

ภาคผนวก ง.2

รายการคำนวณระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม

รายการคำนวณระบบระบายน้ำ และการท่อน้ำ สำหรับโครงการ

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

7. รายการคำนวณระบบระบายน้ำและการท่อน้ำสำหรับโครงการ

7.1 พื้นที่ตั้งโครงการ

สูตรที่ใช้คำนวณอัตราการระบายน้ำในโครงการ

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.278 \times CIA \times 10^{-6} \\
 \text{โดยที่} \quad Q &= \text{อัตราการไหลของน้ำฝน (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)} \\
 C &= \text{ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำฝน} \\
 &= 0.3 \text{ คิดในกรณีที่ไม่มีสิ่งปลูกสร้าง (ดูตารางที่ 7.1)} \\
 &= 0.5-0.7 \text{ สำหรับช่วงเปิดดำเนินการ (ดูตารางที่ 7.1)} \\
 I_5 &= \text{อัตราความเข้มฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)} \\
 I_5 &= 154.6 \text{ มิลลิเมตร/ชั่วโมง (ตารางที่ 7.2)}
 \end{aligned}$$

(เลือกใช้ค่าความเข้มฝนที่เกิดขึ้นสูงสุดในคาบอุบัติ 5 ปี ช่วงเวลา 15 นาทีแรกที่ฝนตก

ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเข้มฝนสูงสุด เนื่องจากที่ตั้งของโครงการใกล้เคียงกับอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี และอำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง แต่เมื่อเทียบค่าปริมาณน้ำฝนแล้วพบว่า ค่าปริมาณน้ำฝนของอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี มีค่ามากกว่าจึงเลือกใช้สถิติความเข้มฝนของอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีแทน)

$$A = \text{พื้นที่ระบายน้ำ, ตารางเมตร (5,160 ตารางเมตร)}$$

ตารางที่ 7.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลนองของพื้นที่รับน้ำฝนในลักษณะต่าง ๆ

เขตการใช้ของพื้นที่	สัมประสิทธิ์ ของการไหลนอง (C)	ลักษณะพื้นที่ผิว	สัมประสิทธิ์ ของการไหลนอง (C)
เขตธุรกิจ		ยางมะตอยหรือคอนกรีต	0.70 - 0.95
ใจกลาง	0.70 - 0.95	อิฐหรือตัวหนอนปูพื้น	0.70 - 0.85
รอบ ๆ บริเวณ	0.50 - 0.70	หลังคา	0.75 - 0.95
เขตพื้นที่พักอาศัย		สนาม (แบบดินทราย)	
ครอบครัวเดี่ยว	0.30 - 0.50	เรียบมีความลาด 2%	0.05 - 0.1
หลายครอบครัวแยกกัน	0.40 - 0.60	ความลาด 2-7%	0.1 - 0.15
หลายครอบครัวติดกัน	0.60 - 0.75	ชันความลาด 7% ขึ้นไป	
ชานเมือง	0.25 - 0.40	สนาม (แบบดินแน่น)	
<u>อพาร์ทเมนต์</u>	<u>0.50 - 0.70</u>	เรียบมีความลาด 2%	0.13 - 0.17
เขตอุตสาหกรรม	0.0333	ความลาด 2-7%	0.18 - 0.22
ขนาดเบา	0.50 - 0.80	ชันความลาด 7% ขึ้นไป	0.25 - 0.35
ขนาดหนัก	0.60 - 0.90	แหล่งน้ำ (ผิวดิน)	1.00
เขตสวนสาธารณะ	0.10 - 0.25		
เขตสนามเด็กเล่น	0.20 - 0.35		
เขตชุมชนทางสถานีรถไฟ	0.20 - 0.35		
<u>เขตรกร้าง</u>	<u>0.10 - 0.30</u>		

ที่มา : รัชชัยพรณสวัสดิ์. คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมสิ่งแวดล้อมไทย, 2538.

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

ตารางที่ 7.2 ความเข้มฝน (มม./ชม.) สำหรับช่วงเวลาและคาบอุบัติ (Return Period) ของฝนลักษณะต่าง ๆ ของอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

เวลา (ชม.)	ความเข้มฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)								
	2 ปี	5 ปี	10 ปี	25 ปี	50 ปี	100 ปี	200 ปี	500 ปี	1000 ปี
0.25	109.9	154.6	184.1	221.4	249.1	276.6	304.0	340.1	367.4
0.5	69.2	91.7	106.7	125.6	139.6	153.5	167.4	185.7	199.5
0.75	60.0	72.4	80.7	91.1	98.8	106.4	114.1	124.1	131.7
1	48.4	58.7	65.5	74.2	80.6	86.9	93.3	101.6	108.0
2	26.9	34.9	40.1	46.8	51.7	56.6	61.5	68.0	72.8
3	18.3	24.2	28.1	33.1	36.7	40.4	44.0	48.8	52.4
6	9.5	12.0	13.8	15.9	17.5	19.1	20.7	22.8	24.4
12	5.2	6.8	7.8	9.2	10.1	11.1	12.1	13.3	14.3
24	3.0	4.0	4.7	5.5	6.1	6.7	7.3	8.1	8.7

ที่มา : กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ฝน และเปอร์เซ็นต์การแผ่กระจายของปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ของอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

7.1.1 อัตราการระบายน้ำช่วงก่อนพัฒนาโครงการ

- พิจารณาลักษณะของพื้นที่โครงการเดิมเป็นพื้นที่รกร้างมีพืชปกคลุมด้วยหญ้า (Woodland)
- ความลาดชันของพื้นที่เดิมในจุดที่มีความลาดชันเฉลี่ย ประมาณ 0.7 องศา หรือ $1:82 = 1.3 \%$
- ระยะทางจากจุดเริ่มต้นถึงจุดระบายน้ำ, ฟุต (ประมาณ 114 เมตร หรือประมาณ 374 ฟุต)

(1 เมตร = 3.281 ฟุต)

นำค่าต่างๆ ไปหาใน Nomograph จะได้ค่า $tc_{\text{ก่อน}}$ ประมาณ 31 นาที

โดยอัตราการระบายน้ำและปริมาณน้ำผิวดินในช่วงก่อน และหลังพัฒนาโครงการของพื้นที่ส่วนต่างๆ ในโครงการ สามารถคำนวณจากสูตรดังนี้

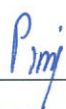
(1) อัตราการไหลของน้ำผิวดินก่อนพัฒนาโครงการ

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.278 \times CIA \times 10^{-6} \\
 \text{แทนค่า} &= 0.278 \times 0.3 \times 154.6 \times 5,160 \times 10^{-6} \\
 &= 0.066 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที}
 \end{aligned}$$

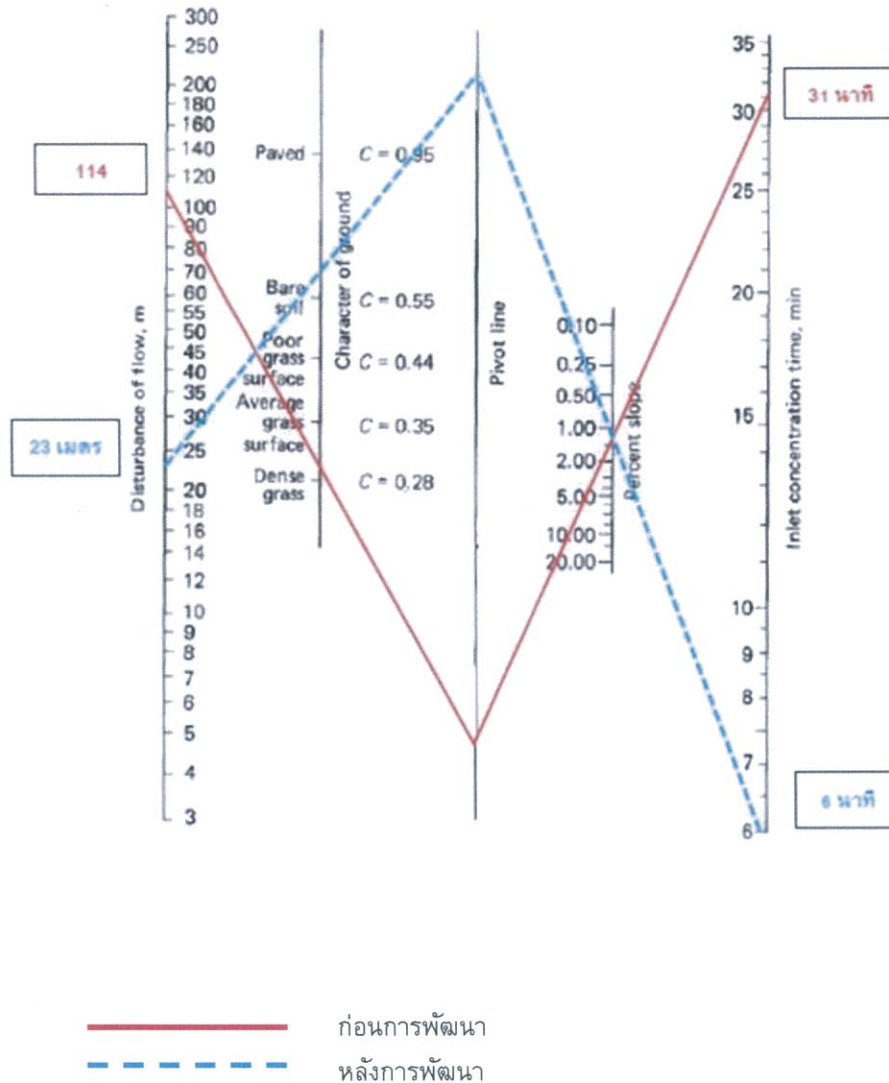
(2) ปริมาณน้ำผิวดินก่อนพัฒนาโครงการ

$$\begin{aligned}
 V &= Q \times tc \\
 Q &= \text{ปริมาณน้ำผิวดิน, ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\
 t_c &= \text{ระยะเวลาการรวมตัวของน้ำ} \\
 \text{แทนค่า} &= 0.066 \times 31 \times 60 \\
 &= 122.8 \text{ ลูกบาศก์เมตร}
 \end{aligned}$$

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44



ภาพที่ 7.1 โมโนกราฟสำหรับการหาเวลาไหลของบนพื้นที่ผิวก่อนเข้าท่อ

7.1.2 อัตราการระบายน้ำช่วงหลังพัฒนาโครงการ

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่จากเดิมเป็นพื้นที่ป่า เมื่อมีการพัฒนาโครงการเป็นอาคารชุดพักอาศัยที่มีทั้งส่วนอาคารปกคลุมดินและพื้นที่จัดสวน จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของน้ำฝน (ค่า C) ที่ตกลงมาบริเวณพื้นที่โครงการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ในที่นี้ใช้ค่า $C = 0.614$

ทั้งนี้ สามารถคำนวณหาระยะเวลาการรวมตัวของน้ำหลังพัฒนาโครงการ (t_c) เพื่อนำไปใช้คำนวณอัตราการระบายน้ำและปริมาณน้ำผิวดิน โดยนำข้อมูลลักษณะของพื้นที่โครงการในภาพรวมนำไปหาใน Nomograph สำหรับการหาเวลารวมตัวของน้ำผิวดินก่อนไหลออกจากพื้นที่ระบายน้ำดังภาพที่ 7.1 มีรายละเอียดดังนี้

เวลาการรวมตัวของน้ำ (t_c) = เวลาที่น้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำ + เวลาที่น้ำไหลในท่อระบายน้ำ

การคำนวณหาเวลาที่น้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำ

- ความลาดชันของพื้นที่ภายหลังพัฒนาโครงการยังคงมีความลาดชันเหมือนพื้นที่ก่อนการพัฒนาโครงการ
 $1:82 = 1.3 \%$
- ระยะทางที่น้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำที่ใกล้สุดประมาณ 23 เมตร หรือประมาณ 75 ฟุต นำค่าต่างๆ ไปหาใน Nomograph จะได้ค่า t_c ประมาณ 6 นาที (ดูภาพที่ 7.1)

เวลาที่น้ำไหลในท่อระบายน้ำ

$$\text{คำนวณจาก} = \frac{\text{ความยาวของท่อระบายน้ำจากจุดที่ใกล้ที่สุดของโครงการ}}{\text{ความเร็วของน้ำในท่อระบายน้ำช่วงหลังพัฒนาโครงการ}}$$

$$\begin{aligned} \text{ในที่นี้ความยาวของท่อระบายน้ำที่ยาวที่สุดของโครงการ} &\approx 180 \text{ เมตร} \\ \text{ความเร็วของน้ำในท่อระบายน้ำช่วงหลังพัฒนาโครงการ} &= 0.620 \text{ เมตร/วินาที} \\ \text{ดังนั้นเวลาที่น้ำไหลในท่อระบายน้ำ} &= 180/0.620 \\ &= 290 \text{ วินาที} \\ &\approx 5 \text{ นาที} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อนำค่าเวลารวมตัวของน้ำผิวดินบนพื้นที่ระบายน้ำและเวลาที่น้ำไหลในท่อระบายน้ำของโครงการ} \\ &= 6 + 5 \approx 11 \text{ นาที} \end{aligned}$$

(1) อัตราการไหลของน้ำผิวดิน

$$\begin{aligned} Q &= 0.278 \times CIA \times 10^{-6} \\ \text{แทนค่า} &= 0.278 \times 0.614 \times 154.6 \times 5,160 \times 10^{-6} \\ &= 0.14 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \end{aligned}$$

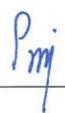
วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

(2) ปริมาณน้ำผิวดิน

$$\begin{aligned}
 V &= Q \times t_c \\
 Q &= \text{ปริมาณน้ำผิวดิน, ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\
 t_c &= \text{ระยะเวลาการรวมตัวของน้ำ} \\
 \text{แทนค่า} &= 0.14 \times 11 \times 60 \\
 &= 92.4 \text{ ลูกบาศก์เมตร}
 \end{aligned}$$

ในการควบคุมอัตราการระบายน้ำออกจากโครงการไม่ให้มีค่าไม่เกินก่อนพัฒนาโครงการ จะใช้ท่อคอนกรีต ขนาด 0.6 m. และบริเวณหน้าท่อนี้จะทำเป็นช่องเปิด เพื่อควบคุมอัตราการไหลไม่ให้เกินก่อนที่จะมีโครงการ ซึ่งสามารถคำนวณหาขนาดช่องเปิดได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } Q &= C \times A \times B \times (2g(H-B/2))^{0.5} \\
 Q &= \text{อัตราการระบายน้ำ (ลบ.ม./วินาที)} \\
 C &= \text{สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผ่านท่อระบายน้ำ} \\
 &= 0.6 \\
 g &= \text{ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก} \\
 &= 9.81 \text{ เมตร/วินาที}^2 \\
 H &= \text{ความสูงของระดับน้ำจากท้องที่ท่อระบายน้ำ} \\
 A &= \text{ความกว้างของช่องเปิด (m)} \\
 B &= \text{ความสูงของช่องเปิด (m)} \\
 Q_{full} &= \frac{0.312 \times D^{8/3} \times S^{1/2}}{n} \\
 V_{full} &= \frac{0.397 \times D^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \\
 Q_{full} &= \text{อัตราการไหลเต็มท่อ (ลบ.ม./วินาที)} \\
 V_{full} &= \text{ความเร็วในการไหลเต็มท่อ (ม./วินาที)} \\
 D &= \text{ขนาดท่อ (ม.)} \\
 S &= \text{ความลาดท่อ (m/m)} \\
 n &= \text{สัมประสิทธิ์ความขรุขระ}
 \end{aligned}$$

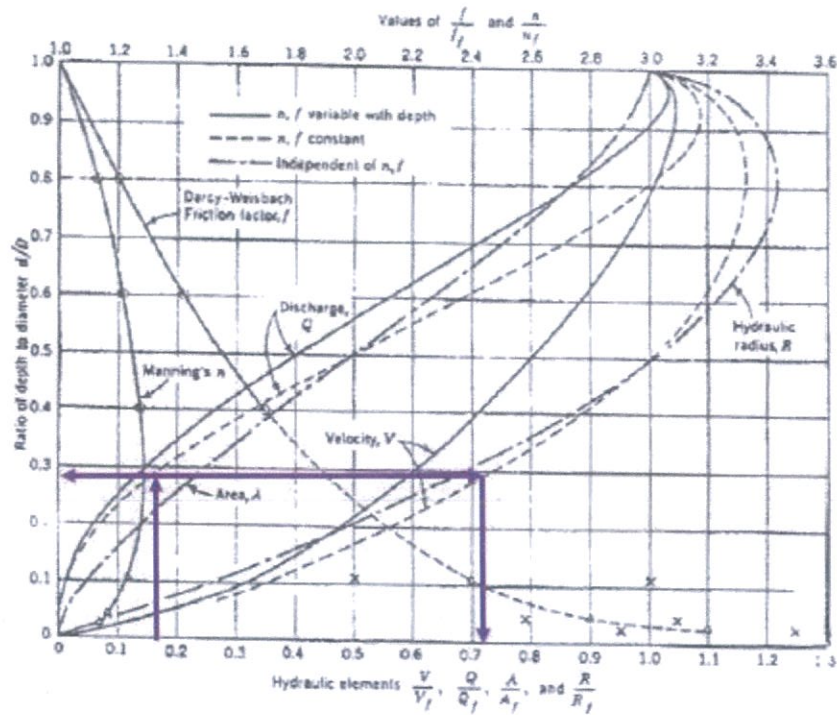
 วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

อัตราการระบายน้ำฝน ก่อนพัฒนาโครงการ ($Q_{ก่อน}$)	=	0.066 ลบ.ม./วินาที
กำหนดให้อัตราการระบายน้ำออกหลังพัฒนาโครงการ	=	อัตราการระบายน้ำฝน ก่อนพัฒนาโครงการ
	=	0.066 ลบ.ม./วินาที
เลือกใช้ขนาดท่อทางออกขนาด	=	0.6 ม.
ความลาดท่อทางออก	=	0.005 ม./ม.
สัมประสิทธิ์ความขรุขระ	=	0.015
Q_{full}	=	0.38 ลบ.ม./วินาที
Q/Q_{full}	=	0.17
d/D	=	0.29 (จากรูปที่ 7.12)
ระดับน้ำในท่อระบาย (d)	=	0.18 ม.
V_{full}	=	1.33 ม./วินาที
V/V_{full}	=	0.72 (จากรูปที่ 7.12)
V	=	0.96 ม./วินาที
บริเวณท่อทางออกจะทำเป็นช่องเปิด เพื่อควบคุมอัตราการระบายน้ำ		
เลือกใช้ขนาดช่องเปิด	A	= 0.3 ม.
	B	= 0.3 ม.
ระดับน้ำในท่อระบายน้ำ	=	0.2 ม.
อัตราการไหลที่แท้จริงในท่อระบายน้ำ	=	0.053 ลบ.ม./วินาที
	<	0.066 ลบ.ม./วินาที

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44



ภาพที่ 7.2 ลักษณะสมบัติทางชลศาสตร์ (Hydraulic Element) ของท่อกลม

ที่มา: ธงชัย พรรณสวัสดิ์, คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน, สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์ และ สมาคมวิศวกรสิ่งแวดลอมไทย หน้า 144

วิศวกรผู้รับรอง

Pmj

(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

- (3) ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่โครงการในช่วงฝนตกต้องไม่เกินอัตราการระบายน้ำก่อนพัฒนาโครงการ 0.066 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ในที่นี้โครงการควบคุมอัตราการระบายน้ำออกจากโครงการด้วยท่อ ค.ส.ล. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เมตร โดยมีช่องเปิดขนาด ความสูง 0.3 เมตร ความกว้าง 0.3 เมตร อัตราการระบายน้ำ 0.053 ลูกบาศก์เมตร/วินาที
- จึงมีปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องหน่วงดังนี้

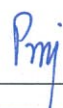
$$\begin{aligned}
 V &= Q \times t_c \\
 Q &= \text{ปริมาณน้ำผิวดิน, ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\
 t_c &= \text{ระยะเวลาการรวมตัวของน้ำ} \\
 \text{แทนค่า} &= 0.053 \times 11 \times 60 \\
 &= 34.98 \text{ ลูกบาศก์เมตร}
 \end{aligned}$$

- (4) ปริมาณน้ำที่ต้องหน่วง (2)-(3)

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่า} &= 92.4 - 34.98 \\
 &= 57.42 \text{ ลูกบาศก์เมตร}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น โครงการจะต้องหน่วงน้ำไว้ในพื้นที่โครงการไม่น้อยกว่า 57.42 ลูกบาศก์เมตร

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

7.1.3 ความสามารถในการหน่วงน้ำด้วยท่อระบายน้ำในโครงการ

เพื่อลดการใช้พลังงาน ทางโครงการได้ใช้วิธีการหน่วงน้ำด้วยท่อระบายน้ำในโครงการแทน มีรายละเอียดการประเมินความสามารถในการเก็บน้ำของท่อระบายน้ำในโครงการดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } V &= \frac{\pi D^2 H}{4} \\ \text{เมื่อ } V &= \text{ปริมาตรเก็บกัก ; ลบ.ม.} \\ D &= \text{ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ ; ม.} \\ H &= \text{ความยาวท่อ ; ม.} \end{aligned}$$

ความสามารถในการเก็บกักน้ำของท่อระบายน้ำขนาด ϕ 0.4 เมตร ความยาว 200 เมตร

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } V &= [\pi (0.4^2) \times 200] / 4 \\ &= 25.13 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$

ความสามารถในการเก็บกักน้ำของท่อระบายน้ำขนาด ϕ 0.6 เมตร ความยาว 208 เมตร

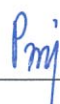
$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } V &= [\pi (0.6^2) \times 208] / 4 \\ &= 58.81 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$

รวมปริมาตรการกักเก็บน้ำในเส้นท่อที่ 100% ของปริมาตรท่อและความยาวทั้งหมดได้ 83.94 ลูกบาศก์เมตร

รวมปริมาตรการกักเก็บน้ำในเส้นท่อที่ 70% ของปริมาตรท่อและความยาวทั้งหมดได้ 58.76 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น เลือกปริมาตรการหน่วงที่ 70% ของปริมาตรทั้งหมดที่การหน่วงในเส้นท่อทำได้ จึงได้ว่าท่อระบายน้ำในพื้นที่โครงการสามารถรองรับน้ำได้ประมาณ 58.76 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเพียงพอในการรองรับปริมาณน้ำฝนส่วนเกินที่โครงการจะต้องหน่วงไว้ที่ 57.42 ลูกบาศก์เมตร

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไซยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

7.2 พื้นที่จอดรถ

สูตรที่ใช้คำนวณอัตราการระบายน้ำในโครงการ

$$Q = 0.278 \times CIA \times 10^{-6}$$

โดยที่

$$Q = \text{อัตราการไหลนองของน้ำฝน (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)}$$

$$C = \text{ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของน้ำฝน}$$

$$= 0.3 \text{ คิดในกรณีที่ยังไม่มีสิ่งปลูกสร้าง (ดูตารางที่ 7.1)}$$

$$= 0.5-0.7 \text{ สำหรับช่วงเปิดดำเนินการ (ดูตารางที่ 7.1)}$$

$$I_5 = \text{อัตราความเข้มฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)}$$

$$I_5 = 154.6 \text{ มิลลิเมตร/ชั่วโมง (ตารางที่ 7.2)}$$

(เลือกใช้ค่าความเข้มฝนที่เกิดขึ้นสูงสุดในคาบอุบัติ 5 ปี ช่วงเวลา 15 นาทีแรกที่ฝนตก ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเข้มฝนสูงสุด เนื่องจากที่ตั้งของโครงการใกล้เคียงกับอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี และอำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง แต่เมื่อเทียบค่าปริมาณน้ำฝนแล้วพบว่า ค่าปริมาณน้ำฝนของอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี มีค่ามากกว่าจึงเลือกใช้สถิติความเข้มฝนของอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีแทน)

$$A = \text{พื้นที่ระบายน้ำ, ตารางเมตร (1,752 ตารางเมตร)}$$

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

ตารางที่ 7.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลนองของพื้นที่รับน้ำฝนในลักษณะต่าง ๆ

เขตการใช้ของพื้นที่	สัมประสิทธิ์ ของการไหลนอง (C)	ลักษณะพื้นที่ผิว	สัมประสิทธิ์ ของการไหลนอง (C)
เขตธุรกิจ		ยางมะตอยหรือคอนกรีต	0.70 - 0.95
ใจกลาง	0.70 - 0.95	อิฐหรือตัวหนอนปูพื้น	0.70 - 0.85
รอบ ๆ บริเวณ	0.50 - 0.70	หลังคา	0.75 - 0.95
เขตพื้นที่พักอาศัย		สนาม (แบบดินทราย)	
ครอบครัวเดียว	0.30 - 0.50	เรียบมีความลาด 2%	0.05 - 0.1
หลายครอบครัวแยกกัน	0.40 - 0.60	ความลาด 2-7%	0.1 - 0.15
หลายครอบครัวติดกัน	0.60 - 0.75	ชั้นความลาด 7% ขึ้นไป	
ชานเมือง	0.25 - 0.40	สนาม (แบบดินแน่น)	
<u>อพาร์ทเมนต์</u>	<u>0.50 - 0.70</u>	เรียบมีความลาด 2%	0.13 - 0.17
เขตอุตสาหกรรม	0.0333	ความลาด 2-7%	0.18 - 0.22
ขนาดเบา	0.50 - 0.80	ชั้นความลาด 7% ขึ้นไป	0.25 - 0.35
ขนาดหนัก	0.60 - 0.90	แหล่งน้ำ (ผิวดิน)	1.00
เขตสวนสาธารณะ	0.10 - 0.25		
เขตสนามเด็กเล่น	0.20 - 0.35		
เขตชุมชนทางสถานีรถไฟ	0.20 - 0.35		
<u>เขตกร้าง</u>	<u>0.10 - 0.30</u>		

ที่มา : ธงชัยพรรณสวัสดิ์. คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมสิ่งแวดล้อมไทย, 2538.

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

ตารางที่ 7.2 ความเข้มฝน (มม./ชม.) สำหรับช่วงเวลาและคาบอุบัติ (Return Period) ของฝนลักษณะต่าง ๆ ของอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

เวลา (ชม.)	ความเข้มฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)								
	2 ปี	5 ปี	10 ปี	25 ปี	50 ปี	100 ปี	200 ปี	500 ปี	1000 ปี
0.25	109.9	154.6	184.1	221.4	249.1	276.6	304.0	340.1	367.4
0.5	69.2	91.7	106.7	125.6	139.6	153.5	167.4	185.7	199.5
0.75	60.0	72.4	80.7	91.1	98.8	106.4	114.1	124.1	131.7
1	48.4	58.7	65.5	74.2	80.6	86.9	93.3	101.6	108.0
2	26.9	34.9	40.1	46.8	51.7	56.6	61.5	68.0	72.8
3	18.3	24.2	28.1	33.1	36.7	40.4	44.0	48.8	52.4
6	9.5	12.0	13.8	15.9	17.5	19.1	20.7	22.8	24.4
12	5.2	6.8	7.8	9.2	10.1	11.1	12.1	13.3	14.3
24	3.0	4.0	4.7	5.5	6.1	6.7	7.3	8.1	8.7

ที่มา : กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ฝน และเปอร์เซ็นต์การแผ่กระจายของปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ของอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

7.2.1 อัตราการระบายน้ำช่วงก่อนพัฒนาโครงการ

- พิจารณาลักษณะของพื้นที่โครงการเดิมเป็นพื้นที่รกร้างมีพืชปกคลุมด้วยหญ้า (Woodland)
 - ความลาดชันของพื้นที่เดิมในจุดที่มีความลาดชันเฉลี่ย ประมาณ 0.7 องศา หรือ $1:82 = 1.3 \%$
 - ระยะทางจากจุดเริ่มต้นถึงจุดระบายน้ำ, ฟุต (ประมาณ 97 เมตร หรือประมาณ 318 ฟุต)
(1 เมตร = 3.281 ฟุต)
- นำค่าต่างๆ ไปหาใน Nomograph จะได้ค่า $tc_{\text{ก่อน}}$ ประมาณ 30 นาที

โดยอัตราการระบายน้ำและปริมาณน้ำผิวดินในช่วงก่อน และหลังพัฒนาโครงการของพื้นที่ส่วนต่างๆในโครงการ สามารถคำนวณจากสูตรดังนี้

(1) อัตราการไหลของน้ำผิวดินก่อนพัฒนาโครงการ

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.278 \times CIA \times 10^{-6} \\
 \text{แทนค่า} &= 0.278 \times 0.3 \times 154.6 \times 1,752 \times 10^{-6} \\
 &= 0.022 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที}
 \end{aligned}$$

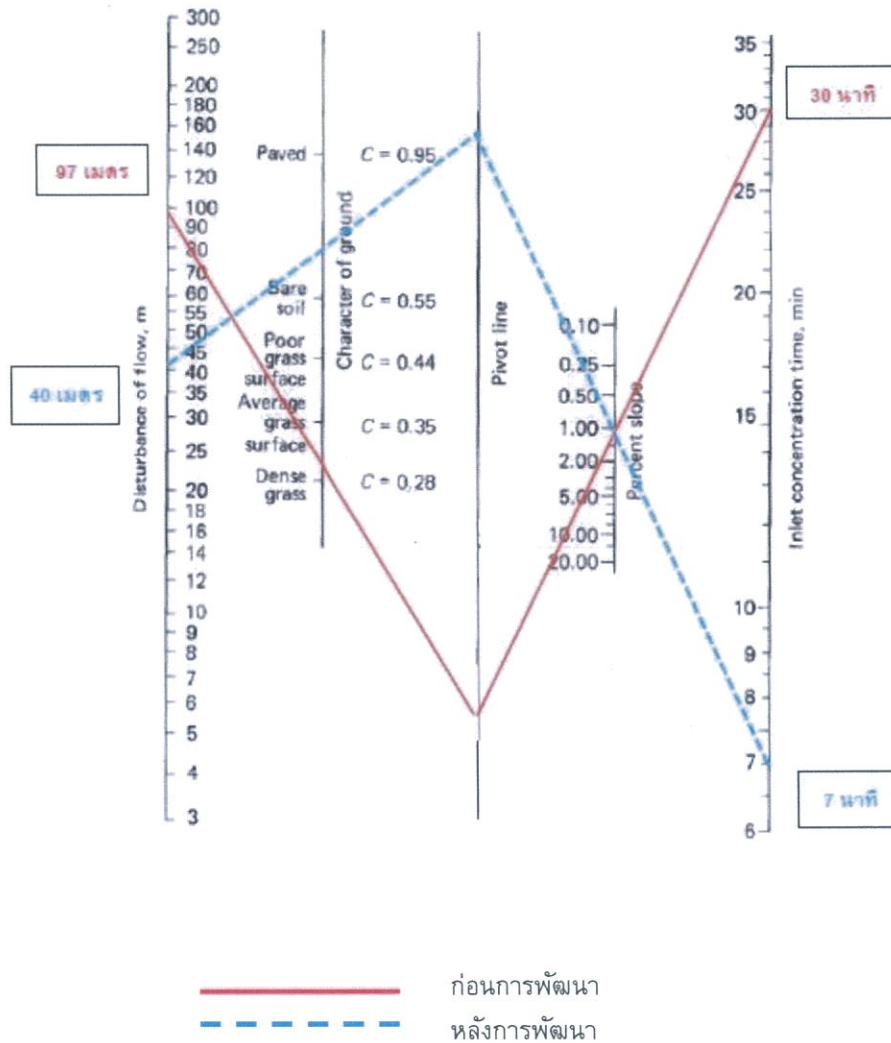
(2) ปริมาณน้ำผิวดินก่อนพัฒนาโครงการ

$$\begin{aligned}
 V &= Q \times tc \\
 Q &= \text{ปริมาณน้ำผิวดิน, ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\
 t_c &= \text{ระยะเวลาการรวมตัวของน้ำ} \\
 \text{แทนค่า} &= 0.022 \times 30 \times 60 \\
 &= 39.6 \text{ ลูกบาศก์เมตร}
 \end{aligned}$$

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44



ภาพที่ 7.2 โมโนกราฟสำหรับการหาเวลาไหลของบนพื้นที่ผิวก่อนเข้าท่อ

7.2.2 อัตราการระบายน้ำช่วงหลังพัฒนาโครงการ

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่จากเดิมเป็นพื้นที่ป่า เมื่อมีการพัฒนาโครงการเป็นพื้นที่จอดรถโดยส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยพื้นผิวคอนกรีต จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของน้ำฝน (ค่า C) ที่ตกลงมาบริเวณพื้นที่โครงการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ในที่นี้ใช้ค่า $C = 0.656$

ทั้งนี้ สามารถคำนวณหาระยะเวลาการรวมตัวของน้ำหลังพัฒนาโครงการ (t_c) เพื่อนำไปใช้คำนวณอัตราการระบายน้ำ และปริมาณน้ำผิวดิน โดยนำข้อมูลลักษณะของพื้นที่โครงการในภาพรวมนำไปหาใน Nomograph สำหรับการหาเวลาการรวมตัวของน้ำผิวดินก่อนไหลออกจากพื้นที่ระบายน้ำดังภาพที่ 7.1 มีรายละเอียดดังนี้

เวลาการรวมตัวของน้ำ (t_c) = เวลาที่น้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำ + เวลาที่น้ำไหลในท่อระบายน้ำ

คำนวณหาเวลาที่น้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำ

- ความลาดชันของพื้นที่ภายหลังพัฒนาโครงการยังคงมีความลาดชันเหมือนพื้นที่ก่อนการพัฒนาโครงการ
 $1:82 = 1.3 \%$
- ระยะทางที่น้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำที่ไกลสุดประมาณ 40 เมตร หรือประมาณ 131 ฟุต นำค่าต่างๆ ไปหาใน Nomograph จะได้ค่า t_c ประมาณ 7 นาที (ดูภาพที่ 7.1)

เวลาที่น้ำไหลในท่อระบายน้ำ

คำนวณจาก = $\frac{\text{ความยาวของท่อระบายน้ำจากจุดที่ไกลที่สุดของโครงการ}}{\text{ความเร็วของน้ำในท่อระบายน้ำช่วงหลังพัฒนาโครงการ}}$

ในที่นี้ความยาวของท่อระบายน้ำที่ยาวที่สุดของโครงการ	$\approx$	147 เมตร
ความเร็วของน้ำในท่อระบายน้ำช่วงหลังพัฒนาโครงการ	=	0.620 เมตร/วินาที
ดังนั้นเวลาที่น้ำไหลในท่อระบายน้ำ	=	$147/0.620$
	=	237 วินาที
	$\approx$	4 นาที

เมื่อนำค่าเวลาการรวมตัวของน้ำผิวดินบนพื้นที่ระบายน้ำและเวลาที่น้ำไหลในท่อระบายน้ำของโครงการ
 $= 7 + 4 \approx 11$ นาที

(1) อัตราการไหลของน้ำผิวดิน

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.278 \times CIA \times 10^{-6} \\
 \text{แทนค่า} &= 0.278 \times 0.656 \times 154.6 \times 1,752 \times 10^{-6} \\
 &= 0.05 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที}
 \end{aligned}$$

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

(2) ปริมาณน้ำผิวดิน

$$\begin{aligned}
 V &= Q \times t_c \\
 Q &= \text{ปริมาณน้ำผิวดิน, ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\
 t_c &= \text{ระยะเวลาการรวมตัวของน้ำ} \\
 \text{แทนค่า} &= 0.05 \times 11 \times 60 \\
 &= 33 \text{ ลูกบาศก์เมตร}
 \end{aligned}$$

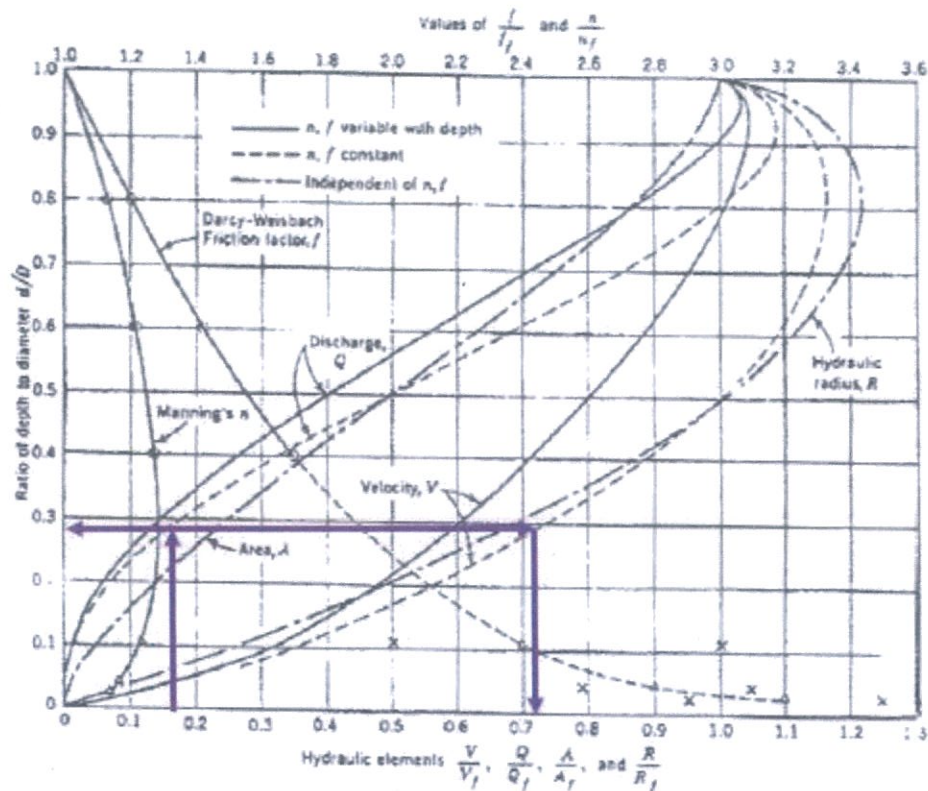
ในการควบคุมอัตราการระบายน้ำออกจากโครงการไม่ให้มีค่าไม่เกินก่อนพัฒนาโครงการ จะใช้ท่อคอนกรีต ขนาด 0.4 m. และบริเวณหน้าท่อนี้จะทำเป็นช่องเปิด เพื่อควบคุมอัตราการไหลไม่ให้เกินก่อนที่จะมีโครงการ ซึ่งสามารถคำนวณหาขนาดช่องเปิดได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } Q &= C \times A \times B \times (2g(H-B/2))^{0.5} \\
 Q &= \text{อัตราการระบายน้ำ (ลบ.ม./วินาที)} \\
 C &= \text{สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผ่านท่อระบายน้ำ} \\
 &= 0.6 \\
 g &= \text{ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก} \\
 &= 9.81 \text{ เมตร/วินาที}^2 \\
 H &= \text{ความสูงของระดับน้ำจากท้องที่ระบายน้ำ} \\
 A &= \text{ความกว้างของช่องเปิด (m)} \\
 B &= \text{ความสูงของช่องเปิด (m)} \\
 Q_{full} &= \frac{0.312 \times D^{8/3} \times S^{1/2}}{n} \\
 V_{full} &= \frac{0.397 \times D^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \\
 Q_{full} &= \text{อัตราการไหลเต็มท่อ (ลบ.ม./วินาที)} \\
 V_{full} &= \text{ความเร็วในการไหลเต็มท่อ (ม./วินาที)} \\
 D &= \text{ขนาดท่อ (ม.)} \\
 S &= \text{ความลาดท่อ (m/m)} \\
 n &= \text{สัมประสิทธิ์ความขรุขระ}
 \end{aligned}$$

 วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

อัตราการระบายน้ำฝน ก่อนพัฒนาโครงการ ($Q_{ก่อน}$)	=	0.022 ลบ.ม./วินาที
กำหนดให้อัตราการระบายน้ำออกหลังพัฒนาโครงการ	=	อัตราการระบายน้ำฝน ก่อนพัฒนาโครงการ
	=	0.022 ลบ.ม./วินาที
เลือกใช้ขนาดท่อทางออกขนาด	=	0.4 ม.
ความลาดท่อทางออก	=	0.005 ม./ม.
สัมประสิทธิ์ความขรุขระ	=	0.015
Q_{full}	=	0.13 ลบ.ม./วินาที
Q/Q_{full}	=	0.17
d/D	=	0.29 (จากรูปที่ 7.12)
ระดับน้ำในท่อระบาย (d)	=	0.12 ม.
V_{full}	=	1.02 ม./วินาที
V/V_{full}	=	0.72 (จากรูปที่ 7.12)
V	=	0.73 ม./วินาที
บริเวณท่อทางออกจะทำเป็นช่องเปิด เพื่อควบคุมอัตราการระบายน้ำ		
เลือกใช้ขนาดช่องเปิด	A	= 0.15 ม.
	B	= 0.2 ม.
ระดับน้ำในท่อระบายน้ำ	=	0.15 ม.
อัตราการไหลที่แท้จริงในท่อระบายน้ำ	=	0.018 ลบ.ม./วินาที
	<	0.022 ลบ.ม./วินาที

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44



ภาพที่ 7.2 ลักษณะสมบัติทางชลศาสตร์ (Hydraulic Element) ของท่อกลม

ที่มา: รัชชัย พรหมสวัสดิ์, คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน, สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์ และ สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย หน้า 144

วิศวกรผู้รับรอง

Pmj

(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

- (3) ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่โครงการในช่วงฝนตกต้องไม่เกินอัตราการระบายน้ำก่อนพัฒนาโครงการ 0.022 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ในที่นี้โครงการควบคุมอัตราการระบายน้ำออกจากโครงการด้วยท่อ ค.ส.ล. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เมตร โดยมีช่องเปิดขนาด ความสูง 0.2 เมตร ความกว้าง 0.15 เมตร อัตราการระบายน้ำ 0.018 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จึงมีปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องหน่วงดังนี้

$$\begin{aligned} V &= Q \times t_c \\ Q &= \text{ปริมาณน้ำผิวดิน, ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\ t_c &= \text{ระยะเวลาการรวมตัวของน้ำ} \\ \text{แทนค่า} &= 0.018 \times 11 \times 60 \\ &= 11.88 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$

- (4) ปริมาณน้ำที่ต้องหน่วง (2)-(3)
แทนค่า = 33 – 11.88
= 21.12 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น โครงการจะต้องหน่วงน้ำไว้ในพื้นที่โครงการไม่น้อยกว่า 21.12 ลูกบาศก์เมตร

7.2.3 ความสามารถในการหน่วงน้ำด้วยท่อระบายน้ำในโครงการ

เพื่อลดการใช้พลังงาน ทางโครงการได้ใช้วิธีการหน่วงน้ำด้วยท่อระบายน้ำในโครงการแทน มีรายละเอียดการประเมินความสามารถในการเก็บน้ำของท่อระบายน้ำในโครงการดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } V &= \frac{\pi D^2 H}{4} \\ \text{เมื่อ } V &= \text{ปริมาตรเก็บกัก ; ลบ.ม.} \\ D &= \text{ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ ; ม.} \\ H &= \text{ความยาวท่อ ; ม.} \end{aligned}$$

ความสามารถในการเก็บกักน้ำของท่อระบายน้ำขนาด ϕ 0.4 เมตร ความยาว 250 เมตร

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } V &= [\pi (0.4^2) \times 250] / 4 \\ &= 31.41 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$

รวมปริมาตรการกักเก็บน้ำในเส้นท่อที่ 100% ของปริมาตรท่อและความยาวทั้งหมดได้ 31.41 ลูกบาศก์เมตร
รวมปริมาตรการกักเก็บน้ำในเส้นท่อที่ 70% ของปริมาตรท่อและความยาวทั้งหมดได้ 21.99 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น เลือกปริมาตรการหน่วงที่ 70% ของปริมาตรทั้งหมดที่การหน่วงในเส้นท่อทำได้ จึงได้ว่าท่อระบายน้ำในพื้นที่โครงการสามารถรองรับน้ำได้ประมาณ 21.99 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเพียงพอในการรองรับปริมาณน้ำฝนส่วนเกินที่โครงการจะต้องหน่วงไว้ที่ 21.12 ลูกบาศก์เมตร

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม
ตามพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. ๒๕๕๒



ชื่อ-สกุล นายไพโรจน์ ไชยมงคล
เลขประจำตัวประชาชน 5501990021944
ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขา สิ่งแวดล้อม
ระดับ **สามัญวิศวกร** เลขทะเบียน ศส.44
วันอนุญาต 9 มี.ค. 2557 วันสิ้นอายุ 8 มี.ค. 2562
ประเภทสมาชิก สามัญ เลขที่ 125488
วันออกบัตร 25 ก.พ. 2557 บัตรหมดอายุ 8 มี.ค. 2562

ผู้ได้รับใบอนุญาต

ใช้สำหรับประกอบการยื่นขออนุญาตก่อสร้าง
โครงการ วีซี โฮเทล แอนด์ เรสซิเดนซ์ เท่านั้น



098871

Pichai