

ภาคผนวกที่ 4

รายการคำนวณของโครงการ

ภาคผนวกที่ 4-1

รายการคำนวณระบบสุขาภิบาล

รายการคำนวณระบบสุขาภิบาล

โครงการ โรงแรม โกลเด้น ทิวลิป (Golden Tulip)

รายการคำนวณปริมาณน้ำใช้

1. คำนวณปริมาณน้ำใช้ของโครงการ

กิจกรรม	จำนวนห้อง (ห้อง)	พื้นที่ (ตารางเมตร)	จำนวนประชากร (คน)	อัตราการใช้ (ลิตร/ห้อง/วัน)	อัตราการใช้ (ลิตร/คน/วัน)	ที่มาอ้างอิง	ปริมาณการใช้รวม (ลบ.ม./วัน)
จำนวนห้องพัก	98		196	750		[1]	73.5
พนักงานโครงการ			15		75	[2]	1.125
สระว่ายน้ำ		75		5.7		[3]	0.43
ห้องพักมูลฝอยรวม		4		3		[4]	0.01
พื้นที่สีเขียว		215		4.73		[5]	1.02
รวม							76.08

รวมใช้น้ำทั้งโครงการ	=	76.08	ลบ.ม./วัน
ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำสำรอง	=	1	วัน
ปริมาณน้ำใช้ของโครงการ	=	76	ลบ.ม.

ออกแบบ	ถังเก็บน้ำขึ้นใต้ดินขนาดความจุรวม	=	150	ลบ.ม.
	ปริมาตรรวม	=	150	ลบ.ม.
		>	76	ลบ.ม. OK
**เกณฑ์ออกแบบการเก็บน้ำสำรองจังหวัดชลบุรี [6]		>	147	ลบ.ม. OK
	(1.5 ลบ.ม./ชนิด)			

ที่มา :

- [1] แนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ,กรกฎาคม 2560
- [2] Metcalf & Eddy Inc,2004
- [3] กรมวิชาการเกษตร 2557
- [4] Wastewater Engineering : Treatment, by Tchobnoglous, G. and Burton ,1991
- [5] ความต้องการน้ำของพืชและค่าชลประทานในการออกแบบระบบส่งน้ำโดย ดิเรก ทองอร่าม 2529 (ม.ป.ท.) : (ม.ป.พ.)
- [6] ประกาศจังหวัดชลบุรี เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์การขออนุญาตสิ่งปลูกสร้างอาคาร ที่อยู่อาศัย อพาร์ทเมนต์และบ้านจัดสรร พ.ศ.2550

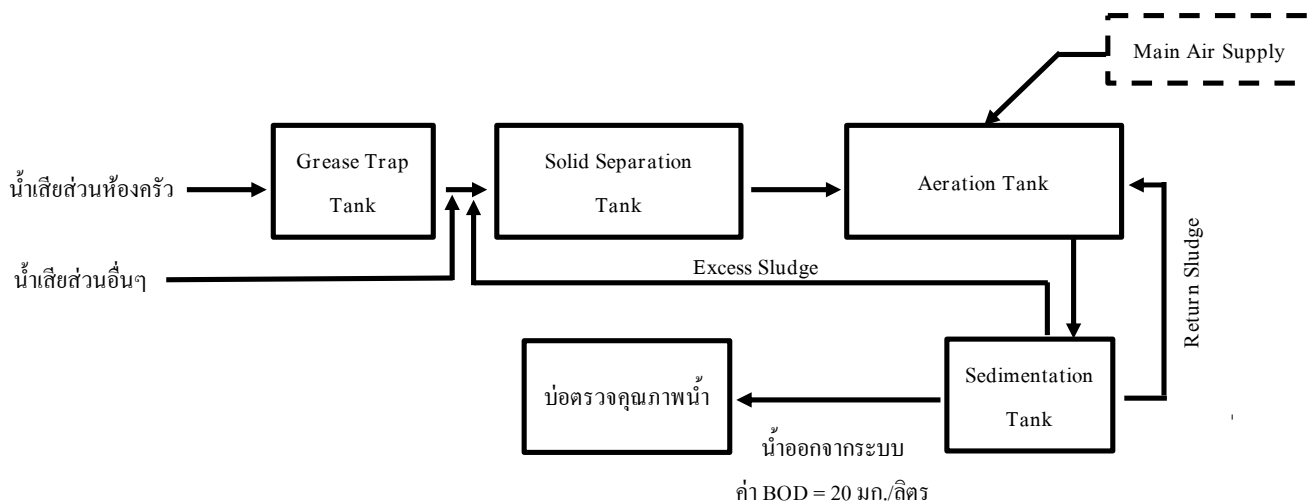
รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย

รายการคำนวณถังบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัด	=	Grease trap & Separation & Activated sludge
ลักษณะการบำบัด	=	Waste water central treatment plant

1.FLOW DIAGRAM

ปริมาณน้ำเสียรวมทั้งหมด	=	76	ลบ.ม./วัน	(10% ของน้ำใช้)
-------------------------	---	----	-----------	-------------------



2. คุณลักษณะน้ำเสีย

ปริมาณน้ำเสียรวมทั้งเข้าสู่ระบบบำบัด	=	76	ลบ.ม./วัน
น้ำเสียจากห้องครัว			
ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด (คิด 10% ของน้ำเสีย)	=	7.60	ลบ.ม./วัน
ค่าบีโอดีที่เข้าสู่ระบบ	=	1,200	มก./ลิตร
น้ำเสียจากห้องส้วม			
ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด	=	68.40	ลบ.ม./วัน
ค่าบีโอดีที่เข้าสู่ระบบ	=	250	มก./ลิตร
สรุปคุณลักษณะน้ำเสีย			
ค่าบีโอดีที่ออกจากระบบ	=	20	มก./ลิตร
ค่าตะกอนแขวนลอย (SS) ออกจากระบบ	=	30	มก./ลิตร

Grease Trap (G/T)

การออกแบบส่วนดักไขมัน

ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัด	=	7.60	ลบ.ม./วัน
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	=	1200	มก./ลิตร
ให้ระยะเวลาเก็บกักไม่น้อยกว่า		6	ชั่วโมง

Reference - Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition

จะได้ปริมาตรถังที่ต้องการ	=	1.90	ลบ.ม.	
ขนาดของส่วนดักไขมันที่เลือกใช้	=	2.00	ลบ.ม.	
	>	1.90	ลบ.ม.	**OK
ประสิทธิภาพของระบบ	=	40	%	
ค่า BOD ออกจากระบบ	=	1200	x	0.60
	=	720	มก./ลิตร	

Solid Separation tank (S/T)

การออกแบบส่วนแยกกากตะกอนหนัก

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น	=	76	ลบ.ม./วัน
ค่า BOD ของน้ำเสียที่ไหลเข้าถังบำบัด MIXED	=	297	มก./ลิตร
ให้ระยะเวลาเก็บกักไม่น้อยกว่า		8	ชั่วโมง

Reference - Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition

จะได้ปริมาตรถังเกราะที่ต้องการ	=	25.33	ลบ.ม.	
ถังเกราะมีปริมาตรที่เลือกใช้	=	30	ลบ.ม.	
	>	25.33	ลบ.ม.	**OK
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=	30	/	76
	=	0.39	วัน	
	=	9.47	ชม.	
	>	8.00	ชม.	**OK
ประสิทธิภาพของ S/T	=	50	%	
ค่า BOD ออกจาก S/T Tank	=	297	x	0.50
	=	148.50	มก./ลิตร	

Aeration Tank

การออกแบบส่วนเติมอากาศ

ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัด	=	76	ลบ.ม./วัน
ค่า BOD เข้าระบบ	=	148.50	ลบ.ม./ชม.

Reference - Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition

qc = Mean Cell Residence Time , d	=	10	วัน
Y = Yield Coefficient	=	0.6	(มก.MLVSS/มก.BODs)
kd = Endogenous Decay Coefficient	=	0.06	d ⁻¹
So = Influent soluble BOD5 Concentration	=	148.50	มก./ลิตร
S = Effluent Soluble BOD5 Concentration	=	20.00	มก./ลิตร
MLSS	=	3000	มก./ลิตร
MLVSS (X)	=	2400	มก./ลิตร
Xr	=	10000	มก./ลิตร

ปริมาตรส่วนเติมอากาศที่ต้องการ	=	$\frac{qcQY (So-S)}{X (1+kdqc)}$	
	=	15.26	ลบ.ม.
ขนาดของส่วนเติมอากาศของบ่อที่เลือกใช้	=	20	ลบ.ม.
	>	15.26	ลบ.ม. **OK

ตรวจสอบ

F/M	=	SoQ/XV	
	=	0.24	KgBOD/Kg-MLSS (เกณฑ์ 0.2-0.4) **OK
ระยะเวลาพักเก็บ	=	V/Q	
	=	20.00 / 76.00	
	=	0.26	วัน
	=	6.32	ชม.

Aeration Tank

การออกแบบเครื่องเติมอากาศ

ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัด	=	76	ลบ.ม./วัน	
So = Influent soluble BOD5 Concentration	=	148.50	มก./ลิตร	
BOD loading	=	11.29	กก./วัน	
ขนาดของส่วนเติมอากาศของบ่อ	=	20	ลบ.ม.	
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	3 เท่าของ BOD loading		
	=	1.41	กก. O ₂ /ชม.	
เลือกเครื่องเติมอากาศแบบ Ejector อัตราการสูบ	=	1.5	กก. O ₂ /ชม.	
กำลังไฟฟ้า	=	1	kW	
ทำงาน 2 ชุดเสริมกัน	=	3	กก. O ₂ /ชม.	
	>	1.41	กก. O ₂ /ชม.	**OK
ประสิทธิภาพการกำจัด BOD	=	90%		
BOD ที่เหลือในน้ำเสียออก	=	15	มก./ลิตร	
	<	20	มก./ลิตร	**OK

Sedimentation Tank (SD/T)

การออกแบบส่วนตกตะกอน

ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัด	=	76	ลบ.ม./วัน	
Overflow rate	=	16.28-32.56	ลบ.ม./ตร.ม. วัน	
พื้นที่ถังตกตะกอนที่ต้องการ	=	ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น/ Overflow rate		
	=	2.38	ตร.ม.	

Design Criteria : Surface overflow rate

reference - Wastewater Engineering treatment disposal reuse Metcalf & Eddy (third edition) page 588 (table 10-12)

ขนาดพื้นที่ส่วนตกตะกอนของบ่อที่เลือกใช้	=	16.00	ตร.ม.	
	>	2.38	ตร.ม.	**OK
ปริมาตรถังตกตะกอนที่เลือกใช้	=	30.00	ลบ.ม.	
Check อัตราการไหลผ่าน Overflow rate	=	76.00	/	16.00
	=	4.75	ลบ.ม./ตร.ม. วัน	
	<	32.00		**OK
ระยะเวลาเก็บกัก	=	30.00	x	24.00 / 76.00
	=	9.47	ชม.	
	>	2.00	ชม.	**OK

การออกแบบสัดส่วนการเวียนตะกอนกลับเข้าถังเติมอากาศ

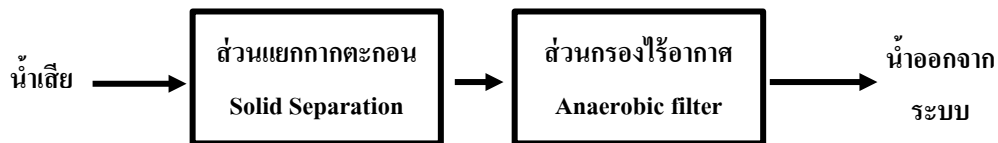
ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัด	=	76	ลบ.ม./วัน
ความเข้มข้นของตะกอนในส่วนเติมอากาศ (MLSS)	=	3,000	มก./ลิตร
ความเข้มข้นของตะกอนในส่วนก้นถังตกตะกอน (MLSSr)	=	10,000	มก./ลิตร
อัตราการเวียนตะกอนกลับ	=	$MLSS \times Q / (MLSSr - MLSS)$	
	=	32.57	ลบ.ม./วัน
	=	1.36	ลบ.ม./ชม.
	=	0.02	ลบ.ม./นาที่

น้ำเสียจากห้องพักขยะ

ข้อมูลในการออกแบบ

ระบบบำบัด	=	ระบบแยกกากตะกอนและกรองไร้อากาศ
ลักษณะการบำบัด	=	ส่วนแยกกากตะกอน (Solid Separation) และ ส่วนกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

1.FLOW DIAGRAM



2. คุณลักษณะน้ำเสีย

น้ำเสียจากห้องพักขยะรวม

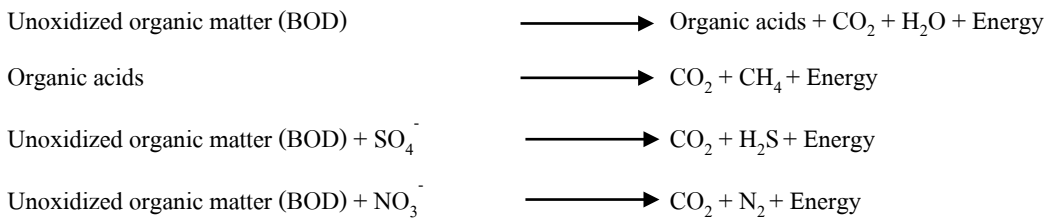
ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด (คัดจากปริมาณน้ำที่ใช้ล้างห้องพักขยะ)	=	0.04	ลบ.ม./วัน
ค่าบีโอดีที่เข้าสู่ระบบ	=	3,000	มก./ลิตร
BOD Loading	=	0.12	กก.BOD/วัน

ส่วนแยกกากตะกอน (Solid Seperation)

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น	=	0.04	ลบ.ม./วัน
ให้ระยะเวลาเก็บกักไม่น้อยกว่า	=	48	ชั่วโมง
จะได้ปริมาตรส่วนแยกตะกอนที่ต้องการ	=	0.08	ลบ.ม.
ถังกรองจะมีปริมาตรที่เลือกใช้	=	1	ลบ.ม.
	>	0.08	ลบ.ม. **OK
ประสิทธิภาพการบำบัด BOD	=	50	%
ค่า BOD ออกจากส่วนแยกตะกอน	=	3,000	x 0.50
	=	1,500	มก./ลิตร

น้ำเสียจากห้องพักขยะ

Bochemical Reacton



ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น	=	0.04	ลบ.ม./วัน	
ค่า BOD ของน้ำเสียที่ไหลเข้าถังกรองไร้อากาศ	=	1,500	มก./ลิตร	
ให้ระยะเวลาเก็บกักไม่น้อยกว่า	=	48	ชั่วโมง	
จะได้ปริมาตรถังกรองที่ต้องการ	=	0.08	ลบ.ม.	
ถังกรองมีปริมาตรที่เลือกใช้	=	1	ลบ.ม.	
	>	0.08	ลบ.ม.	**OK
ประสิทธิภาพของส่วนกรองไร้อากาศ	=	50	%	
ค่า BOD ออกจากส่วนกรองไร้อากาศ	=	1500	x	0.50
	=	750.00	มก./ลิตร	

เอกสารอ้างอิง

1. UNEP (EDITOR) (2004), improving Municipal Wastewater Management in Coastal Cities, The Hague.
United Nations Environment Programme Global of Action (UNEP/GPA), Coordination Office. 54p
2. Palprasert .C:RAJPUT.V.S.(1982).Septic Tank and Septic System Bangkok : Environmental Sanitary
information CENTER. P.11-15
3. Mara D.D. (1991) Sewage Treatment in Hot Climate . A Wileys-Interscience Publication
4. Metcalf & Eddy(1991): Waste water Engineering 3 rd Mcgraw hill

ภาคผนวกที่ 4-2

รายการคำนวณระบบระบายน้ำและบ่อหน่วงน้ำ

รายการคำนวณระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม โครงการ

รายการคำนวณระบบระบายน้ำและบ่อหน่วงน้ำ

การประเมินอัตราการระบายน้ำสู่ภายนอกพื้นที่โครงการ

ใช้วิธี Rational Method ในการคำนวณหา Q โดยมีรายละเอียด ดังนี้

Q	=	$0.278 \times 10^{-6} \text{ CIA}$
Q	คือ	อัตราการไหลของน้ำฝน (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
A	คือ	พื้นที่รับน้ำ (ตารางเมตร)
C	คือ	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลนอง
I_5	คือ	ความเข้มฝนที่คาบอุบัติ 5 ปี (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)
	=	$4,097 / (T_c + 27)^{0.91}$
		(สมการความสัมพันธ์ความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน จังหวัดชลบุรี ; ธงชัย พรรณสวัสดิ์)
t_c	คือ	เวลารวมค้ำของน้ำ (นาที)

ปริมาณน้ำหลากส่วนเกินก่อนการพัฒนาโครงการ

สภาพพื้นที่ก่อนการพัฒนาจะคิดกรณีที่ว่าค่า C		0.3
พื้นที่โครงการก่อนการพัฒนามีขนาดประมาณ		1,608.00 ตารางเมตร
หาเวลาน้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำ		
เวลาการรวมตัวของน้ำ		
กำหนด		
ระยะทางไกลสุดก่อนออกโครงการ	=	40 เมตร
	=	131.23 ฟุต
ลักษณะผิวดินเป็นพื้นที่ว่างเปล่า	=	Bare Surface Moderately Rough
ความลาดของผิวดิน 1:500	=	0.002
ค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหล (n)	=	0.2
T_c	=	เวลาการรวมตัวของน้ำ
T_c ก่อน	=	$[(0.67 \times L \times (n/S^{0.5}))^{0.467}]$
จะได้ T_c	=	16.28 นาที
I_5	=	ความเข้มฝนที่คาบอุบัติ 5 ปี (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)
	=	$4,097 / (T_c + 27)^{0.91}$
	=	132.87 มม./ชม.
ดังนั้น Q ก่อนพัฒนา	=	$0.278 \times 10^{-6} \text{ CIA}$
	=	0.018 ลบ.ม./วินาที

ปริมาณน้ำหลากส่วนเกินหลังการพัฒนาโครงการ

พื้นที่โครงการหลังการพัฒนามีขนาดประมาณ	=	1,608.00	ตารางเมตร
พื้นที่ระบายน้ำเมื่อพัฒนาโครงการแล้วแบ่งเป็น	=		
-พื้นที่อาคาร C = 0.7	=	995.00	ตารางเมตร
-พื้นที่ถนน ทางเท้า C = 0.8	=	398.00	ตารางเมตร
-พื้นที่สีเขียว C = 0.3	=	215.00	ตารางเมตร
ดังนั้น			
ค่า C โครงการ	=	0.67	

Tc	=	เวลาน้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำ
	=	เวลาน้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำ+เวลาน้ำไหลในท่อระบายน้ำ
	=	$T_o + T_d$

เวลาน้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำ (T _o)	=	$[(0.67 \times L \times (n/S^{0.5})^{0.467}]$
ความลาดของผิวดิน 1:200	=	0.005
ค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหลสำหรับ Impervious surface (n)	=	0.020
กำหนดจุดไกลสุดมายังท่อระบายน้ำ	=	43 เมตร
	=	141.07 ฟุต
จะได้ T พื้นที่ระบายน้ำ	=	4.64 นาที

เวลาน้ำไหลในท่อระบายน้ำ T _d	=	ความยาวท่อระบายน้ำ / ความเร็วของน้ำในท่อ
V	=	$(0.397/N) \times (D^{2.3} S^{1/2})$
V	=	ความเร็วของการไหล เมตร/วินาที
N	=	ค่าสัมประสิทธิ์ของความขรุขระ 0.016
D	=	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ เมตร
S	=	ความลาดชันของท่อระบายน้ำ 1:200 0.005
	=	

ความยาวท่อระบายน้ำไกลสุด L	=	40 เมตร
D	=	0.6 เมตร
V	=	1.25 เมตร/วินาที
T _d	=	32.05 วินาที
	=	0.53 นาที

ดังนั้น เวลาการรวมตัวของน้ำ T _c	=	เวลาน้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำ+เวลาน้ำไหลในท่อระบายน้ำ
	=	5.17 นาที
I _s	=	$4,097/(T_c+27)^{0.91}$
	=	174.04 มม./ชม.

แทนค่า ดังนั้น Q หลังพัฒนา	=	$0.278 \times 10^{-6} \text{ CIA}$
	=	0.052 ลบ.ม./วินาที

ปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บ

ค่า Q ก่อนพัฒนาโครงการ	=	0.018 ลบ.ม./วินาที
ค่า Q หลังพัฒนาโครงการ	=	0.052 ลบ.ม./วินาที
ปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บ	=	$(Q_{\text{หลังพัฒนาโครงการ}} - Q_{\text{ก่อนพัฒนาโครงการ}}) \times T_c \text{ ก่อน}$
	=	33.61 ลูกบาศก์เมตร

การคำนวณความสามารถกักเก็บน้ำของระบบหนองน้ำ

ทางโครงการออกแบบให้มีการหนองน้ำในระบบระบายน้ำที่ประกอบด้วยท่อ ค.ส.ล. Ø	0.60	เมตร	Slope 1 : 200
ยาวรวมทั้งหมดประมาณ	50	เมตร	
และบ่อบั่กจำนวน	13	บ่อบั่ก	ขนาด
ขนาด	0.6	x	0.6 x 1.0 เมตร (ก. x ย. x ล.)

สามารถคำนวณศักยภาพในการรองรับน้ำของระบบท่อได้ดังนี้

หนองน้ำในเส้นท่อ

จากสูตร	$V = \pi (D/2)^2 L$		
	V	= ปริมาตรกักเก็บ	ลบ.ม.
	D	= ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ	เมตร
	L	= ความยาวท่อ	เมตร
แทนค่า	ปริมาตรรวมการหนองน้ำในเส้นท่อ	=	14.13 ลบ.ม

หนองน้ำในบ่อบั่ก

	$V = W \times L \times H \times N$		
	W	= ความกว้าง	เมตร
	L	= ความยาว	เมตร
	H	= ความสูง	เมตร
	N	= จำนวนบ่อบั่ก	
แทนค่า	ปริมาตรรวมการหนองน้ำในบ่อบั่ก	=	4.68 ลบ.ม

รวมปริมาตรที่ระบายน้ำและบ่อบั่กทั้งหมด	=	18.81	ลบ.ม
โครงการสามารถหนองน้ำในท่อระบายน้ำและบ่อบั่กได้ประมาณ 60%	=	11.29	ลบ.ม
โครงการมีบ่อบั่กหนองน้ำ 1 บ่อบั่ก ขนาด	=	40.00	ลบ.ม
ดังนั้น โครงการสามารถหนองน้ำได้ทั้งหมด	=	51.29	ลบ.ม
	>	33.61	ลบ.ม **OK

สามารถรองรับน้ำส่วนเกินที่เกิดขึ้นได้อย่างเพียงพอ

การควบคุมอัตราการระบายน้ำลงสู่ทางระบายน้ำสาธารณะ

ทางโครงการออกแบบขนาดท่อระบายน้ำออกที่เชื่อมกับท่อรวบรวมน้ำเสียสาธารณะหน้าโครงการ ดังนี้

เลือกใช้ท่อระบายน้ำ Ø ขนาด 0.15 เมตร

Slope 1: 200

จากสูตร	Q	=	$(0.312/n)D^{8/3}S^{1/2}$
	Q	=	อัตราการไหลในทางระบายน้ำ (ลบ.ม./วินาที)
	n	=	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของทางระบายท่อ(0.013)
	D	=	เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (m)
	S	=	ความลาดเอียงของท่อ

ดังนั้นอัตราการระบายน้ำออกจากโครงการ = 0.0108 ลบ.ม./วินาที

สรุป ฝนตกหนึ่งรอบ

ก่อนมีโครงการมีปริมาณน้ำไหลนอง = 17.41 ลบ.ม

อัตราการระบายน้ำออกจากโครงการ = 0.0108 ลบ.ม./วินาที

= 10.53 ลบ.ม

< 17.41 ลบ.ม **OK