
ภาคผนวกที่ 4

รายการคำนวณประกอบรายงาน
บริษัท อีโคซิสเต็ม เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด

รายการคำนวณช่วงก่อสร้าง

● ช่วงก่อสร้าง

บริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

1) ปริมาณน้ำใช้จากคนงานก่อสร้าง

- จำนวนคนงานก่อสร้างประมาณ	=	200	คน
- อัตราการผลิต	=	35	ลิตร/คน/วัน
ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำของคนงานก่อสร้าง	=	(35 x 200)/1,000	
	=	7.0	ลบ.ม./วัน
- อัตราการใช้น้ำสำหรับการก่อสร้าง	=	7.0	ลบ.ม./วัน
ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำรวมช่วงก่อสร้าง	=	7.0+7.0	ลบ.ม./วัน
	=	14.0	ลบ.ม./วัน

2) ปริมาณขยะจากคนงานก่อสร้าง

- จำนวนคนงานก่อสร้างประมาณ	=	200	คน
- อัตราการผลิตขยะ	=	1.5	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณขยะที่เกิดขึ้น	=	1.5 x 200	
	=	300	ลิตร/วัน

3) ความจุของถังรองรับขยะจากคนงานก่อสร้าง

- ขนาดของถังขยะ 150 ลิตร x 6 ถัง	=	900	ลิตร
- ระยะเวลาถังเก็บ	=	900	
		<hr/>	
	=	3.0	วัน

บริเวณบ้านพักคนงาน

1) ปริมาณน้ำใช้จากคนงานก่อสร้าง

- จำนวนคนงานก่อสร้างประมาณ = 200 คน
- อัตราการผลิต = 150 ลิตร/คน/วัน
- ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำของคนงานก่อสร้าง = $(150 \times 200)/1,000$
= 30.0 ลบ.ม./วัน

2) ปริมาณขยะจากคนงานก่อสร้าง

- จำนวนคนงานก่อสร้างประมาณ = 200 คน
- อัตราการผลิตขยะ = 1.5 ลิตร/คน/วัน
- ปริมาณขยะที่เกิดขึ้น = 1.5×200
= 300 ลิตร/วัน

3) ความจุของถังรองรับขยะจากคนงานก่อสร้าง

- ขนาดของถังขยะ 150 ลิตร x 6 ถัง = 900 ลิตร
- ระยะเวลาที่เก็บ = $\frac{900}{300}$
= 3.0 วัน

รายการคำนวณช่วงเปิดดำเนินการ

● ปริมาณการใช้น้ำ

1. ห้องชุดพักอาศัย

- ห้องชุด ขนาดน้อยกว่า 35 ตร.ม.	=	13	ห้อง
- จำนวนผู้พักอาศัย	=	3	คน/ห้อง
	=	39	คน
- ห้องชุด ขนาดมากกว่า 35 ตร.ม.	=	178	ห้อง
- จำนวนผู้พักอาศัย	=	5	คน/ห้อง
	=	890	คน
- ร้านค้า 275.78 ตร.ม.	=	28	คน
- โครงการมีผู้พักอาศัยทั้งหมด	=	957	คน
- อัตราการใช้น้ำ	=	200	ลิตร/คน/วัน

(สำนักงานโยธาและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542)

- ปริมาณการใช้น้ำ	=	957×200	
		<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	
		1,000	
	=	191.4	ลบ.ม./วัน

2. ส่วนสรวายน้ำ และห้องออกกำลังกาย

- จำนวนผู้ใช้บริการ	=	100	คน
- อัตราการใช้น้ำ	=	30	ลิตร/คน/วัน

(สำนักงานโยธาและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542)

- ปริมาณการใช้น้ำ	=	100×30	
		<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	
		1,000	
	=	3.0	ลบ.ม./วัน

ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดของโครงการ	=	191.4+3.0	
	=	194.4	ลบ.ม./วัน
	=	8.10	ลบ.ม./ชั่วโมง

อัตราการใช้น้ำสูงสุด (2.25 เท่าของอัตราน้ำเฉลี่ยเป็นชั่วโมง)	=	8.10×2.25	
	=	18.23	ลบ.ม./ชั่วโมง

● ปริมาณน้ำใช้สำรอง

- ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย	=	194.4	ลบ.ม./วัน
- คิดเป็นปริมาณการใช้น้ำสูงสุดต่อชั่วโมง	=	18.23	ลบ.ม./ชั่วโมง
- ถึงสำรองเก็บน้ำได้ติดตั้งระดับให้จุน้ำได้	=	366	ลบ.ม.
- ถึงสำรองเก็บน้ำคาดฟ้าติดตั้งระดับให้จุน้ำได้	=	60	ลบ.ม.

- รวมทั้ง 2 ดัง (ไม่รวมน้ำสำหรับดับเพลิง) = 276 ลบ.ม.
- ดังนั้นสามารถสำรองน้ำใช้ทั่วไปได้นาน = $276/18.23$ ชั่วโมง
= 15.14 ชั่วโมง

● ปริมาณสำรองน้ำใช้เพื่อการดับเพลิง

หัวฉีดน้ำดับเพลิง และระบบดับเพลิงอัตโนมัติ

- จำนวนท่อยื่นหลัก = 2 ท่อยื่น
- ปริมาณการส่งจ่ายน้ำ 30 ลิตร/วินาที สำหรับท่อยื่นแรกและไม่น้อยกว่า 15 ลิตร/วินาที สำหรับท่อยื่นที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่จำเป็นต้องมากกว่า 95 ลิตร/วินาที : จากกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) ออกตามในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522
- ดังนั้นคิดเป็นปริมาณการส่งจ่ายน้ำดับเพลิงรวม
= 45 ลิตร/วินาที
= 162 ลบ.ม./ชั่วโมง
- ปริมาณน้ำที่จะต้องสำรองดับเพลิงเพื่อให้ใช้ดับเพลิงได้นาน 30 นาที
= 81 ลบ.ม.
- โครงการสำรองน้ำไว้ในถังเก็บน้ำใต้ดิน 150 ลบ.ม.
- สามารถจ่ายน้ำดับเพลิงได้นาน $(150/162) = 0.93$ ชั่วโมง
= 55.8 นาที
= 55 นาที 48 วินาที

● ปริมาณการผลิตขยะ

1. ขยะจากห้องพักอาศัย

- จำนวนห้องพักทั้งหมด = 191 ห้อง
- ห้องชุด ขนาดน้อยกว่า 35 ตร.ม. = 13 ห้อง
- จำนวนผู้พักอาศัย = 3 คน/ห้อง
= 39 คน
- ห้องชุด ขนาดมากกว่า 35 ตร.ม. = 178 ห้อง
- จำนวนผู้พักอาศัย = 5 คน/ห้อง
= 890 คน
- ราน้ำ 275.78 ตร.ม. = 28 คน
- จำนวนผู้พักอาศัยรวม = 957 คน
- อัตราการผลิตขยะ = 3.0 ลิตร/คน/วัน
- ดังนั้นปริมาณขยะจากห้องพักอาศัย = 3.0×957
= 2,871 ลิตร/วัน

3. สระว่ายน้ำและห้องออกกำลังกาย

- จำนวนผู้ใช้บริการ	=	100	คน
- อัตราการผลิตขยะ	=	3.0	ลิตร/คน/วัน
ดังนั้นปริมาณขยะจากสระว่ายน้ำ	=	3.0 x 100	
และห้องออกกำลังกาย	=	300	ลิตร/วัน

ปริมาณขยะจากพื้นที่โครงการ	=	2,871 + 300	
	=	3,171	ลิตร/วัน
	=	3.171	ลบ.ม./วัน

4. ขยะอันตราย

- ชยะชุมชนมีขยะอันตรายปนเปื้อนประมาณร้อยละ 0.35 ของปริมาณทั้งหมด (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม “เคล็ดลับในการจัดการขยะ”, พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพมหานคร, พ.ศ.2543)

ปริมาณขยะอันตราย	=	$\frac{3.171 \times 0.35}{100}$	
	=	0.0111	ลบ.ม.

5. ที่พักขยะรวมของโครงการ

โครงการจัดให้มีที่พักขยะรวมจำนวน 1 แห่ง อยู่บริเวณด้านข้างอาคารทางทิศตะวันตกของโครงการ ภายในแยกเป็นห้องพักขยะเปียกและห้องพักขยะแห้ง อย่างละ 1 ห้อง มีขนาดดังนี้

1. ห้องพักขยะเปียก

- ความจุของห้องพักขยะ	=	6.57	ลบ.ม.
-----------------------	---	------	-------

2. ห้องพักขยะแห้ง

- ความจุของห้องพักขยะ	=	7.58	ลบ.ม.
-----------------------	---	------	-------

3. รวมความจุห้องพักขยะทั้ง 2 ห้อง	=	14.15	ลบ.ม.
-----------------------------------	---	-------	-------

- สามารถกักเก็บขยะของโครงการได้นาน	=	$\frac{14.15}{3.171}$	
	=	4.46	วัน

รายการคำนวณ ระบบบันไดหนีไฟ และเวลาหนีไฟ ระยะทางที่ไกลสุด

มาตรฐานรายการคำนวณ ระยะเวลาการหนีไฟ ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535)

ออกตามความในพระราชบัญญัติ ควบคุมอาคาร 2522 วรรค 2 ระบบบันไดหนีไฟ

ต้องแสดงรายการคำนวณให้เห็นว่าสามารถใช้ลำเลียงบุคคลทั้งหมดในอาคาร

ออกนอกอาคารได้ภายใน 1 ชั่วโมง (60 นาที) โดยมาตรฐานการคำนวณ

ค่ามาตรฐานในการคำนวณ

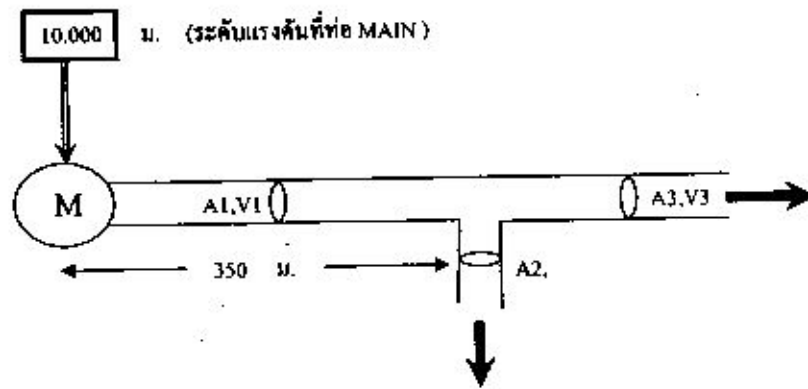
1 อัตราความเร็วในการเดินของคน	25.00	เมตร/นาที
2 ระยะทางไกลสุด ของชั้นสูงสุดถึงบันได	20.00	เมตร
3 อัตราการระบายคน ผ่านบันไดหนีไฟ	60.00	คน/นาที
4 ระยะเดินระหว่างชั้น ในบันไดหนีไฟ	10.00	เมตร
ลักษณะอาคาร ชุดพักอาศัย และอาคารจอดรถ และจำนวนห้องพัก		
อาคารชุดพักอาศัย โนเบิล รีฟอร์ม คอนโดมิเนียม		
5 จำนวน ผู้ใช้อาคาร	957	คน
6 ความกว้างบันไดหนีไฟ (บันไดหลัก)	1.50	เมตร
7 ความกว้างบันไดหนีไฟ	0.90	เมตร
8 รวม ความกว้างบันไดทั้งสิ้น	2.40	เมตร
9 ความสูงของอาคาร	22.00	ชั้น
10 ความสูงอาคาร โดยเฉลี่ย	3.00	เมตร
11 รวมความสูงอาคาร ถึงชั้นบนสุด	76.85	เมตร
12 คนที่ไกลที่สุดใช้เวลา ในการเดินสู่บันไดหนีไฟ	0.80	นาที (20/25)
13 เวลา ที่คนบนชั้นสูงสุด ถึงชั้น 1 ผ่านเข้าสู่บันไดทั้ง 2 =	จำนวนคน/จำนวนบันไดหนีไฟ/อัตราการระบายคน	
14 เวลาที่ใช้ในการหนีไฟ =	7.98	นาที (957/2/60)
15 เวลาที่ คนชั้นสูงสุด ลงสู่พื้น	ระยะทางต่อชั้น x จำนวนชั้น / ความเร็วในการเดินของคน	
16 เวลาที่ใช้ในการหนีไฟ ของคนชั้นสูงสุดที่สุด =	8.80	นาที (10x22/25)
17 รวมใช้เวลาในการหนีไฟทั้งหมด 12 + 14 + 16	17.58	นาที

สรุป ระยะเวลาในการ หนีไฟ ของอาคาร สูง 22 ชั้น พักอาศัย

มีระยะเวลาในการหนีไฟตามรายการคำนวณ ระยะเวลา และระยะทางที่ไกลที่สุดในการหนีไฟ

มีระยะเวลา ในการหนีไฟ ไม่เกิน 60 นาที

รายการคำนวณแรงดันน้ำที่ท่อประปาของโครงการอาคารชุด “โนเบิล รีฟอร์ม คอนโดมิเนียม”



ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

กำหนดให้

น้ำประปาที่ MAIN หลักของการประปานครหลวงเพียงพอต่อความต้องการของประชากร และท่อประปา MAIN ต่อเป็นท่อแขนงแนวเส้นตรง

ขนาดท่อประปา MAIN หน้าพื้นที่โครงการ	=	200	มม.
พื้นที่หน้าตัดของท่อ MAIN (A1, A3)	=	0.0314	ตร.ม.
กำหนดให้ความเร็วในเส้นท่อ (ไม่มีการใช้น้ำจากโครงการ)	=	1.00	ม./วินาที
ความยาวของท่อ MAIN - หน้าโครงการ	=	350	ม.

ขนาดท่อน้ำประปา ที่เข้าสู่โครงการ	=	75	มม.
พื้นที่หน้าตัดของท่อประปา (A2)	=	0.0044	ตร.ม.
อัตราการใช้น้ำของโครงการ	=	0.7	ลบ.ม./ชม
	=	0.0024	ลบ.ม./วินาที
ความเร็วในเส้นท่อประปาเข้าสู่โครงการ (V2)	=	0.5452	ม./วินาที

1 สมการความต่อเนื่อง

สมการความต่อเนื่อง (equation of continuity)

$$A1V1 = A2V2 + A3V3$$

$$\text{ความเร็วในท่อ MAIN เมื่อมีการพัฒนาโครงการ (V1)} = \frac{(A2V2 + A3V3)A1}{A1}$$

$$= 1.0767 \text{ ม./วินาที}$$

2 สมการเบอร์นูลลี (Bernoulli's Equation)

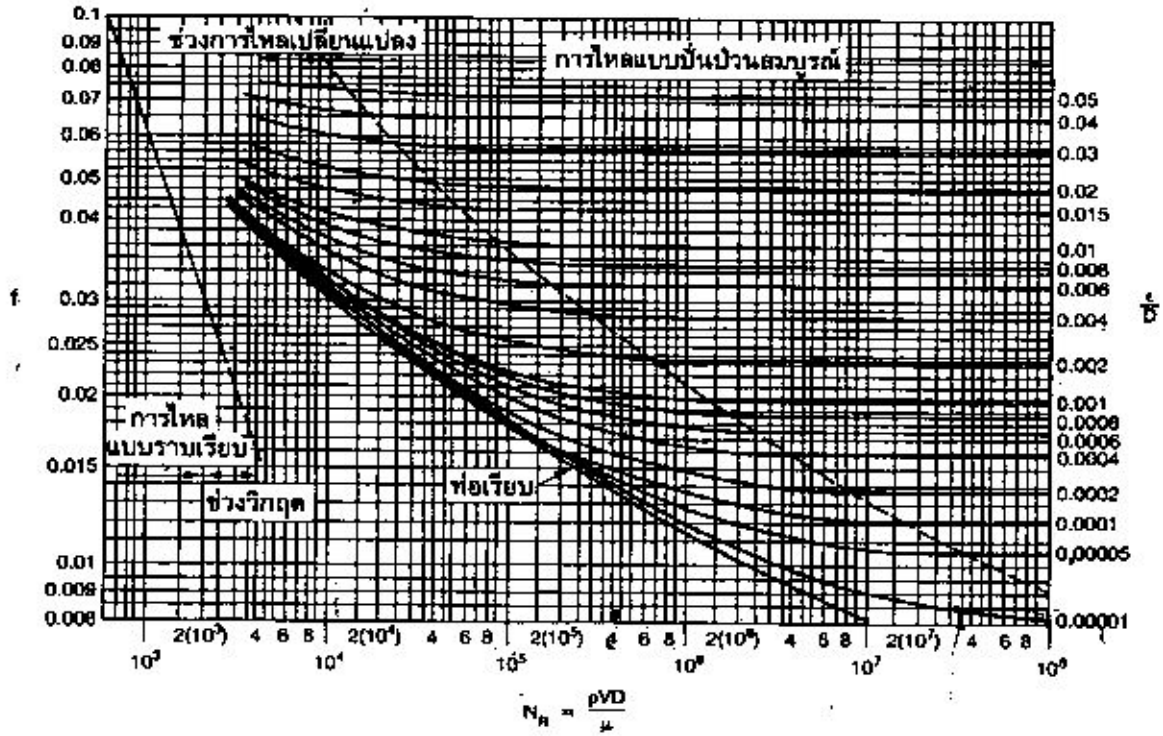
$$\frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + z_1 = \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + z_2 + h_L$$

Z = เป็นระดับความสูงที่ตำแหน่งที่เปรียบเทียบ (เมตร)

h_L = เป็นพลังงานสูญเสียไประหว่างตำแหน่ง 1 และ 2

$$= \frac{fLV^2}{D2g}$$

- f - เป็นสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน หาได้จากกราฟเปิดตาราง Moody โดยจะกรม
- g = ความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลก
- D = พื้นที่หน้าตัดของท่อ (เมตร)



แผนภูมิของ Moody โดยจะกรม

ความขรุขระของผนังท่อ

ชนิดของวัสดุ	ε (มม.)
เหล็กยึดหมุด (riveted steel)	0.9 - 9
คอนกรีต (concrete)	0.3 - 3
ไม้ประกบ (wood stave)	0.16 - 0.9
เหล็กหล่อ (cast iron)	0.25
เหล็กอาบสังกะสี (galvanized iron)	0.15
เหล็กหล่ออาบยางมะตอย (asphalted cast iron)	0.12
เหล็กตลาดหรือเหล็กเหนียว (commercial steel or wrought iron)	0.046
ท่อเรียบ (drawn tubing)	0.0015
ท่อพีวีซี (PVC : Polyvinyl - Chloride)	0.0015

กำหนดให้ความขรุขระของผนังท่อ

= 0.15 มม.

v

= 1.087E-06 m/s

$$= 0.00075$$

เปรียบเทียบระหว่าง จุดที่ 1 และ 2 ได้ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 (โครงการยังไม่เปิดดำเนินการ)

$$N_R = 198609.732$$

$$\text{จาก Moody โดอะแกรม } f = 0.02$$

$$\frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + z_1 = \frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + z_2 + h_L$$

$$10.0 + 0.051 + 0 = \frac{P}{\gamma} + 0.051 + 0 + 1.783894$$

$$\text{ความดันที่ท่อ MAIN (Pressure head)} \quad \frac{P}{\gamma} = 8.216 \quad \text{ม.}$$

กรณีที่ 2 (โครงการเปิดดำเนินการ)

$$N_R = 213836.947$$

$$\text{จาก Moody โดอะแกรม } f = 0.017$$

$$10.0 + 0.06 + 0 = \frac{P}{\gamma} + 0.059 + 0 + 2.1713147$$

$$\text{ความดันที่ท่อ MAIN (Pressure head)} \quad \frac{P}{\gamma} = 7.829 \quad \text{ม.}$$

รายการคำนวณ
อัตราการระบายน้ำฝนออกจากบ่อหนองน้ำ

บ่อหนองน้ำ เป็นการระบายน้ำออกนอกโครงการโดยใช้ท่อระบายน้ำขนาดที่
เหมาะสม ไม่เกินอัตราการระบายน้ำออกนอกโครงการก่อนพัฒนาโครงการ

อัตราการระบายน้ำก่อนพัฒนาโครงการ

$$= 113.8 \text{ ลบ.ม./ชั่วโมง}$$

$$= 0.032 \text{ ลบ.ม./วินาที}$$

สามารถคำนวณหาขนาดท่อที่เหมาะสม สำหรับระบายน้ำออกนอกโครงการได้
ดังต่อไปนี้

คำนวณโดยใช้สมการ Manning's formula ได้แก่

สมการ	Q	=	$\frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{N}$
	Q	=	ปริมาณน้ำไหลในเส้นท่อ (ลบ.ม./วินาที)
	A	=	พื้นที่หน้าตัดท่อ
	R	=	รัศมีชลศาสตร์ (Hydraulic Radius) : A/P
	S	=	ความลาดชันของท้องท่อ
	n	=	สัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวท่อ

กรณีท่อกลม

$$R = \frac{\pi D^{2/4}}{\pi D}$$
$$= D/4$$

ในกรณีท่อกลม สมการ เป็นดังนี้

$$Q = \frac{0.312 D^{8/3} S^{1/2}}{n}$$

Q = ปริมาณน้ำไหลในเส้นท่อ(ลบ.ม./วินาที)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางท่อระบายน้ำ (เมตร) ที่ต้องการ

ในที่นี้เลือกใช้ท่อระบายน้ำขนาด

$$= 0.075 \text{ เมตร (3 นิ้ว)}$$

S = Slope ท่อระบายน้ำหรือเส้นชั้นพลังงาน

= ความสูงของน้ำในบ่อหนอง/ความยาวท่อระบายน้ำ

$$= 0.9/2 = 0.45$$

n = 0.013

แทนค่าได้ดังนี้

$$Q = \frac{0.312 \times 0.075^{8/3} \times 0.45^{1/2}}{0.013}$$

$$= 0.016 \text{ ลบ.ม./วินาที}$$

โครงการระบายน้ำออกนอกพื้นที่หลังมีการพัฒนาโครงการ 0.016 ลบ.ม./วินาที ในขณะที่อัตราการระบายน้ำออกจากพื้นที่โครงการ ก่อนการพัฒนาเท่ากับ 0.032 ลบ.ม./วินาที