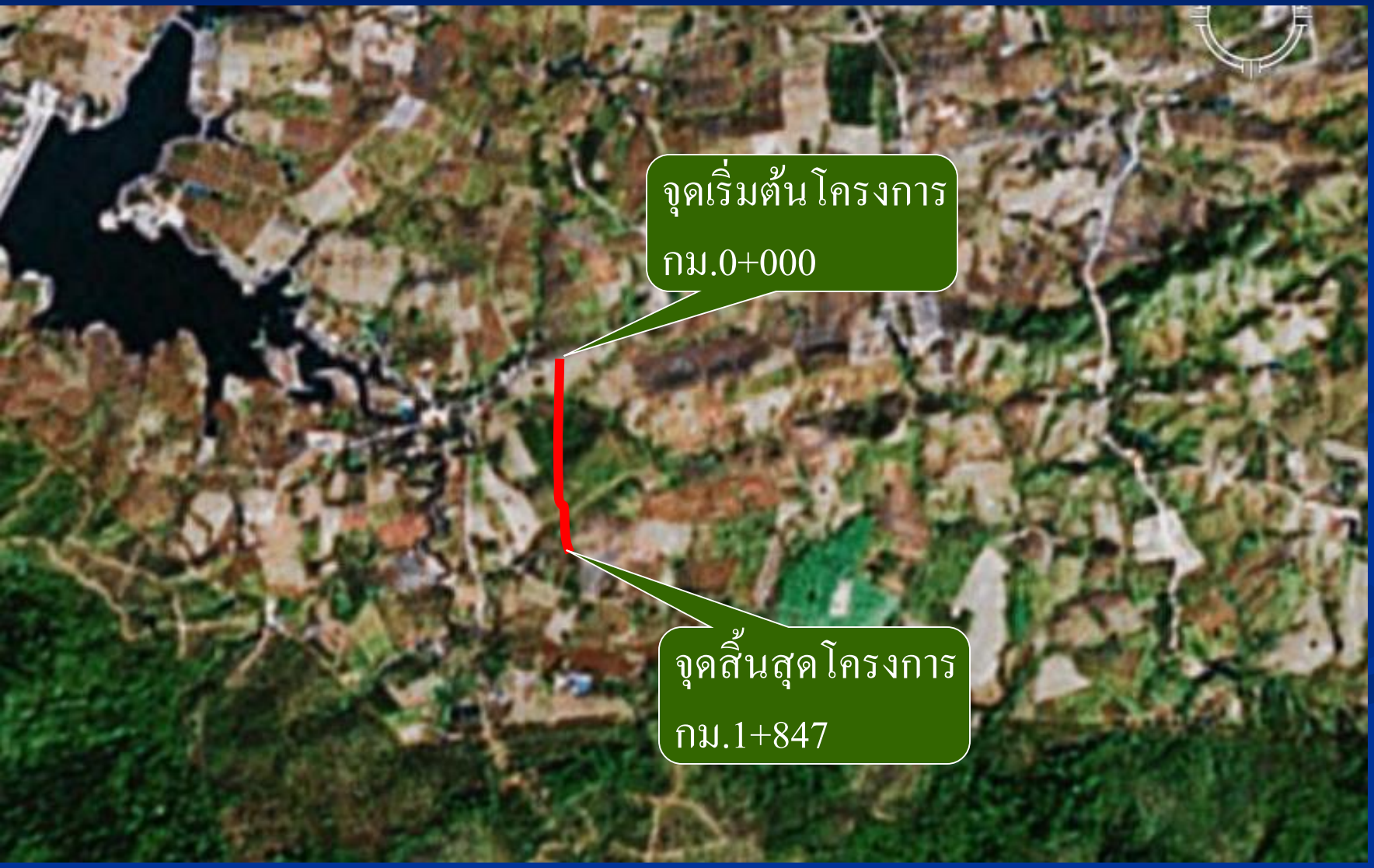
- สภาพการใช้พื้นที่เปลี่ยนแปลง
- อัตราการไหลมากขึ้น
- ระยะเวลาถึงจุดสูงสุดเร็วขึ้น
- ระดับน้ำหลากสูงขึ้น
- ช่องเปิดระบายน้ำมากขึ้น

ตัวอย่างการออกแบบระบบระบายน้ำตามขวาง (CROSS DRAINAGE)

โครงการก่อสร้างถนนลาดยาง

สายเข้าบ้านบุเจ้าคุณ อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา ระยะทาง 1.847 กม.

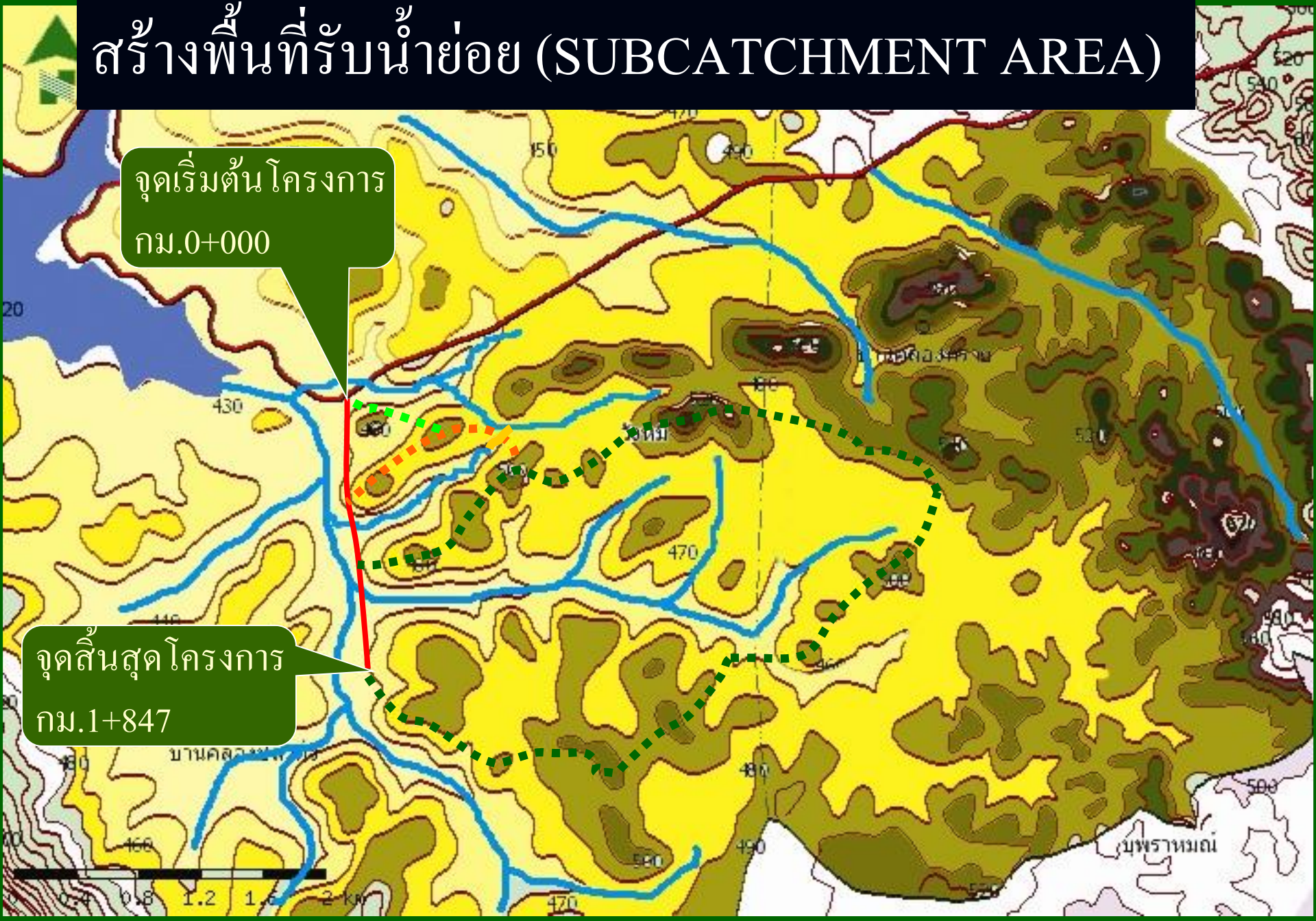
ภาพถ่ายทางอากาศที่ตั้งโครงการ



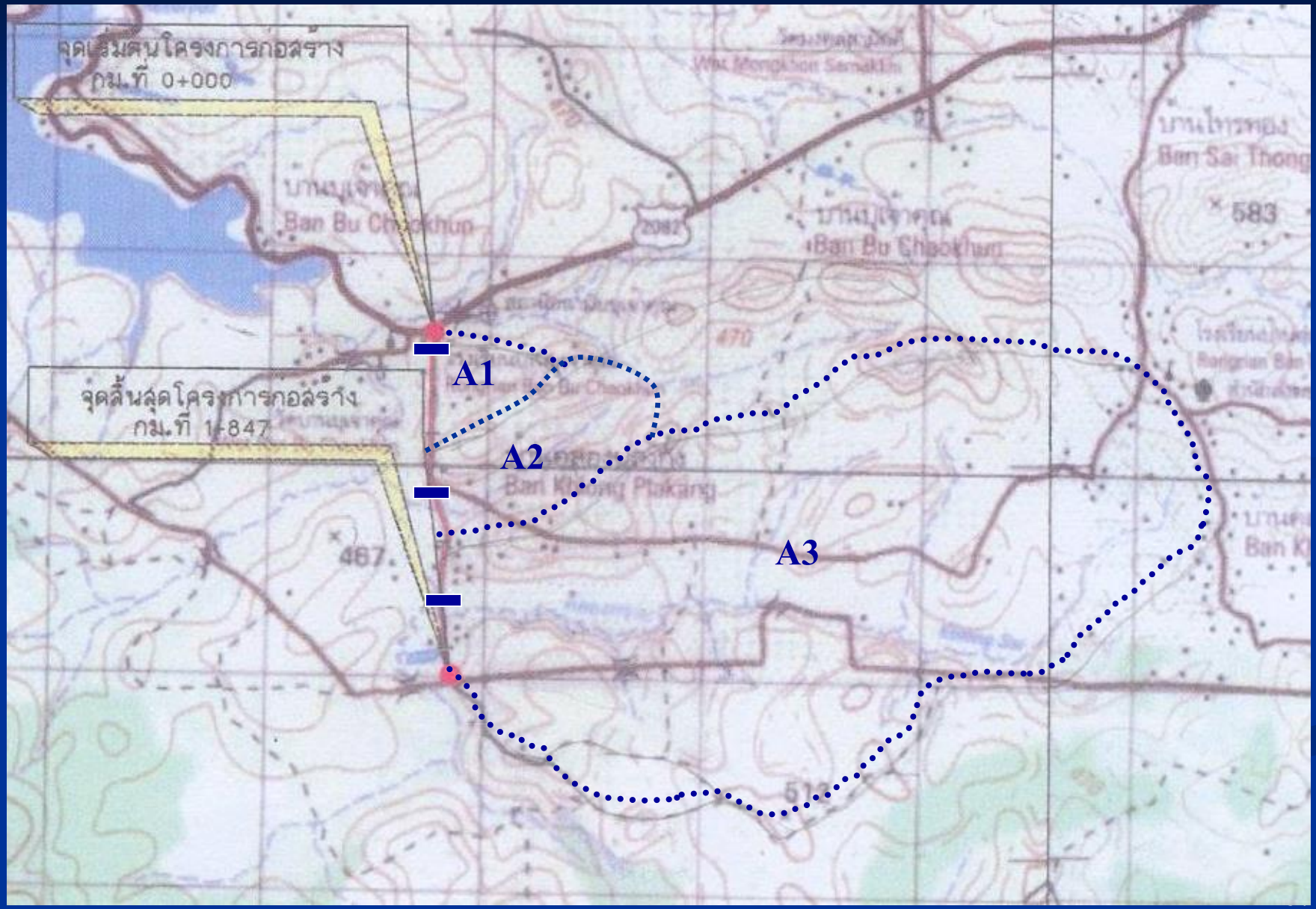
แผนที่ กรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000



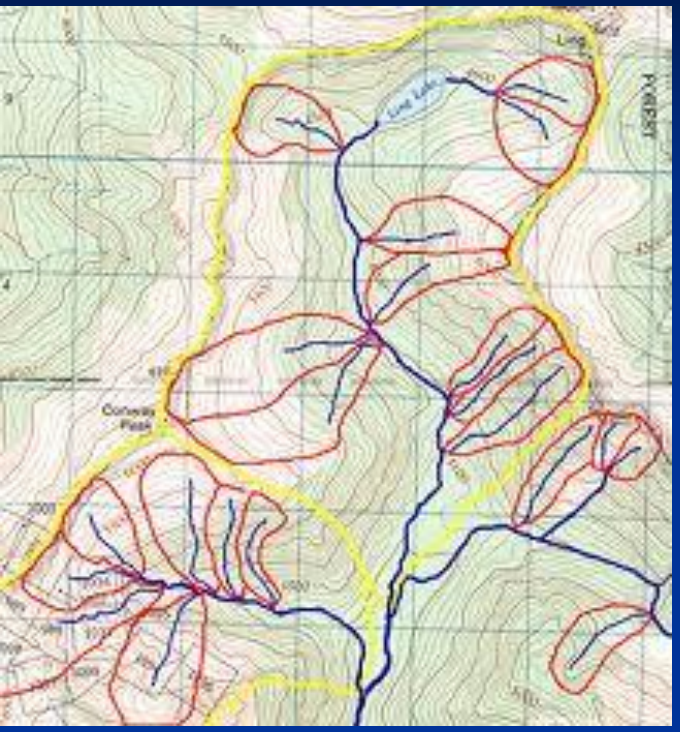
สร้างพื้นที่รับน้ำย่อย (SUBCATCHMENT AREA)

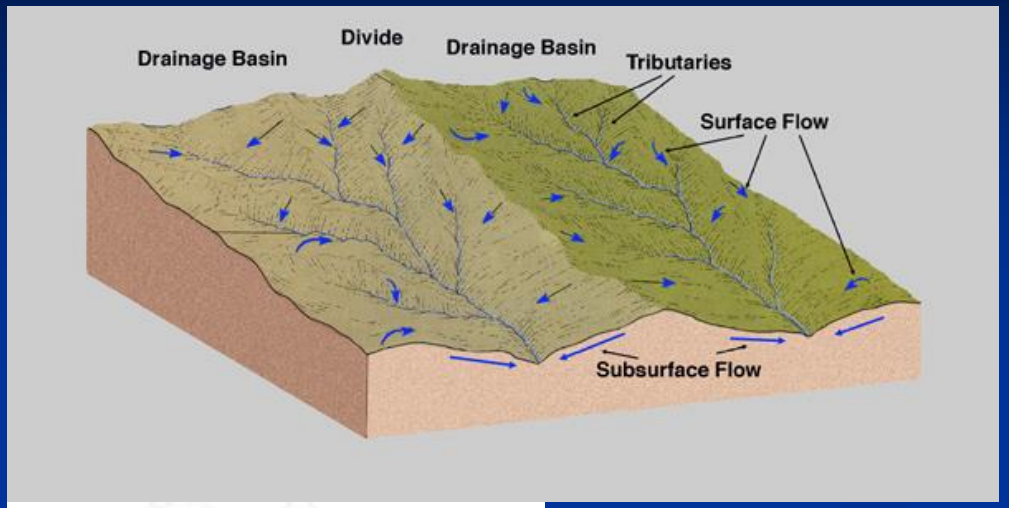


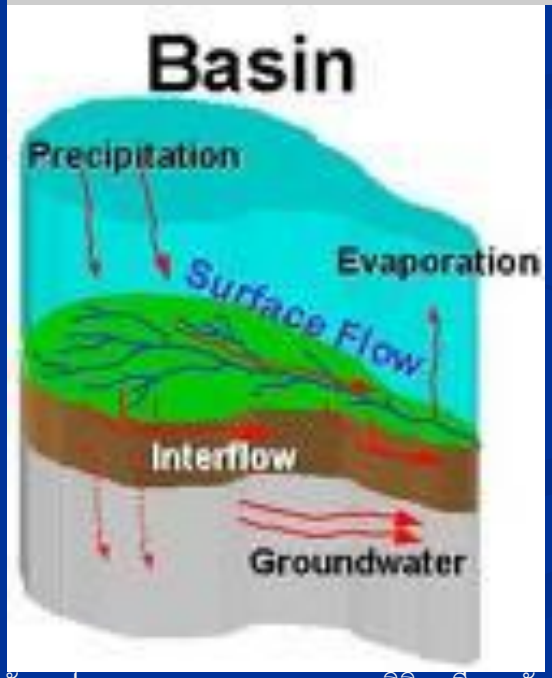
พื้นที่รับน้ำย่อย


จุดเริ่มต้นโครงการก่อสร้าง
กม.ที่ 0+000
จุดสิ้นสุดโครงการก่อสร้าง
กม.ที่ 1+847
A1
A2
A3
Ban Bu Chaokhun
Ban Sai Thong
583
467

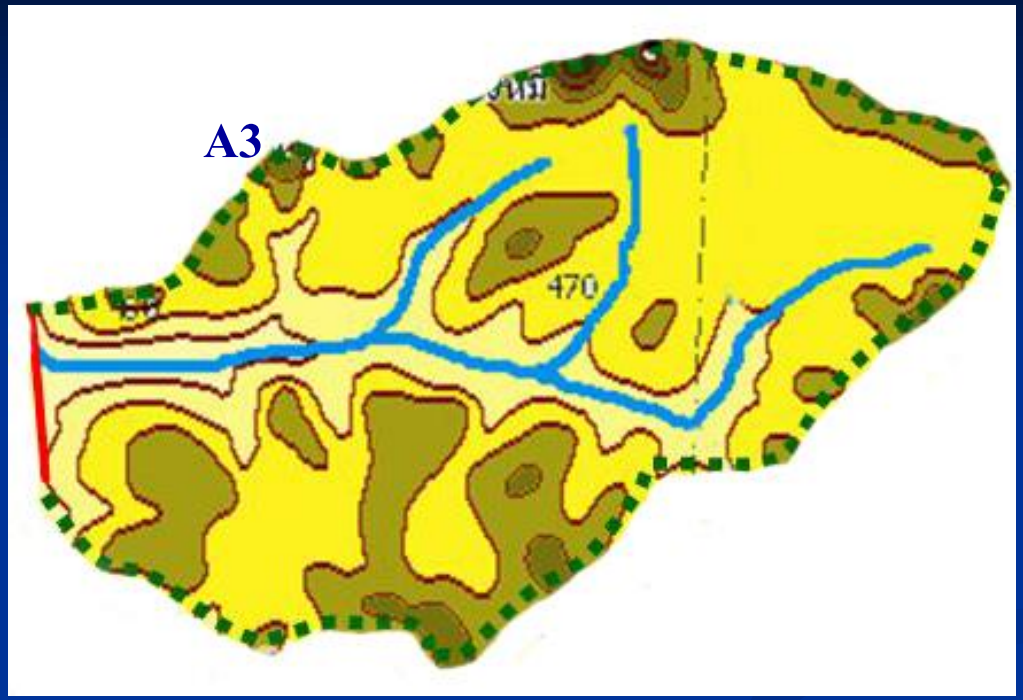
DRAINAGE BASIN ,WATERSHED AREA, CATCHMENT AREA







คำนวณขนาดของแต่ละพื้นที่ย่อย



คำนวณขนาดพื้นที่ A3 ได้ประมาณ 5 ตร.กม.

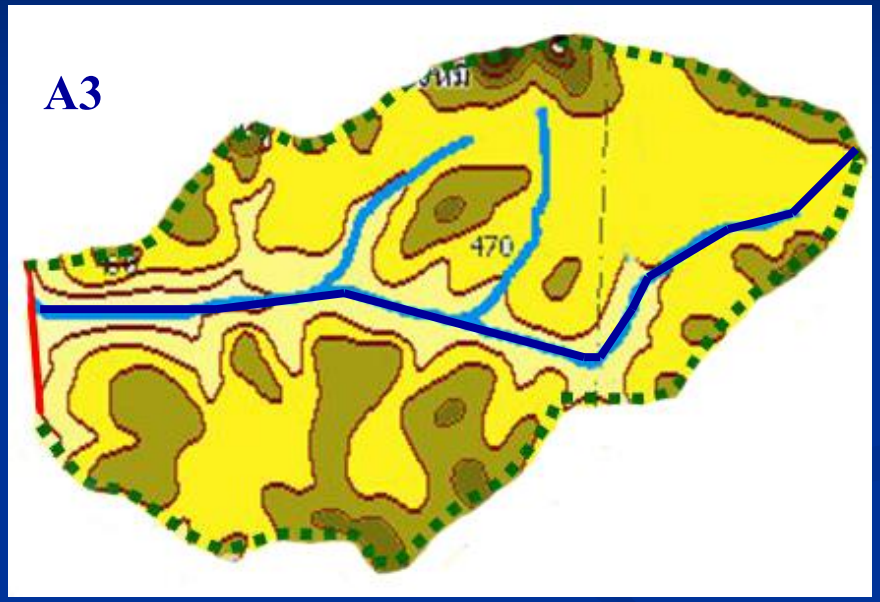
<u>ในทำนองเดียวกัน</u>

คำนวณขนาดพื้นที่ A2 ได้ประมาณ 0.80 ตร.กม.

คำนวณขนาดพื้นที่ A1 ได้ประมาณ 0.25 ตร.กม.

คำนวณหาอัตราการไหล
RATIONAL METHOD (พื้นที่รับน้ำ < 25 ตร.กม.)

หาค่า L

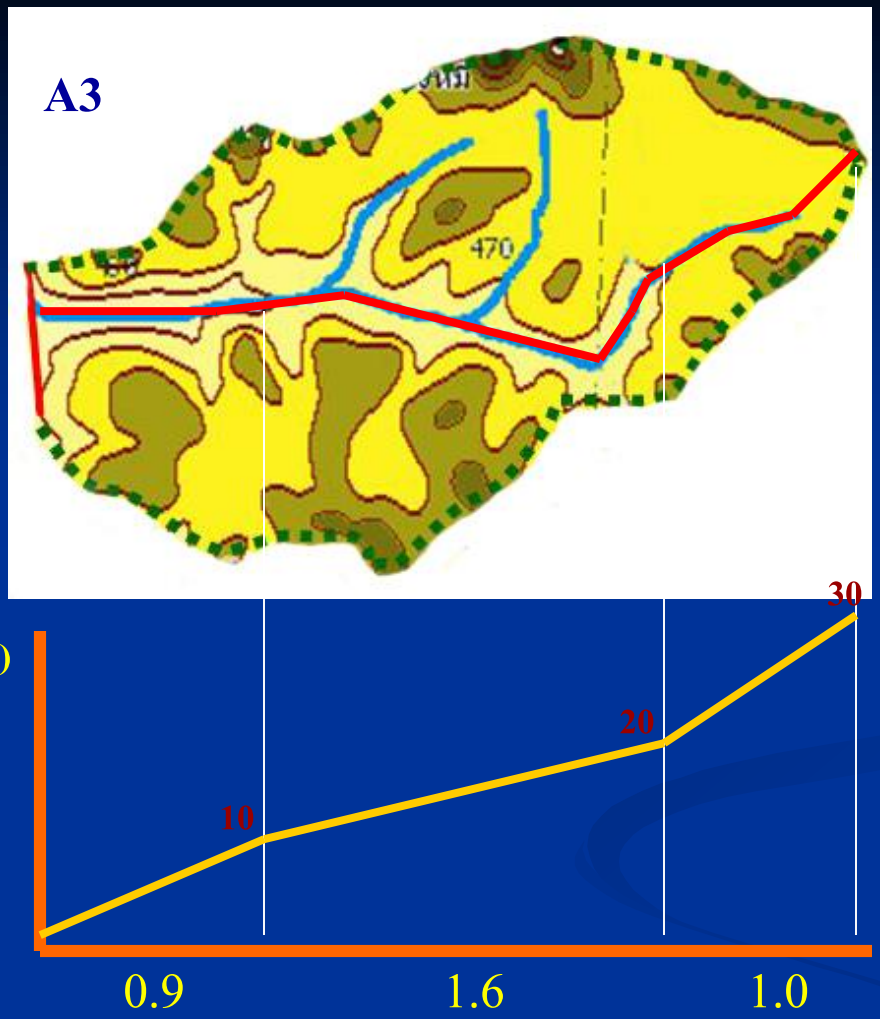


คำนวณหา L3 ของ A3 ได้ประมาณ 3.5 กม. ในทำนองเดียวกัน

คำนวณหา L2 ของ A2 ได้ประมาณ 1.0 กม.

คำนวณหา L1 ของ A1 ได้ประมาณ 0.5 กม.

หาค่า H



H3 = ((30-20)*1+(20-10)*1.6+(10-0)*0.9)/3.5 = 20.3 ม. และในทำนองเดียวกัน

H2 = 15.0 ม.

H1 = 12.0 ม.

หาค่า Tc และ I

$Tc = (0.87 \cdot L^3 / H)^{0.385}$

จะได้

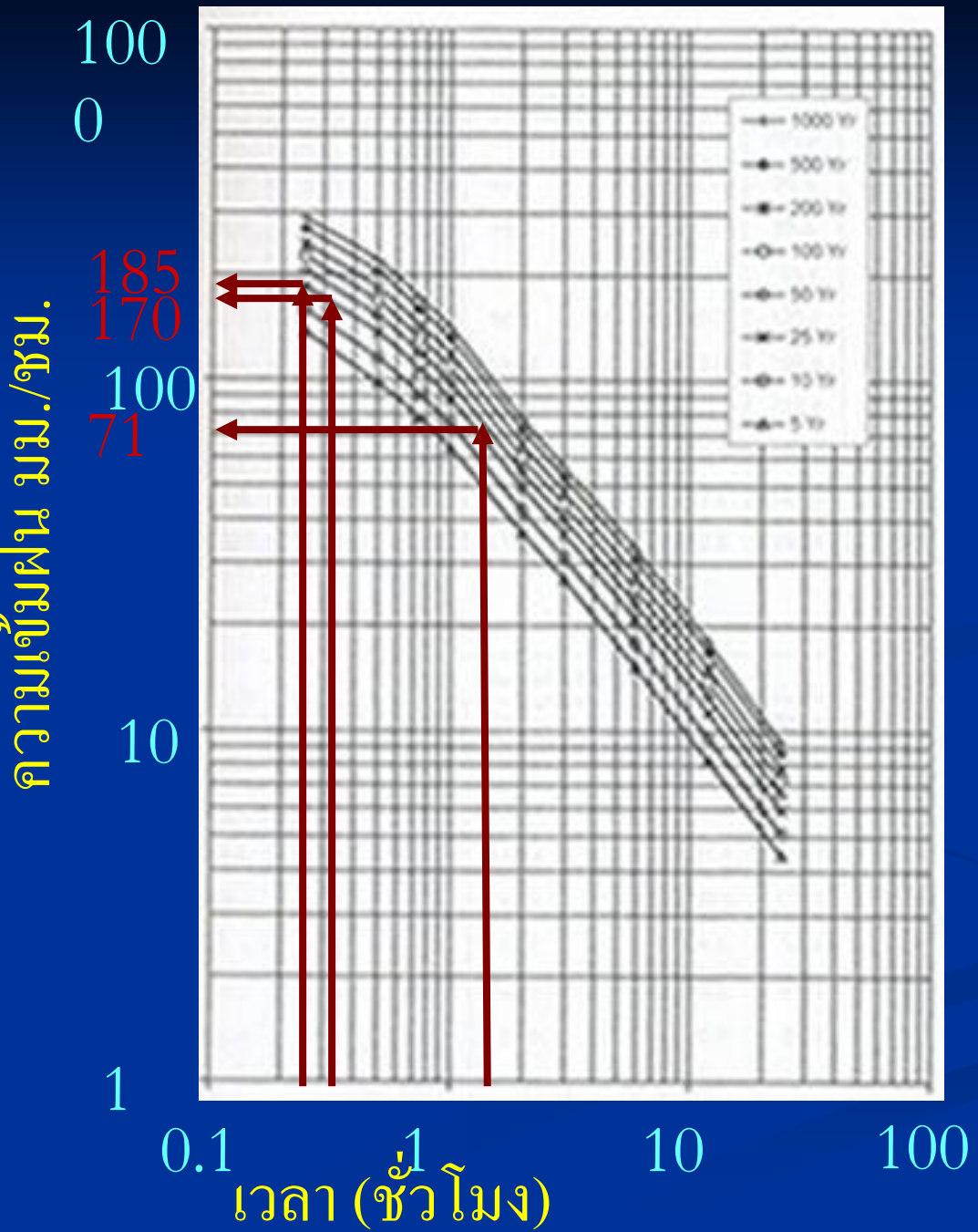
Tc1 = 0.16 ชม. ประมาณ 15 นาที

Tc2 = 0.33 ชม. ประมาณ 20 นาที

Tc3 = 1.66 ชม. ประมาณ 99 นาที

จากกราฟ I-D-F ของ จ.นครราชสีมา ที่คาบอุบัติ 25 ปีและ 50 ปี หาค่า I

IFD CURVE นครราชสีมา

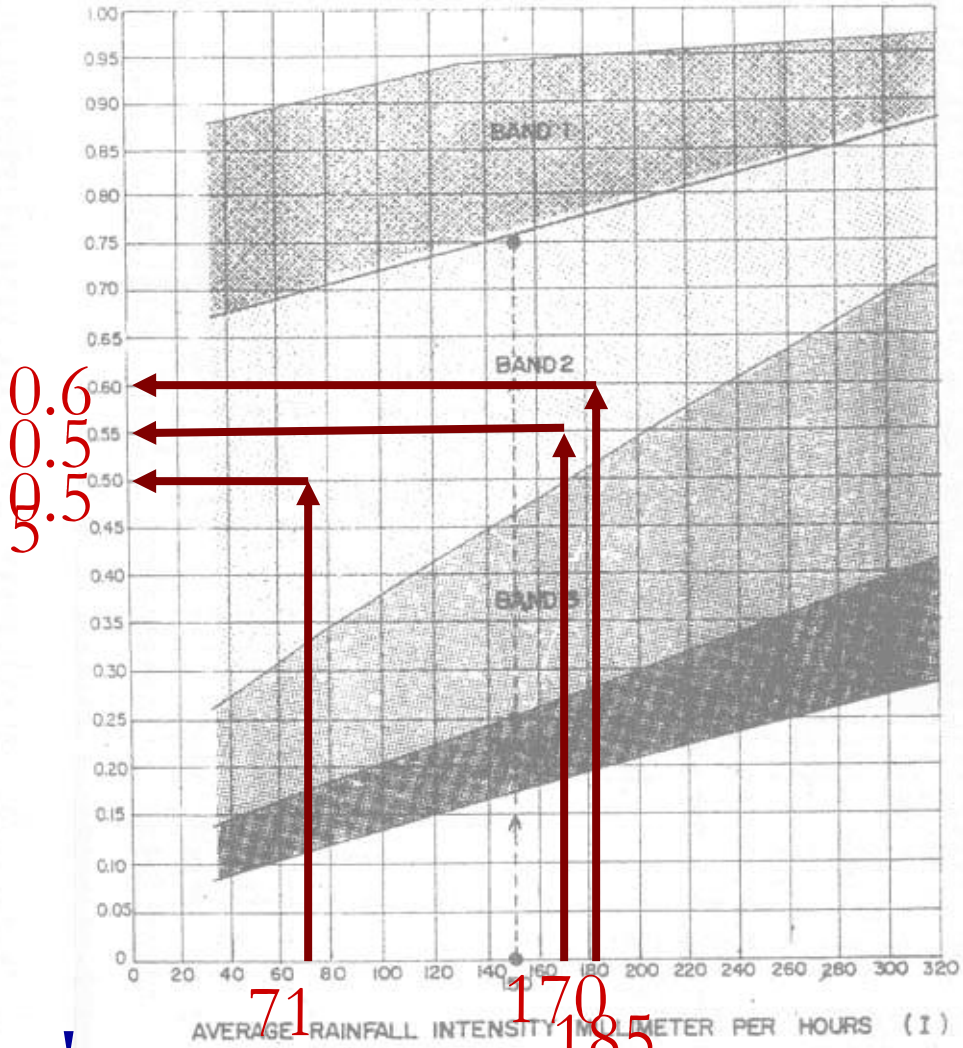


ค่าความเข้มฝนอ่านจากกราฟ IDF CURVE

I1 = 185 มม./ชม.

I2 = 170 มม./ชม.

I3 = 71 มม./ชม. (ใช้คาบอุบัติ 50 ปี ออกแบบสะพาน)



ค่า RUNOFF COEFFICIENT "C"

BAND 1. ลภาพ ลาดชัน โล่งเตียน ดินน้ำซึมยาก

BAND 2. ลภาพ ลูกเนิน โล่งเตียนในส่วนบนของ BAND ลภาพที่ราบ โล่งเตียน และลภาพป่าที่บลาดชัน และทุ่งหญ้าลาดชันในส่วนล่างของ BAND ตามลำดับ

BAND 3. ลภาพป่าที่ลาดชันปานกลางถึงชันมาก และลภาพภูเขาที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม

BAND 4. ลภาพที่ราบดินน้ำซึมง่าย ลภาพพื้นที่เกษตรกรรมที่ราบ ลภาพป่าละเมาะ และทุ่งหญ้า

คำนวณค่า Q

พื้นที่ย่อยแต่ละพื้นที่ มีสภาพเป็น ลูกเนิน สลับพื้นที่ราบและทุ่งหญ้า จากกราฟค่า C ใช้BAND 2 ให้ค่า C เท่ากับ 0.5, 0.6 และ 0.65 ตามลำดับ จะได้

Q = 0.278CIA

Q1 = 0.278 * 0.6 * 185 * 0.25 = 7.71 ลบ.ม./วินาที

Q2 = 0.278 * 0.55 * 170 * 0.8 = 20.79 ลบ.ม./วินาที

Q3 = 0.278 * 0.5 * 71 * 5.0 = 49.34 ลบ.ม./วินาที

ตารางการคำนวณหาปริมาณน้ำ

AREA NO.	WATERSHED BOUNDARY		A (sq.km.)	L (km.)	H (m.)	Tc		I (mm/hr.)	C	Q (cms.)	REMARK
	FROM STA.	TO STA.				Hr.	Min.				
A1	0+000	0+800	0.25	0.5	12	0.16	15	185	0.6	7.71	L---→R
A2	0+800	1+100	0.8	1.0	15	0.33	20	170	0.55	20.79	L---→R
A3	1+100	1+847	5.0	3.5	10	1.66	99	71	0.5	49.34	L---→R

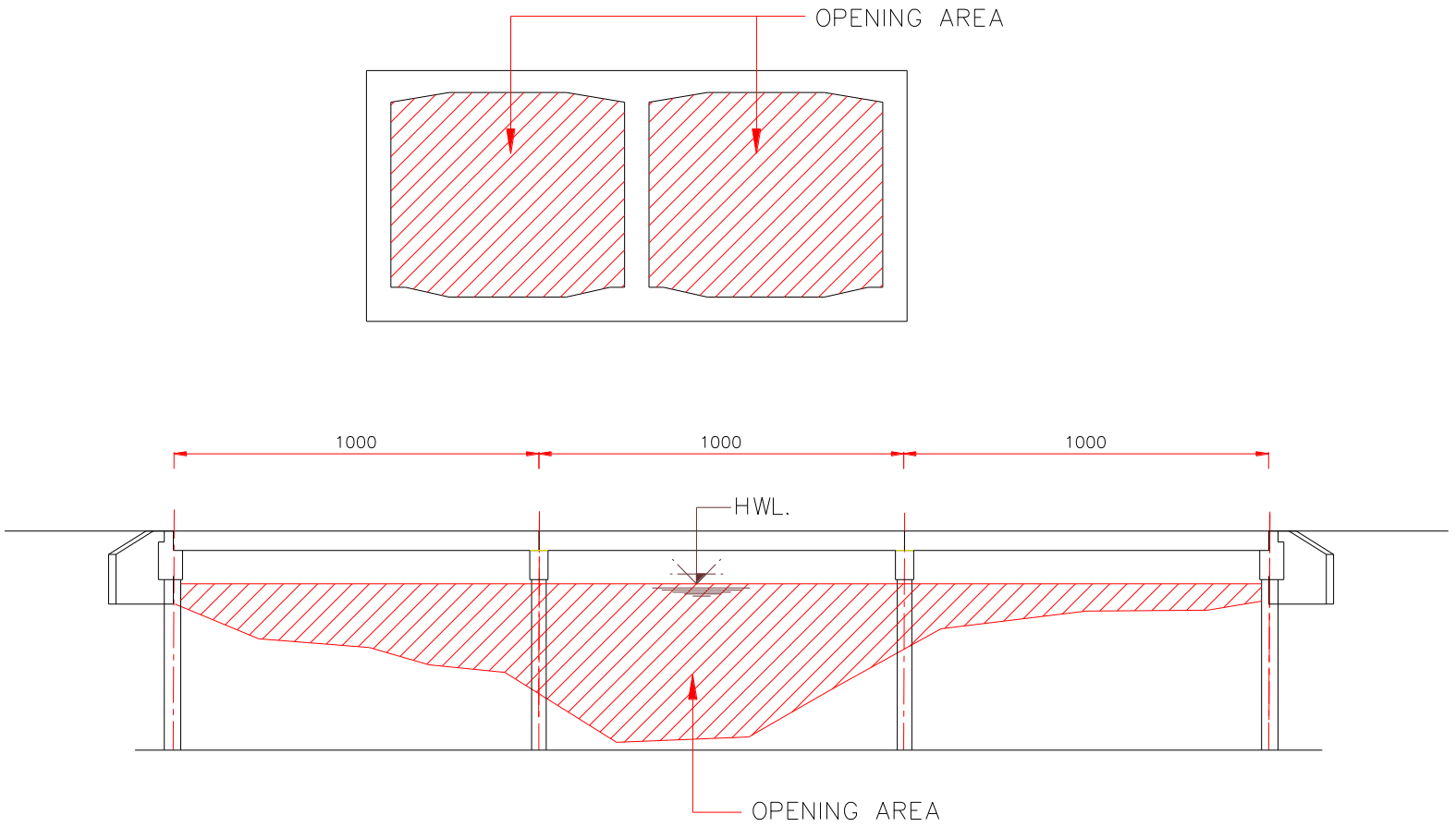
ตารางคำนวณหาขนาดอาคารระบายน้ำ

AREA NO.	WATERSHED BOUNDARY		Q (cms.)	V (m/s.)	REQUIRED OPENING AREA (sq.m.)	DRAINAGE STRUCTURE	DESIGN OPENING AREA (sq.m.)	FS.
	FROM STA.	TO STA.						
A1	0+000	0+800	7.71	2	3.85	5Ø1.00 ม.	3.92	1.02
A2	0+800	1+100	20.79	2	10.40	RCB 2-2.70x2.70	14.58	1.4
A3	1+100	1+847	49.34	2	24.67	สะพานยาว 20 ม.	49	1.99

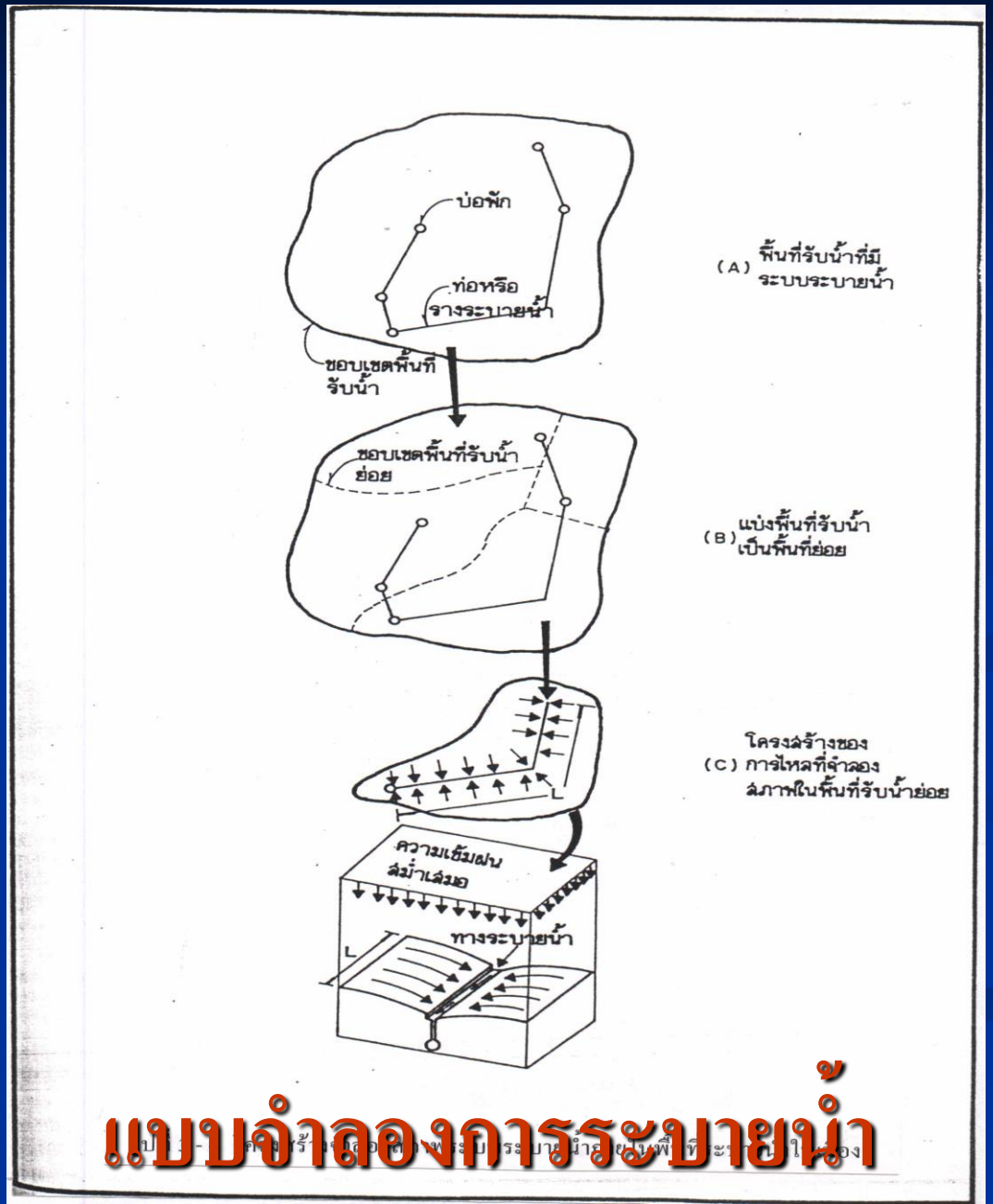
พื้นที่ช่องเปิดของอาคารระบายน้ำ

กรณีของท่อเหลี่ยมและท่อกลม พื้นที่ช่องเปิดหมายถึงพื้นที่หน้าตัดภายในท่อทั้งหมด

กรณีสะพาน พื้นที่ช่องเปิดหมายถึงพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำส่วนที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำสูงสุด

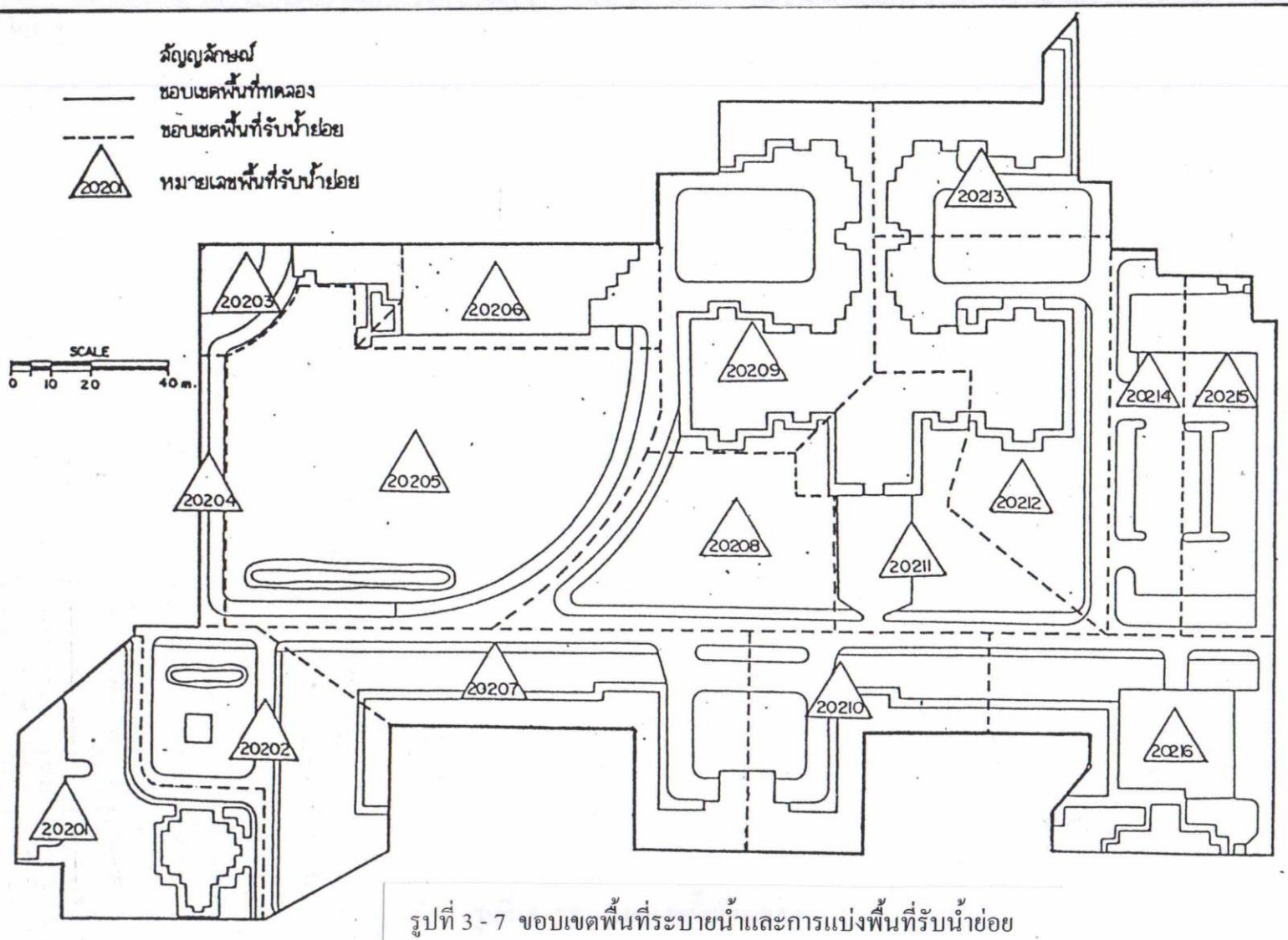


การออกแบบท่อระบายน้ำ



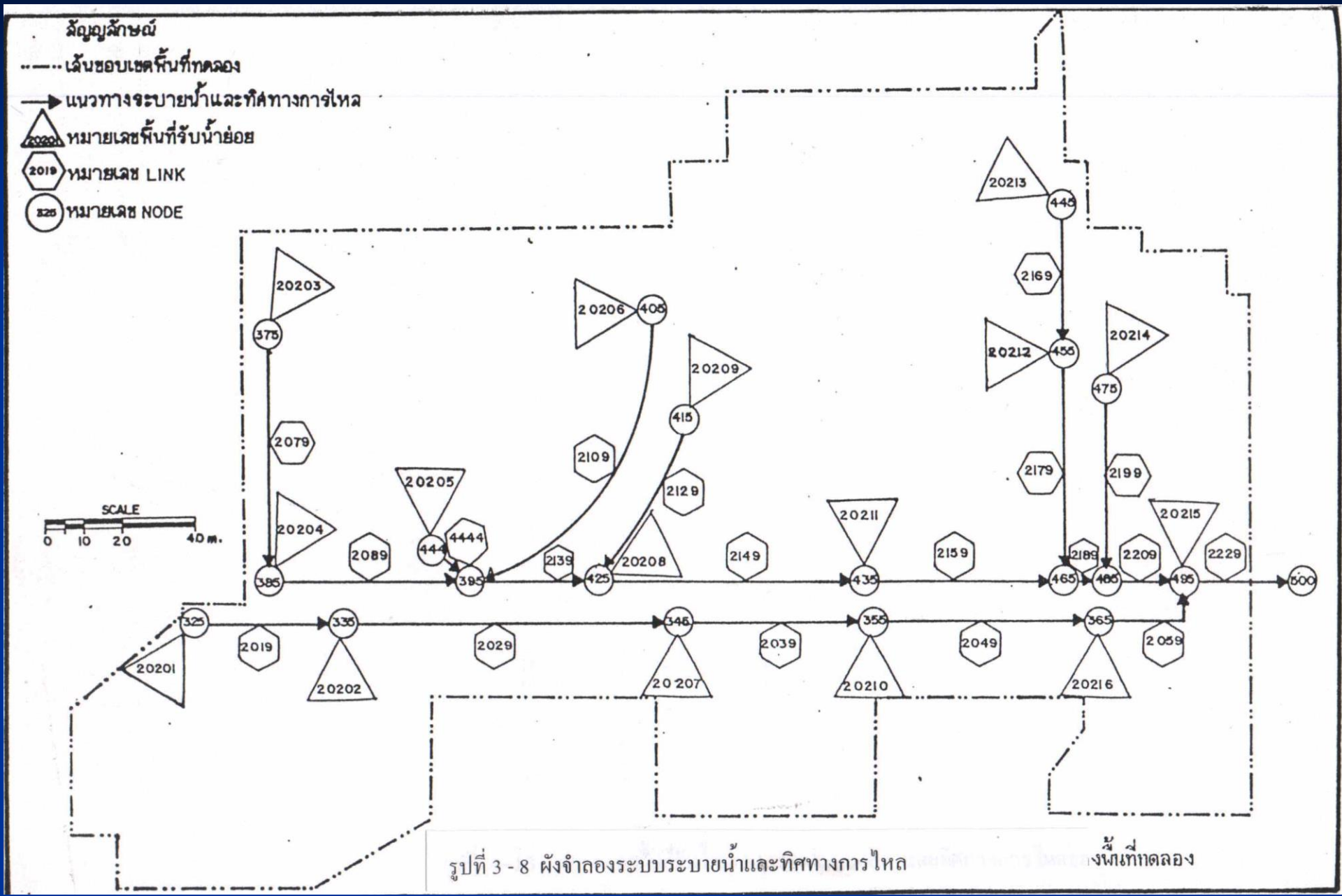
แบบจำลองการระบายน้ำ

การแบ่งพื้นที่รับน้ำ (SUBCATCHMENT AREA)



รูปที่ 3 - 7 ขอบเขตพื้นที่ระบายน้ำและการแบ่งพื้นที่รับน้ำย่อย

ผังการวางระบบระบายน้ำแบบ LINK-NODE



รูปที่ 3 - 8 ผังจำลองระบบระบายน้ำและทิศทางการไหล

V	RCP.(m.)				
m/s	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5
1.7	0.0082	0.0056	0.0042	0.0033	0.0024
2.0	0.0113	0.0077	0.0057	0.0045	0.0034

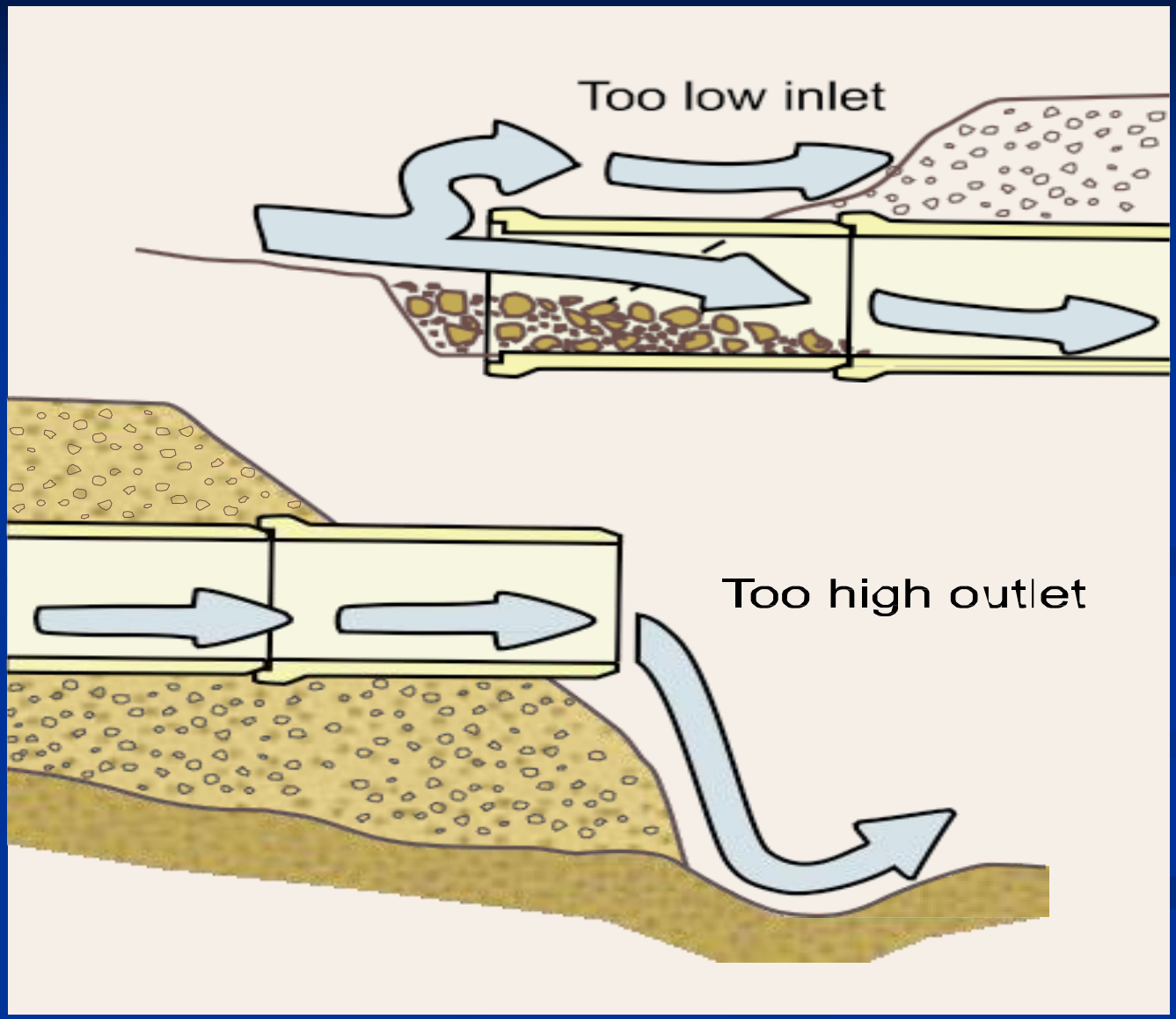
ท่อขนาด ∅ 1.00 m. ยาว 20 m.

V = 2.00 m/s

ความแตกต่างปลายท่อ = 0.0057 x 20

= 0.12 m.

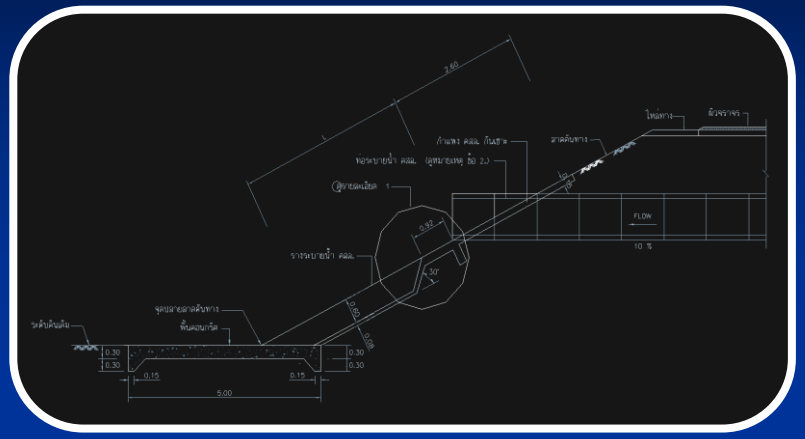
TOO LOW INLET & TOO HIGH OUTLET

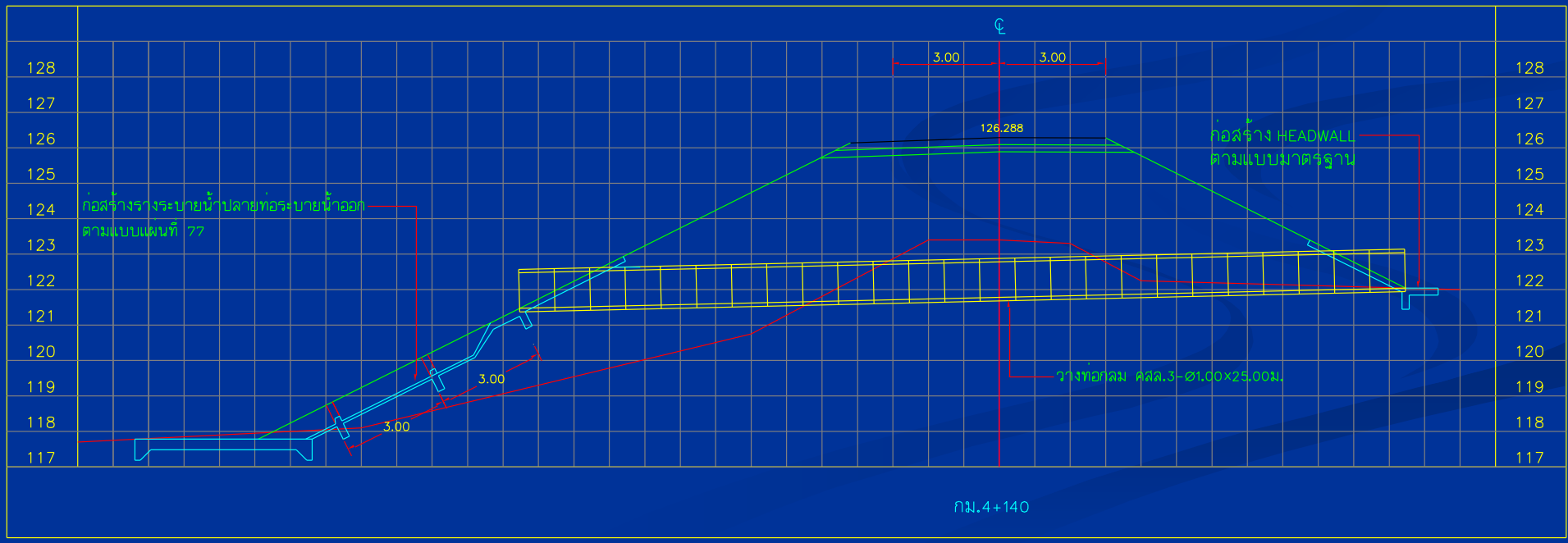


ความเสียหายจากการออกแบบและวางท่อไม่ถูกต้อง

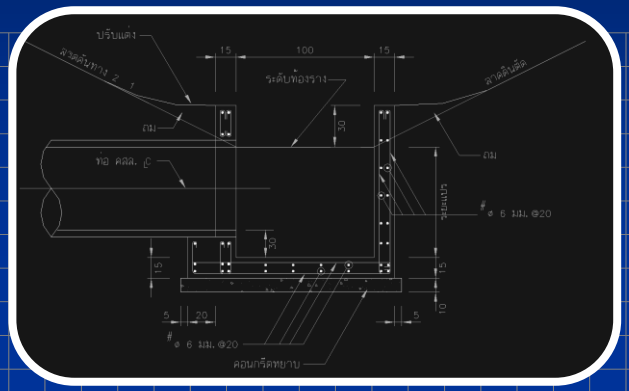


การวางท่อระบายน้ำที่ระดับสองข้างแต่ต่างกันมาก





การวางท่อระบายน้ำที่ระดับสองข้างแตกต่างกันมาก(ต่อ)



ก่อสร้างบ่อรับน้ำ
ตามแบบแผนที่ 5

3.00
3.00
162.700

ก่อสร้างรางระบายน้ำปลายท่อระบายน้ำออก
ตามแบบแผนที่ 77

วางท่อกลม คสล.1-ø0.80x13.00ม.

กม.5+130

การป้องกัน BACK SLOPE









น้ำจากผิวจราจรไหลกัดเซาะลาดคันทาง



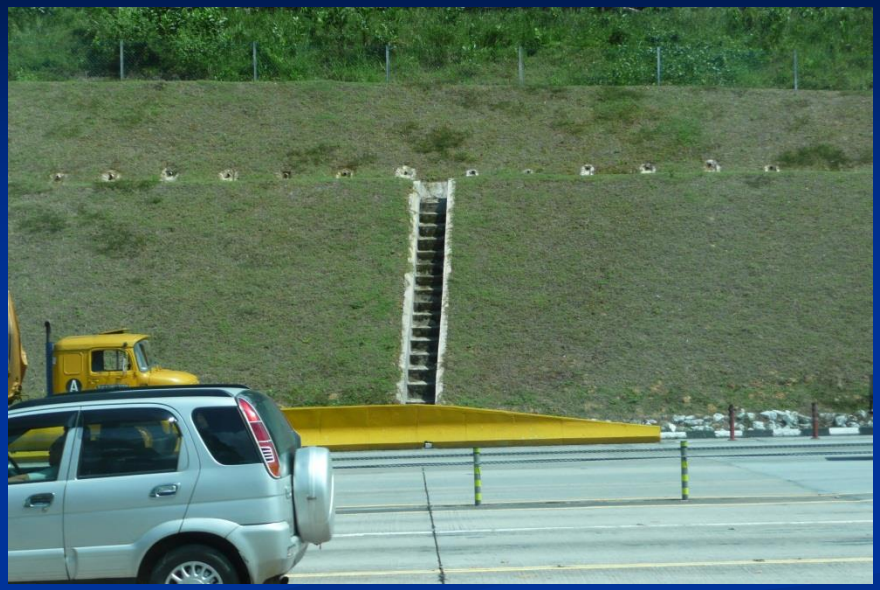






รางระบายน้ำขั้นบันได

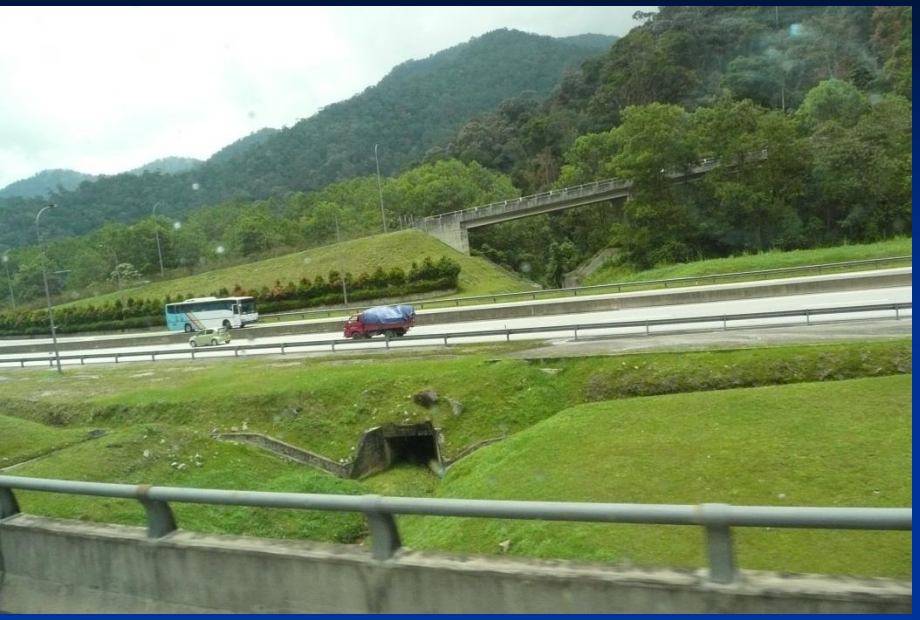


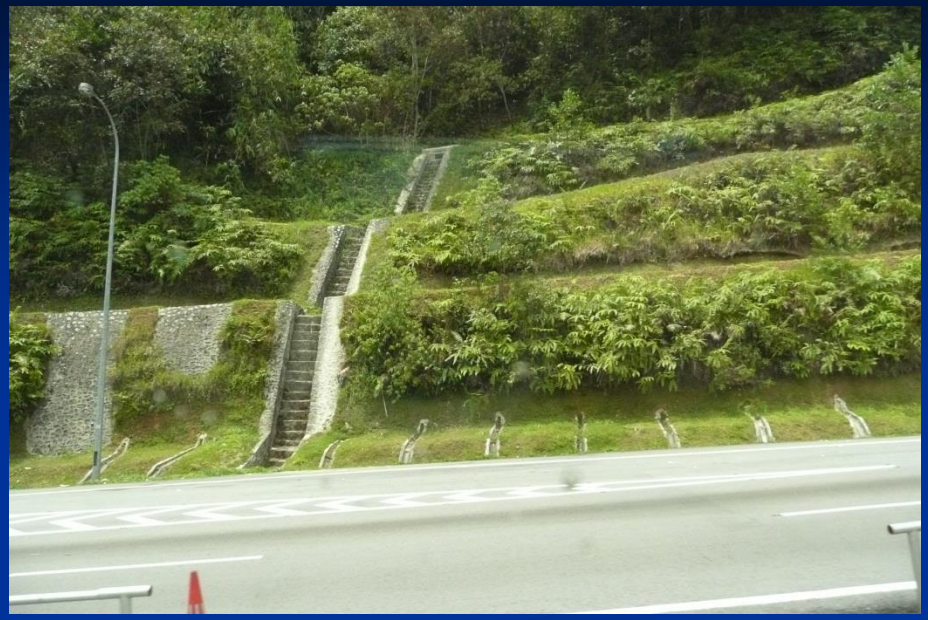


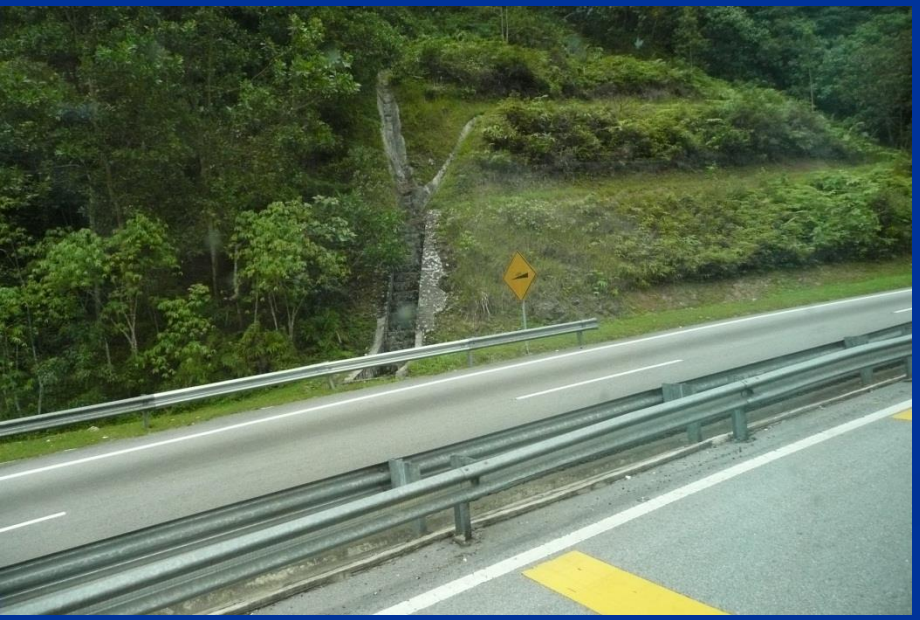


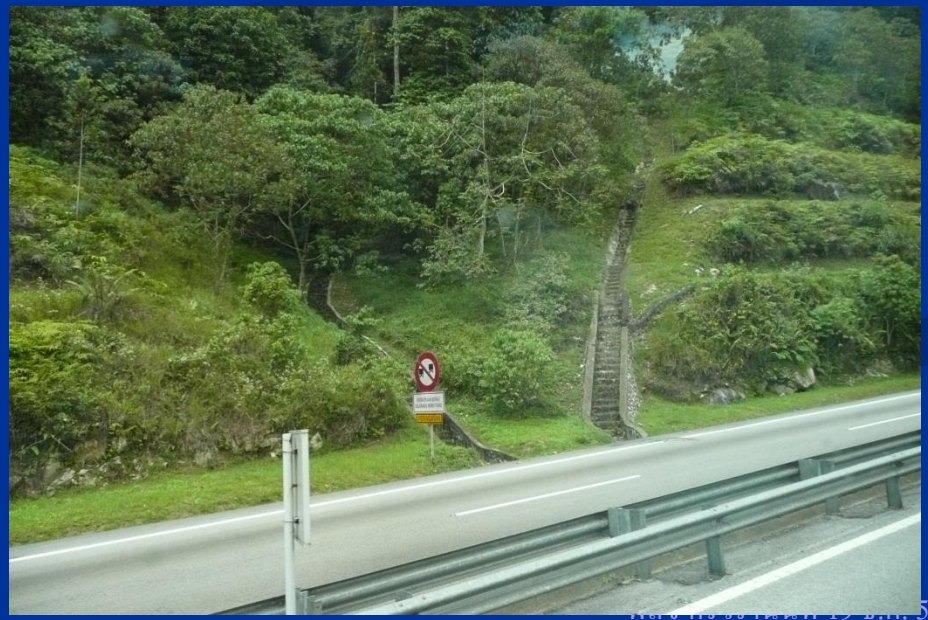


รางระบายน้ำขั้นบันได









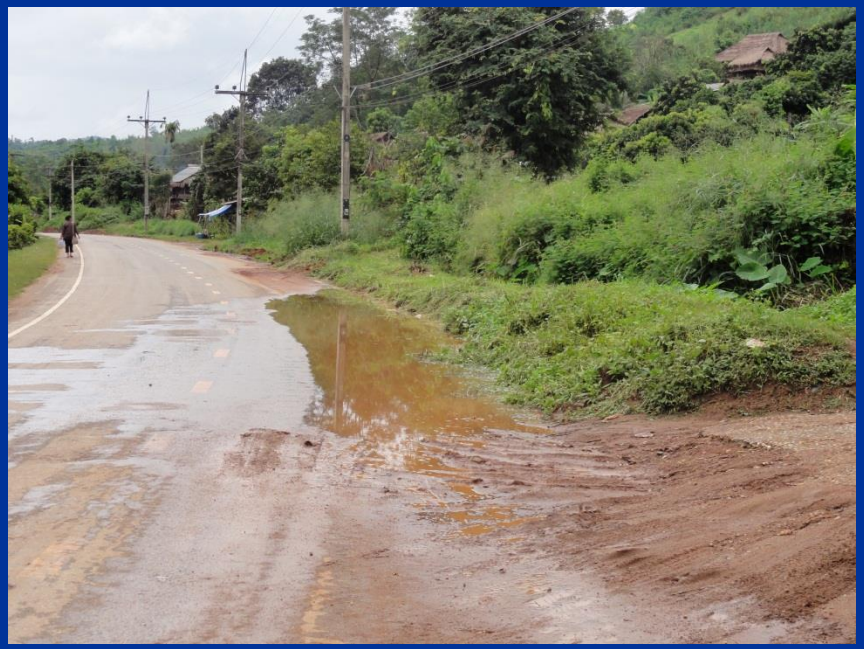
น้ำกัดเซาะข้าง รางระบายน้ำ ควรดาด และแต่งลาดดิน





น้ำขังข้างทางจะทำให้โครงสร้างทางเสียหาย ควรทำรางระบายน้ำเพื่อระบายน้ำโดยเร็ว

ซึ่งจะช่วยป้องกันอุบัติเหตุ





รางระบายน้ำ ต้องดูแลให้น้ำสามารถระบายได้ดี
ต้องเก็บหญ้าและกวาดเศษดินให้สะอาด





เศษดินและหญ้าอุดปากท่อจนตันน้ำระบายไม่ได้ น้ำล้นข้ามถนนกัดเซาะลาดถนนเสียหาย





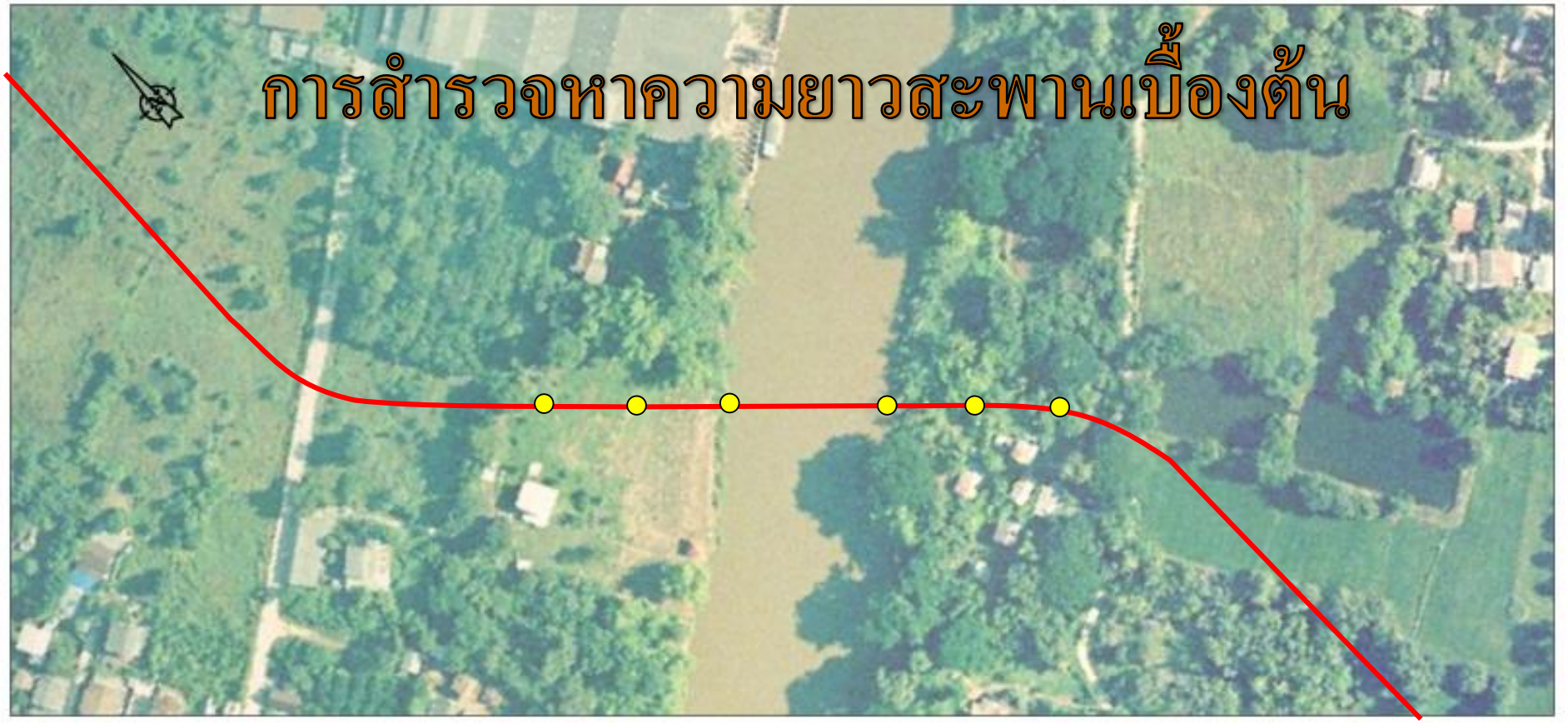
Road Side Drainage



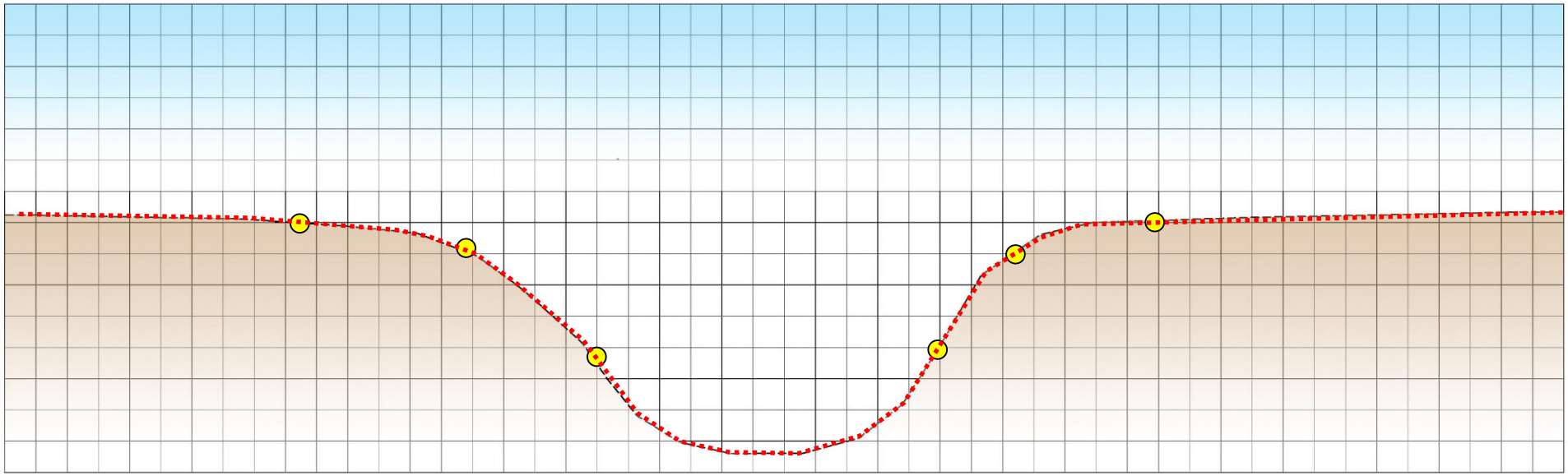




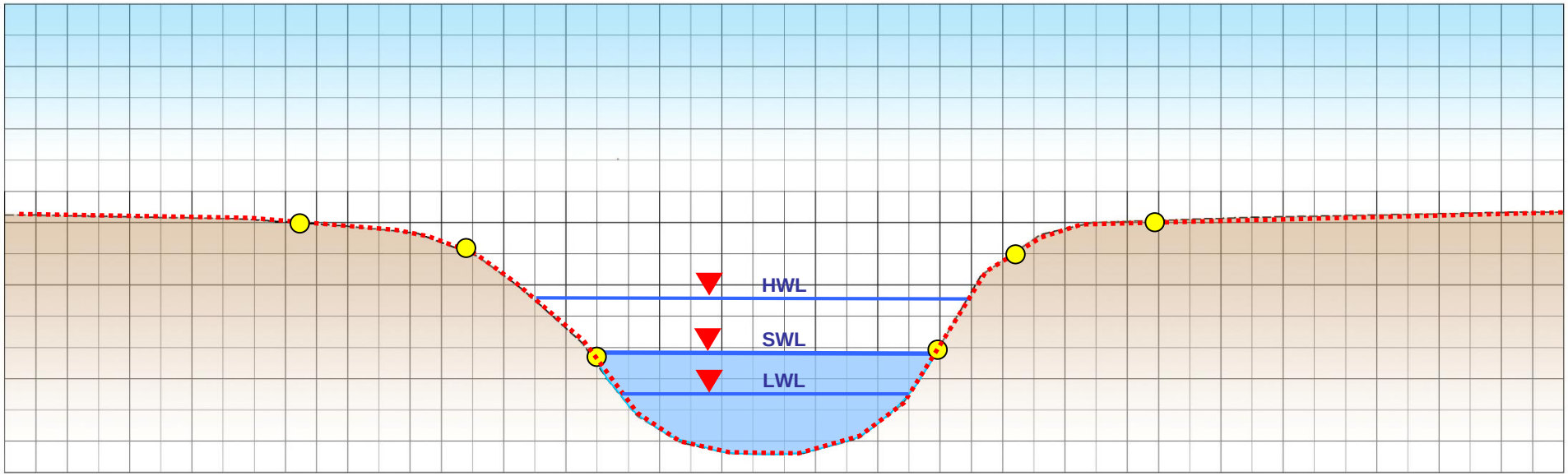




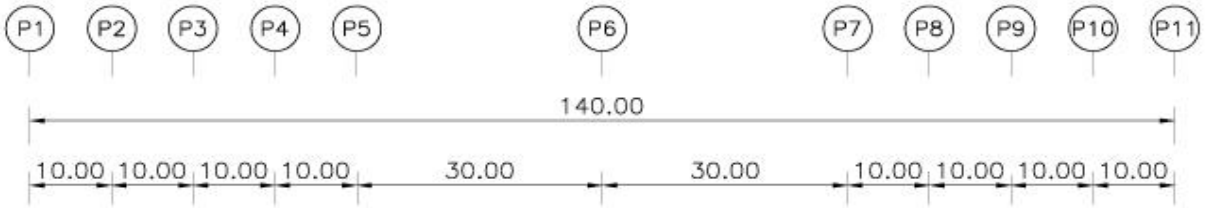
การหาค่าระดับโดยอ้างอิงจากแนวการก่อสร้างสะพาน



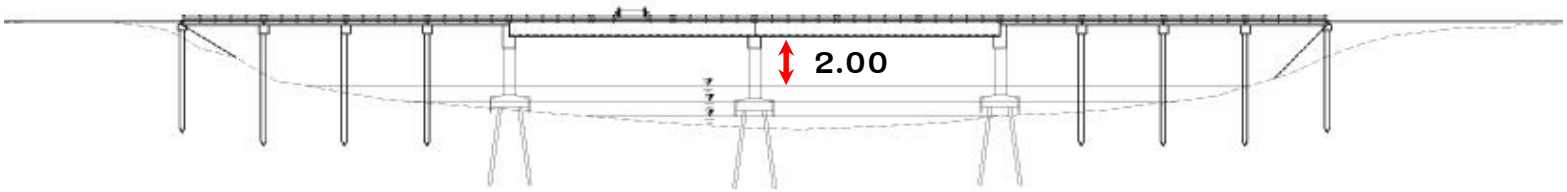
นำค่าระดับที่ได้มาทำเป็นรูปตัดด้านข้าง

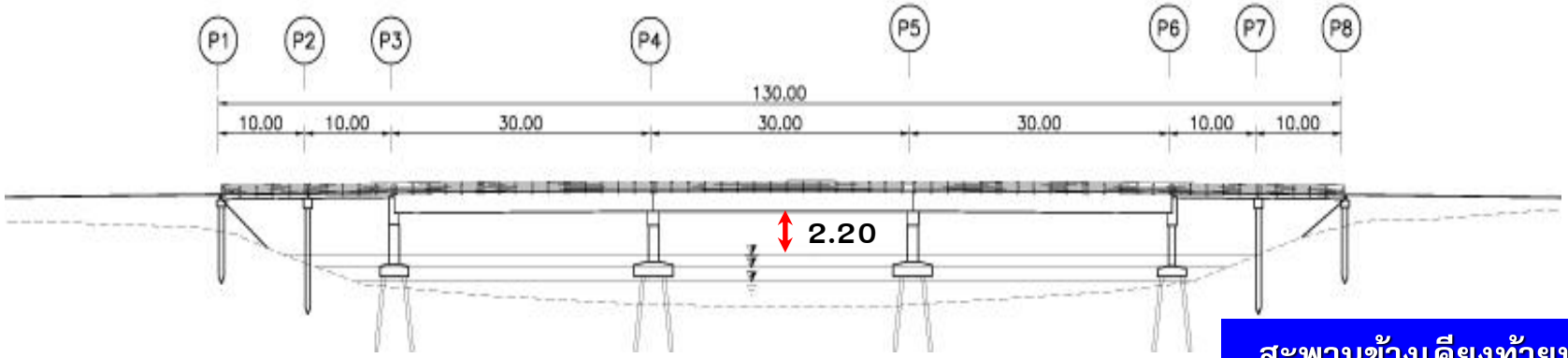


การหาค่าระดับน้ำ



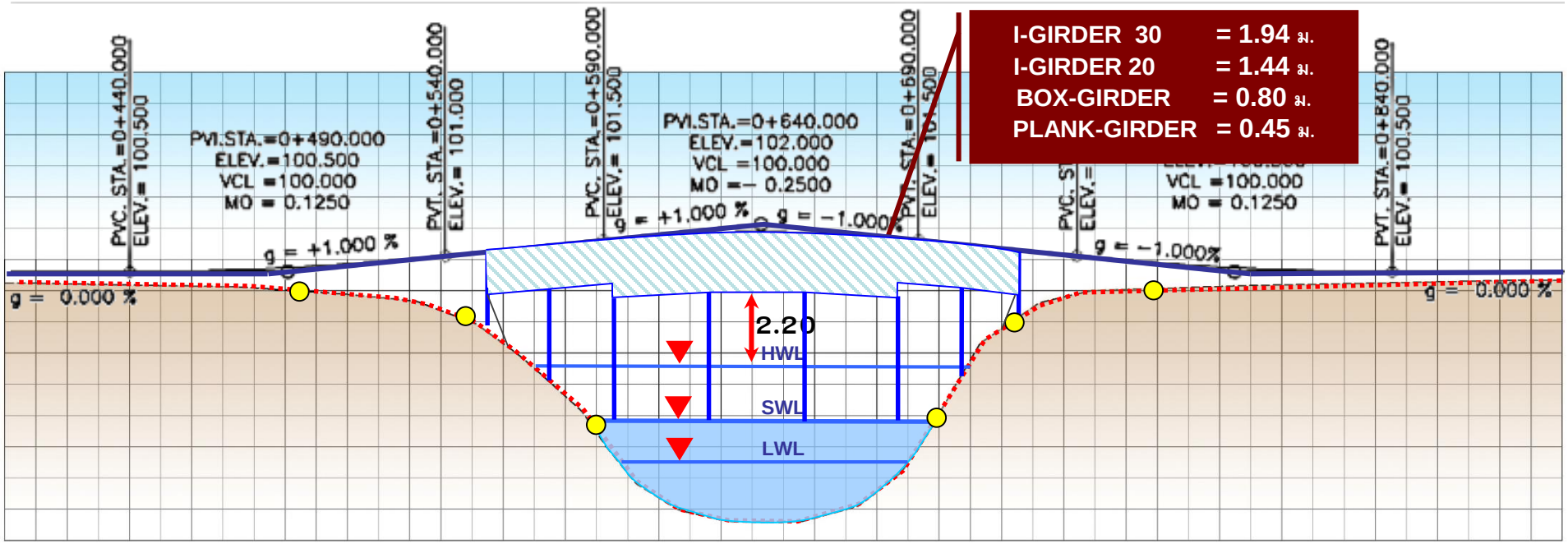
สะพานข้างเคียงเหนือน้ำ





สะพานข้างเคียงท้ายน้ำ

อ้างอิงความสูงช่องลอดของสะพานกับสะพานข้างเคียง

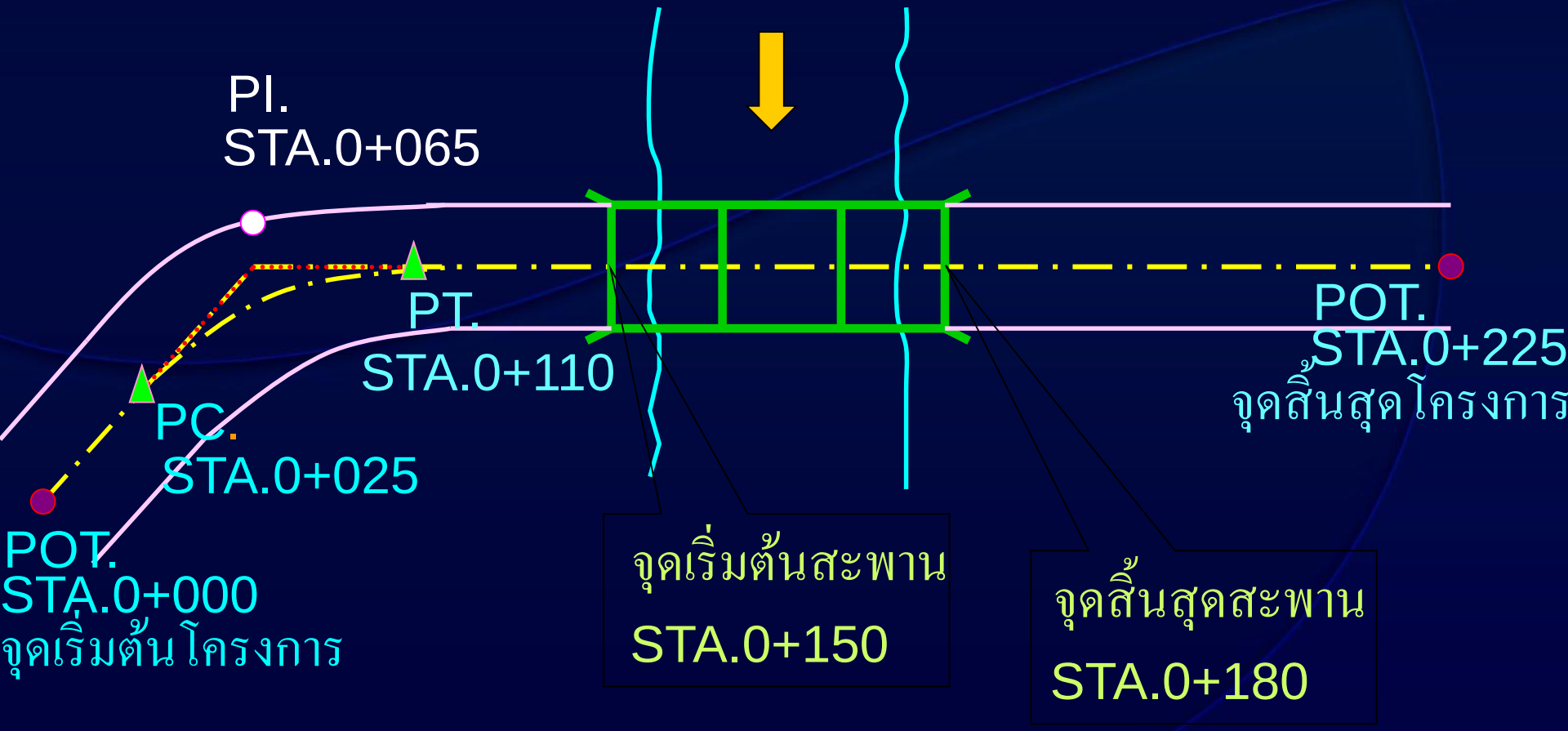


การวางค่าระดับสะพานและตอม่อสะพาน



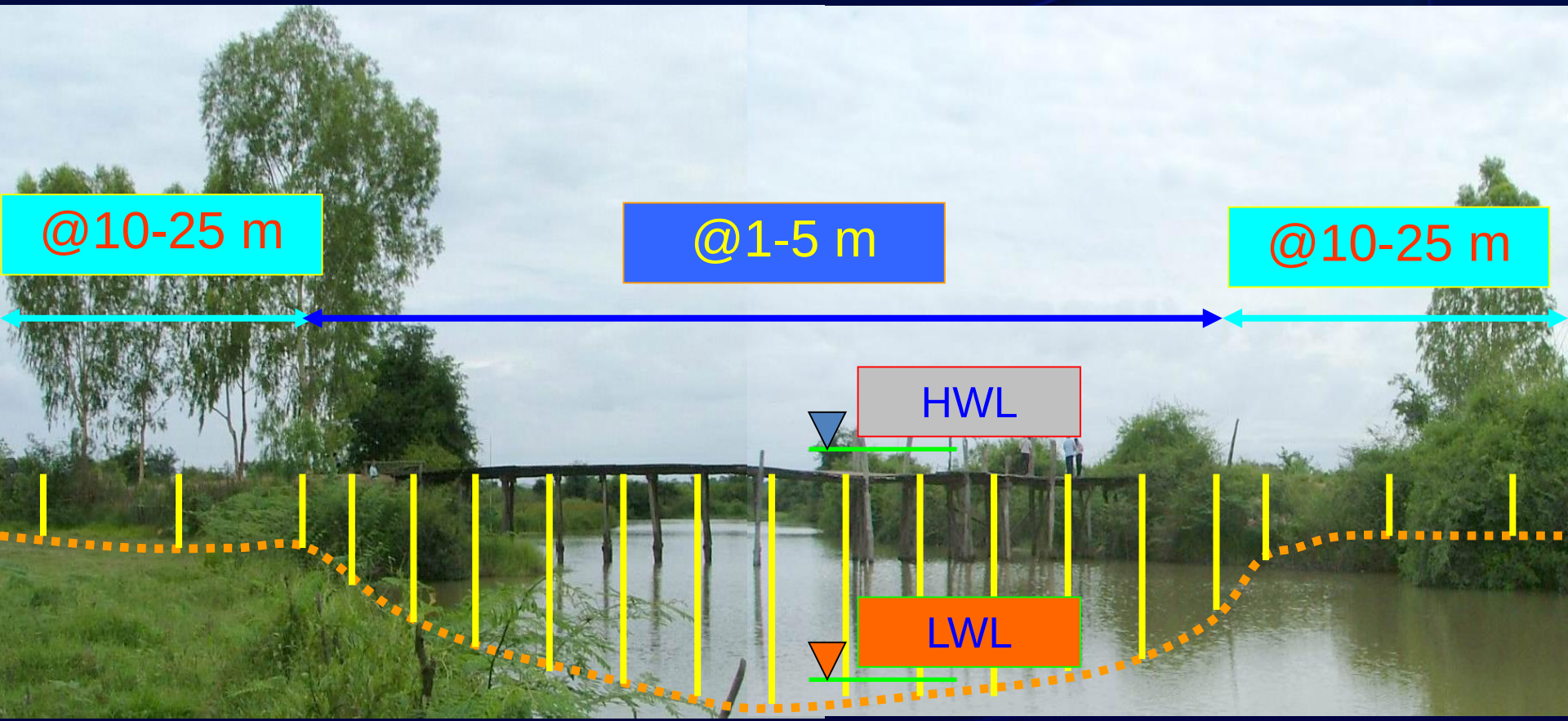
รูปแบบสะพานใน PLAN

การกำหนดแนวสะพาน

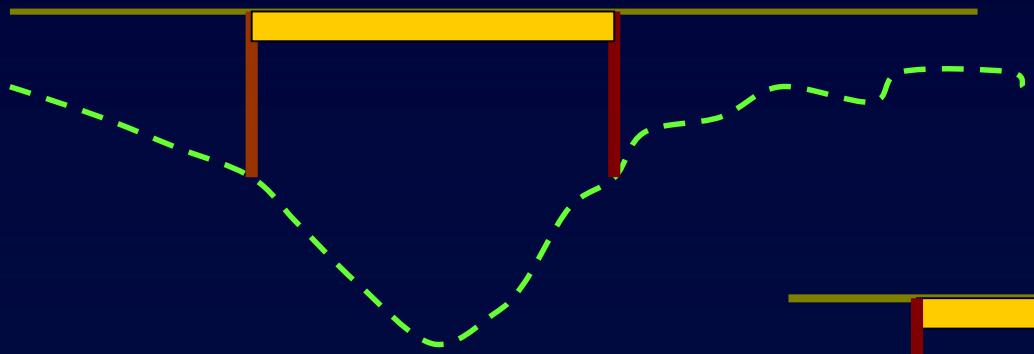


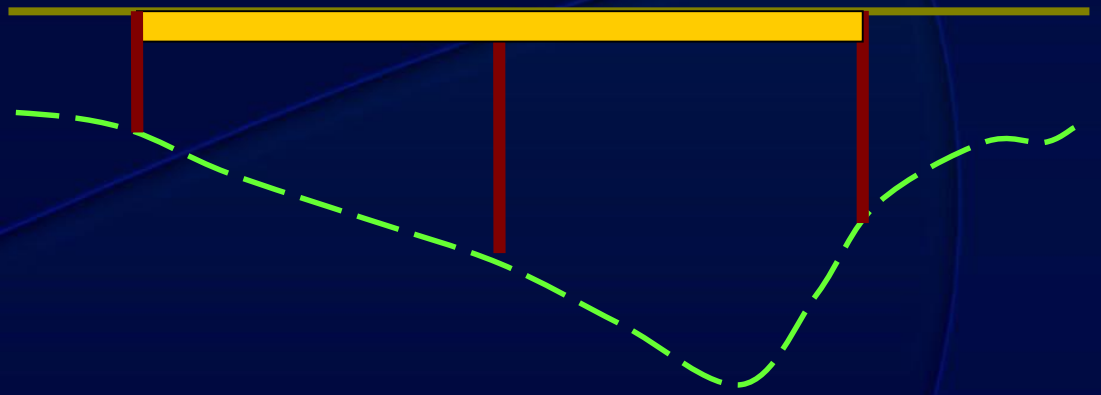
การสำรวจรูปตัดขวางลำน้ำ

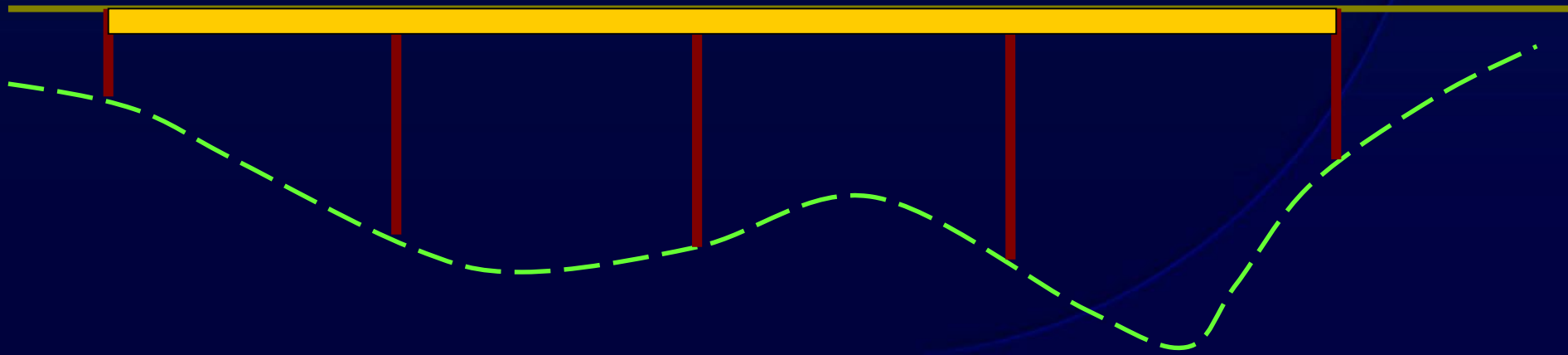
- ริมตลิ่งเก็บระดับทุกระยะไม่เกิน **10-25** ม.
- ในลำน้ำเก็บระดับทุกระยะไม่เกิน **1-5** ม.หรือทุกจุดที่ระดับเปลี่ยนแปลง(น้ำแห้ง)



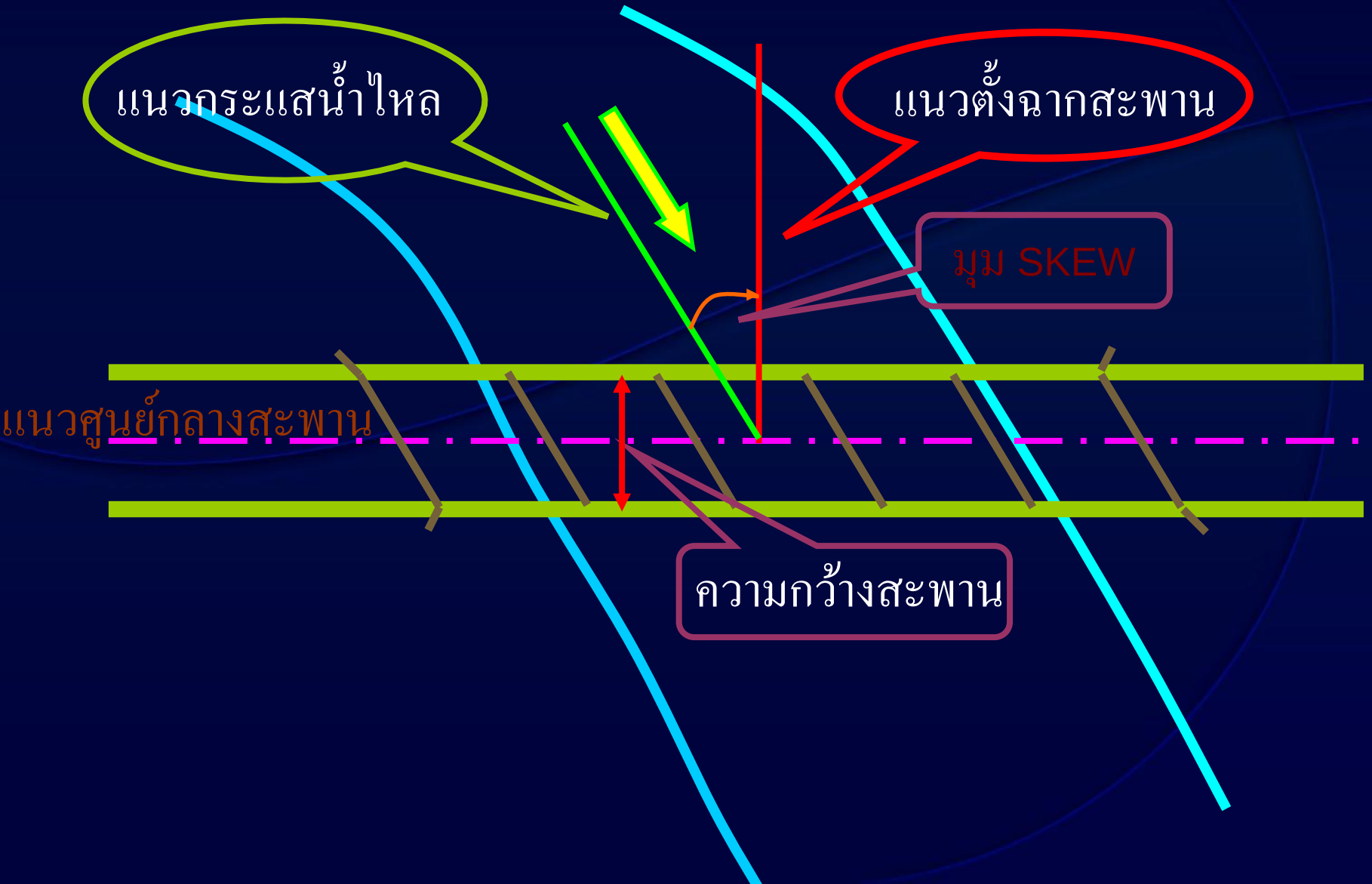
การออกแบบแบ่งช่วงตอม่อสะพาน



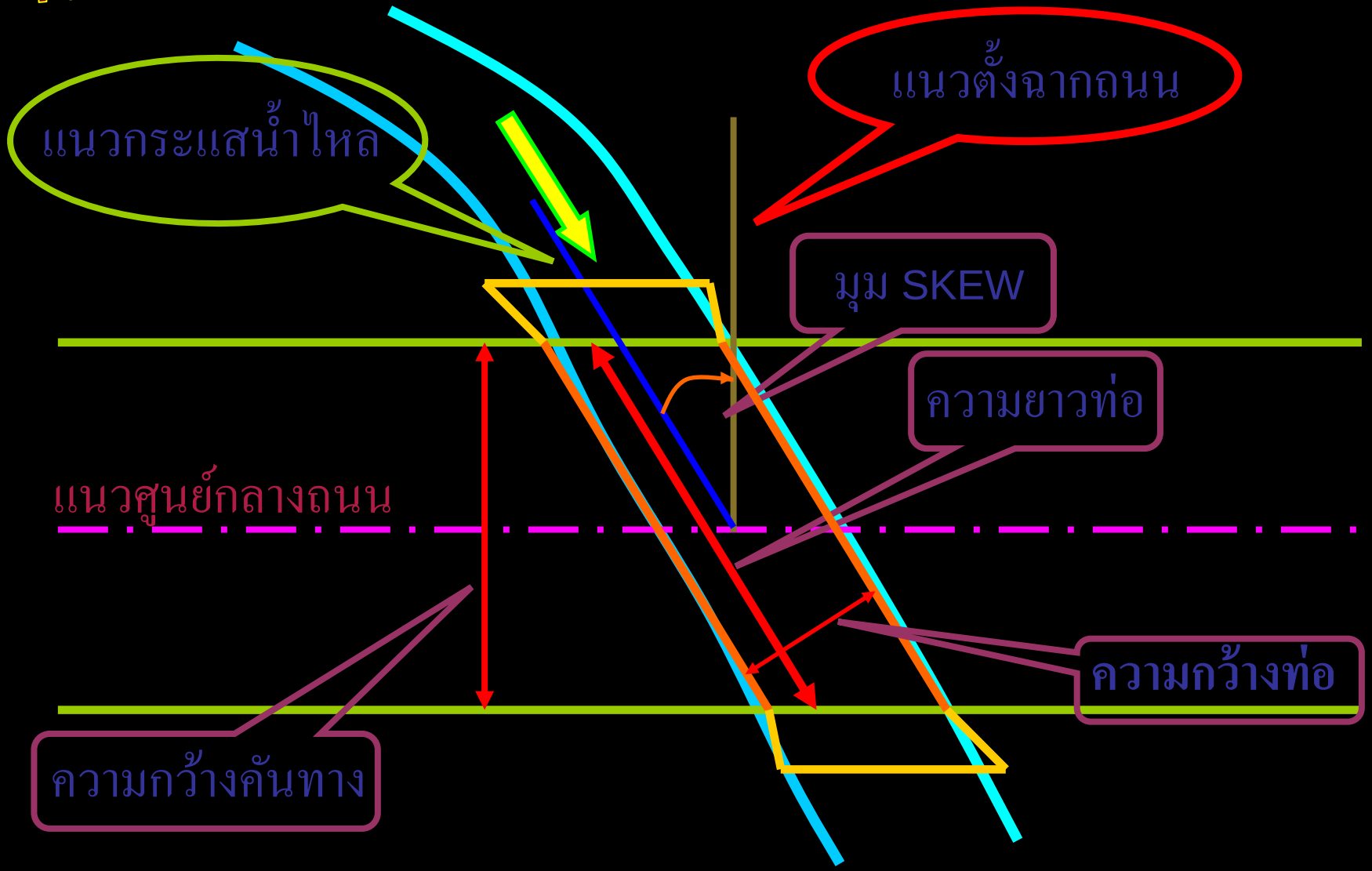




การกำหนดมุม SKEW สะพาน

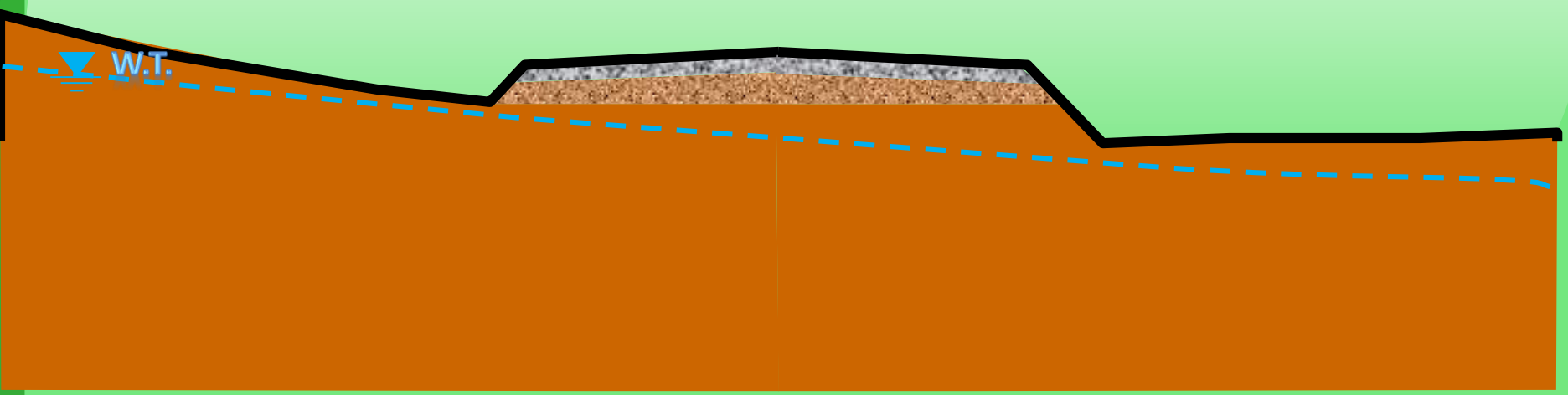


การกำหนดมุม SKEW ของท่อ



การระบายน้ำใต้ผิวถนน

(Sub surface Drainage)

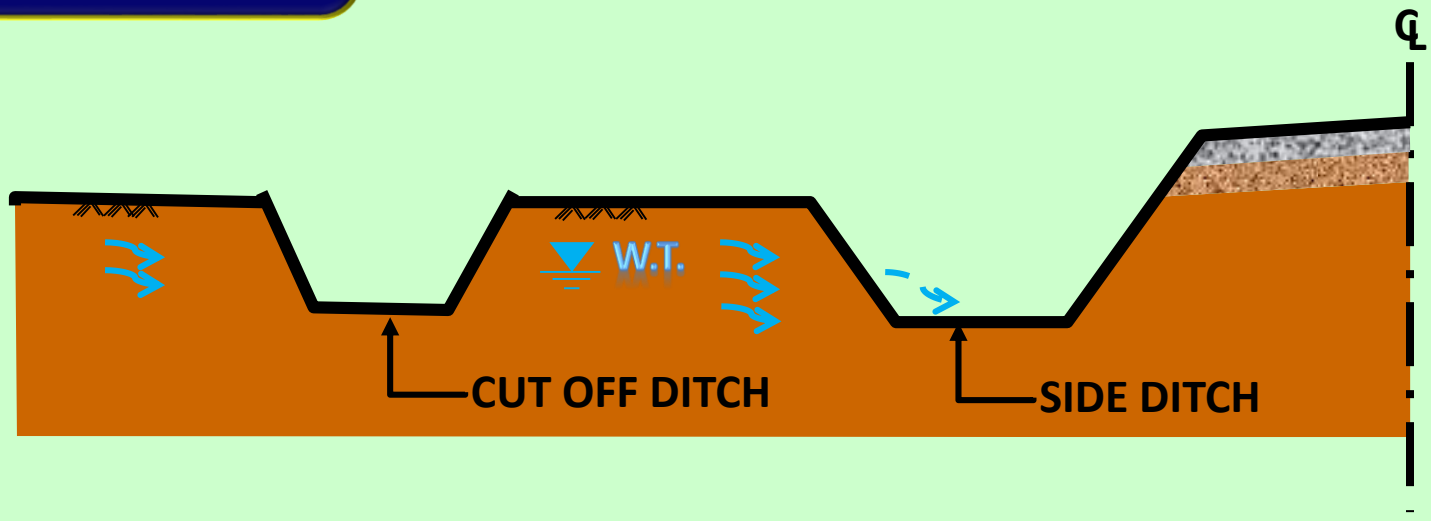


ประกอบด้วย

- งานขุดร่องน้ำข้างทาง (SIDE DITCH)
- งานใช้ทรายระบายน้ำ (SAND DRAIN)

การระบายน้ำใต้ผิวดิน (Subsurface Drainage)

วิธีการขุดร่องน้ำ (side Ditch)

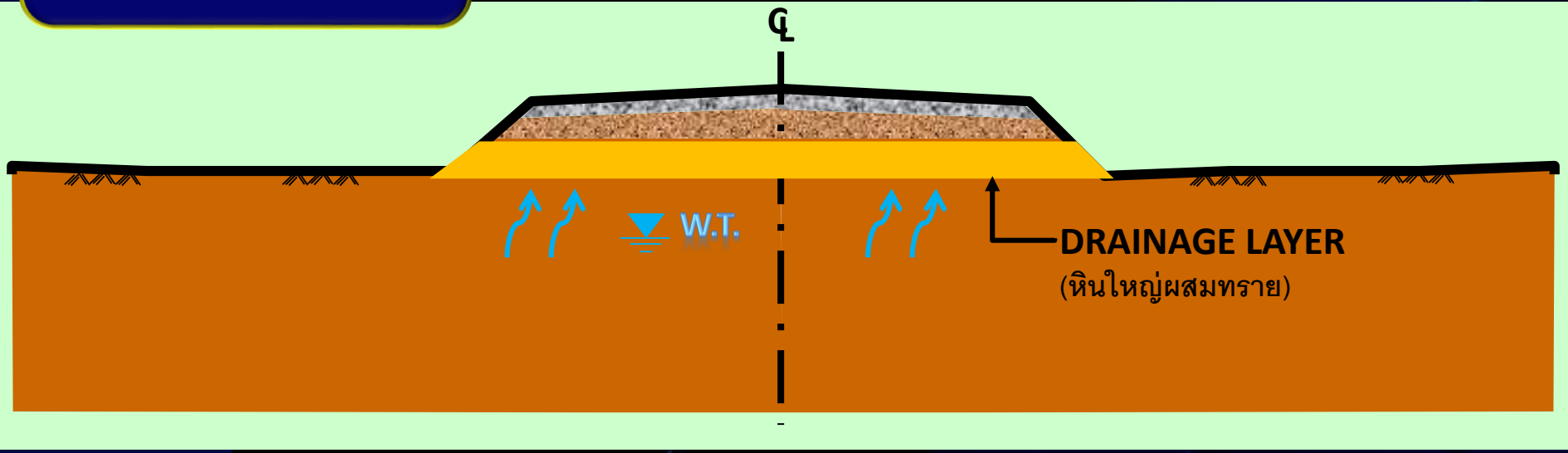


วิธีขุดร่องน้ำข้างทาง ให้ลึกพอจนสามารถดักน้ำดินที่จะไหลเข้าตัวถนนจะเป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

การระบายน้ำใต้ผิวดิน (Subsurface Drainage)

การใช้ทรายระบายน้ำ (Sand Drain)

วางใต้คันทางก่อสร้าง ในกรณีที่น้ำใต้ดินอยู่สูงและที่ลุ่ม

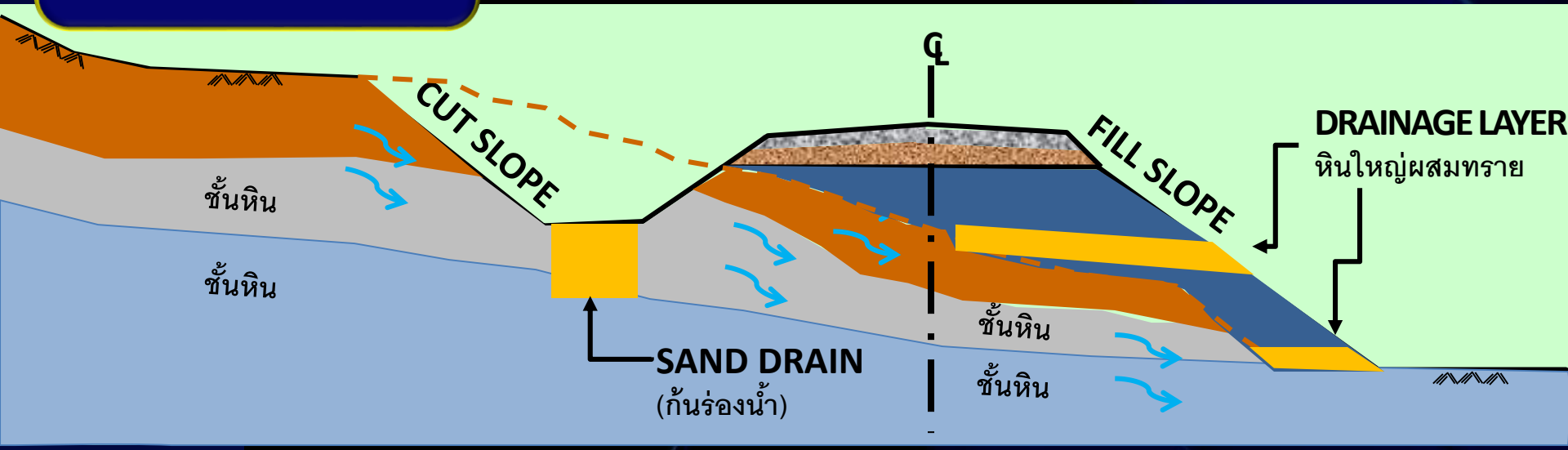


ก่อสร้างชั้นทรายหนาอย่างน้อย 10 ซม. บริเวณน้ำซับน้ำซึม
ควรเป็นทรายหยาบหรือหิน-กรวด ปนทราย มีขีดจำกัดที่ระบายน้ำได้น้อย

การระบายน้ำใต้ผิวดิน (Subsurface Drainage)

การใช้ทรายระบายน้ำ (Sand Drain)

วางใต้ก้นร่องน้ำข้างทาง เพื่อดักน้ำใต้ดิน
วางตรงส่วนที่เป็นดินถมปรากฏน้ำซึมจากลาดเขา

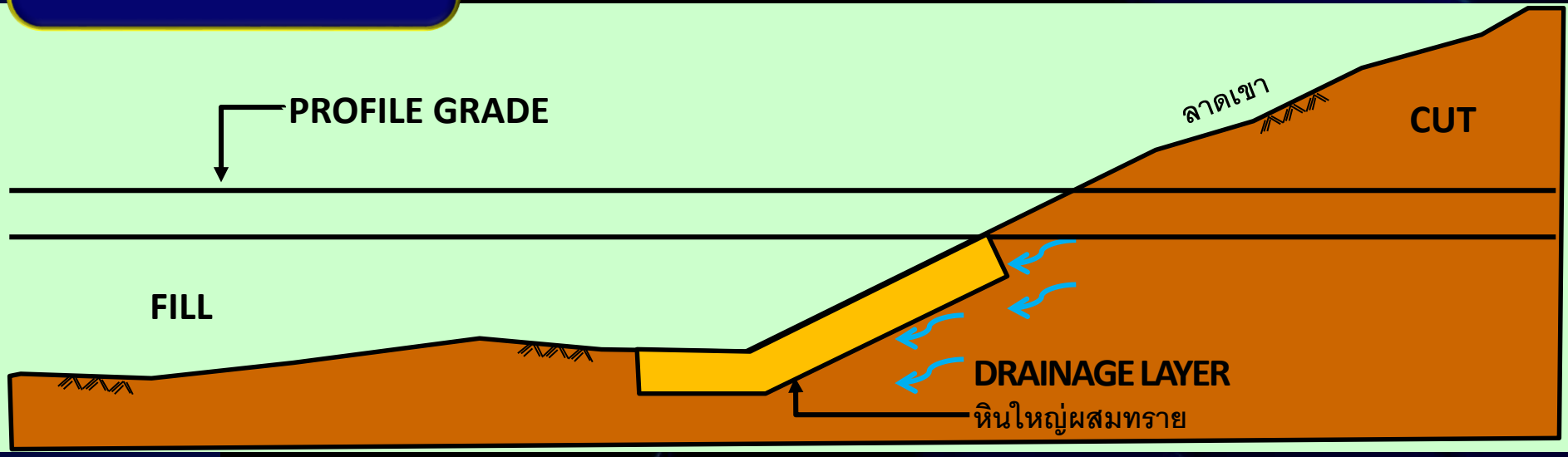


ก่อสร้างชั้นทรายหนาอย่างน้อย 10 ซม. บริเวณน้ำซับน้ำซึม
ควรเป็นทรายหยาบหรือหิน-กรวด ปนทราย มีขีดจำกัดที่ระบายน้ำได้น้อย

การระบายน้ำใต้ผิวดิน (Subsurface Drainage)

การใช้ทรายระบายน้ำ (Sand Drain)

วางตรงช่วงต่องานดินกับลาดเขาเดิม (perforate under drain pipe)

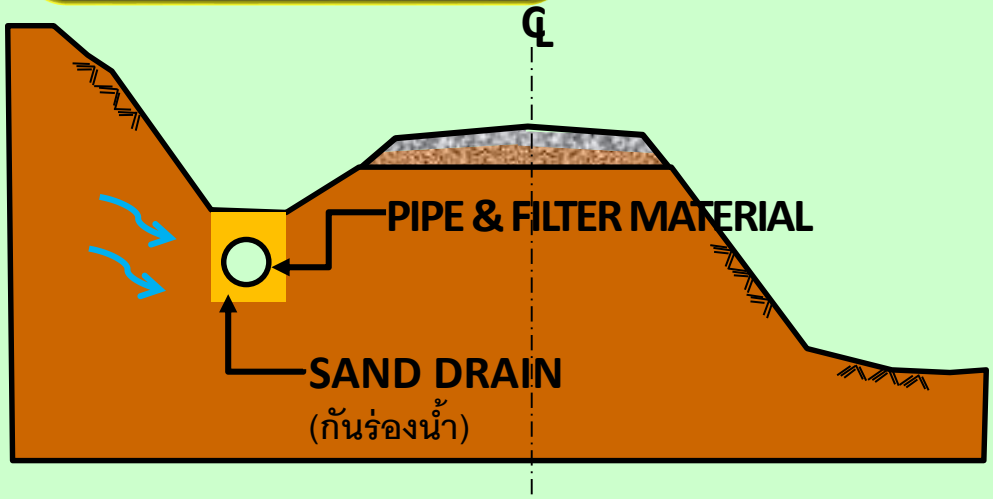


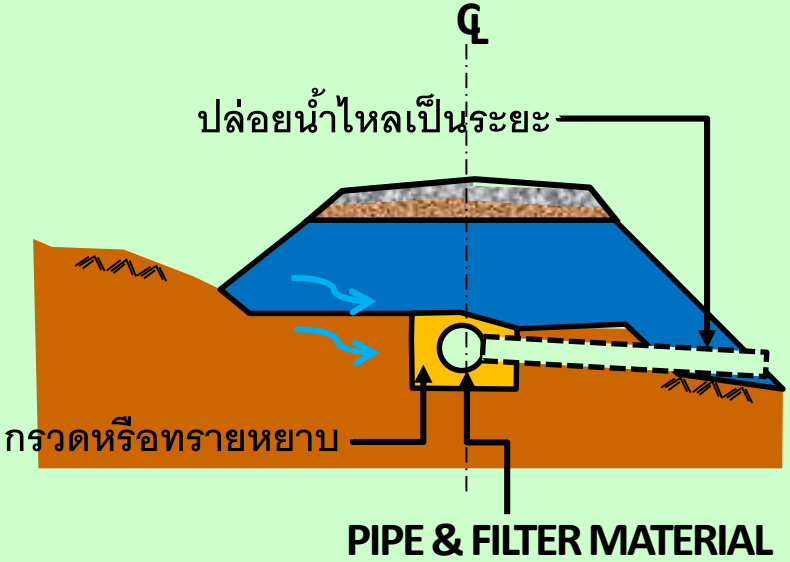
ใช้ในกรณีที่น้ำใต้ดินมีมาก ช่วยในการระบายให้ดียิ่งขึ้น อาจประยุกต์ใช้กับถนนในที่ลุ่ม หรือที่ราบเพื่อระบายน้ำออกจากตัวถนน

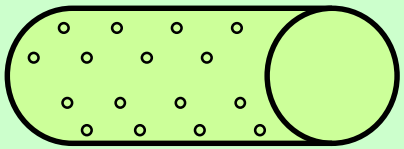
การระบายน้ำใต้ผิวดิน (Subsurface Drainage)

การใช้ทรายระบายน้ำ (Sand Drain)

ใช้ทรายระบายน้ำร่วมกับท่อเจาะรูฟรุน (perforate under drain pipe)







Perforated pipe ท่อดินเผา หรือท่อ PVC ชนิดแข็ง

ใช้ในกรณีที่น้ำใต้ดินมีมาก ช่วยในการระบายให้ดียิ่งขึ้น อาจประยุกต์ใช้กับถนนในที่ลุ่ม หรือที่ราบเพื่อระบายน้ำออกจากตัวถนน

การป้องกันการกัดเซาะในงานทาง

(Erosion Control Practice)





ลักษณะงาน

- **ลาดถมคันทาง (Side Slopes)**
- **ลาดตัดคันทาง(Cut Slopes)**
- **งานป้องกันลาดข้างทางจากลำน้ำข้างทาง**
- **งานป้องกันร่องน้ำข้างทาง**
- **งานป้องกันพื้นที่ประชิดด้านข้าง**

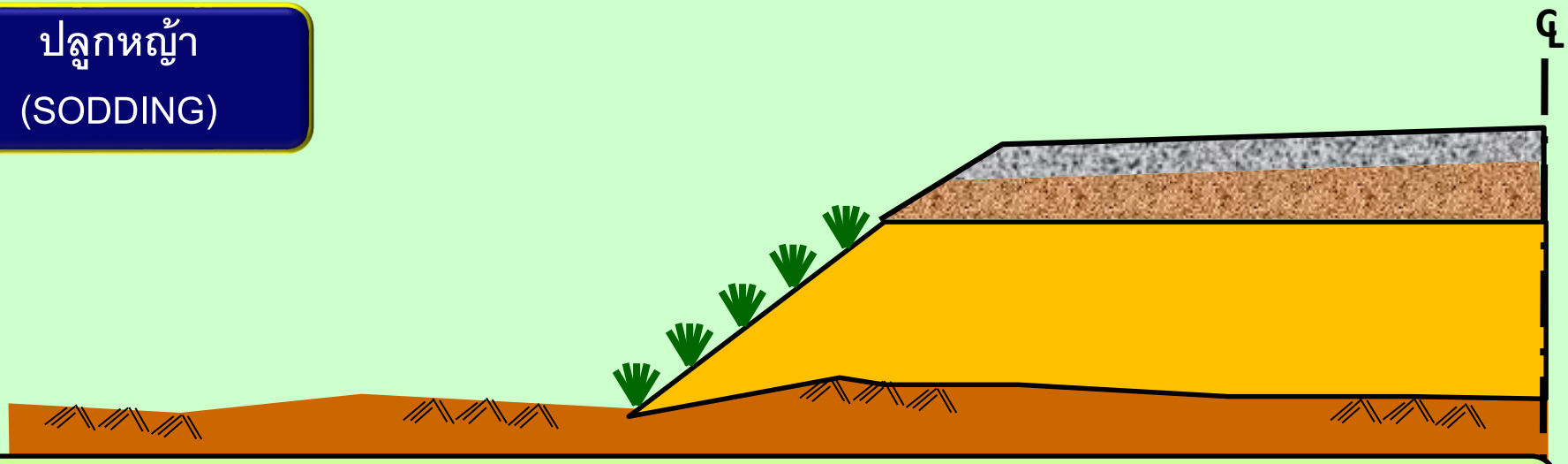
งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดถมคันทาง (SIDE SLOPE)

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดถมคันทาง (SIDE SLOPE)

ปลูกหญ้า (SODDING)



แบ่งเป็น

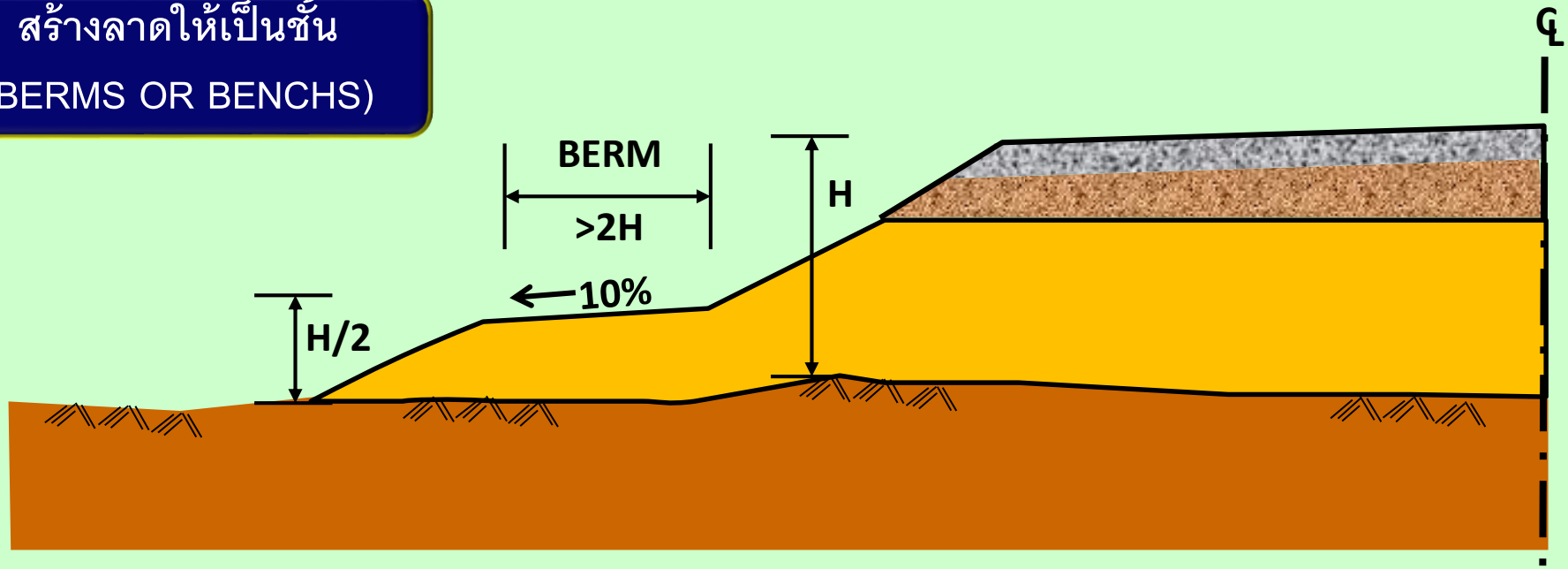
แบบปลูกเต็มพื้นที่ (BLOCK SODDING) และ แบบปลูกเป็นแถบ (STRIP SODDING)

ข้อดี	ข้อเสีย
- กระทำได้ง่าย - เสียค่าใช้จ่ายน้อย - ใช้ได้ในกรณีทั่วไปส่วนมาก - หญ้าที่ยางและหนาจะช่วยกักน้ำและตะกอนไว้ มิให้กัดเซาะลาดเอียงคันทางและพื้นที่ประชิดด้านข้าง	-การปลูกในบางลักษณะดินและบางพื้นที่จะทำได้ยากหญ้าไม่ค่อยขึ้น - ป้องกันการกัดเซาะไม่ได้ 100% - ต้องคอยดูแลบำรุงรักษา

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดถมคันทาง (SIDE SLOPE)

สร้างลาดให้เป็นชั้น (BERMS OR BENCHS)

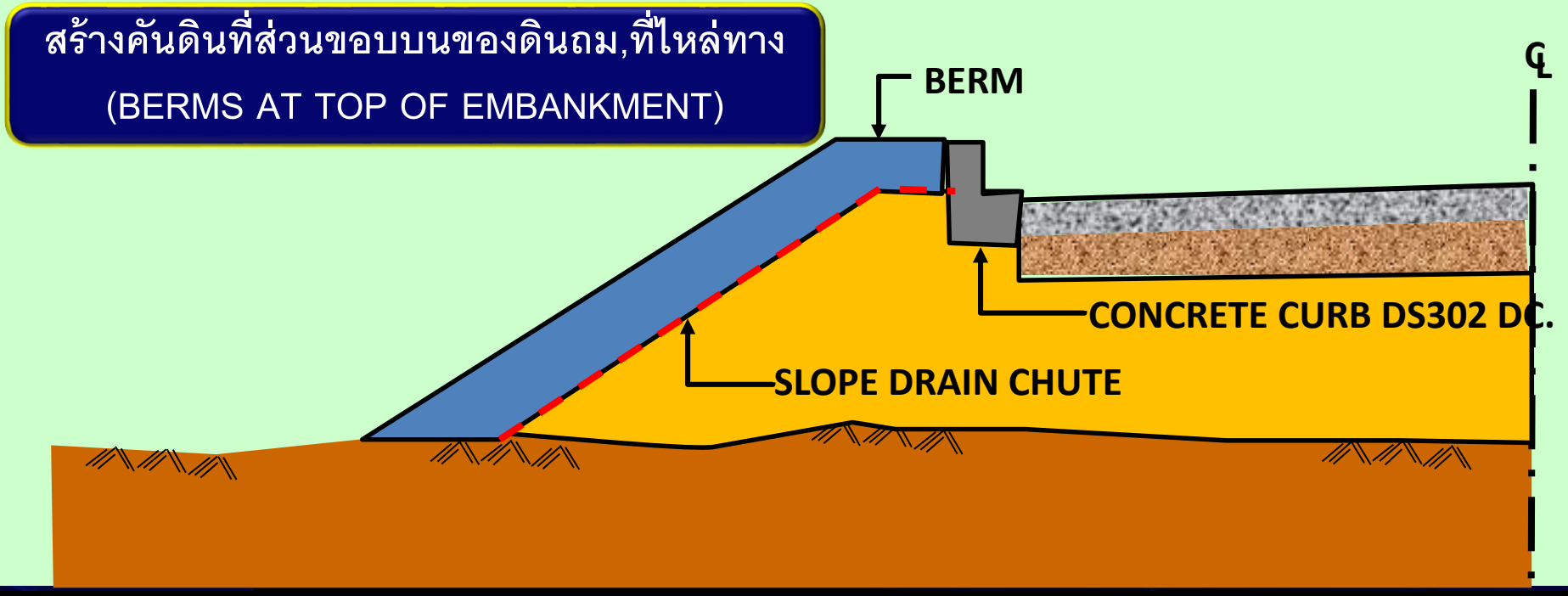


ข้อดี	ข้อเสีย
- ลดความเร็วในการไหลบนลาดเอียงถมคันทางของน้ำกัดเซาะน้อยลง - ช่วยกักน้ำและตะกอน - ลดการกัดเซาะลาดเอียงคันทางและพื้นที่ประชิดด้านข้าง - เสริมความมั่นคงของลาดเอียง	- ต้องเสียงานถมเพิ่มมากขึ้น - อาจจะต้องเวรคืนเขตทางเพิ่มขึ้น - อาจจะทำให้เกิดการหลุดลอกของดิน

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดถมคันทาง (SIDE SLOPE)

สร้างคันดินที่ส่วนขอบบนของดินถม,ที่ไหล่ทาง (BERMS AT TOP OF EMBANKMENT)

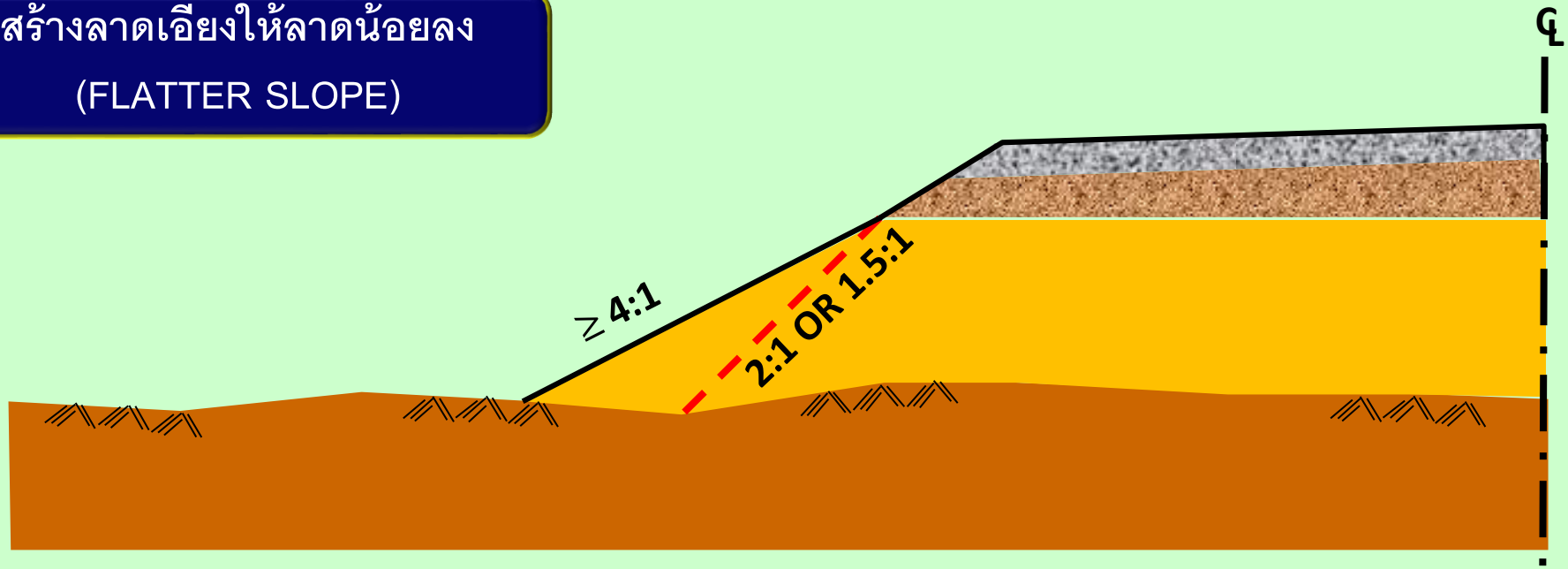


ข้อดี	ข้อเสีย
- ป้องกันการไหลของน้ำบนลาดเอียงคันทางจากผิวทางกัดเซาะลาดข้างทาง - ให้น้ำไหลไปตามยาวแทนและเปิดให้ไหลลงลาดข้างทางเป็นจุด ๆตามรางระบายลนลาดคันทาง - จัดให้เป็นส่วนหนึ่งของไหล่ทางและช่วยกันรถมิให้ตกลาดข้างทาง	- ก่อสร้างยากบดอัดคันดินลำบาก - ก่อให้เกิดการตกตะกอน - คันดินพังพลายได้ง่าย - ทำให้ถนนดูแคบลง - เพิ่มปริมาณงานเพราะต้องขยายถนนกว้างขึ้น

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดถมคันทาง (SIDE SLOPE)

สร้างลาดเอียงให้ลาดน้อยลง (FLATTER SLOPE)

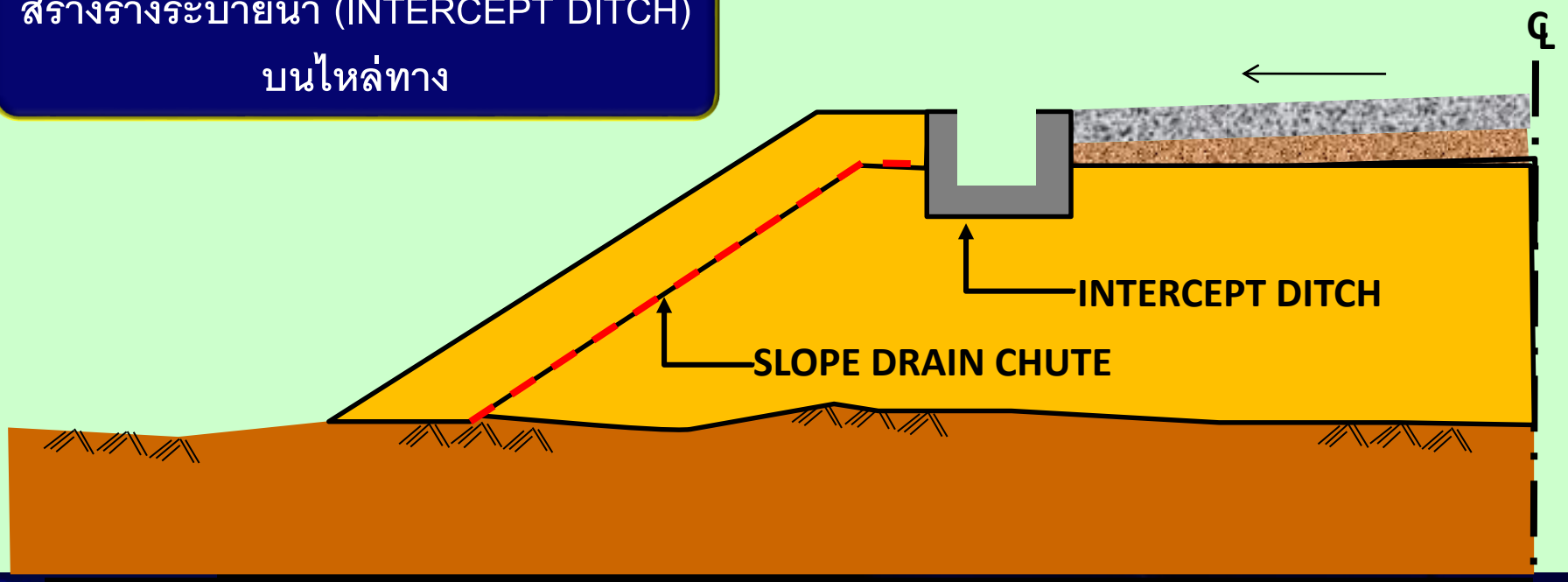


ข้อดี	ข้อเสีย
- กระทำได้ง่าย - ป้องกันได้ดีพอควรโดยเฉพาะสำหรับดินทราย	- เสียงานดินถมมากขึ้น - ไม่ได้ผลเต็มที่ควรทำร่วมกับการปลูกหญ้า - อาจมีปัญหาในกรณีเขตทางแคบ

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดถมคันทาง (SIDE SLOPE)

สร้างรางระบายน้ำ (INTERCEPT DITCH) บนไหล่ทาง



ข้อดี	ข้อเสีย
- ดักน้ำที่จะไหลไปตามทางยาวแล้วเปิดรางระบายให้ลงตามข้างทางเป็นระยะ	- ทำให้ผิวจราจรดูแคบลง - รถตกรางระบายได้ - เพิ่มปริมาณงานเพราะต้องขยายถนนกว้างขึ้น

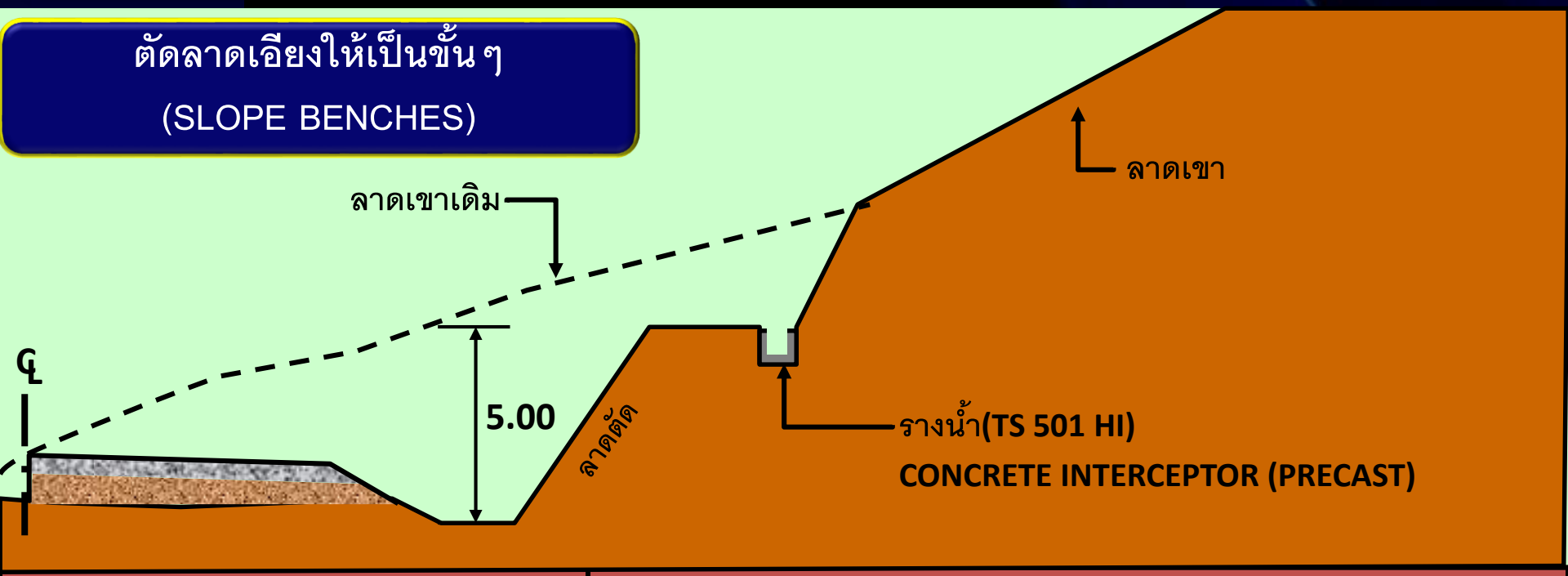
งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดตัดคันทาง(CUT SLOPE)

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดตัดคันทาง(CUT SLOPE)

ตัดลาดเอียงให้เป็นขั้น ๆ
(SLOPE BENCHES)

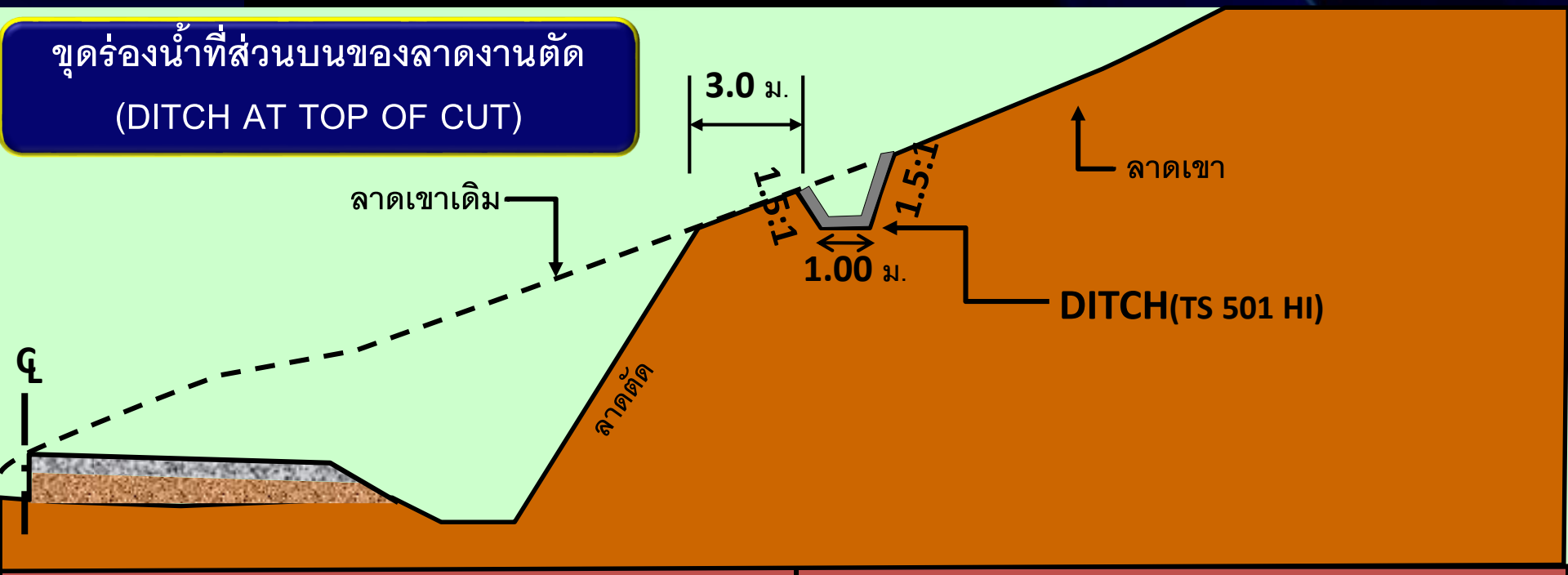


ข้อดี	ข้อเสีย
- ลดความเร็วของน้ำที่ไหลลงมาจากลาดเอียงทำให้กัดเซาะลาดตัดน้อยลง - กักตะกอนและน้ำ(รางน้ำ) - เสริมความมั่นคงของลาดงานตัด	- อาจทำให้การหลุดลอกของดินถ้าน้ำซึมทะลุลงไปง่าย เช่น ดินปนทราย - ใช้เนื้อที่(เขตทาง) มากขึ้น - เพิ่มปริมาณงานตัด - ต้องมีการบำรุงรักษา - ชำรุดเสียหายง่ายถ้าดินถูกกัดเซาะมาก โดยเฉพาะข้างรางน้ำ

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดตัดคันทาง(CUT SLOPE)

ขุดร่องน้ำที่ส่วนบนของลาดงานตัด
(DITCH AT TOP OF CUT)

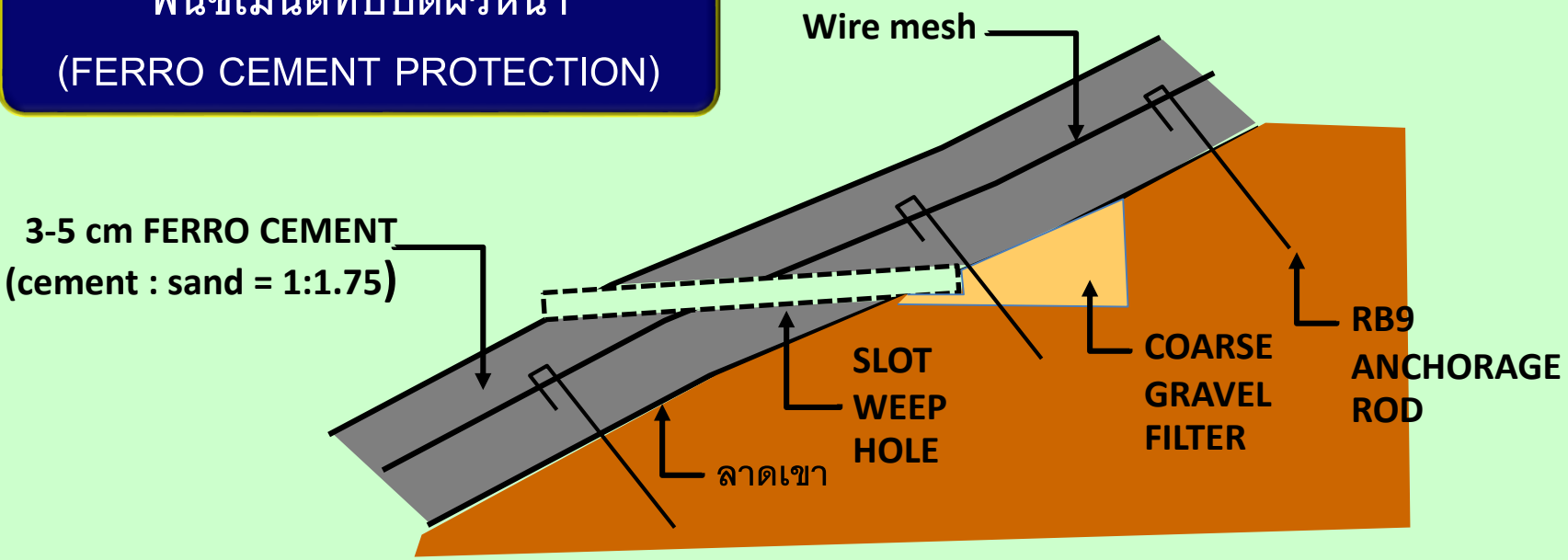


ข้อดี	ข้อเสีย
- ดักน้ำที่จะไหลจากยอดเนินมายังลาดตัด - ลดการกัดเซาะที่ส่วนบนยอดของงานตัดและบนลาดงานตัด	- อาจก่อสร้างลำบากในบางพื้นที่ - อาจก่อปัญหาการบำรุงรักษาถ้าไม่ PAVED - ใช้พื้นที่เขตทางมากขึ้น

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดตัดคันทาง(CUT SLOPE)

พ่นซีเมนต์ทับปิดผิวหน้า (FERRO CEMENT PROTECTION)

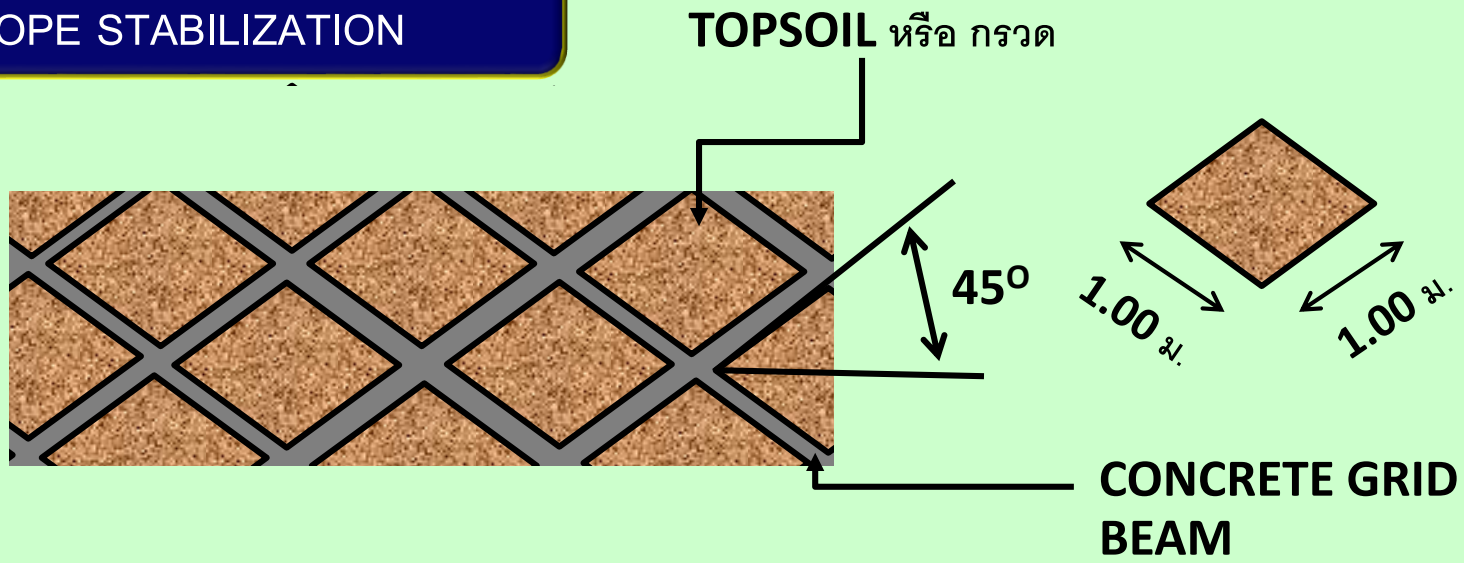


ข้อดี	ข้อเสีย
- ก่อสร้างได้เร็วและค่อนข้างถาวร - ใช้ได้กับลาดตัดทุกสภาพ โดยไม่ต้องปรับแต่งมาก - ป้องกันการกัดเซาะได้ดี	- ราคาค่อนข้างแพง - ทำให้ภูมิทัศน์ไม่สวยงามไม่เป็นธรรมชาติ - ทำให้เพิ่มความร้อนอากาศในบริเวณ - มีปัญหาเลื่อนหลุดถ้าลาดตัดเลื่อนตัว

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดตัดคันทาง(CUT SLOPE)

CONCRETE GRID BEAM SLOPE STABILIZATION



ข้อดี	ข้อเสีย
- ก่อสร้างได้เร็วและค่อนข้างถาวร - ชิ้นส่วนทำสำเร็จรูปจึงไม่ยุ่งยาก - รักษาผิวหน้าของลาดตัดโดยไม่ต้องตัดให้เรียบนัก - น้ำซึมได้โดยไม่มีปัญหาและลดความเร็วของน้ำ	- ราคาแพง - ต้องหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป - หาวัสดุยากในบางท้องที่

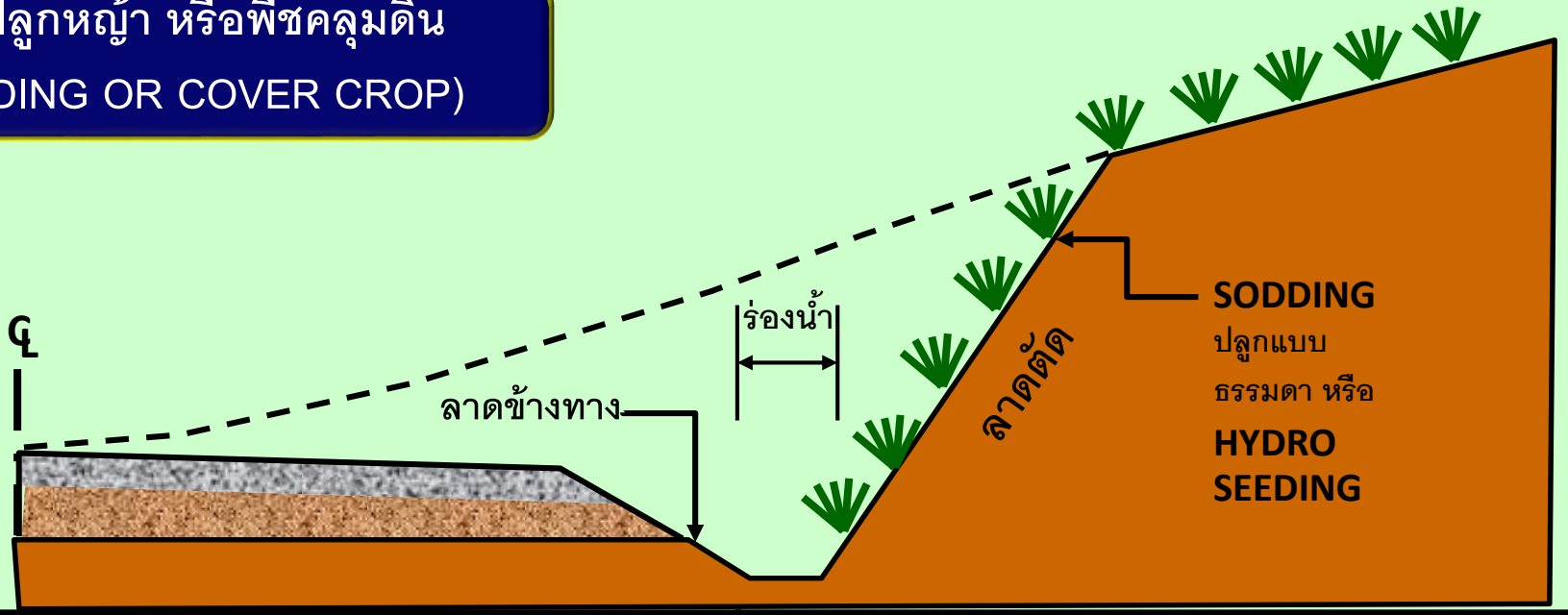
งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดตัดคันทาง(CUT SLOPE)

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

ลาดตัดคันทาง(CUT SLOPE)

งานปลูกหญ้า หรือพืชคลุมดิน (SODDING OR COVER CROP)

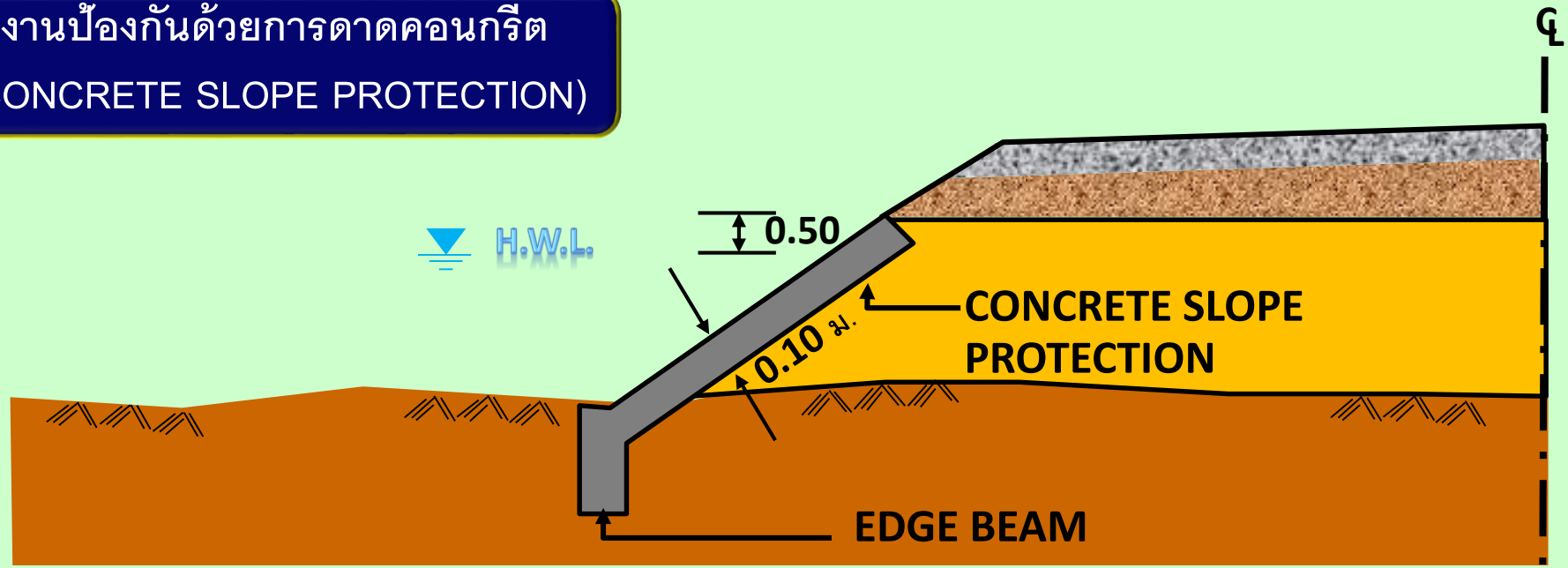


ข้อดี	ข้อเสีย
- สามารถจัดหาและป้องกันลาดตัดจากการกัดเซาะได้ทันทีและหาได้ง่ายช่วยกักน้ำและตะกอนมิให้มีผลกระทบต่อร่องน้ำ และลาดตัดข้างทาง - ไม่ต้องบำรุงรักษาภายหน้ามาก - ราคาไม่แพง - ให้ความกลมกลืนกับธรรมชาติ	- อาจปลูกไม่ขึ้นในบางลักษณะ - จะปลูกเต็มไม่ได้จนกว่างานตัดจะเสร็จ - การปลูกจะทำได้ยากมากเพราะความชันของลาดตัดซึ่งอาจจะต้องตัดแต่งลาดให้เป็นชั้นเล็กๆ (BENCH) ตลอดทั้งความสูงเพื่อให้หญ้ายึดเกาะหรือจะต้องให้วิธีพ่น (HYDRO SEEDING) หรือใช้พืชลักษณะอื่นๆ ที่ขึ้นง่ายกว่าในลักษณะ COVER CROP

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

งานป้องกันลาดข้างทางจากลำน้ำข้างทาง

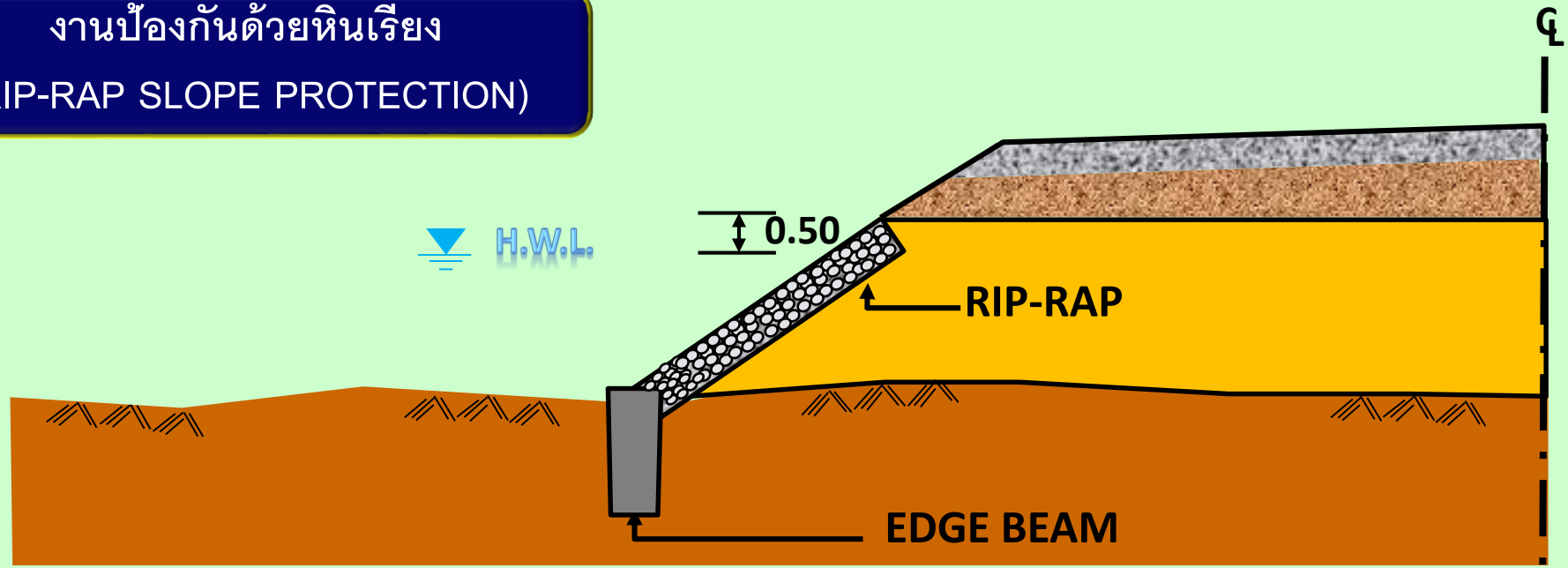
งานป้องกันด้วยการดาดคอนกรีต (CONCRETE SLOPE PROTECTION)



ข้อดี	ข้อเสีย
- นิยมใช้ทั่วไปเพราะไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องวัสดุและราคาไม่แพงมากนัก - ป้องกันการกัดเซาะได้ถาวร	- กระแสน้ำต้องไม่แรงมาก - ทนการกระแทกรุนแรงไม่ได้ - หลุดเสียหายได้ถ้าลาดยุบตัวหรือเมื่อ EDGE BEAM ชำรุดหลุดเลื่อน - ต้องแต่งลาดให้เรียบ

งานป้องกันลาดข้างทางจากลำน้ำข้างทาง

งานป้องกันด้วยหินเรียง
(RIP-RAP SLOPE PROTECTION)

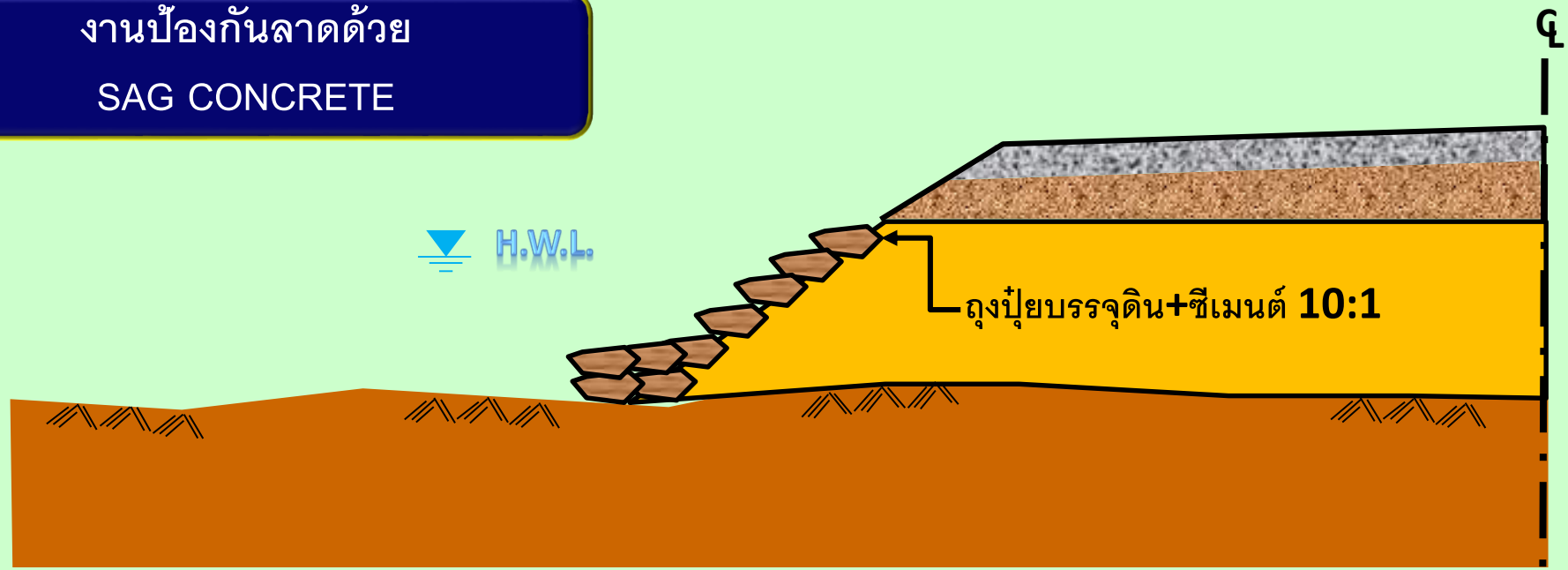


ข้อดี	ข้อเสีย
- ป้องกันการกัดเซาะได้ถาวร - ให้ความสวยงาม - ไม่ต้องบำรุงรักษามากนัก	- ต้องมีแหล่งกำเนิดหินภายในระยะ **50** กม. - ก่อสร้างยากกว่า - หลุดเสียหายได้ถ้าลาดยุบตัวหรือเมื่อ EDGE BEAM ชำรุดหลุดเลื่อน - ต้องแต่งลาดให้เรียบ - ทนการกระแทกรุนแรงไม่ได้

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

งานป้องกันลาดข้างทางจากลำน้ำข้างทาง

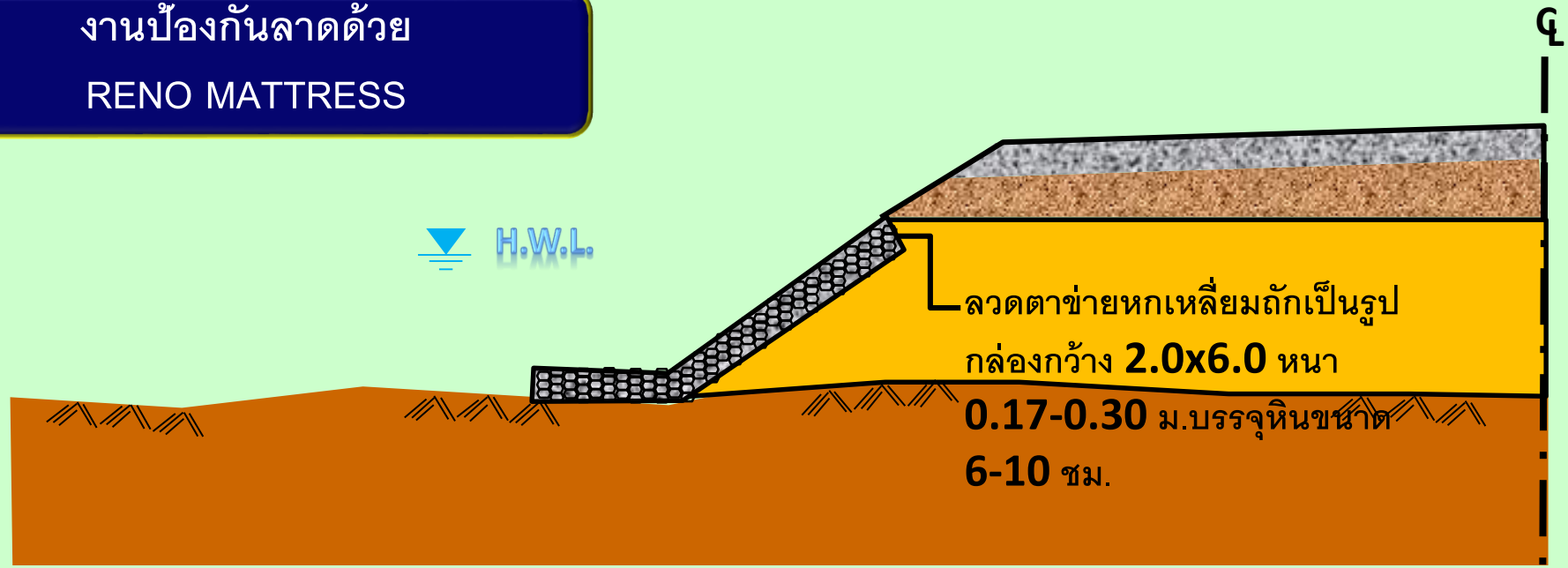
งานป้องกันลาดด้วย SAG CONCRETE



ข้อดี	ข้อเสีย
- ยุบไปตามลักษณะของลาดได้แม้ว่าจุถูกกัดเซาะหรือยุบตัว - ใช้ได้กับลาดทุกลักษณะโดยไม่ต้องแต่งให้เรียบมาก - ค่อนข้างถาวร	- ราคาแพงกว่า - วัสดุหาได้ยากในบางท้องที่ -การกัดเซาะและการกระแทกต้องไม่รุนแรง

งานป้องกันลาดข้างทางจากลำน้ำข้างทาง

งานป้องกันลาดด้วย RENO MATTRESS

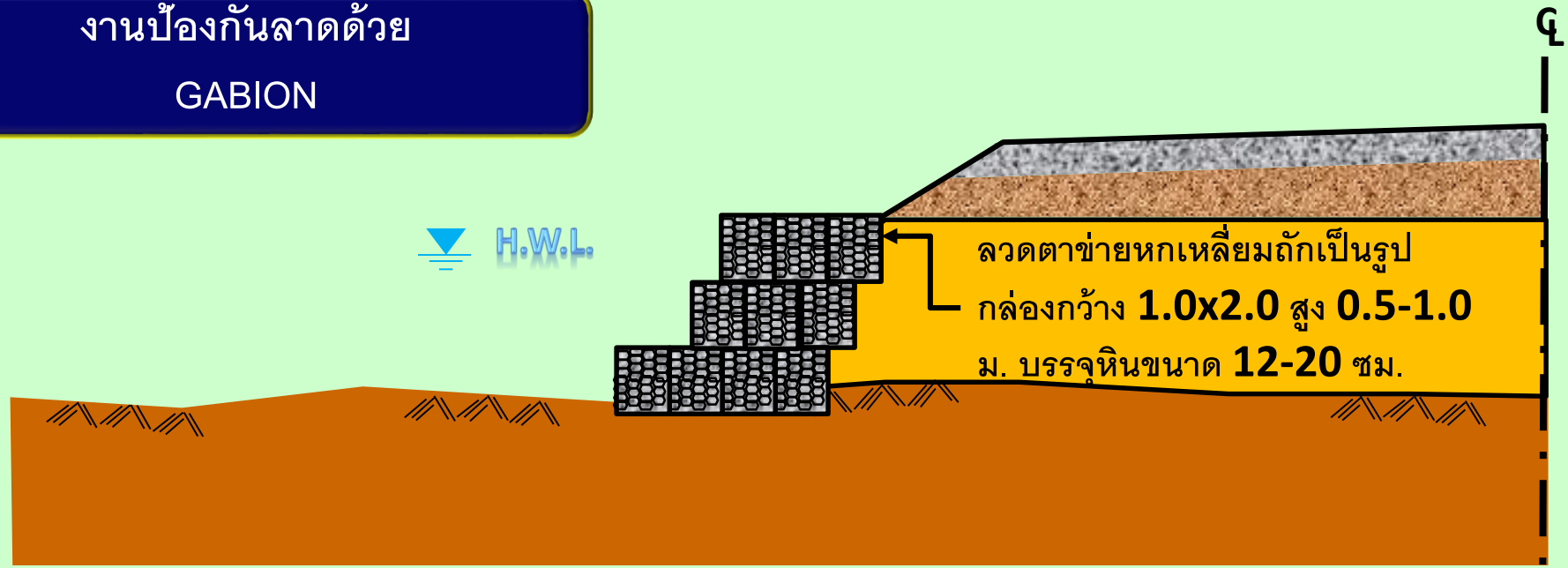


ข้อดี	ข้อเสีย
- ยุบไปตามลักษณะของลาดได้แม้ว่าจุถูกกัดเซาะหรือยุบตัว - ใช้ได้กับลาดทุกลักษณะ - ทนถาวรกว่า	- ราคาค่อนข้างแพง - มีปัญหากับลวดตาข่ายบางครั้ง

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

งานป้องกันลาดข้างทางจากลำน้ำข้างทาง

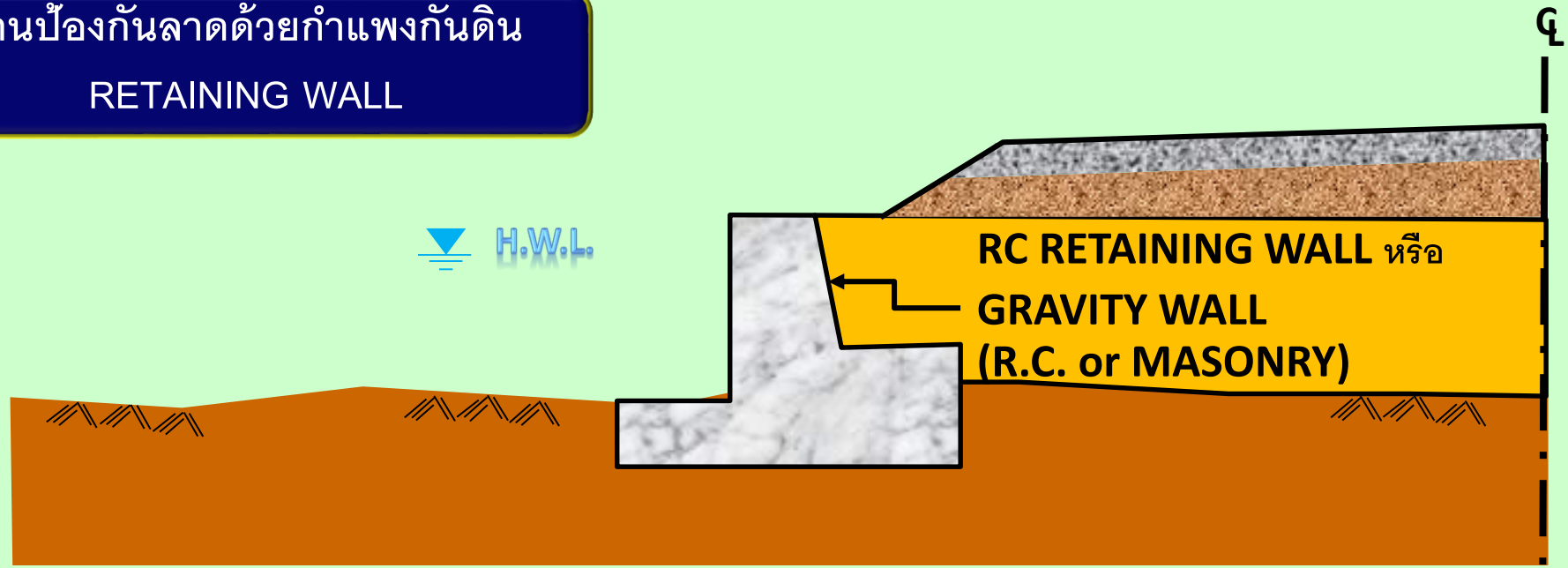
งานป้องกันลาดด้วย GABION



ข้อดี	ข้อเสีย
- ใช้ในลักษณะเช่นเดียวกับ **RENO MATTRESS** เพียงแต่กล่องใหญ่กว่าและวางตั้ง - ใช้ในที่มีการกัดเซาะรุนแรงได้ เช่น วังน้ำลึกและตลิ่งชัน - เสริมความมั่นคงของลาด - ทนถาวร	- ราคาค่อนข้างแพง - มีปัญหากับลวดตาข่ายบางครั้ง

งานป้องกันลาดข้างทางจากลำน้ำข้างทาง

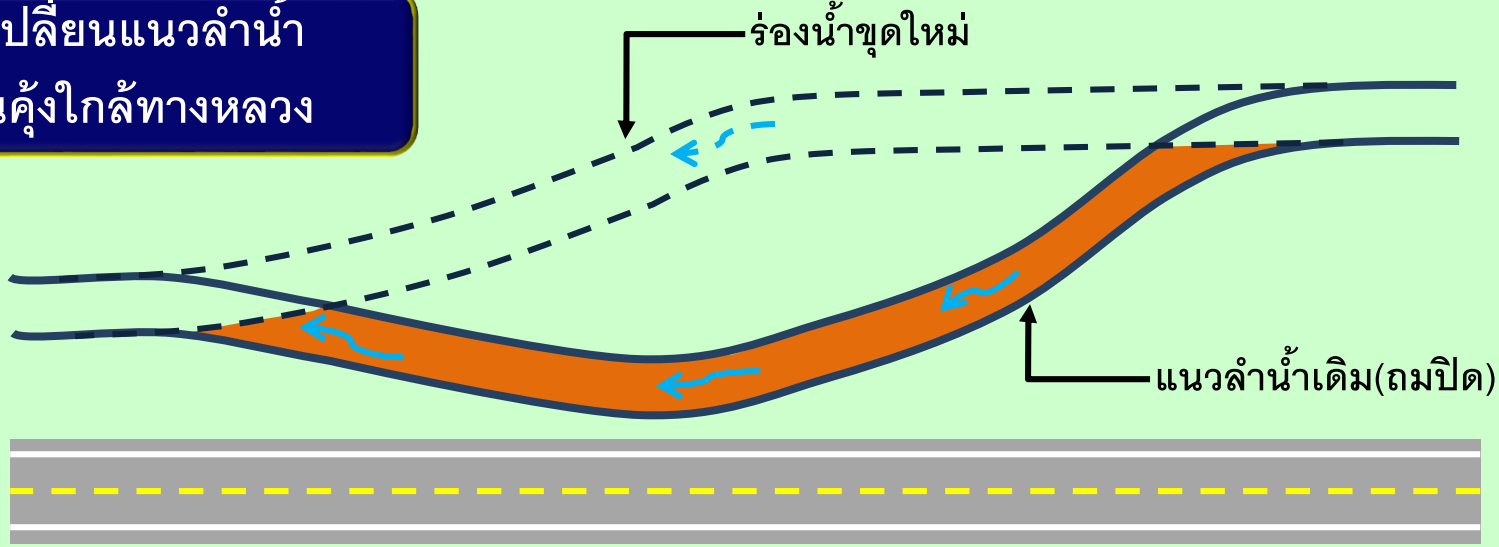
งานป้องกันลาดด้วยกำแพงกันดิน
RETAINING WALL



ข้อดี	ข้อเสีย
- ใช้ป้องกันลาดในกรณีที่ก่อสร้างลาดเอียงตามปกติไม่ได้ เมื่อคันทางประชิดลำน้ำ - มั่นคงถาวร	- ราคาแพง - ก่อสร้างยาก

งานป้องกันลาดข้างทางจากลำน้ำข้างทาง

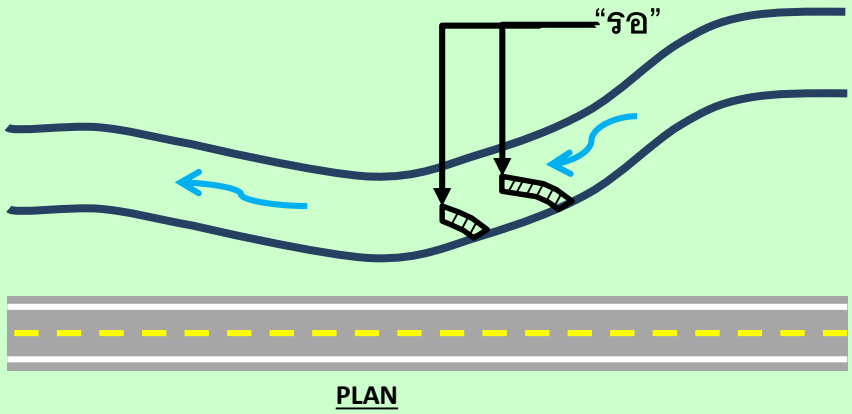
งานเปลี่ยนแนวลำน้ำ ที่เป็นคุ้งใกล้ทางหลวง

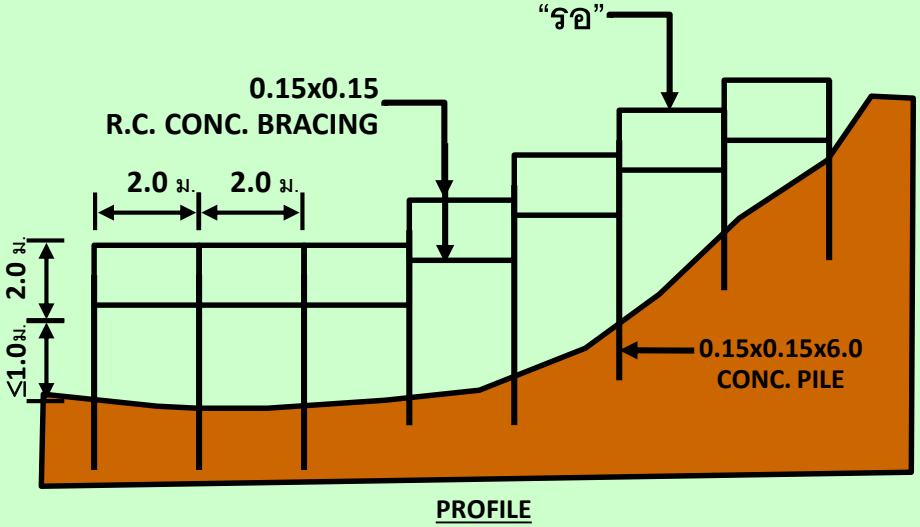


ข้อดี	ข้อเสีย
- ป้องกันการกัดเซาะพื้นที่ใกล้ทางหลวงซึ่งจะเป็นอันตรายต่อตัวทางหลวง - เสียค่าใช้จ่ายไม่สูงมาก - ดำเนินการได้ง่าย	- อาจมีปัญหาเรื่องเขตทาง - ร่องน้ำขุดใหม่มักไม่ถาวรอาจต้อง PAVE

งานป้องกันลาดข้างทางจากลำน้ำข้างทาง

งานสร้าง “รอ”
RETARDER





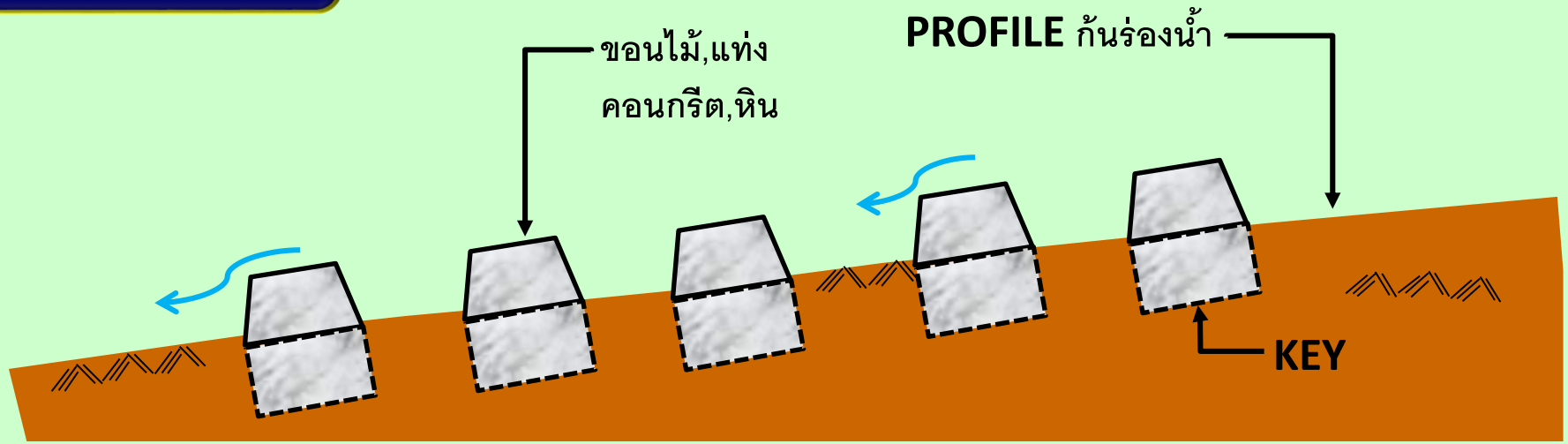
ข้อดี	ข้อเสีย
- ช่วยหน่วงลดความเร็วของกระแสน้ำที่ท้องคุ้ง - ใช้วัสดุคอนกรีต,ไม้,ท่อนซุง - ป้องกันการกัดเซาะตลิ่งได้ดีพอสมควร - ชิ้นส่วนหล่อสำเร็จประกอบในสนามได้ง่ายและเร็ว	- ตอกเข็มยากในบางกรณี - จะมีปัญหาถ้ามีซุง,ขอนไม้ลอยตามน้ำมาก - ทนการกระแทกรุนแรงไม่ได้ - ราคาค่อนข้างแพง(คอนกรีต)

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

งานป้องกันร่องน้ำข้างทาง(SIDE DITCH)

งานป้องกันร่องน้ำข้างทาง(SIDE DITCH)

สร้าง CHECK DAM ที่ก้นร่องน้ำ

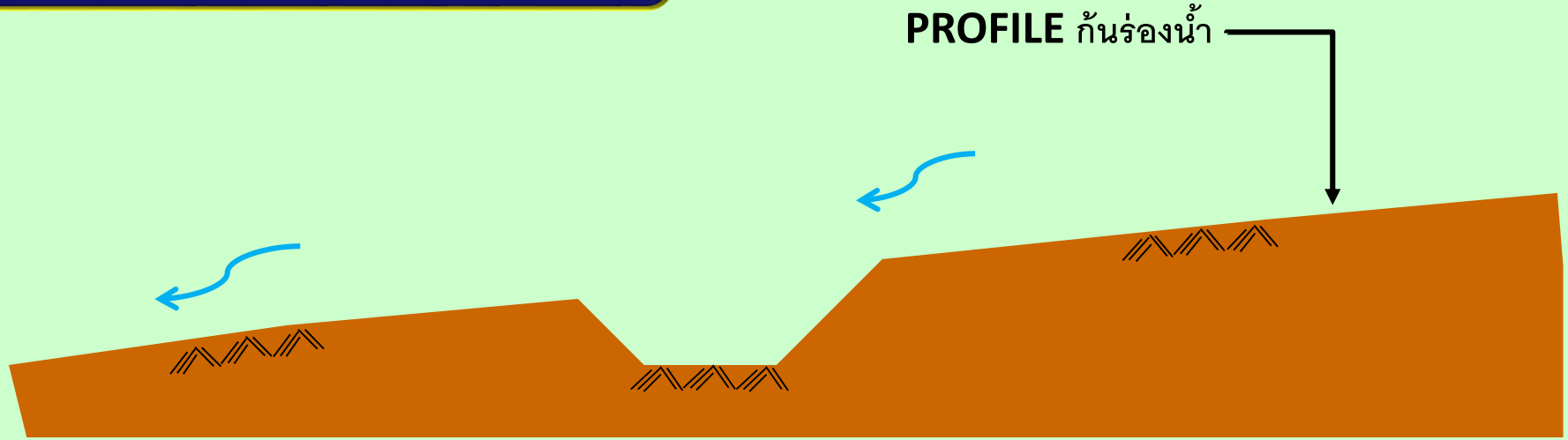


ข้อดี	ข้อเสีย
- ลดความเร็วของน้ำ - ดักตะกอน - วัสดุหาง่าย	- ต้องคอยดูแลตักตะกอนออก - ต้องทำ KEY ที่ก้นและด้านข้างป้องกันการกัดเซาะ

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

งานป้องกันร่องน้ำข้างทาง(SIDE DITCH)

สร้างบ่อดักตะกอน
(SEDIMENT TRAP OR DROP INLET)



ข้อดี	ข้อเสีย
- ก่อสร้างได้ง่าย - ดักตะกอนได้ดี ทั้งในก้นร่องน้ำด้านข้าง และบริเวณหน้าปากท่อลอดใต้ถนนเพื่อป้องกันการอุดตันในท่อ	- ต้องคอยขุดตักตะกอนตลอดเวลา

งานป้องกันร่องน้ำข้างทาง(SIDE DITCH)

ดาด (PAVED)

- *CONCRETE LINING
  - PLAIN CONC.
  - REINFORCED CONC.
- *MORTAR RIP RAP LINNING
- ดินเหนียวปิดหน้า

ข้อดี	ข้อเสีย
- ค่อนข้างถาวรกว่า - ทนกระแสน้ำที่เร็วได้ดีกว่า - กัดเซาะน้อยกว่า	- ราคาแพงกว่า - ก่อสร้างยากมากในบางลักษณะ - บางประเภทไม่คงทนถาวร

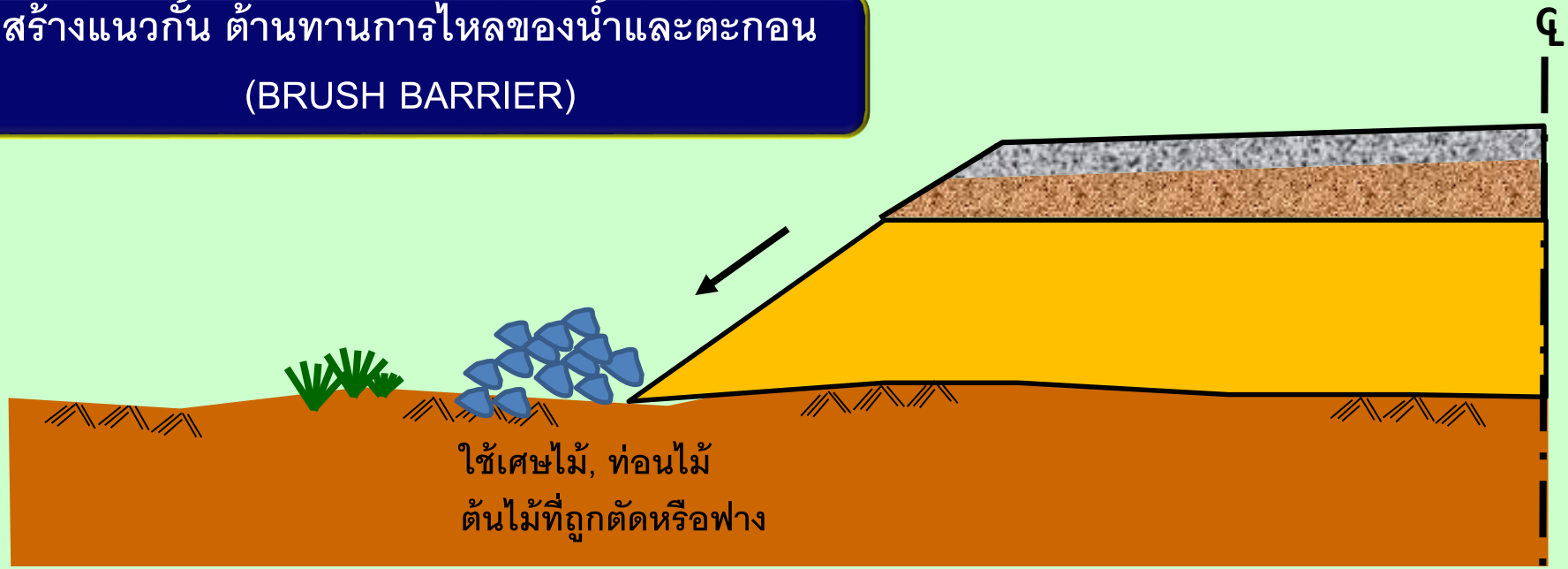
งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

งานป้องกันพื้นที่ประชิดด้านข้าง

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

งานป้องกันพื้นที่ประชิดด้านข้าง

สร้างแนวกั้น ต้านทานการไหลของน้ำและตะกอน
(BRUSH BARRIER)

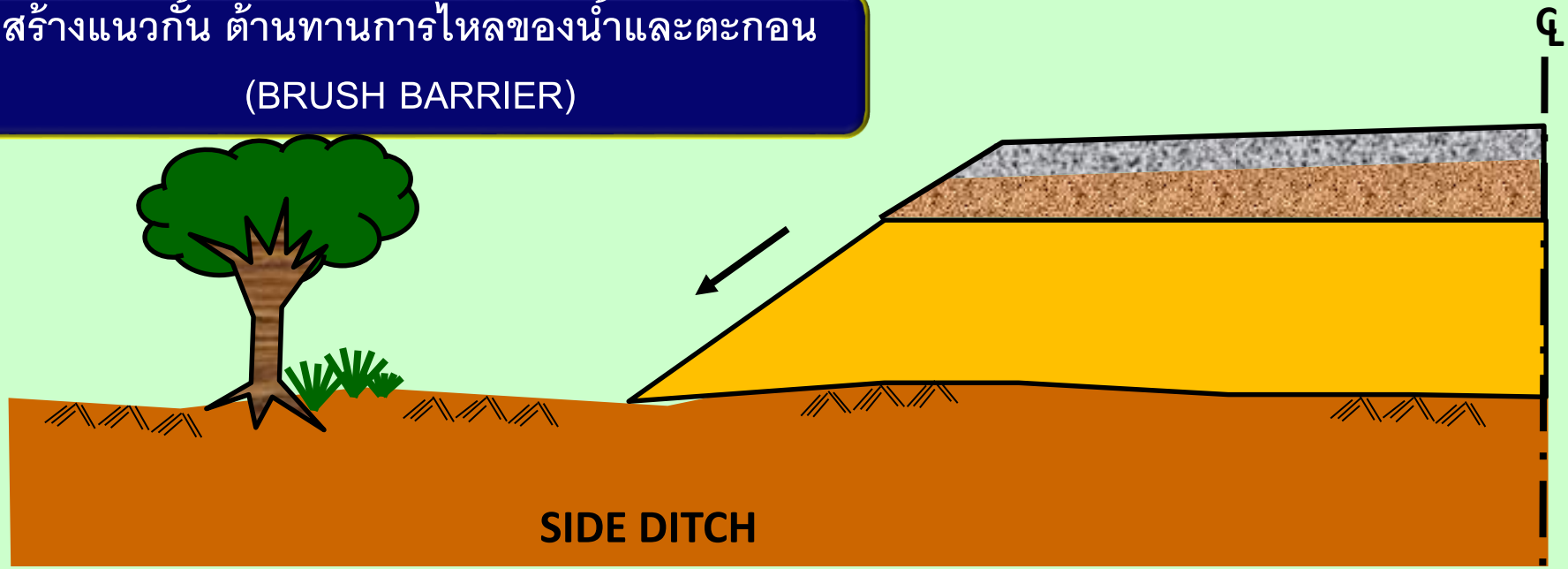


ข้อดี	ข้อเสีย
- ใช้ต้นไม้,เศษไม้ที่ถูกตัดในระหว่างการทำ **Clearing** ที่จะต้องขนทิ้งมาทำเป็นแนวกั้น - ลดความเร็วน้ำและดักตะกอน - ราคาถูก	- ไม่สวยงามในย่านชุมชน - ไม่คงทน

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

งานป้องกันพื้นที่ประชิดด้านข้าง

สร้างแนวกั้น ต้านทานการไหลของน้ำและตะกอน
(BRUSH BARRIER)

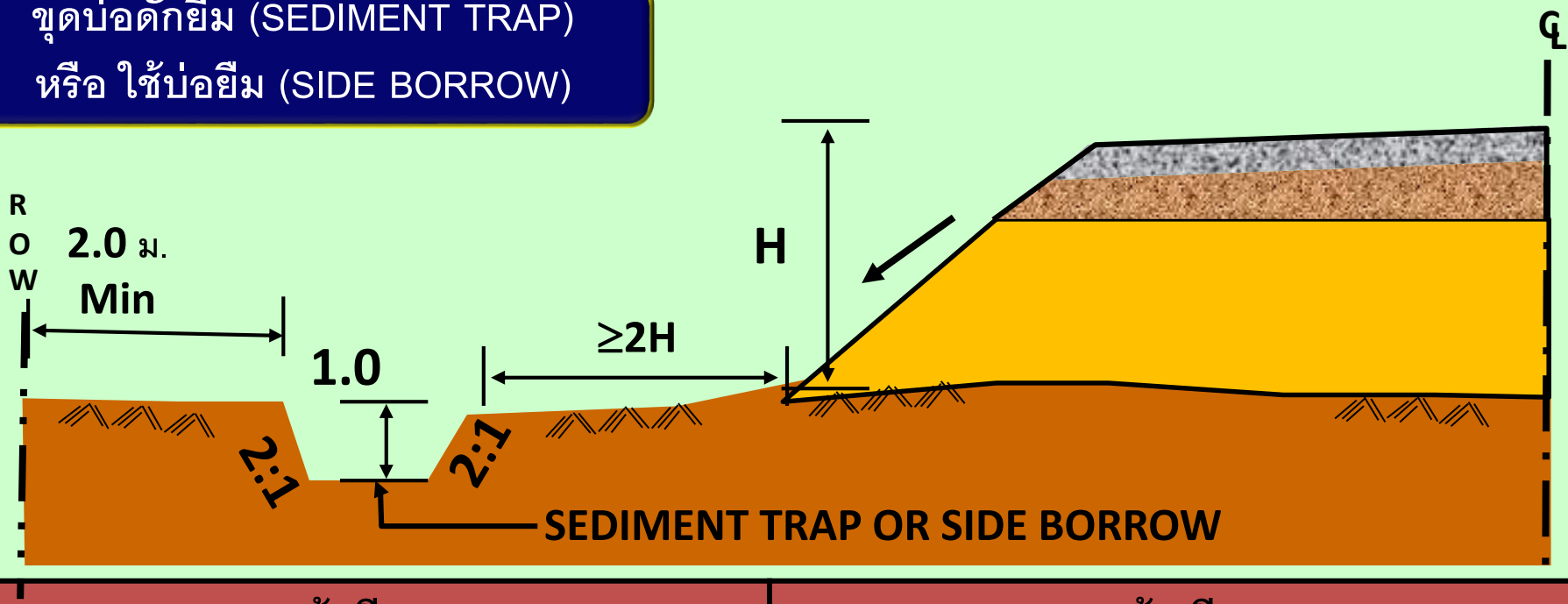


ข้อดี	ข้อเสีย
- ช่วยลดความเร็วกระแสน้ำและดักตะกอน - รักษาหน้าดินเดิม ให้ความสวยงามร่มรื่น - สามารถจัดเป็น **REST AREA** หรือสวนป่าริมทาง - ราคาถูก	- ทำไม่ได้ในย่านที่อยู่อาศัย

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

งานป้องกันพื้นที่ประชิดด้านข้าง

ขุดบ่อดักยืม (SEDIMENT TRAP) หรือ ใช้บ่อยืม (SIDE BORROW)

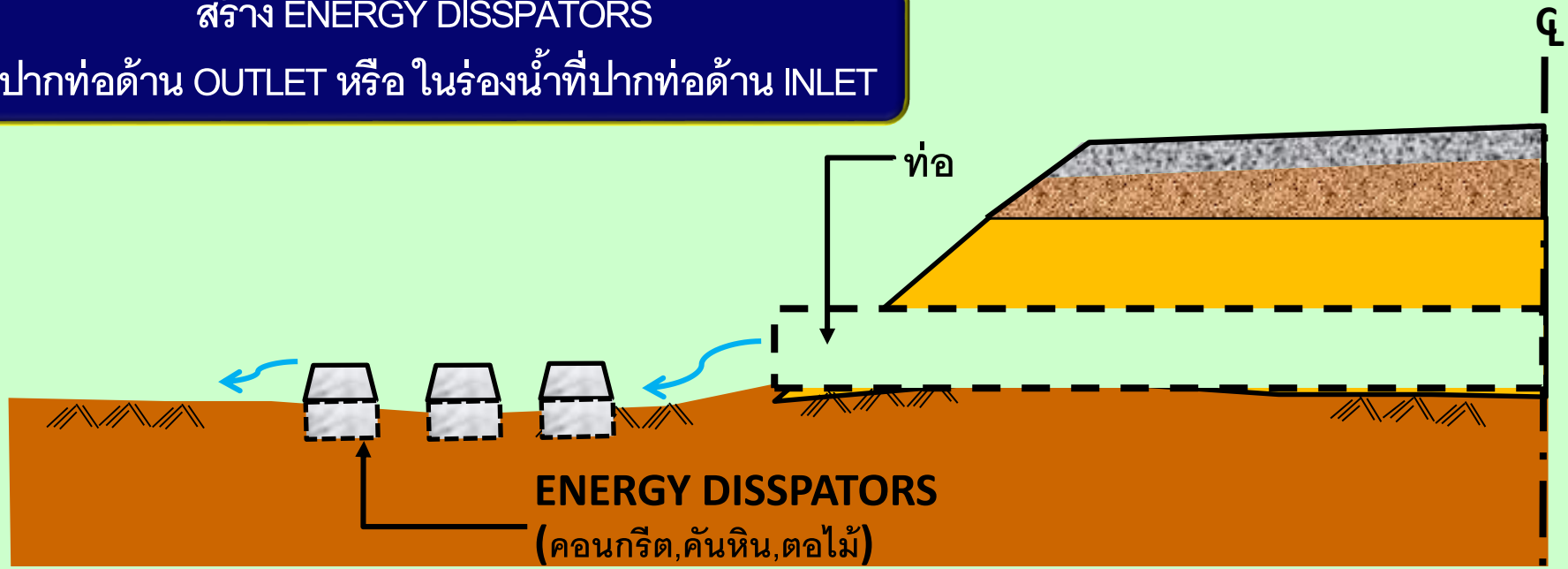


ข้อดี	ข้อเสีย
- ดักตะกอนลดความเร็วน้ำได้ดีมาก - ใช้เป็นแหล่งเก็บน้ำเพื่อการเกษตร - เสียค่าใช้จ่ายน้อยก่อสร้างง่าย - เกิดการพัฒนาหน้าดินภายหลัง	- ต้องใช้พื้นที่ - มีปัญหาทางเข้าออกถ้าเป็นย่านที่อยู่อาศัย

งานป้องกันการกัดเซาะพังทลายในงานทาง
(EROSION CONTROL PRACTICE)

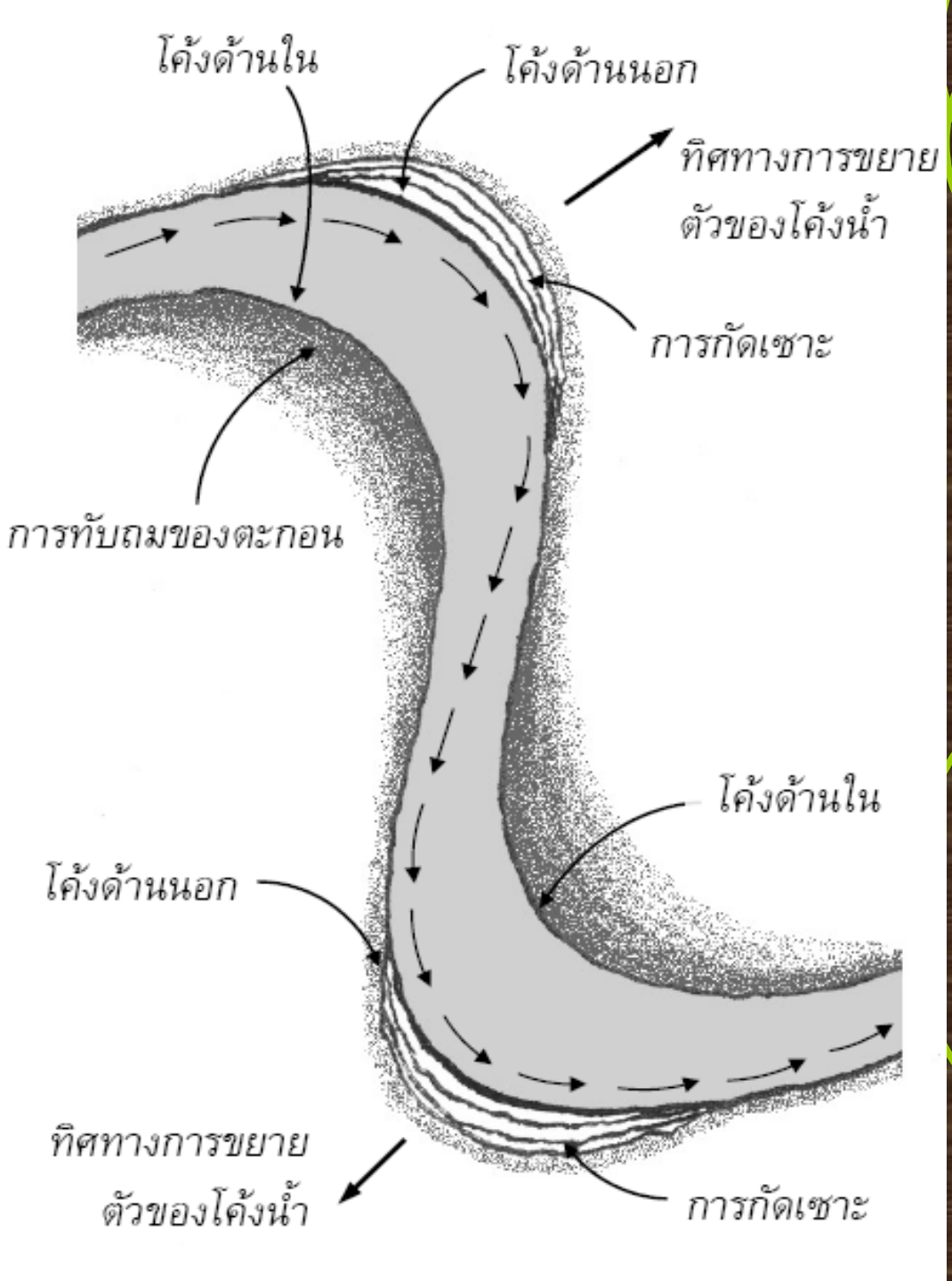
งานป้องกันพื้นที่ประชิดด้านข้าง

สร้าง ENERGY DISSPATORS ที่ปากท่อด้าน OUTLET หรือ ในร่องน้ำที่ปากท่อด้าน INLET



ข้อดี	ข้อเสีย
- ลดความเร็วของน้ำที่จะพุ่งเข้าหาพื้นที่ด้านข้างจากปากท่อด้าน **OUTLET** หรือลดการกัดเซาะพื้นที่บริเวณหน้าปากท่อด้าน **INLET** - ดักตะกอน	- เศษไม้ ใบไม้จะติดต้องคอยทำความสะอาด

ปัญหาการกัดเซาะจากลำน้ำ



ความโค้งของลำน้ำ

เมื่อน้ำไหลผ่านโค้งน้ำจะเกิดการยกระดับของผิวน้ำบริเวณโค้งด้านนอก และลดระดับที่บริเวณโค้งด้านใน

เกิดการไหลลักษณะหมุนวนที่เรียกว่า Helical Spiral

ทำให้เกิดการกัดเซาะบริเวณตีนตลิ่งด้านนอก และพัดพาดินตะกอนมาทับถมเป็นเนินทรายที่บริเวณท้องตลิ่งด้านใน

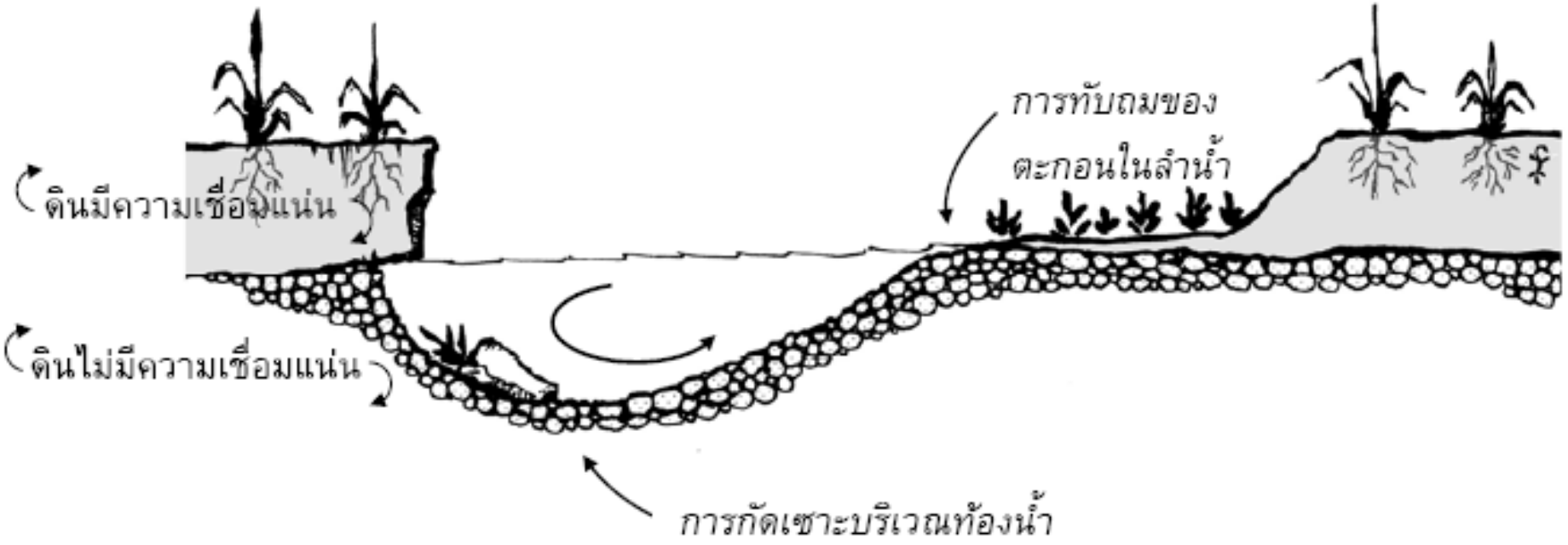




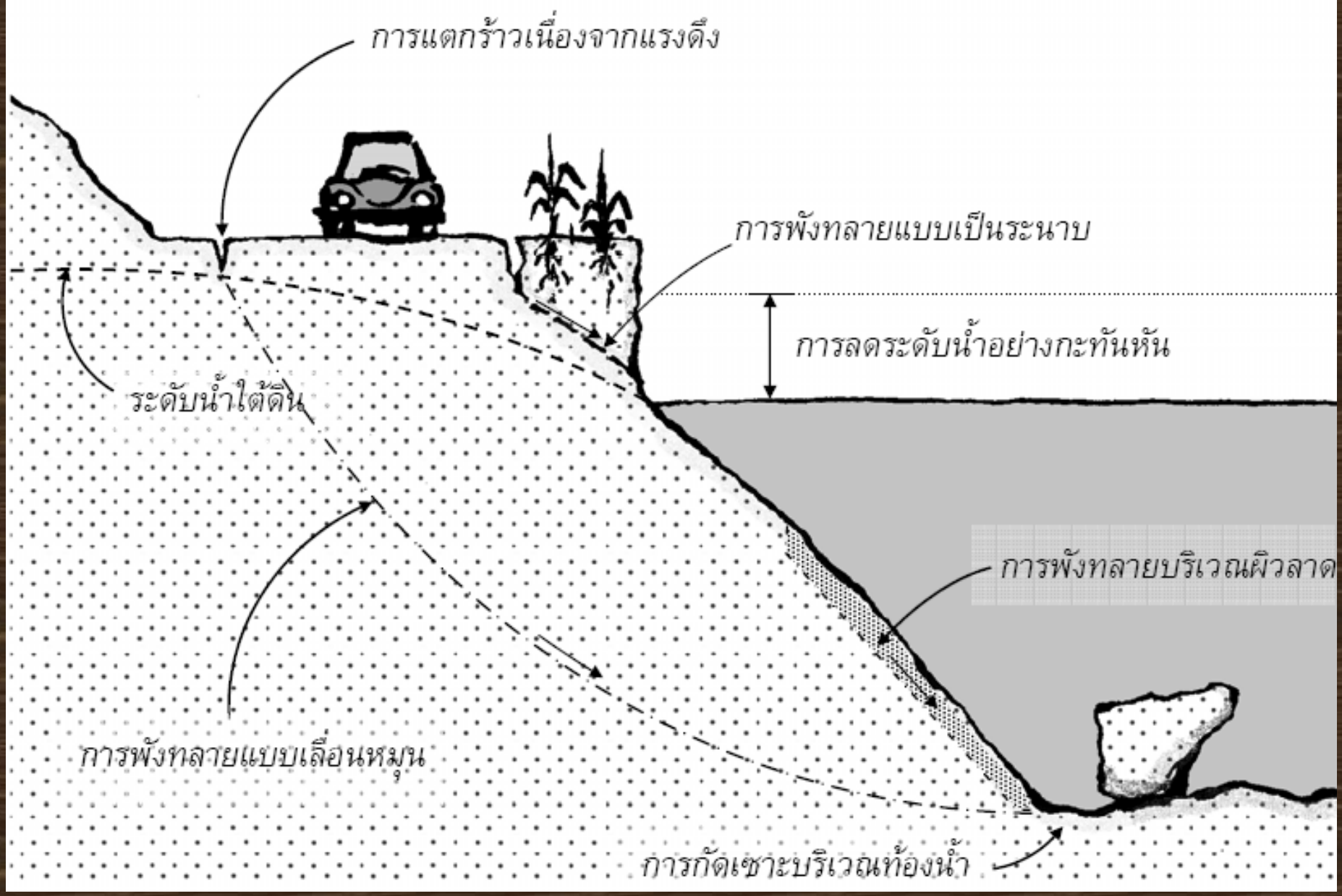
การพังทลายของตลิ่ง







แสดงตัวอย่างรูปตัดของโค้งลำน้ำที่มีตลิ่งเป็นแบบผสม



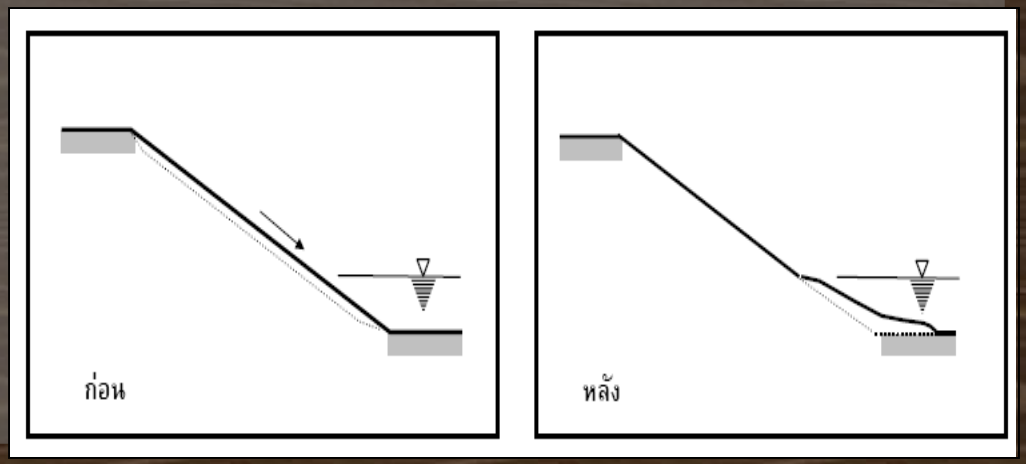
กลไกการวิบัติของตลิ่งเนื่องจากการขาดเสถียรภาพของความลาด



แสดงตัวอย่างการพังทลายเนื่องจากกัดเซาะของตลิ่ง

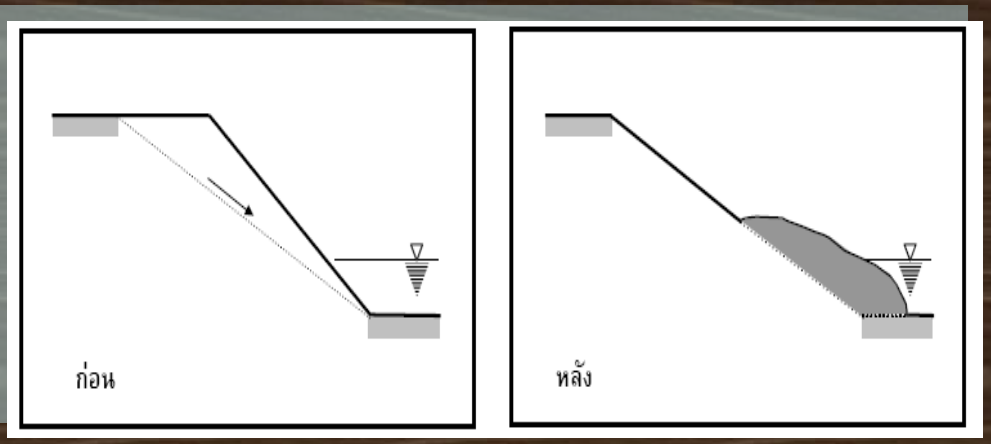
ลักษณะการพังทลายของตลิ่ง

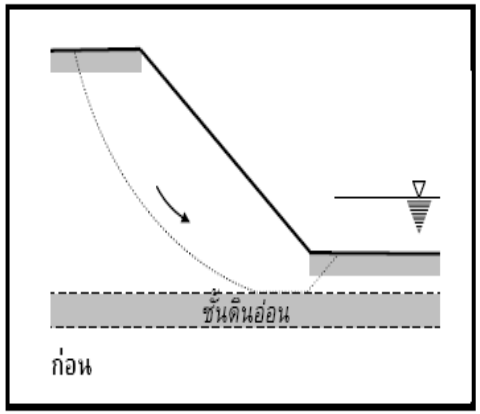
- การพังทลายบริเวณผิวลาด
- การพังทลายเป็นระนาบ
- การพังทลายแบบเลื่อนหมุน
- การพังทลายแบบผสม

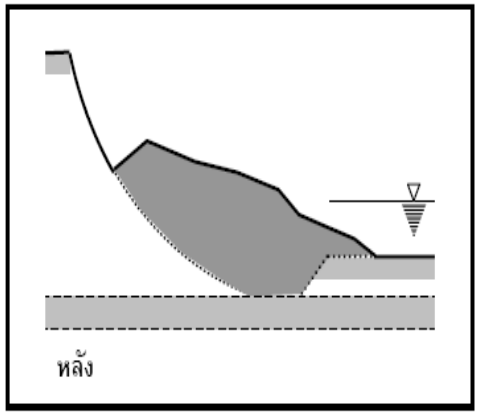


การพังทลายบริเวณผิวลาด

การพังทลายเป็นระนาบ







การพังทลายแบบเลื่อนหมุน

การพังทลายแบบผสม

ลักษณะการพังทลายแบบแรงดึง	ลักษณะการพังทลายแบบหมุนตัว
ก่อน	ก่อน
หลัง	หลัง

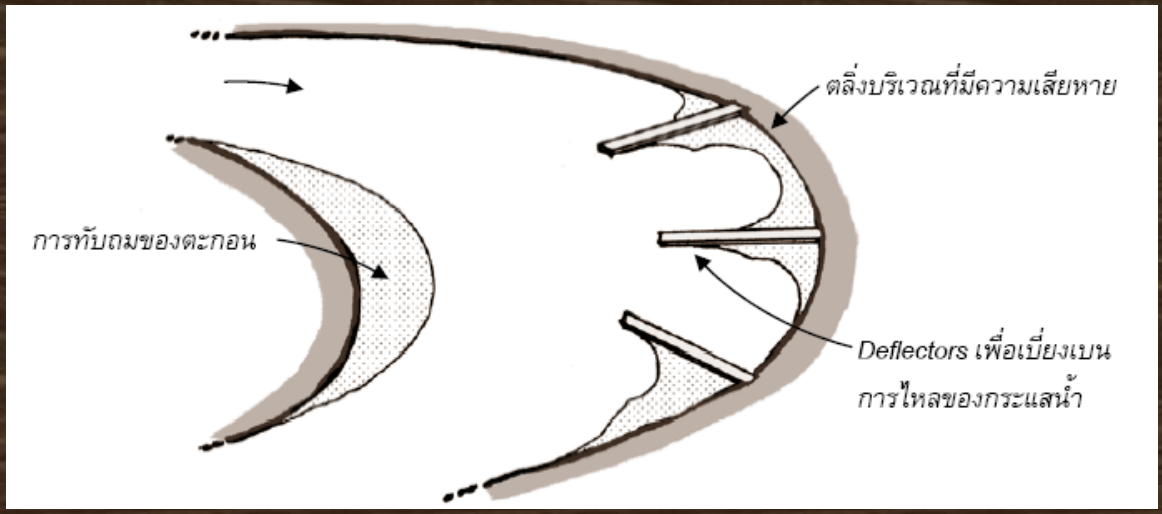
การแก้ไขปัญหาการพังทลายของตลิ่ง

- ป้องกันโดยใช้เขื่อนป้องกันตลิ่ง
- ป้องกันโดยใช้โครงสร้างเบี่ยงเบนทางไหลของน้ำ
- การขุดคลองลัดน้ำ (Cutoff Channel)
- ป้องกันโดยใช้วิธีตามธรรมชาติ



ป้องกันโดยใช้เขื่อนป้องกันตลิ่ง

ป้องกันโดยใช้โครงสร้างเบี่ยงเบนทางไหลของน้ำ



การขุดคลองลัดน้ำ

(Cutoff Channel)





ป้องกันโดยใช้วิธีตาม

ธรรมชาติ

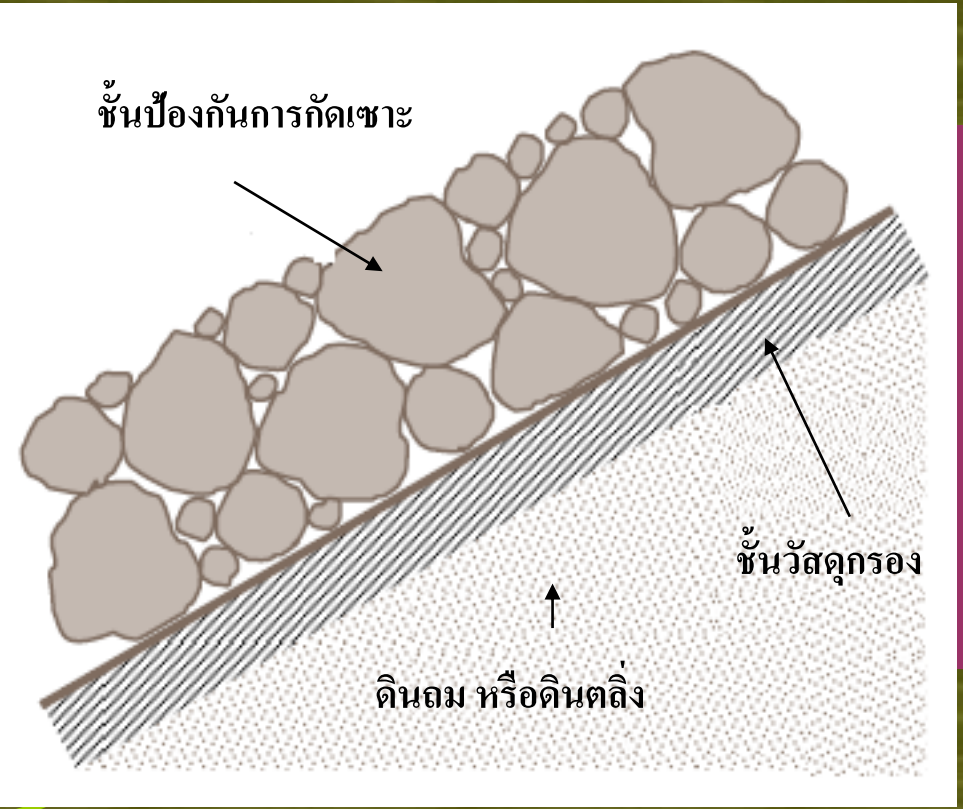
ป้องกันโดยใช้เขื่อนป้องกันตลิ่ง

- เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียง
- เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดแนวตั้ง
- เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดอาศัยธรรมชาติ

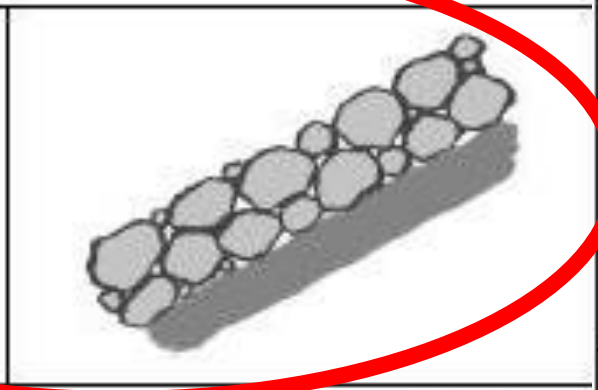
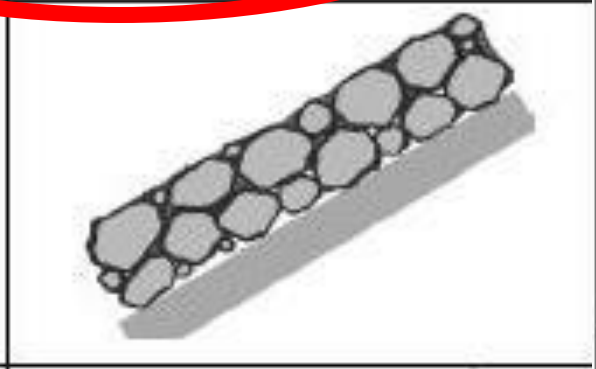
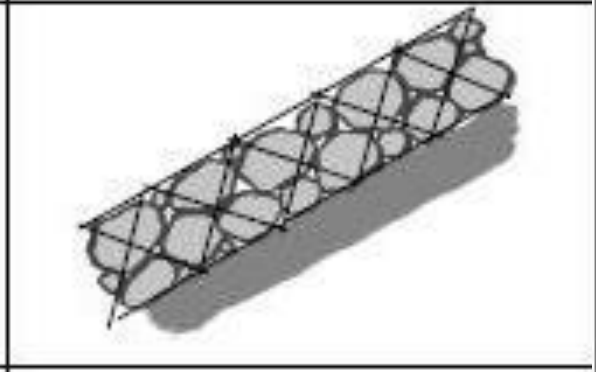
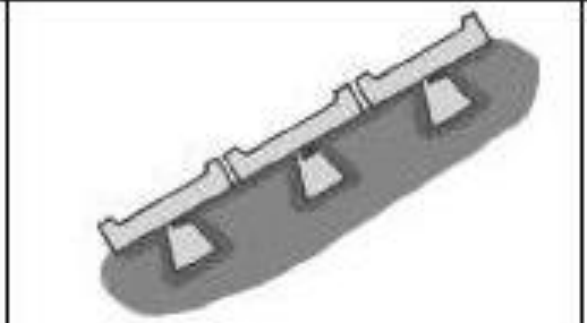
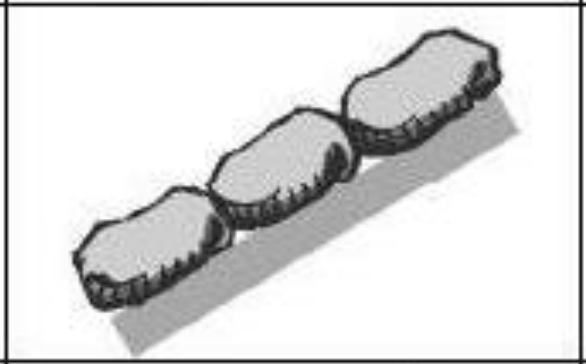
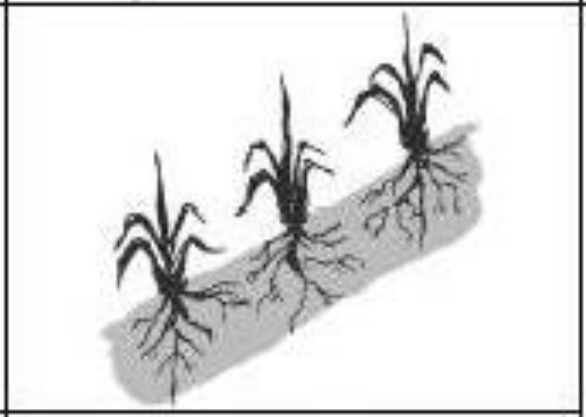
เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียง

โครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่ง
มี 2 ส่วน

1. ชั้นป้องกันการกัดเซาะ
2. ชั้นวัสดุกรอง



ชั้นป้องกันการกัดเซาะ

เรียงหินใหญ่	
เรียงหินยาแนว	
กล่องลวดตาข่าย	
แผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป	
กระสอบทราย	
หญ้า	

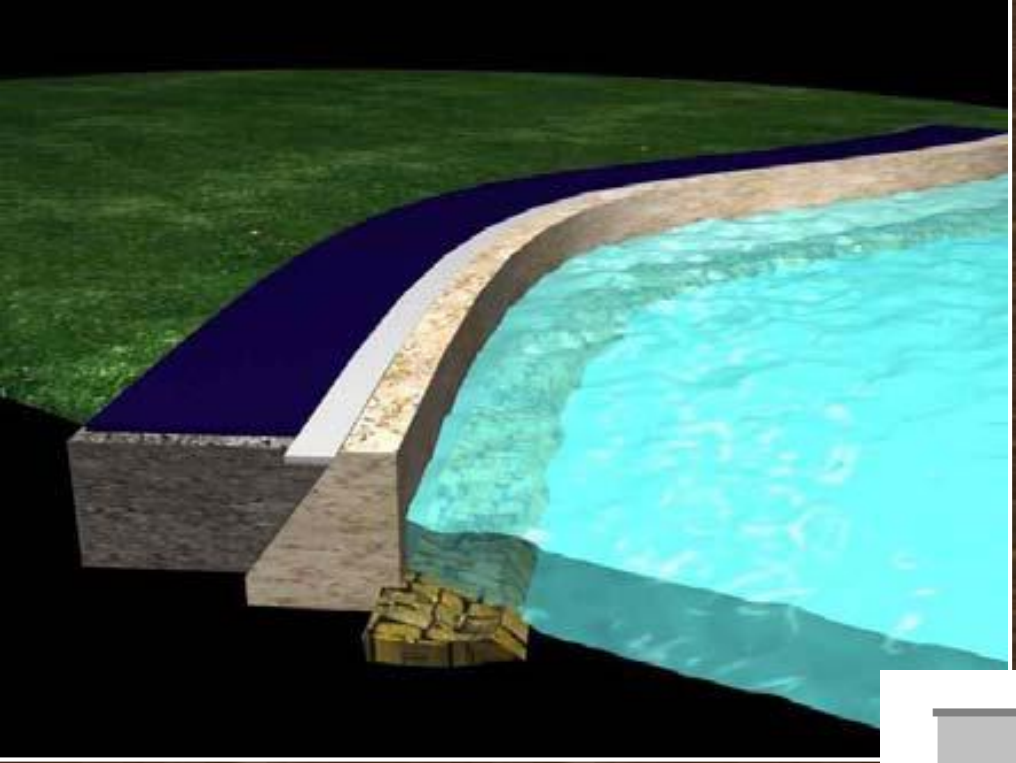
หินใหญ่

-คือหินที่มีขนาดโตกว่า 3” หรือ 75 มม. ขึ้นไป

-ใช้ป้องกันการกัดเซาะของกระแสน้ำในรูปของหินทิ้งและหินเรียง (Riprap)

เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดแนวตั้ง

- เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Gravity Wall
- เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Cantilever Retaining Wall
- เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Sheet-Piling Wall
- เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Relieving Platform
- เขื่อนป้องกันตลิ่งที่อาศัยหลักการเสริมกำลังดิน
- เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบเป็นคอก

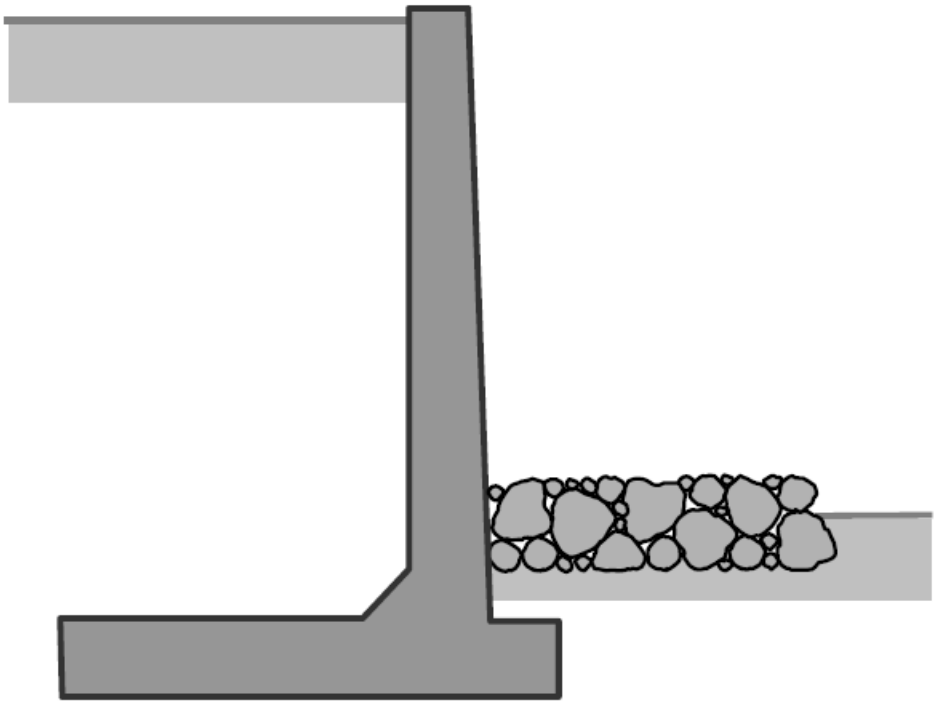


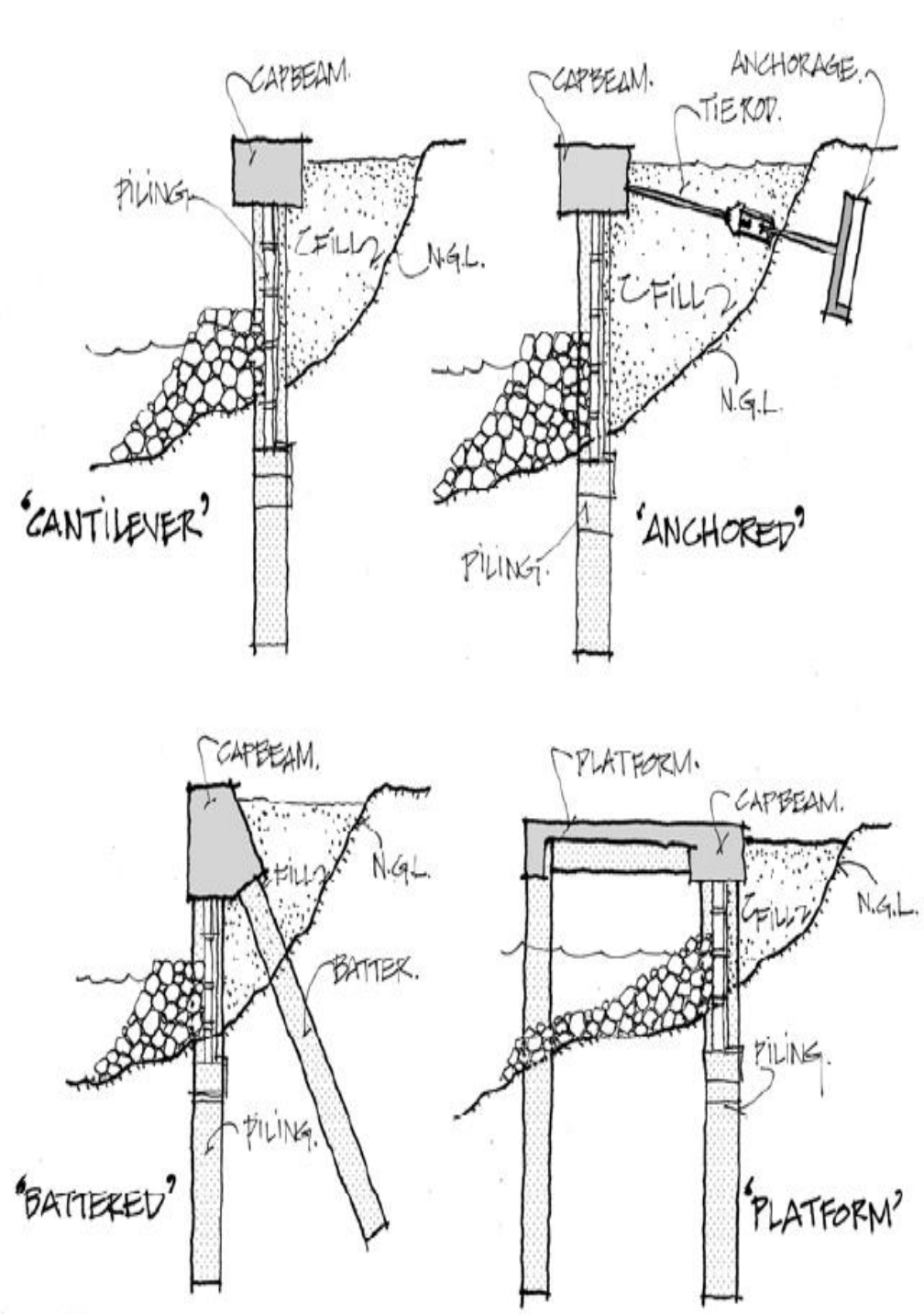
เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ

Gravity Wall

เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ

Retaining Wall

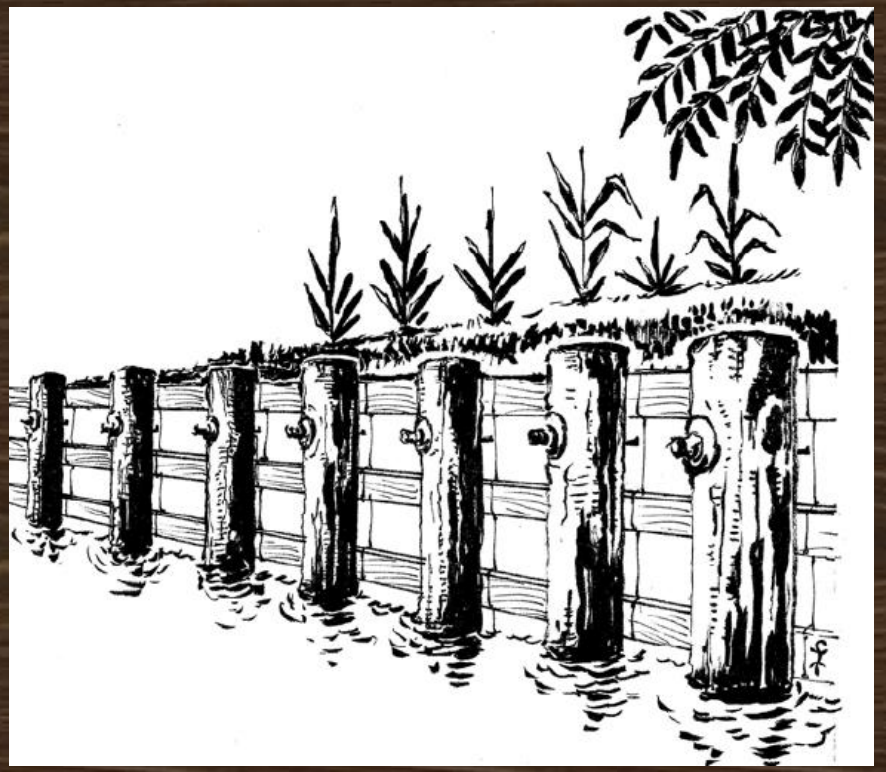




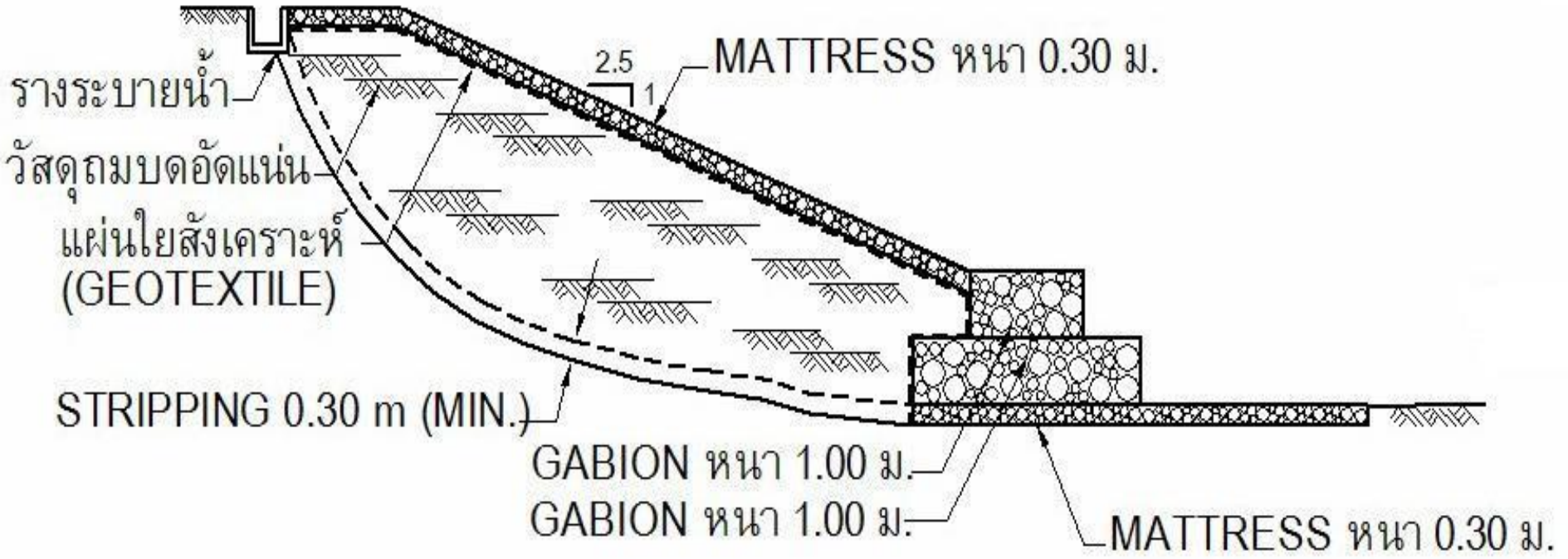
เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ

Sheet-Piling Wall

หรือเขื่อนตอกเข็มพืด

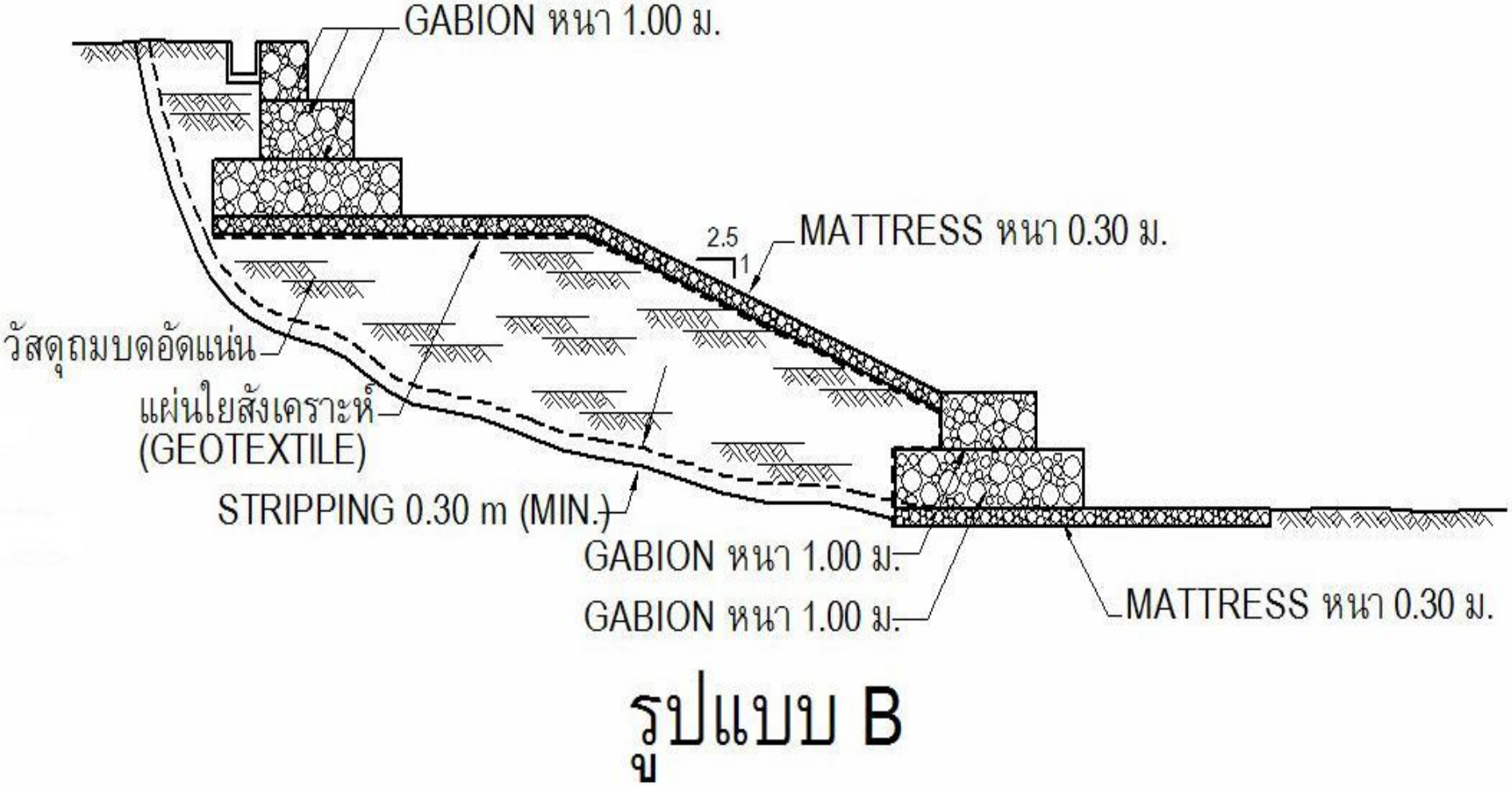


ตัวอย่างรูปแบบ
ของเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง



รูปแบบ A

เหมาะสมกับลำน้ำที่มีความลึกไม่มาก ลาดตลิ่งลำน้ำไม่ลาดชันมาก ทำให้มีพื้นที่ในการแต่งลาดตลิ่งให้มีความลาดเอียงได้ตามต้องการ



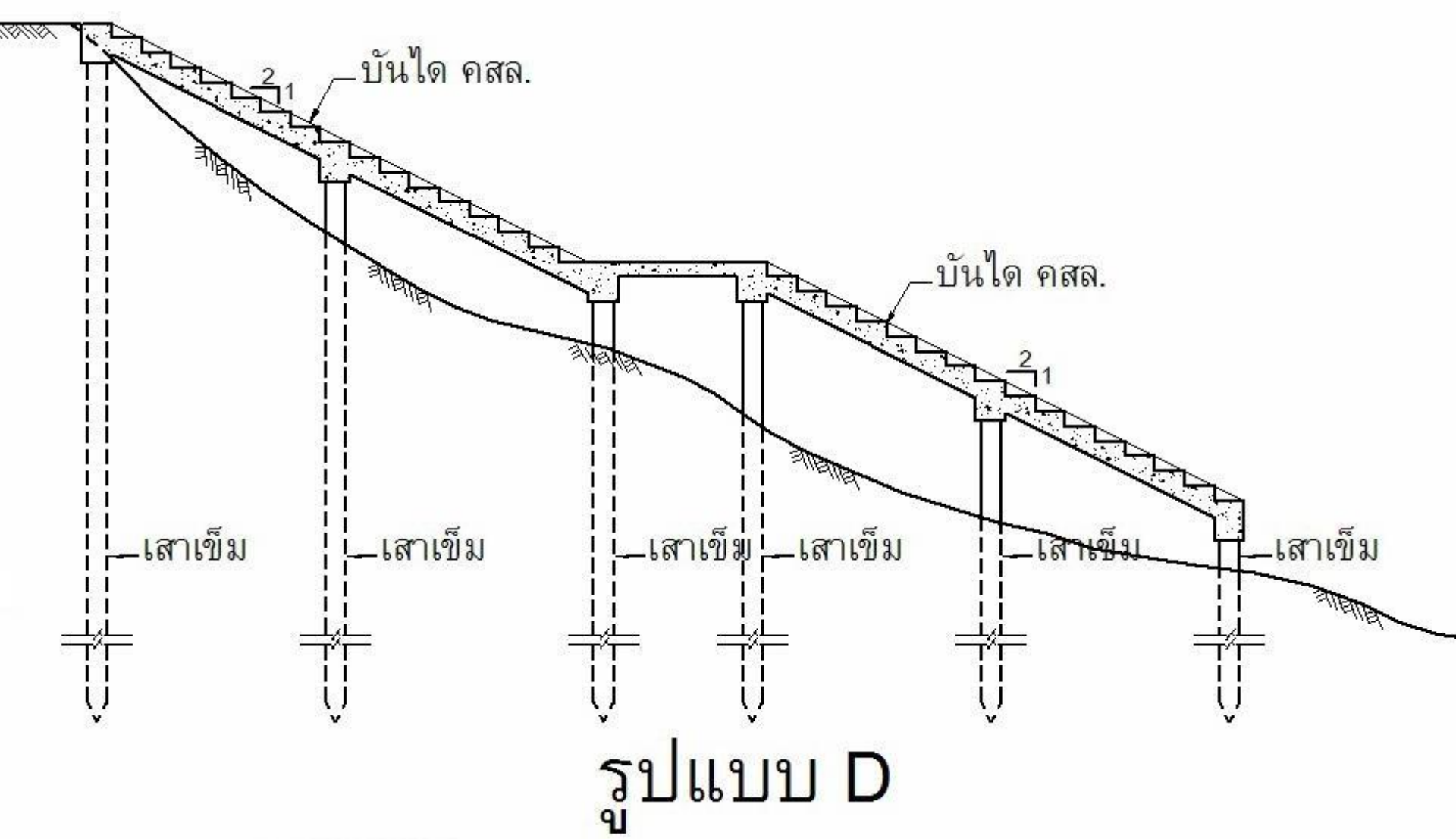
เหมาะสมกับสภาพลำน้ำที่ค่อนข้างลึก และมีลาดของตลิ่งลำน้ำ

บริเวณขอบตลิ่งค่อนข้างลาดชัน



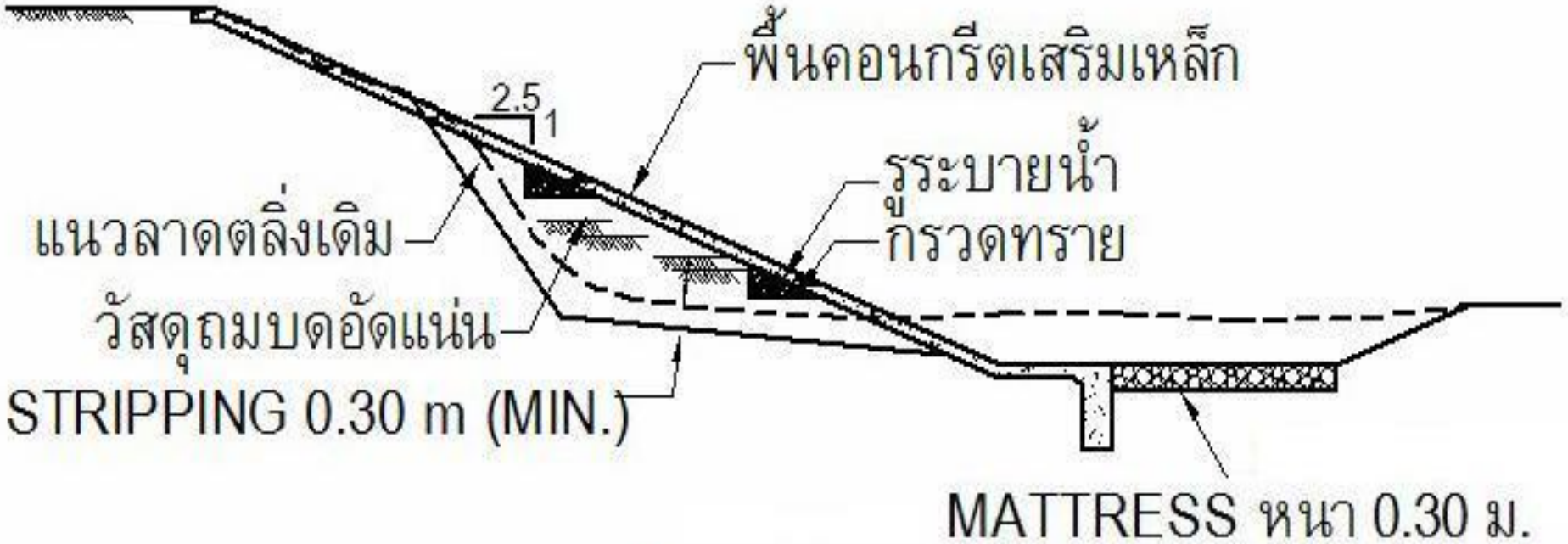
รูปแบบ C

เหมาะกับลำน้ำที่มีตลิ่งลาดชันบริเวณขอบตลิ่งและพื้นที่ในการก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งมีไม่มากนัก ทำให้ต้องแต่งลาดตลิ่งเป็น 2 ช่วง



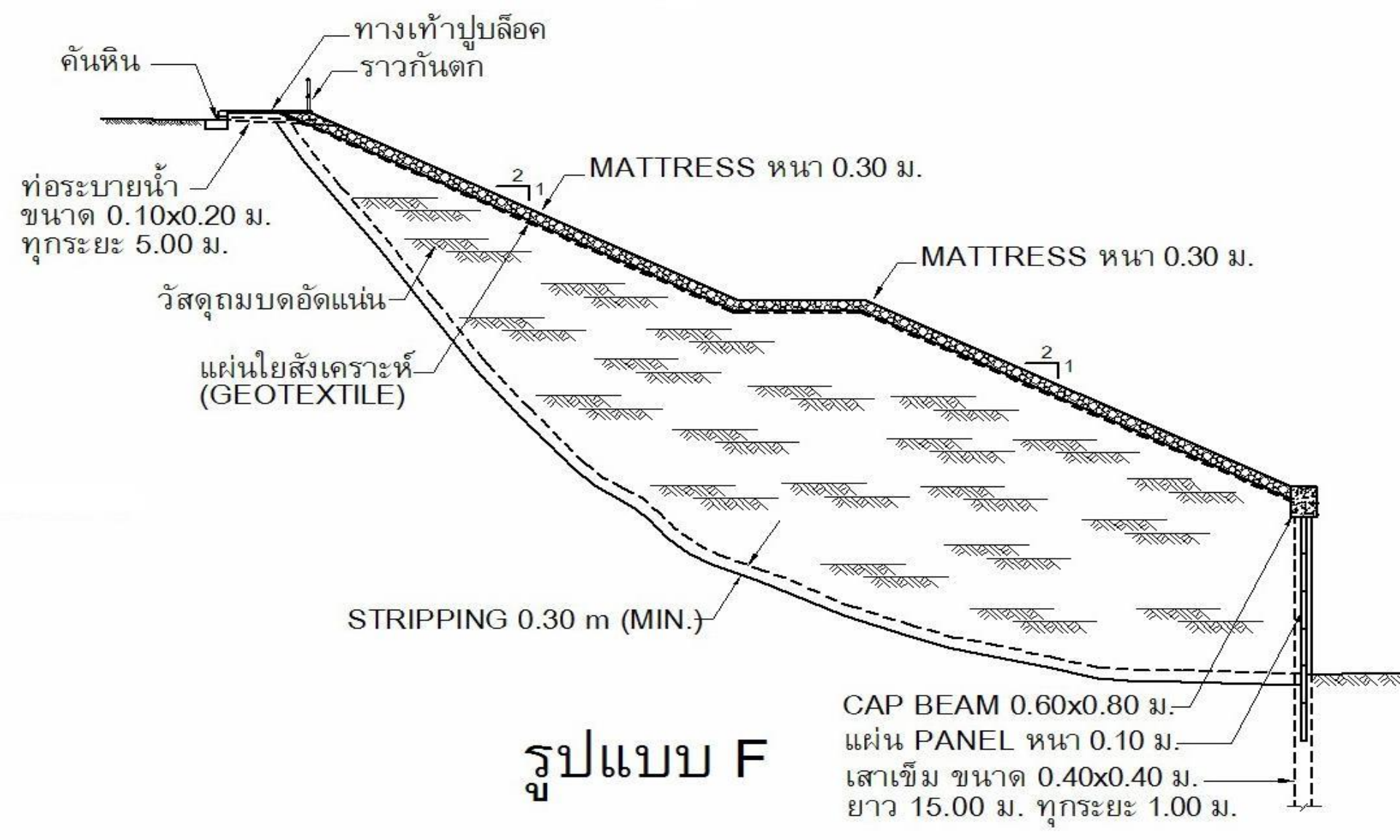
รูปแบบ D

เหมาะกับบริเวณตลิ่งที่มีการกัดเซาะรุนแรงและเป็นเขตชุมชน นอกจากป้องกันการกัดเซาะของกระแสน้ำแล้ว ยังสามารถใช้พื้นที่เพื่อการพักผ่อนออกกำลังกาย จึงเป็นที่นิยมของหน่วยงานท้องถิ่นที่มีชุมชนหนาแน่น

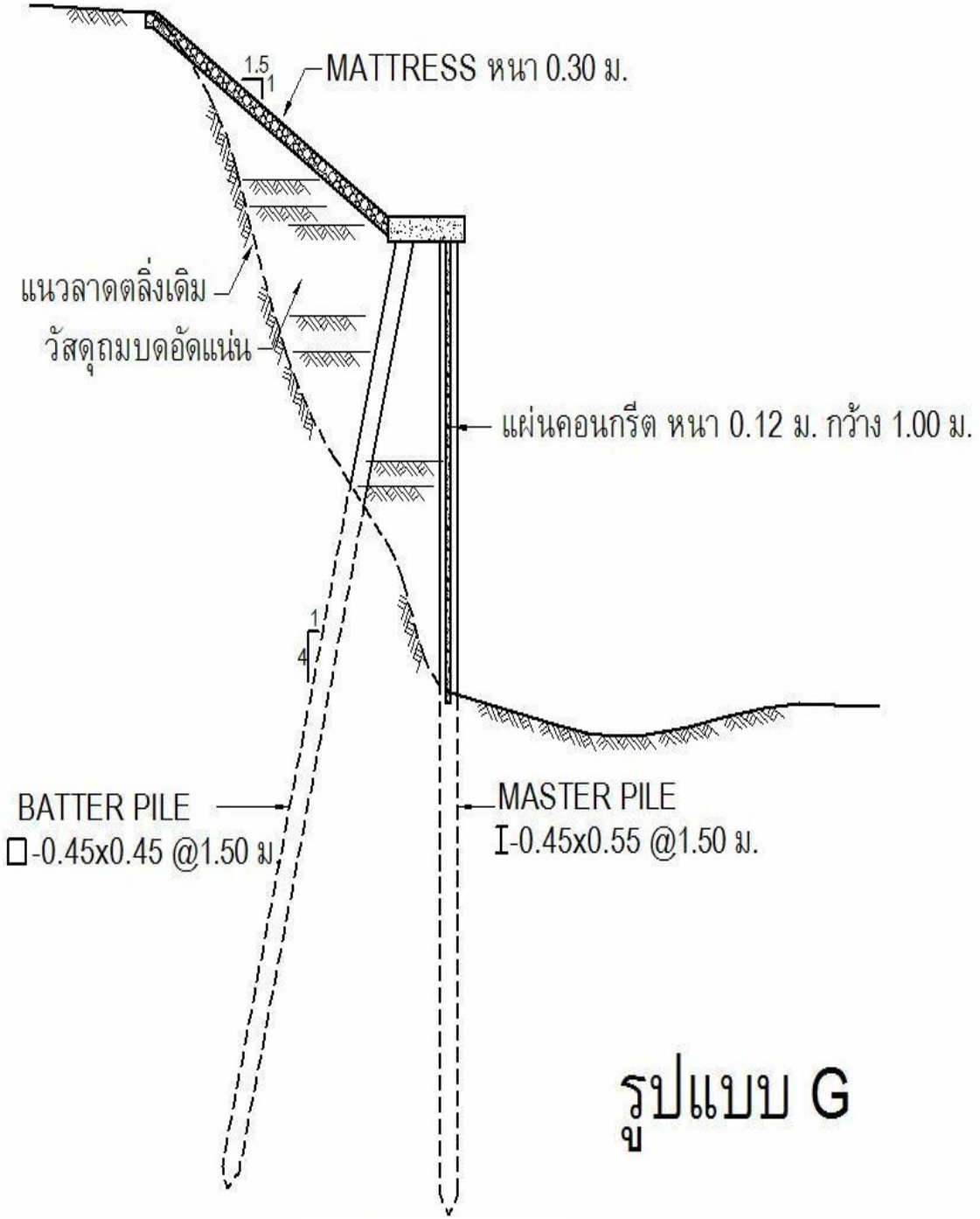


รูปแบบ E

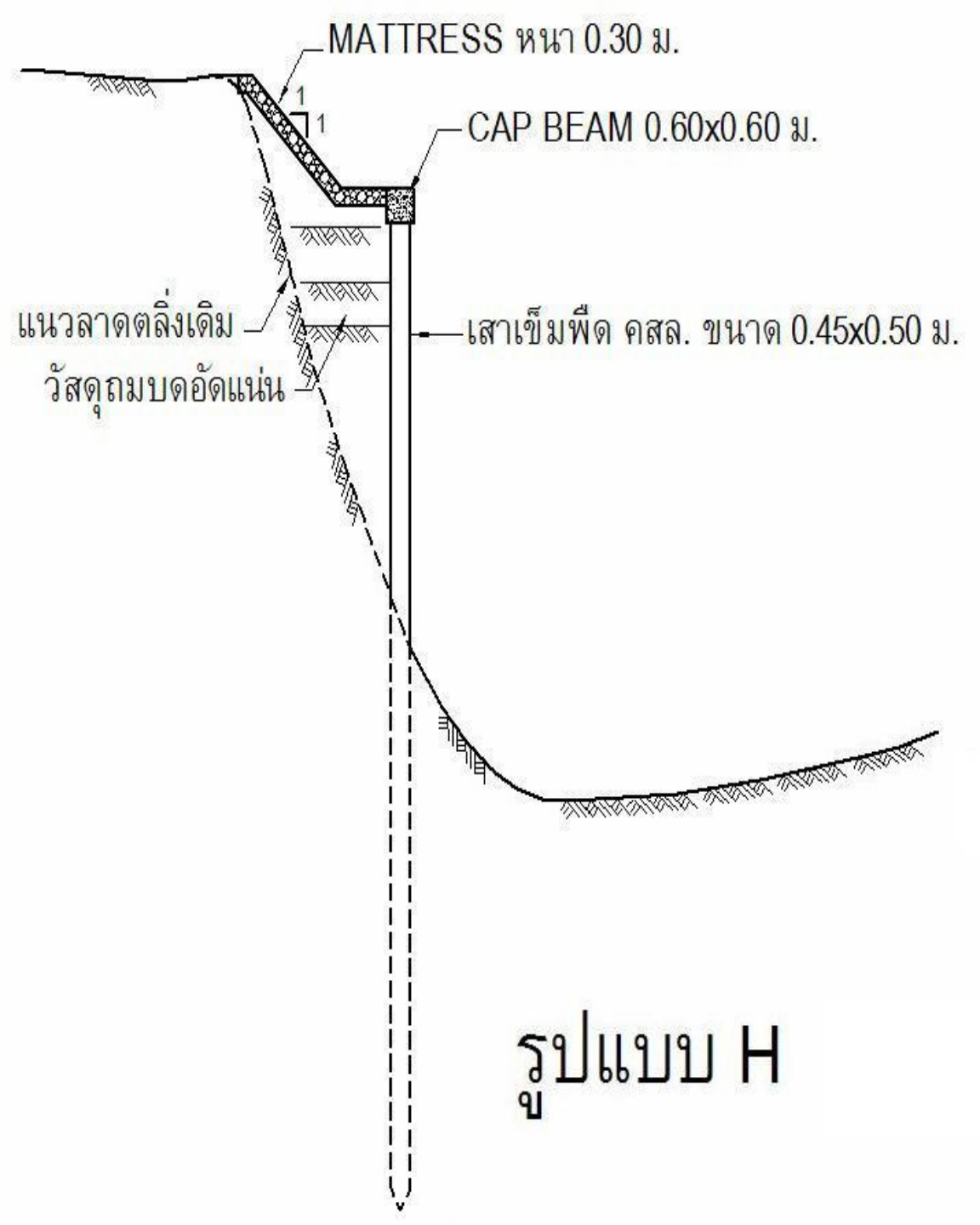
เหมาะกับบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลเร็ว และระดับน้ำในช่วงหน้าแล้งต่ำจนสามารถทำงานก่อสร้างได้ นอกจากป้องกันการกัดเซาะแล้วยังมีรูปแบบที่สวยงามไม่มีวัชพืชขึ้น จึงเป็นรูปแบบที่นิยมในเขตเมือง



เหมาะกับลำน้ำที่มีความลึกมากและตลิ่งมีความลาดชันสูง ลำน้ำมีความกว้างพอสมควร ซึ่งเมื่อก่อสร้างเสร็จ จะไม่กีดขวางการไหลของน้ำมากนัก

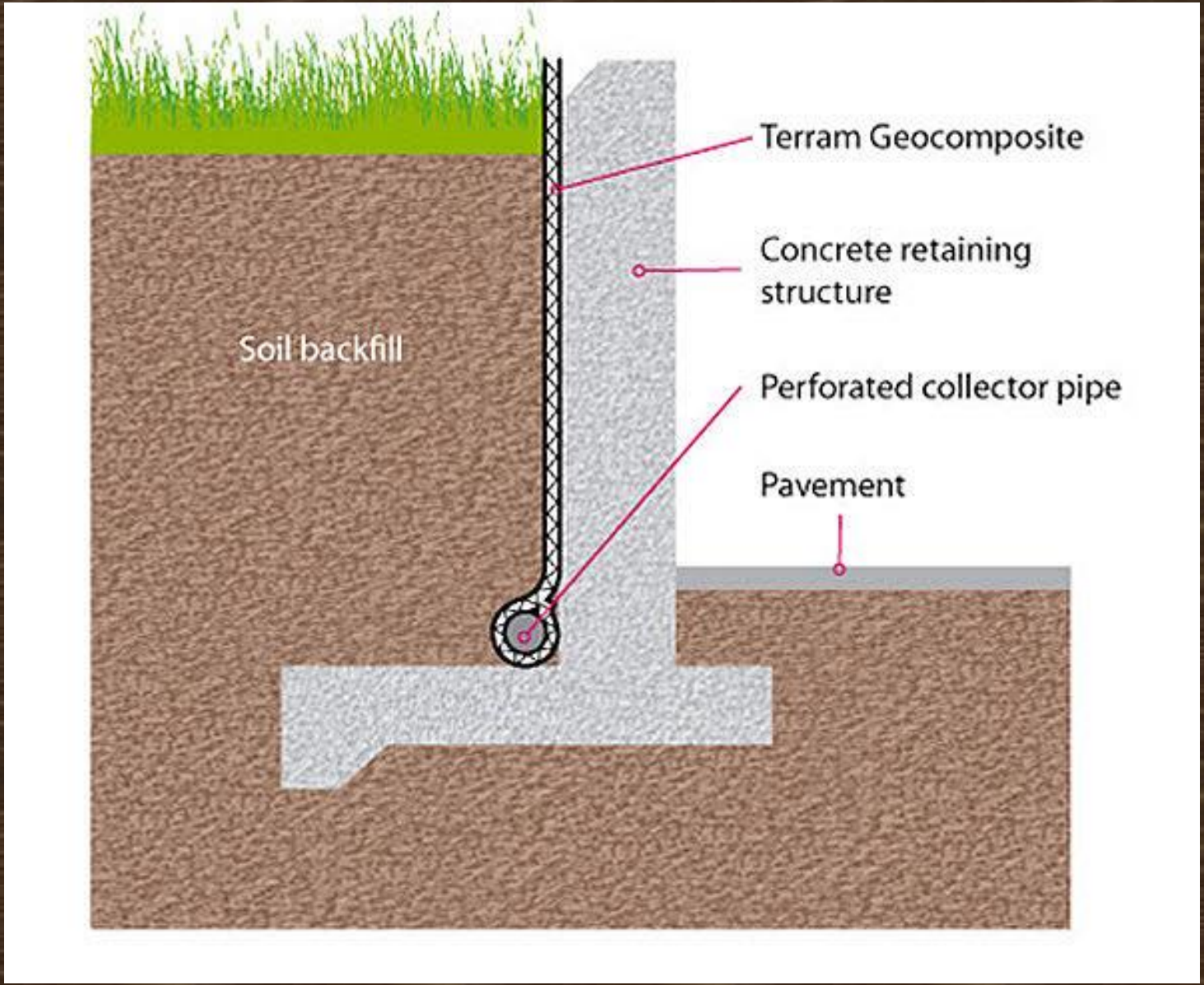


เหมาะสมกับบริเวณที่มีการกัดเซาะรุนแรง ตลิ่งมีความสูงมากและมีความลาดชันมาก มีพื้นที่จำกัดในการก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่ง ไม่สามารถรุกล้ำเข้าไปในลำน้ำได้มากนัก

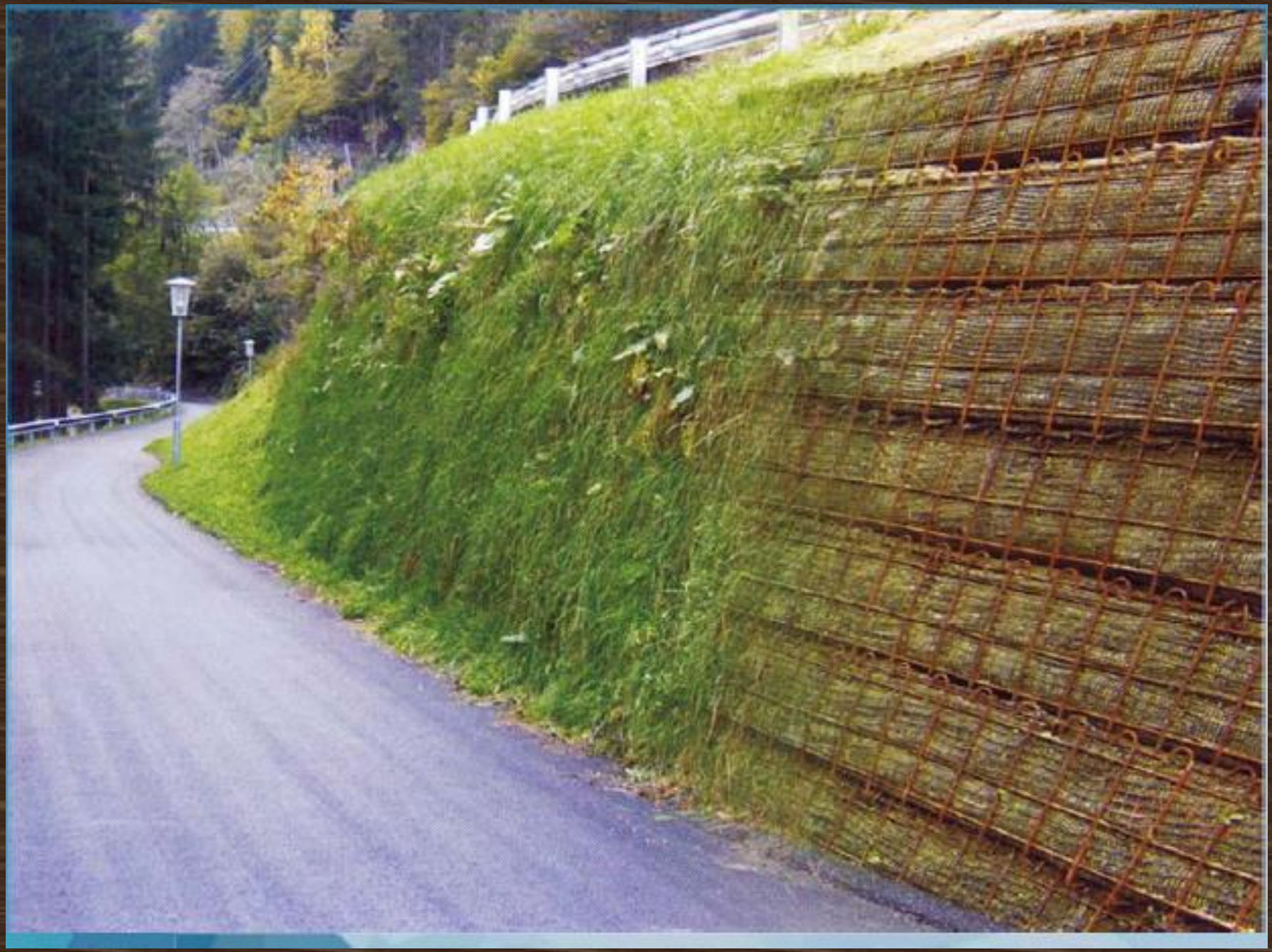


รูปแบบนี้มีลักษณะการใช้เช่นเดียวกับ แบบ G แต่ใช้ในบริเวณพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้เข็มเอียง (Batter Pile) ได้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ชุมชนติดบ้านเรือนราษฎร

การระบายน้ำเพื่อลดแรงดันน้ำ ด้านหลังเขื่อน

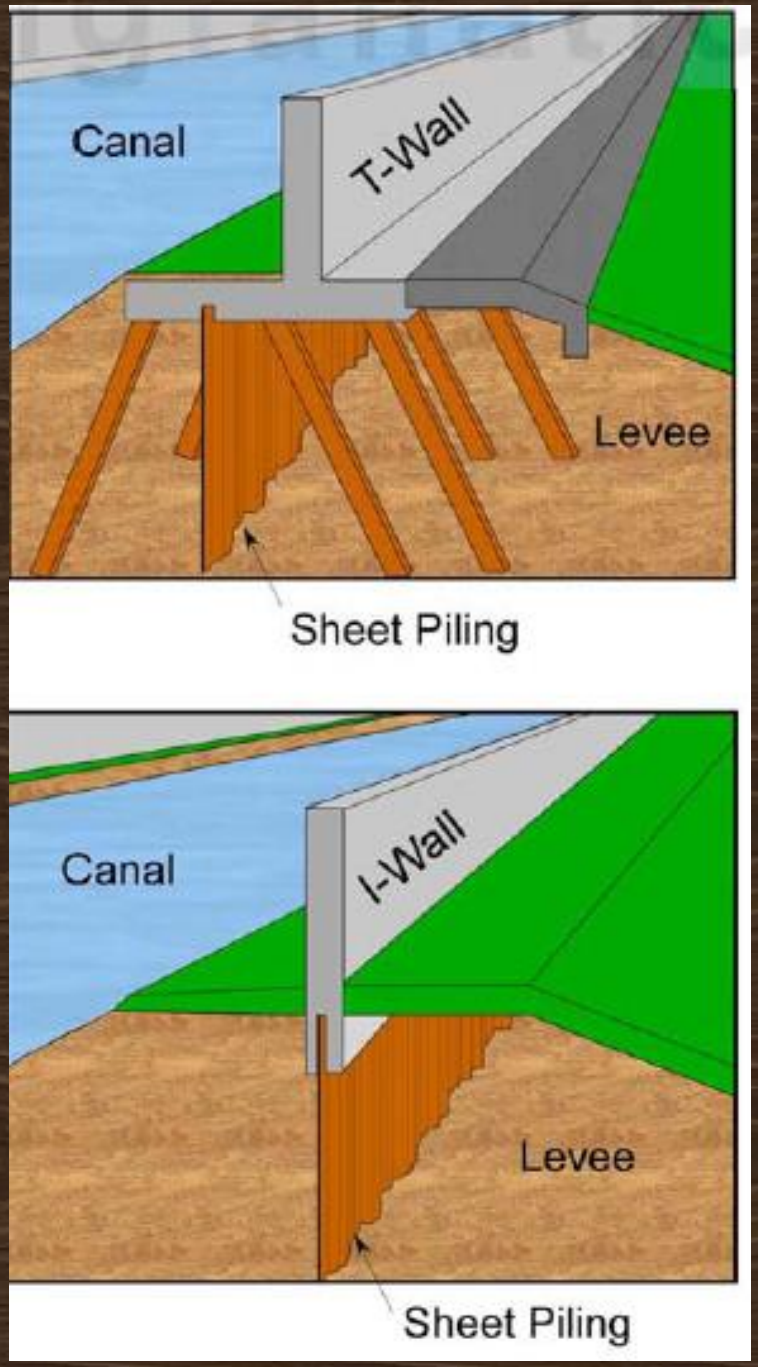


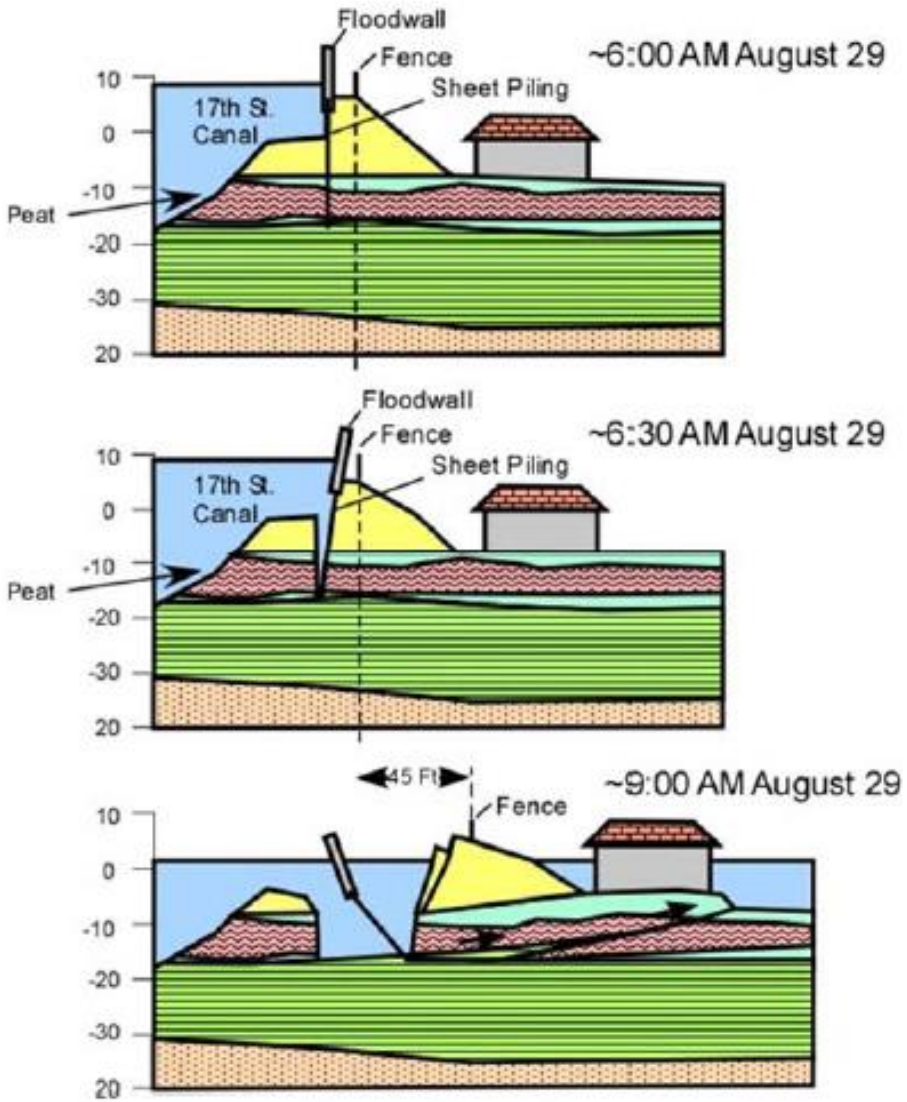







ที่มา : กรมเจ้าท่


Canal
T-Wall
Levee
Sheet Piling
Canal
I-Wall
Levee
Sheet Piling





TUMCIVIL.COM

รวบรวม รูปแบบ แนวคิด

ในงานระบายน้ำ

Side Drain





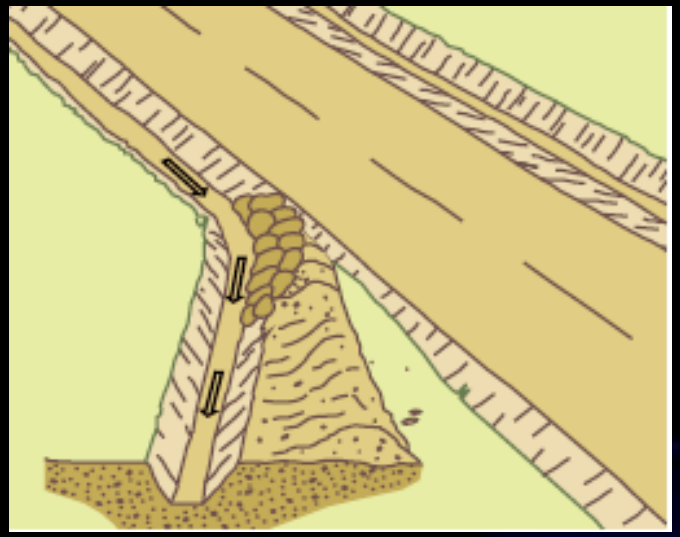
ใช้แรงงานคน





ตำแหน่งทิ้งน้ำ

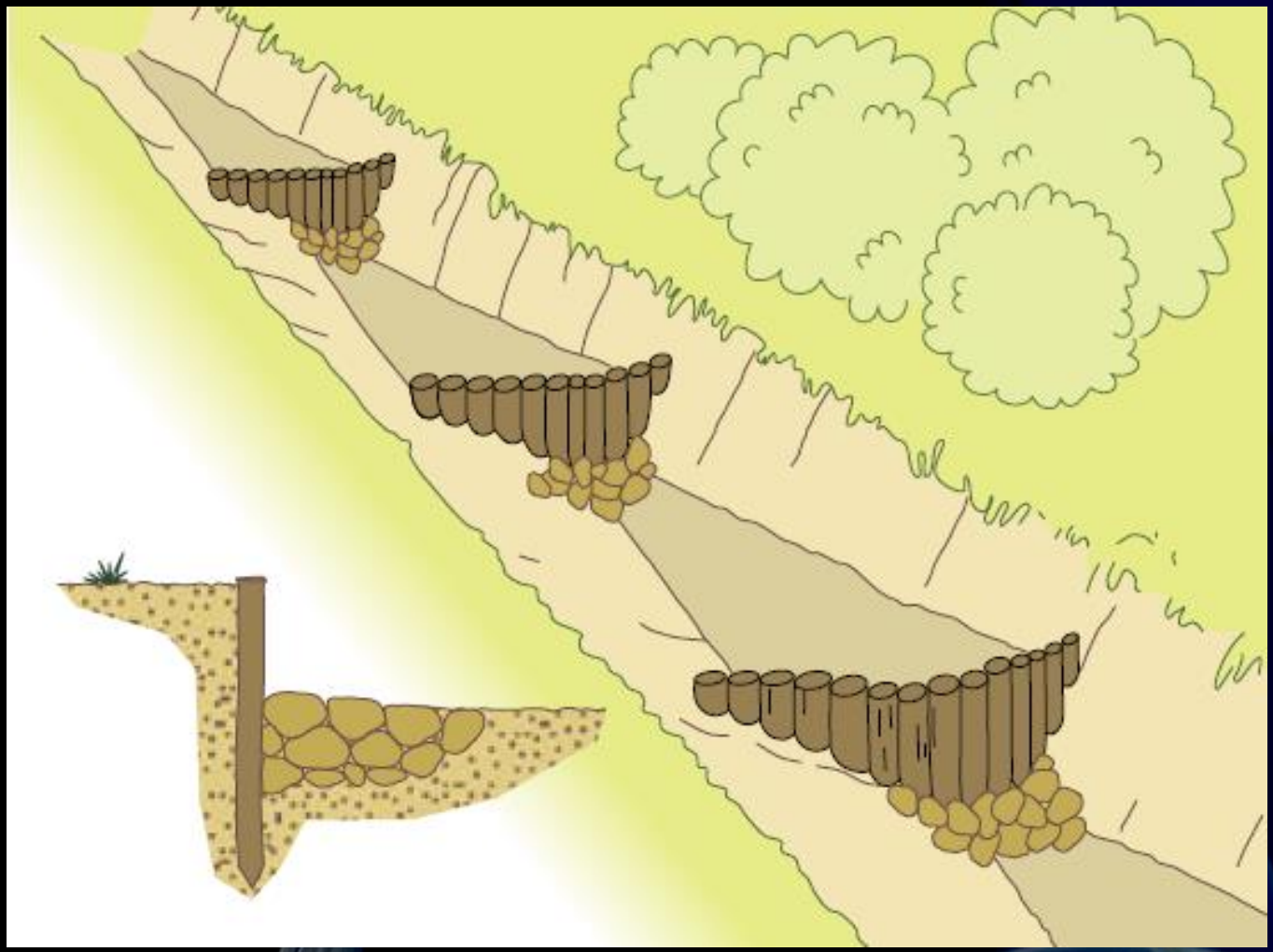
Mitre Drain



Mitre Drain Intervals		
Road gradient (%)	Interval should not exceed (m)	When discharging the water into farmlands
12	40	20 to 50 metres, wherever possible into the boundaries between farmlands
10	80	
8	120	
6	160	
4	200	
1-2	50 if excessive silting may occur	

ตัวชะลอน้ำ

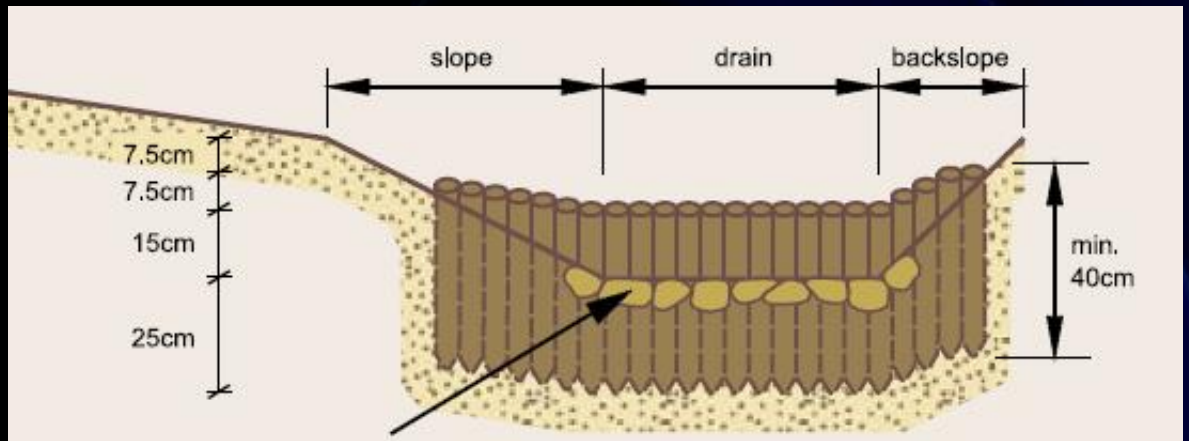
Scour Check



ตัวชะลอน้ำ

Scour Check

Road Gradient [%]	Scour Check Interval [m]
4	not required
5	20
6	15
7	10
8	8
9	7
10	6



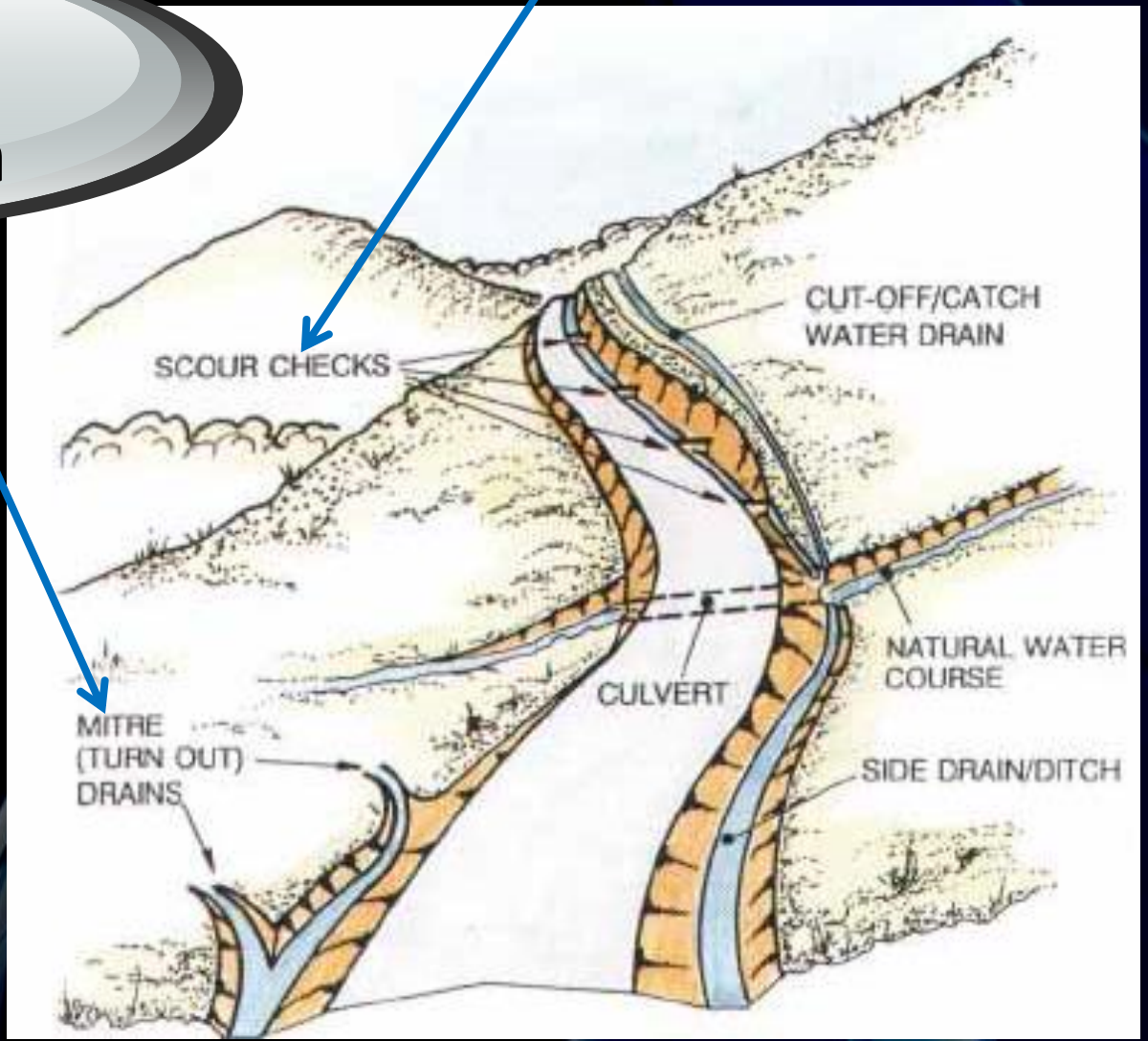
apron of stones below the scour check with a length of appr. 40 cm

ตัวชะลอน้ำ

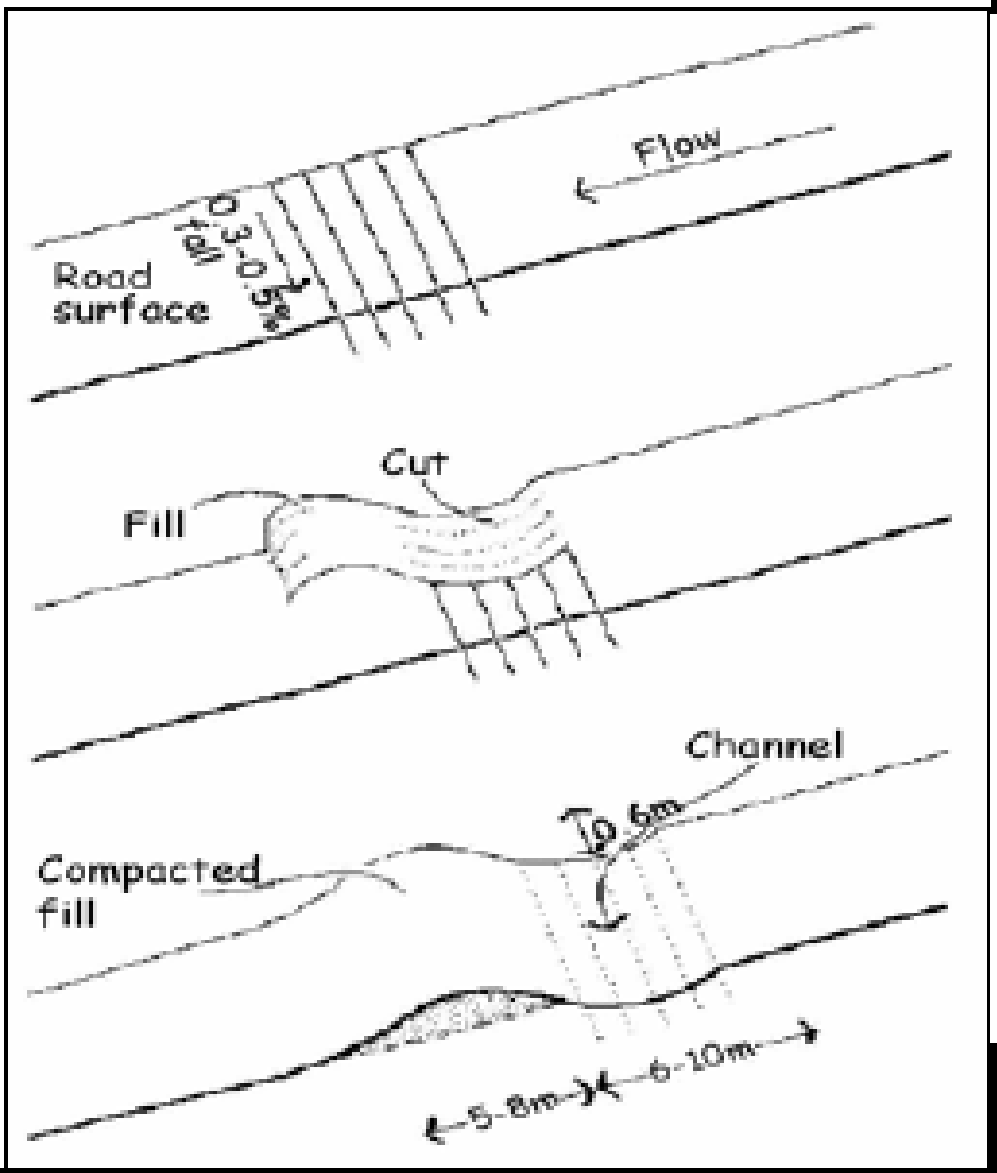
Scour Check

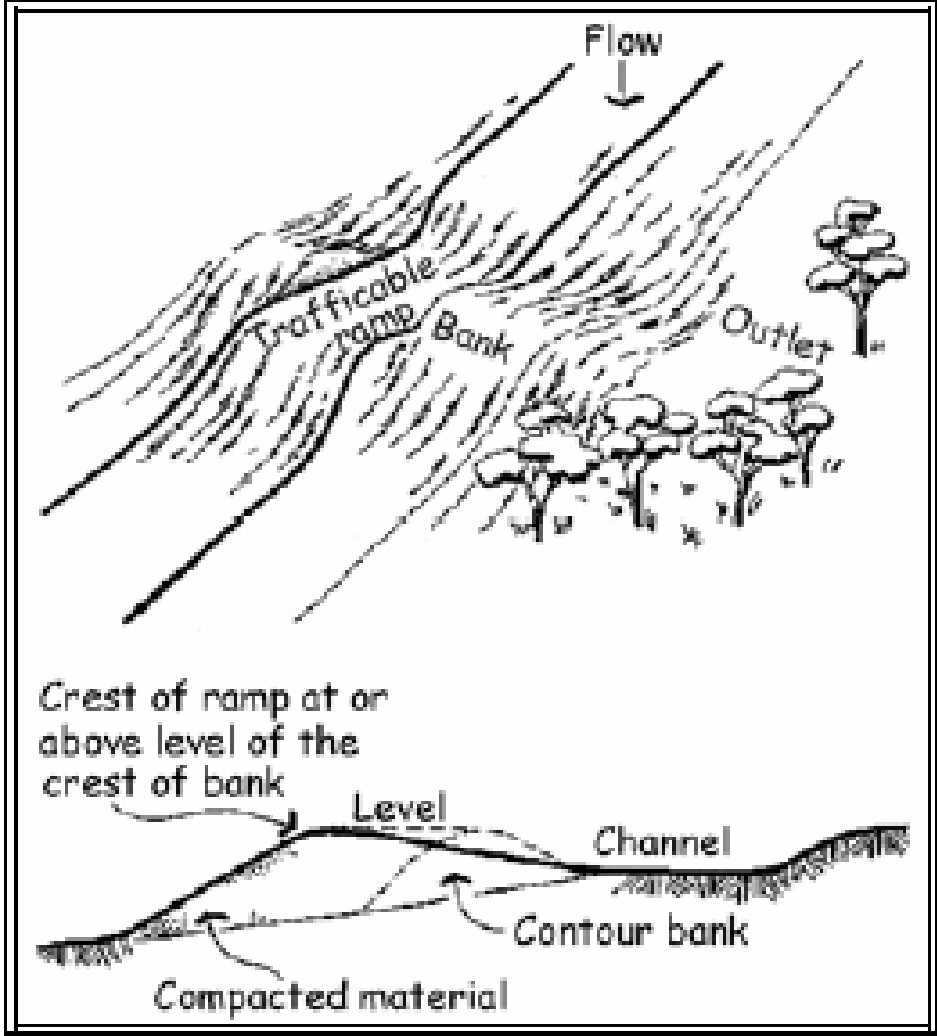
ตำแหน่งทิ้งน้ำ

Mitre Drain

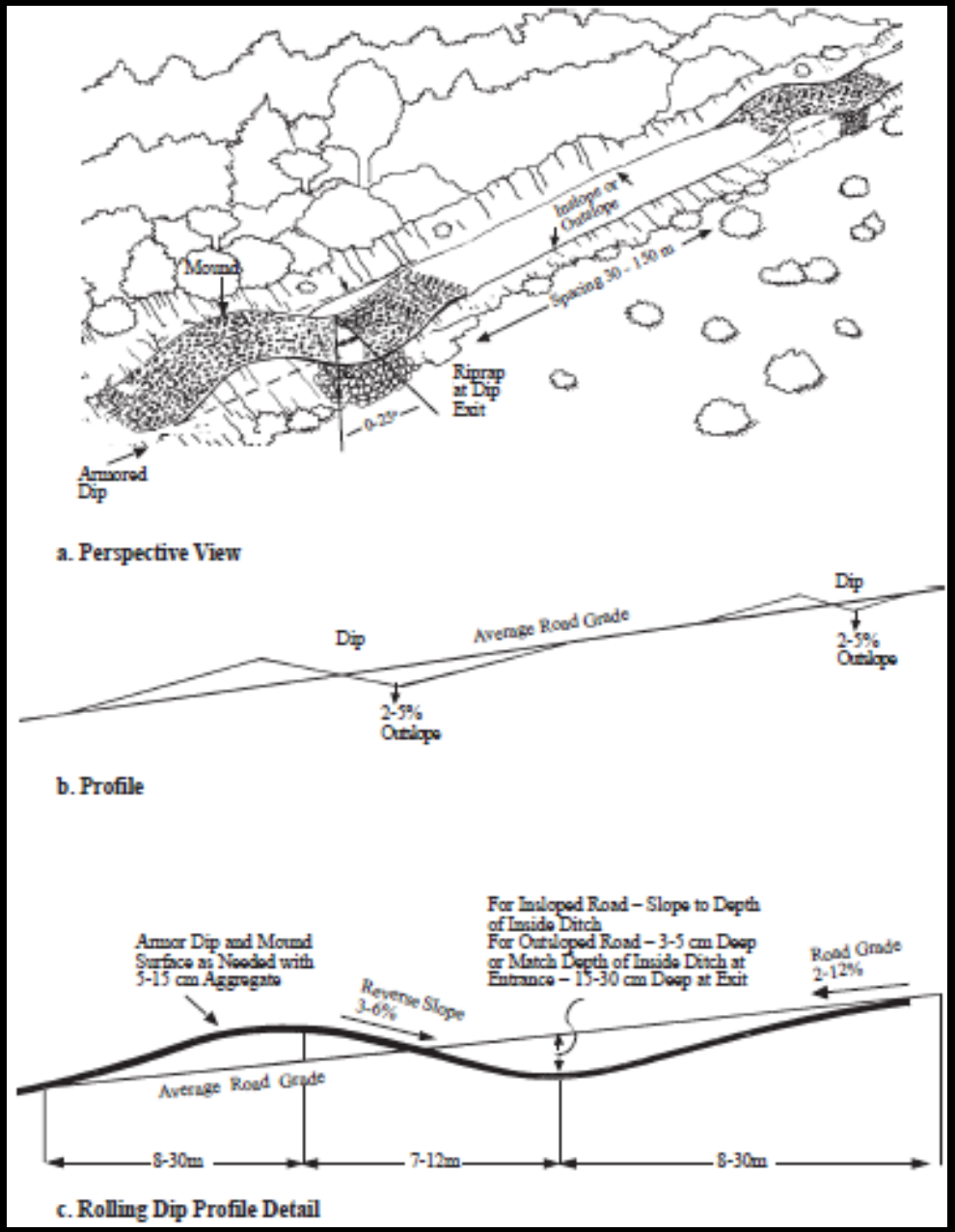


การกดและยกระดับถนนดักน้ำ

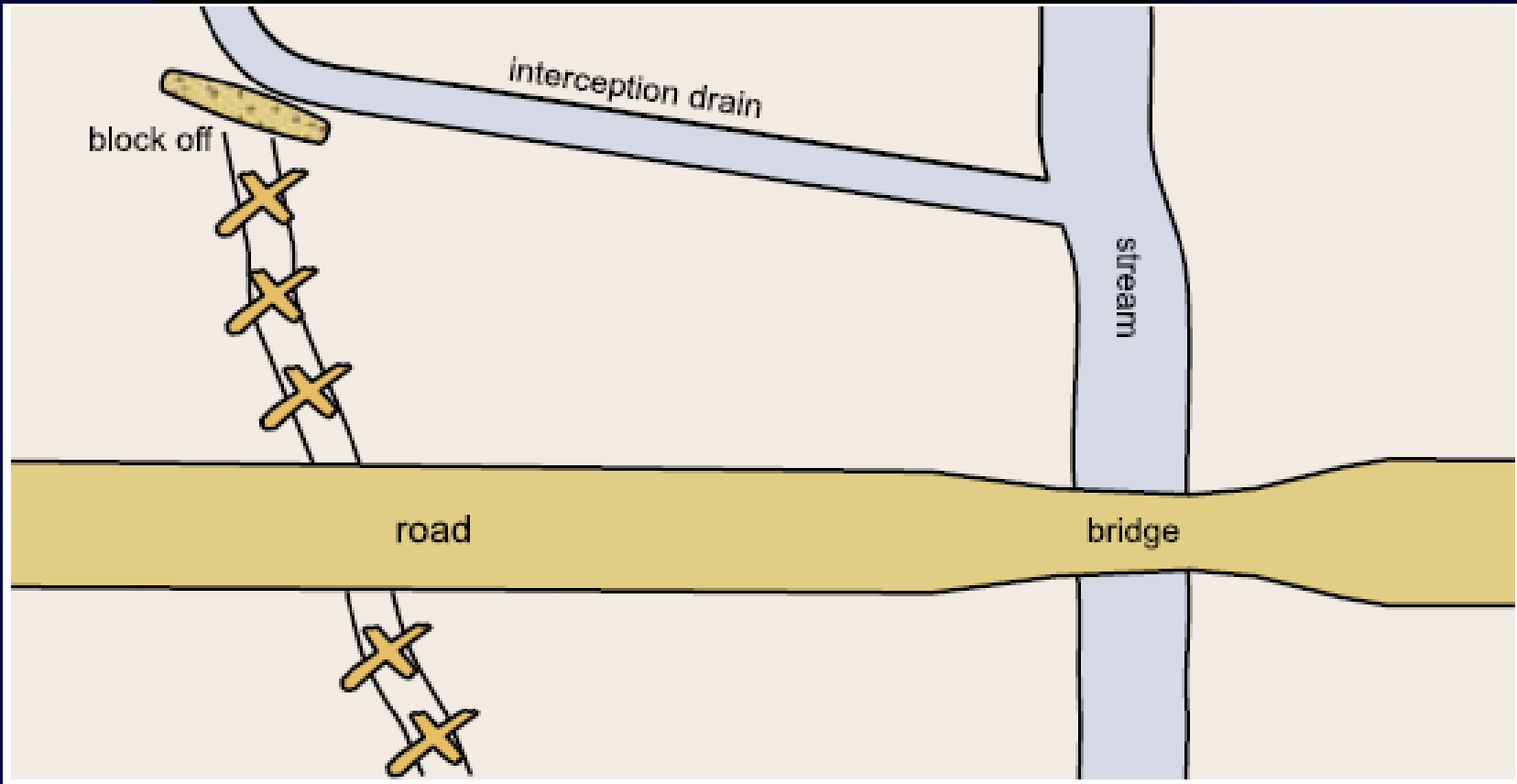




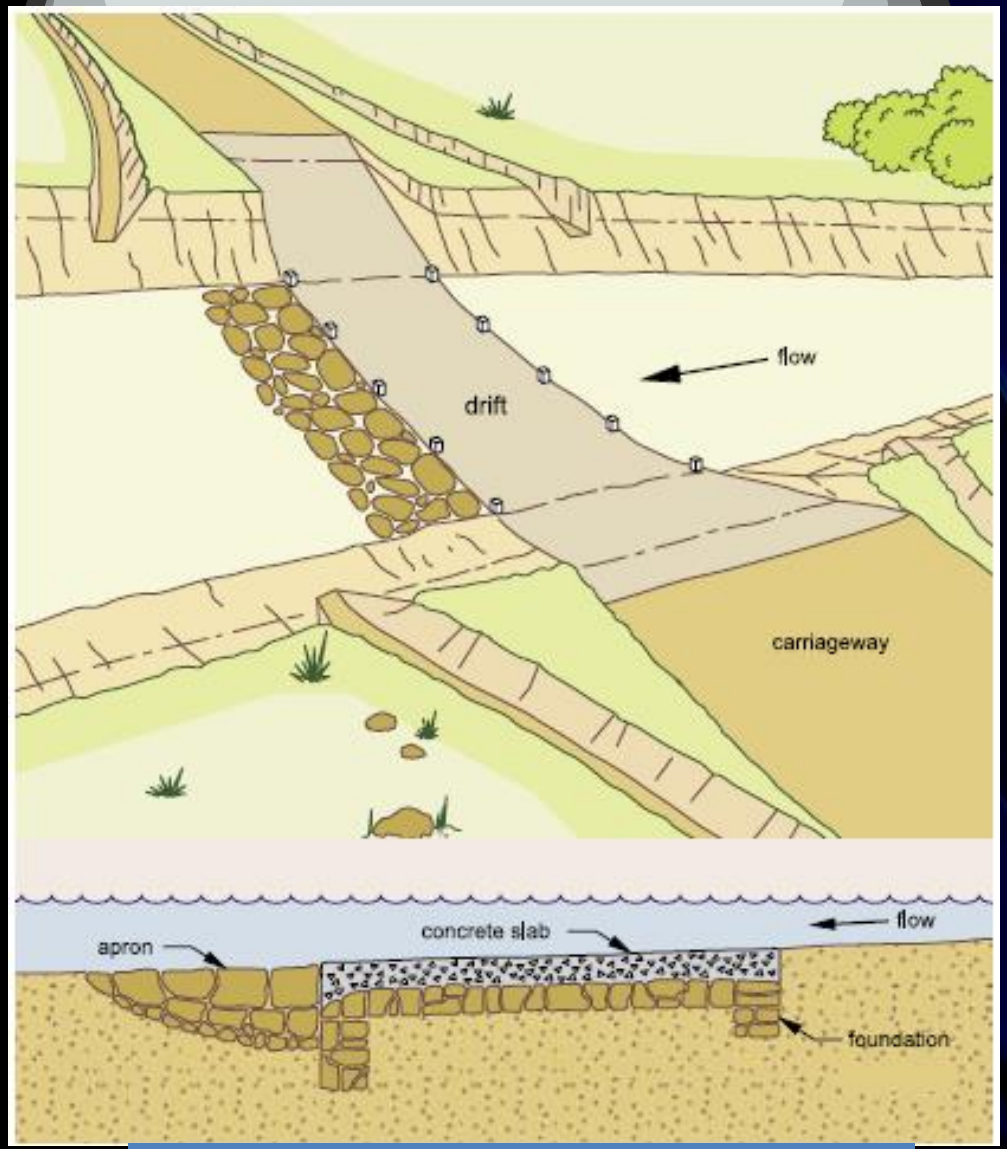
การกดและยกระดับถนนดักน้ำ



การปรับเปลี่ยนร่องน้ำ



ทางน้ำผ่าน



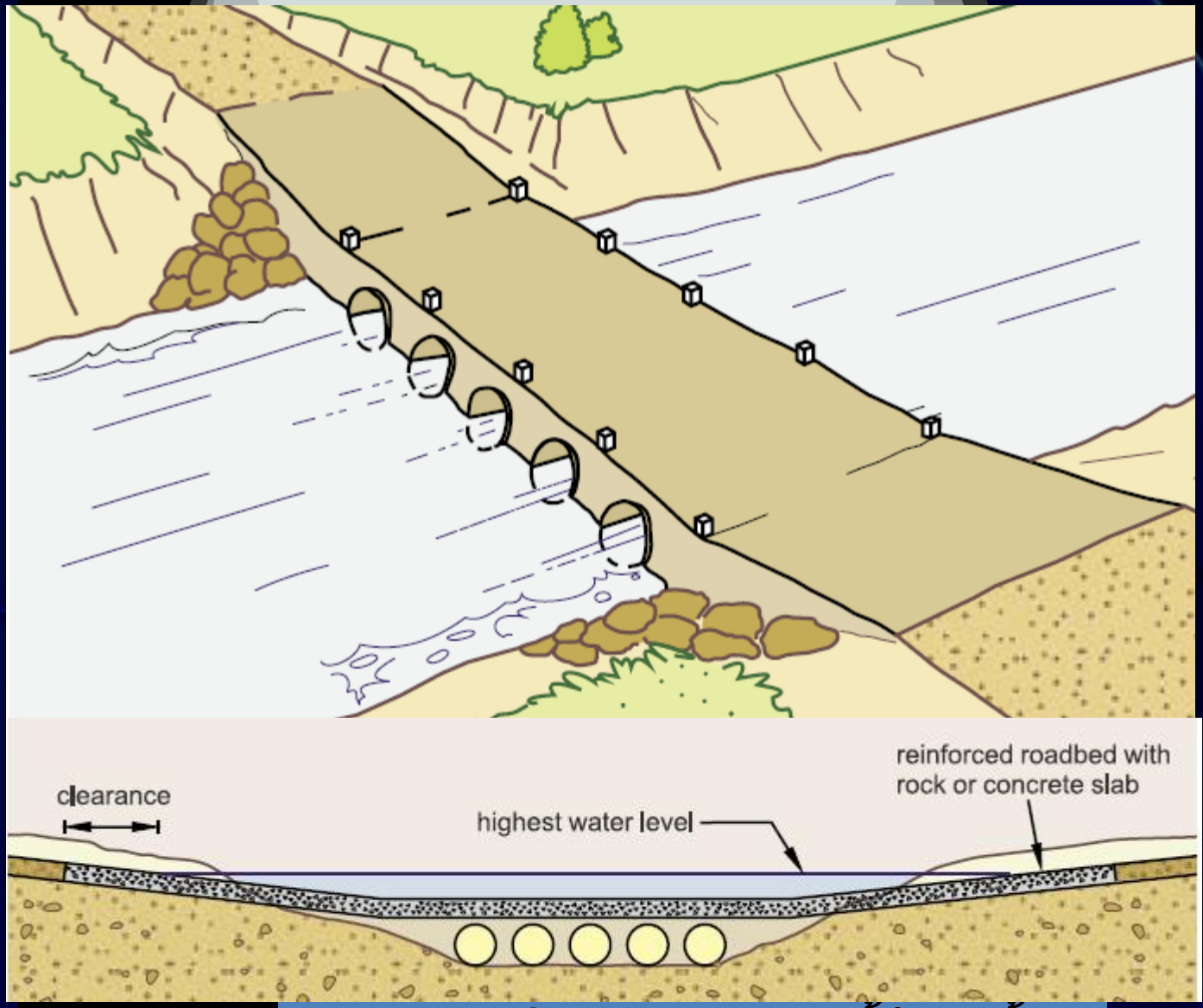
Drift กรณี น้ำแห้งเกือบทั้งปี

ทางน้ำผ่าน



Drift กรณี น้ำแห้งเกือบทั้งปี

ทางน้ำผ่าน



Vented fords กรณี มีน้ำไหลตื้น ๆ

ทางน้ำผ่าน



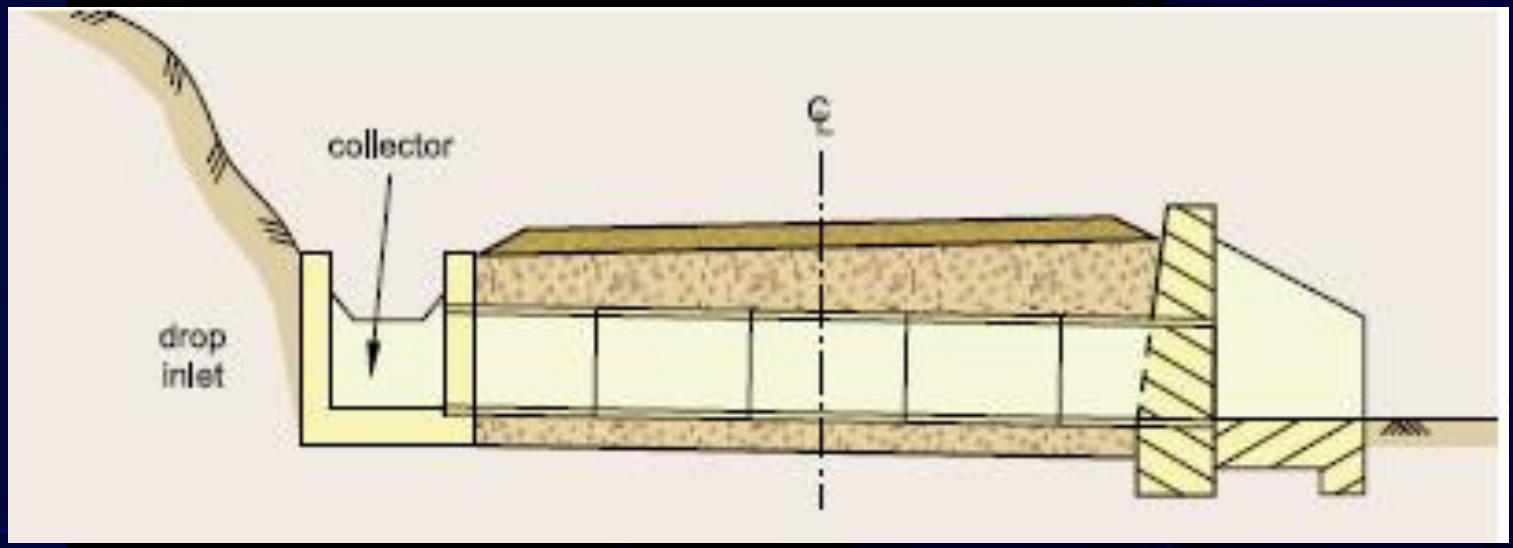
Vented fords กรณี มีน้ำไหลตื้น ๆ

กำแพงปากท่อกลม





Drop Inlets



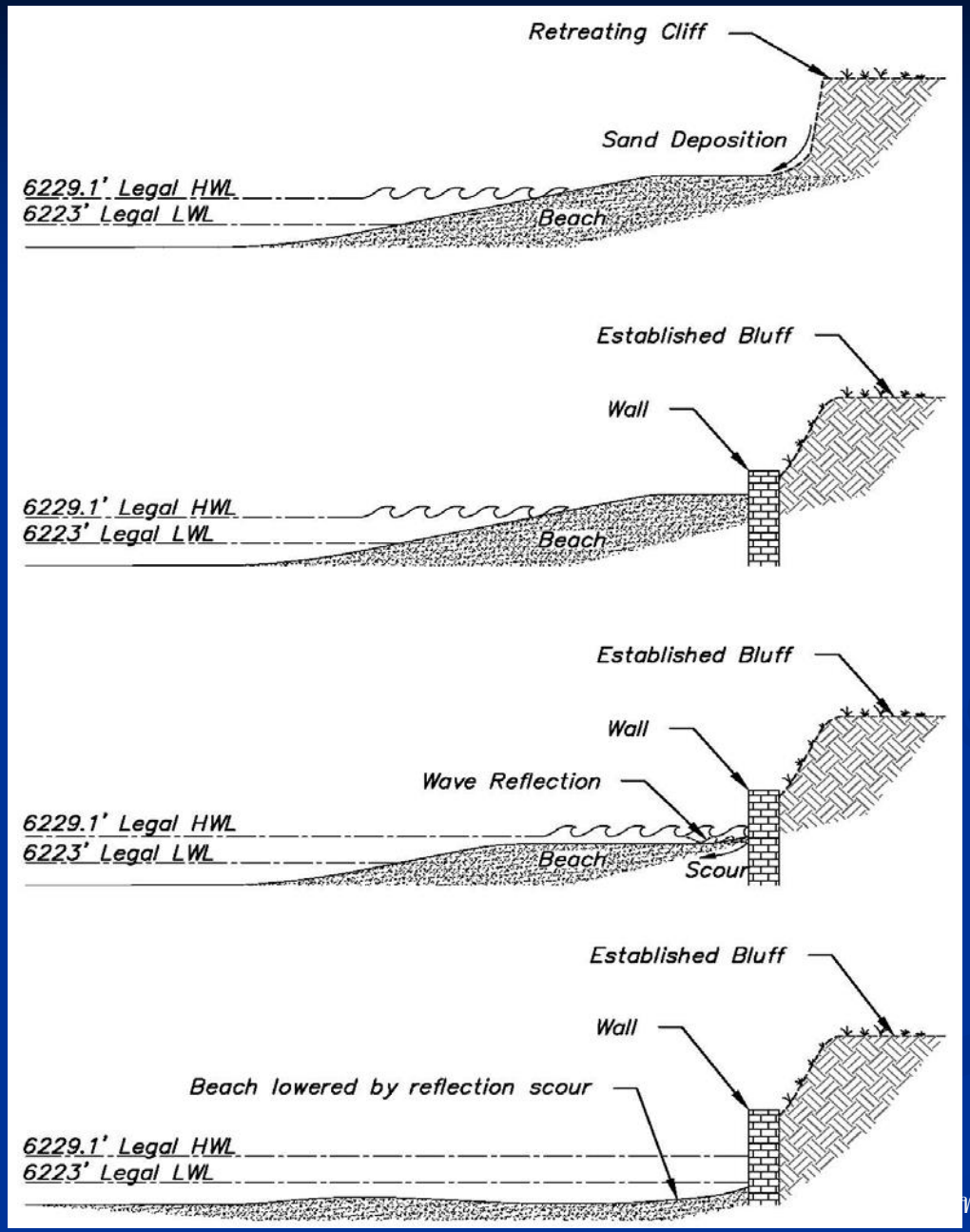


คลื่นกัดเซาะชายหาดฝั่งทะเล





เขื่อนป้องกันตลิ่งริมฝั่งทะเลแบบผนัง

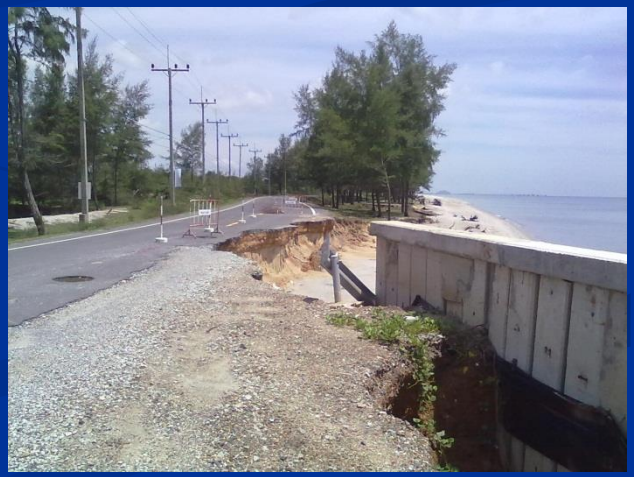


เมื่อคลื่นปะทะด้านหน้าผนังเขื่อนจะทำให้สะท้อนและกัดเซาะทรายด้านหน้าเขื่อน ระดับทรายจะ ต่ำลงๆ จนโครงสร้างเขื่อนเสียหาย

เขื่อนป้องกันตลิ่งริมฝั่งทะเลแบบ SHEET PILE จะทำให้เกิดกัดเซาะหน้าเขื่อน





เขื่อนป้องกันตลิ่งริมฝั่งทะเล

SHEET PILE

คลื่นจะกระแทกหน้าเขื่อนรุนแรง

กัดเซาะด้านหน้าทำให้สูงชัน



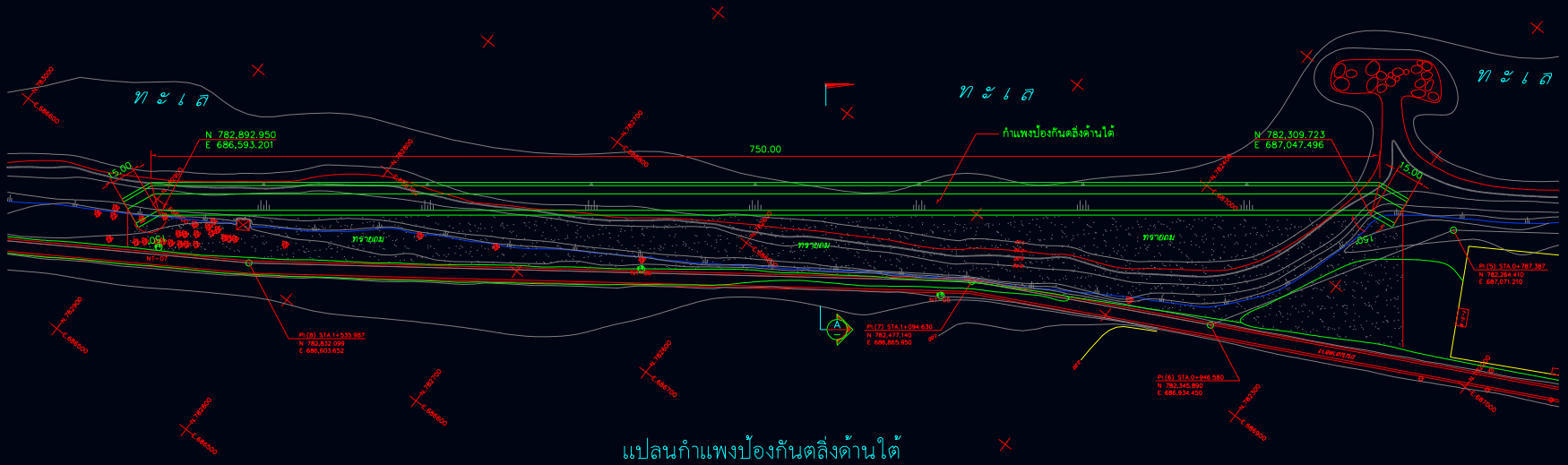
SOFT ROCKS

คลื่นจะกระแทกหน้าเขื่อนไม่รุนแรง

ไม่มีการกัดเซาะด้านหน้าเขื่อน

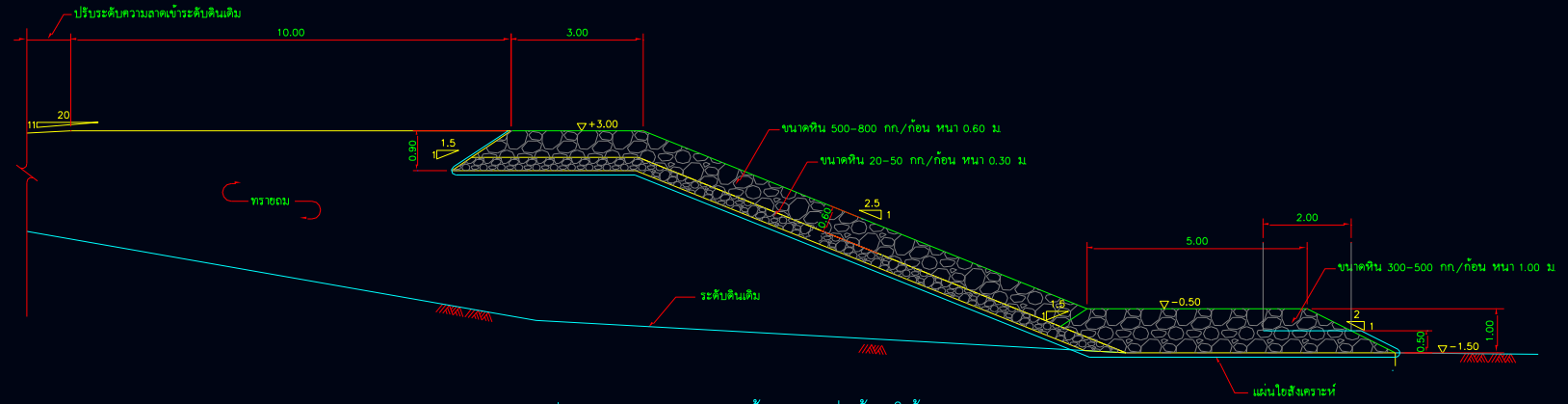


การวางหินเรียงป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเล



แปลนกำแพงป้องกันตลิ่งด้านใต้

มาตราส่วน 1:2500



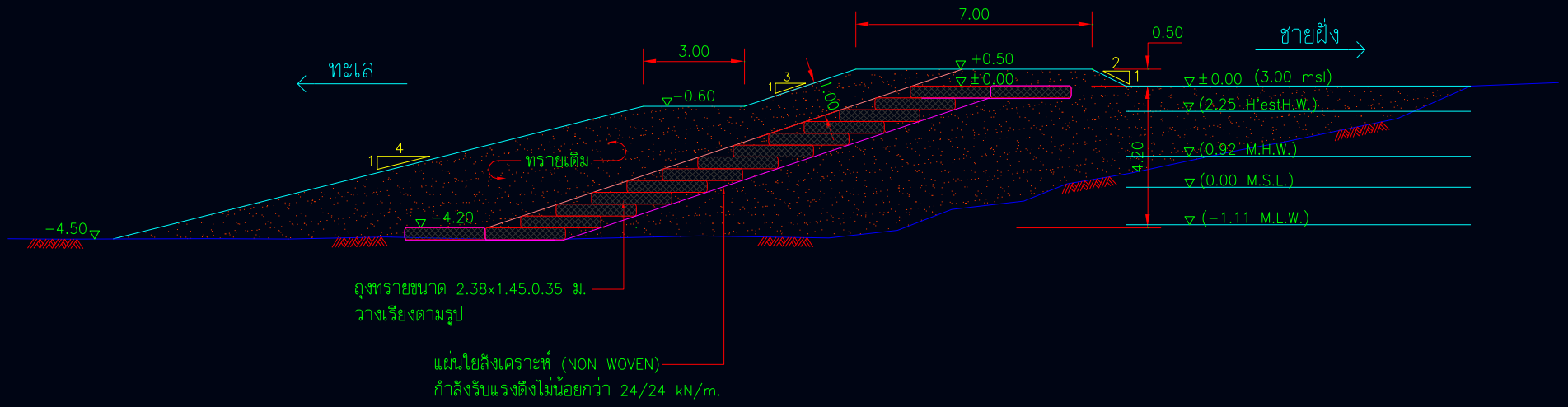
รูปตัด A – A กำแพงป้องกันตลิ่งด้านใต้

มาตราส่วน 1:100

หมายเหตุ

1. ระดับความสูงเป็นเมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
2. การถมทรายให้ถมเป็นชั้นๆ ความหนาแต่ละชั้นหลังจากบดอัดแล้วไม่เกิน 30 ซม. ทุกชั้นต้องบดอัดให้แน่นไม่น้อยกว่า 80% ของความหนาแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) ตามมาตรฐาน AASTHO หรือ STANDARD PROCTOR DENSITY
3. วัสดุทรายที่นำมาถมต้องนำมาจากทางด้านใต้ของเขื่อนกันทรายปากน้ำนาทับ หรือทรายจากแหล่งอื่นที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดของงานก่อสร้าง

การเติมทรายชายหาดฝั่งทะเล




การนำเสนอ

สำนักสำรวจและออกแบบ
กรมทางหลวงชนบท

อดิศร อภิรักษ์วณิชย์ 083-010-5963