

ภาคผนวกที่ 3

รายการคำนวณของผู้ออกแบบฯ

ส่วนที่ 1 : รายการคำนวณระบบสุขาภิบาล

ส่วนที่ 2 : รายการคำนวณระบบไฟฟ้า

ส่วนที่ 3 : ใบประกอบวิชาชีพผู้ออกแบบ

ส่วนที่ 1
รายการคำนวณระบบสุขาภิบาล

รายการคำนวณระบบท่อจ่ายน้ำประปา

การออกแบบระบบท่อจ่ายน้ำประปาของโครงการ ใช้น้ำประปาส่วนท้องถิ่น จ่ายน้ำจากท่อประปาเมนไปยังบ้านพัก สำนักงานนิติบุคคลบ้านจัดสรร และสวนสาธารณะ ภายในโครงการ ซึ่งในการออกแบบระบบจ่ายน้ำประปานั้นใช้ข้อมูลตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

- อัตราการใช้น้ำสูงสุดต่อชั่วโมง (Peak hourly demand) = 3 เท่าของอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อชั่วโมง
- ความเร็วของน้ำในเส้นท่อไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที
- ท่อจ่ายน้ำประปาใช้ท่อ PVC ชั้นความดัน 13.5
- ในระบบท่อจ่ายน้ำประปาจะทำการติดตั้งหัวจ่ายน้ำดับเพลิง

1. การหาปริมาณการใช้น้ำภายในโครงการ

1.1 ปริมาณน้ำใช้ของแปลงที่พักอาศัย (Q1)

จำนวนที่ดินแปลงย่อยในโครงการ	=	179	แปลง
แปลงที่ดินในโครงการที่มีเนื้อที่ < 100 ตารางวา	=	54	แปลง
พื้นที่แปลงที่ดินมีเนื้อที่เกินกว่า 100 ตารางวารวม	=	14,831.5	ตารางวา
(ตามข้อกำหนดจัดสรรฯ จ.เพชรบุรี พ.ศ. 2546 ข้อ 10 กำหนดให้ที่ดินแปลงอื่นที่มีขนาดเกิน 100 ตารางวา จะต้องนำมาคำนวณจำนวนแปลงที่ดินใหม่ เพื่อใช้กำหนดขนาดของระบบสาธารณูปโภคในโครงการ)			
จำนวนที่ดินแปลงย่อยที่คำนวณตามเกณฑ์	=	203	แปลง
จำนวนผู้พักอาศัยต่อแปลง	=	5	คน/แปลง
จำนวนผู้พักอาศัยทั้งหมด	=	1,015	คน
อัตราการใช้น้ำ	=	200	ลิตร/คน/วัน
ดังนั้น ปริมาณน้ำใช้ในส่วนแปลงที่พักอาศัย	=	203	ลบ.ม./วัน

1.2 ปริมาณน้ำใช้ของสำนักงานนิติบุคคลบ้านจัดสรร (Q2)

จำนวนพนักงานในโครงการ	=	5	คน
คิดอัตราการใช้น้ำ	=	100	ลิตร/คน/วัน
ดังนั้น มีอัตราการใช้น้ำในส่วนของสำนักงานนิติบุคคลฯ	=	0.50	ลบ.ม./วัน

1.3 ปริมาณน้ำใช้สำหรับล้างห้องพัสดุฝอยรวม (Q3)

ขนาดพื้นที่ห้องพัสดุฝอยรวม = (2.8x9)	=	25.2	ตร.ม.
คิดอัตราการใช้น้ำ	=	4.50	ลิตร/ตร.ม.
ดังนั้น มีอัตราการใช้น้ำสำหรับล้างพื้นห้องพัสดุฝอยรวม	=	0.11	ลบ.ม./วัน

ดังนั้น เมื่อเปิดดำเนินโครงการมีปริมาณความต้องการใช้น้ำรวม = 203.61 ลบ.ม./วัน

ค่าความต้องการใช้น้ำเฉลี่ย (Average Demand) = 203.61 / 24 ลบ.ม./ชม.

= 8.48 ลบ.ม./ชม.

ค่าความต้องการใช้น้ำสูงสุด (Peak Demand) = 3 x Average Demand

= 25.45 ลบ.ม./ชม.

1.4 ปริมาณน้ำเพื่อการดับเพลิง

ปริมาณน้ำเพื่อการดับเพลิง (JWWA,1978) = 0.26 ลบ.ม./นาที

หรือ = 15.60 ลบ.ม./ชม.

1.5 การนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ในการรดน้ำต้นไม้บริเวณสวนสาธารณะ

พื้นที่สวนสาธารณะและสวนหย่อม = 5,931.6 ตร.ม.

คิดอัตราการใช้น้ำ = 1.70 ลิตร/ตร.ม./ครั้ง

กำหนดให้รดน้ำต้นไม้วันละ = 3 ครั้ง

ดังนั้น มีอัตราการใช้น้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้ = 30.25 ลบ.ม./วัน

= 1.26 ลบ.ม./ชม.

ดังนั้น

ปริมาณการใช้น้ำสูงสุดของโครงการ = Peak Demand+ปริมาณน้ำเพื่อการดับเพลิง+ปริมาณน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้

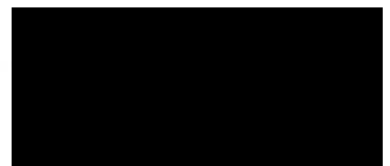
= 25.45 + 15.60 + 1.26

= 42.31 ลบ.ม./ชม.

อ้างอิง : อัตราการใช้น้ำ 200 ลิตร/คน/วัน อ้างอิงตามแนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2550

: อัตราการใช้น้ำสำหรับล้างห้องพักขยะ 4.50 ลิตร/ตร.ม./วัน (คิด 3 เท่าของอัตรา 1.50 ลิตร/ตร.ม./วัน) และน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้ 1.70 ลิตร/ตร.ม./ครั้ง อ้างอิงจาก เกียรติศักดิ์ อุดมสินโรจน์. วิศวกรรมประปา. มิตรนราการพิมพ์, 2536

: อัตราการใช้น้ำสำหรับพนักงาน 100 ลิตร/คน/วัน คิด ½ ของอัตราการใช้น้ำ 200 ลิตร/คน/วัน เนื่องจากพนักงานไป-กลับ



รายการคำนวณการสูญเสียแรงดันน้ำในท่อประปาด้านหน้าโครงการ

โครงการจะต่อท่อประปาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว (100 มิลลิเมตร) จำนวน 2 จุด ผ่านมิเตอร์เพื่อต่อ น้ำประปาจากท่อประปาของการประปาเทศบาลเมืองชะอำ ซึ่งเดินท่อไว้ตามแนวถนนคันกันน้ำเค็ม เป็นท่อของ ประปาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว (100 มิลลิเมตร) เพื่อจ่ายสู่บ้านพักอาศัยแต่ละหลังภายในโครงการ โดยมีได้มีการ เพิ่มแรงดันในท่อประปาเพื่อดึงน้ำเข้าสู่พื้นที่โครงการ (น้ำประปาไหลเข้าสู่พื้นที่โครงการด้วยแรงดันน้ำปกติที่ท่อ ประปาจ่ายให้กับชุมชน) โดยท่อประปาบริเวณด้านหน้าโครงการ มีแรงดันน้ำเฉลี่ยประมาณ 10 เมตร

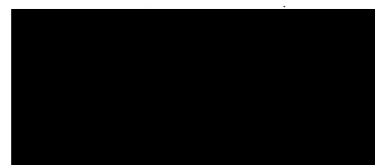
ดังนั้น สามารถคำนวณหาการสูญเสียแรงดันของน้ำในท่อประปาเมื่อไหลมายังพื้นที่โครงการโดยใช้โปรแกรม EPANET version 2.2 ซึ่งใช้หลักการวิเคราะห์แบบจำลองจากสมการเฮเซน-วิลเลียม (Hazen-Williams) ได้ดังนี้

$$Q = 0.278CD^{2.63}S^{0.54}$$

และ
$$H_f = \left[\frac{V^{1.85}}{(0.85C)^{1.85}R^{1.17}} \right] \cdot L$$

เมื่อ	H_f	=	การสูญเสียแรงดัน (ม.)
	V	=	ความเร็วของการไหลในท่อ (ม./วินาที)
	C	=	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของท่อ (ดังแสดงในตารางที่ 1) ในที่นี้เลือกใช้ ค่า ส.ป.ส. ความเสียดทานสำหรับท่อที่เรียบมาก เท่ากับ 130
	D	=	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ (ม.)
	R	=	รัศมีชลศาสตร์ (ม.)
	S	=	H_f/L
	L	=	ความยาวของเส้นท่อ (ม.)

จะได้	อัตราการไหลท่อประปาที่ผ่านหน้าโครงการ (Q)	=	$0.278 \times 130 \times (0.1)^{2.63} \times (10/1)^{0.54}$
		=	0.294 ลบ.ม./วินาที



จากการจำลองระบบท่อประปาของโครงการ ดังแสดงในภาพที่ 1-2 โดยใช้โปรแกรม EPANET 2.2 ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 2-3 จะได้

1. ค่าการสูญเสียแรงดันน้ำของท่อประปาในโครงการมากที่สุด (H_f) = 10 – 4.55 เมตร = 5.45 เมตร

ดังนั้น แรงดันน้ำของท่อประปาบริเวณถนนคันกันน้ำเค็มลดลงจาก 10 เมตร เหลือ 4.55 เมตร (10-5.45)

2. อัตราการน้ำให้โครงการทั้ง 2 จุด ประกอบด้วย

- อัตราการจ่ายน้ำให้โครงการ จุดที่ 1 = 28.44 ลบ.ม./ชั่วโมง = 0.008 ลบ.ม./วินาที

- อัตราการจ่ายน้ำให้โครงการ จุดที่ 2 = 21.05 ลบ.ม./ชั่วโมง = 0.006 ลบ.ม./วินาที

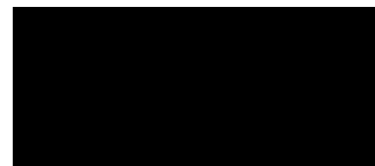
จะได้ อัตราการจ่ายน้ำให้โครงการรวม = 49.49 ลบ.ม./ชั่วโมง = 0.014 ลบ.ม./วินาที

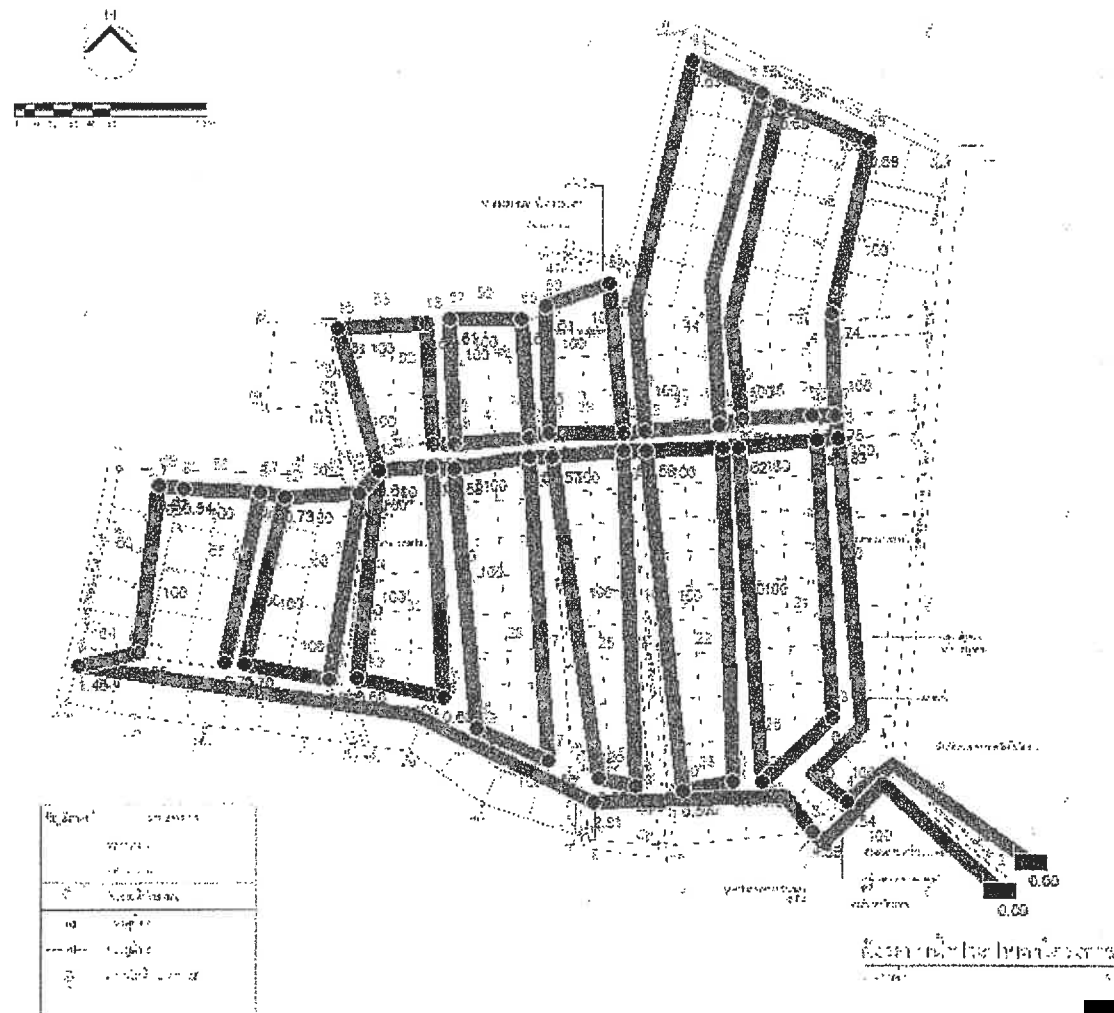
ดังนั้น อัตราการจ่ายน้ำประปาไปยังชุมชนท้ายน้ำหลังผ่านพื้นที่โครงการลดลงไป 0.014 ลบ.ม./ วินาที เหลือ 0.28 ลบ.ม./วินาที (0.294 – 0.014)

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสำหรับสมการเฮเซน-วิลเลียม (Hazen-Williams)

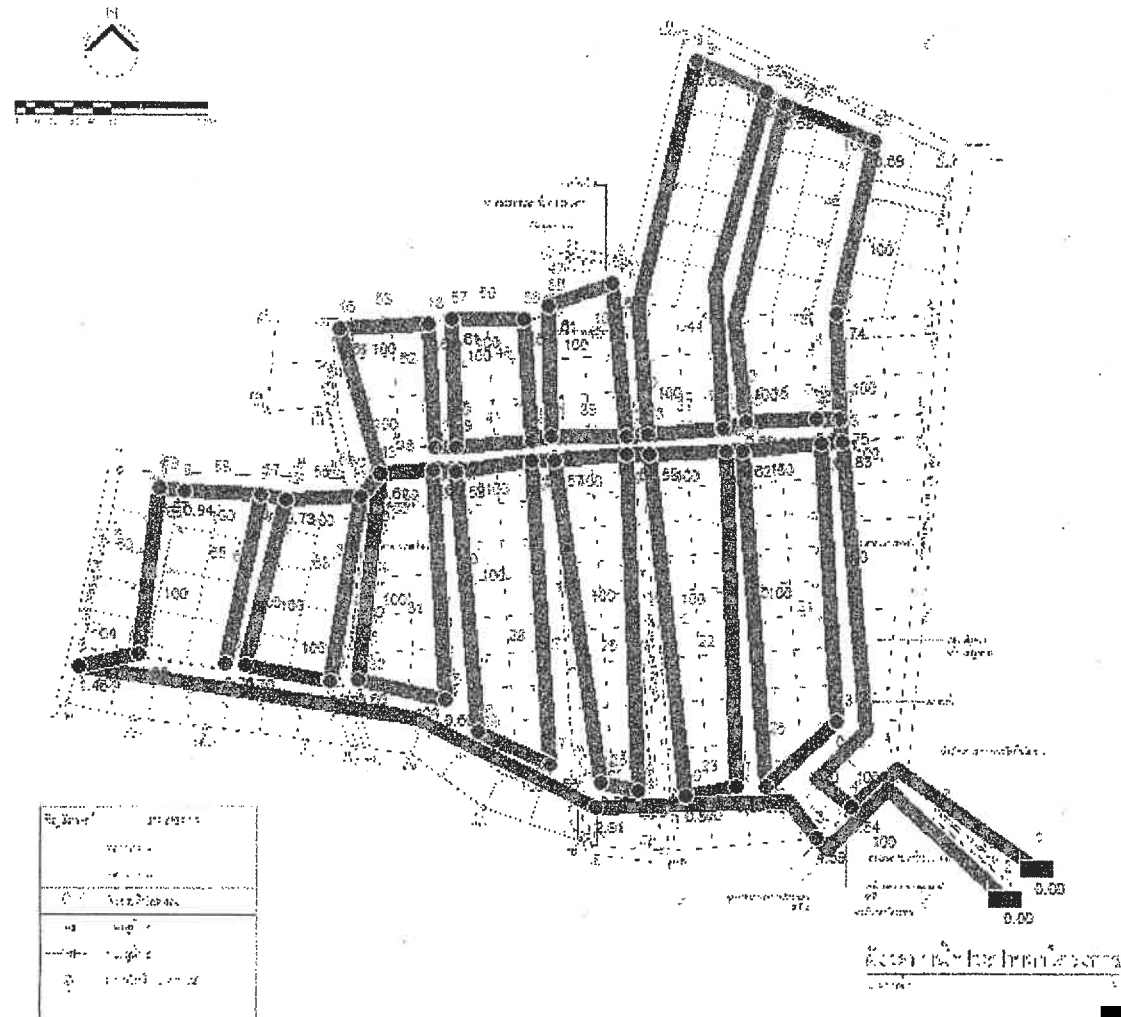
ชนิดท่อ	C
ท่อที่ตรงและเรียบมากๆ	100
ท่อที่เรียบมาก	130
ไม่เรียบหรือปูนเรียบ	120
ท่อเหล็ก (ใหม่) ใช้น้ำดื่ม/ท่อดินเผา	110
ท่อเหล็ก (เก่า) อิฐปกติ	100
ท่อเหล็ก (เก่า) ใช้น้ำดื่ม	95
ท่อเหล็ก (เก่า) ในสภาพทรุดโทรม	60-80

ที่มา : ธงชัย พรหมสวัสดิ์ การออกแบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน 2539





ภาพที่ 1 Node Diagram ของระบบท่อระบายน้ำของโครงการ รีวา (Reeva) เส้นที่ 1

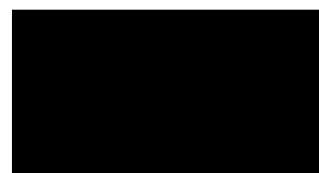


ภาพที่ 2 Node Diagram ของระบบท่อประปาของโครงการ รีวา (Reeva) เส้นที่ 2

ตารางที่ 2 Network Table - Nodes ของระบบประปาของโครงการจัดสรร รีวา (Reeva)

Node ID	Demand CMH	Head m	Pressure m	Quality
Junc 3	0.00	8.59	4.59	0.00
Junc 4	0.00	7.54	3.54	0.00
Junc 5	1.50	6.81	2.81	0.00
Junc 6	1.60	5.46	1.46	0.00
Junc 7	1.00	4.97	0.97	0.00
Junc 8	0.50	4.94	0.94	0.00
Junc 9	0.50	4.76	0.76	0.00
Junc 10	0.50	4.76	0.76	0.00
Junc 11	2.00	5.35	1.35	0.00
Junc 12	0.50	4.73	0.73	0.00
Junc 13	0.50	4.66	0.66	0.00
Junc 14	1.00	4.68	0.68	0.00
Junc 15	0.50	4.70	0.70	0.00
Junc 16	0.70	4.61	0.61	0.00
Junc 17	0.50	4.61	0.61	0.00
Junc 18	0.80	4.61	0.61	0.00
Junc 19	0.50	4.61	0.61	0.00
Junc 20	0.50	4.61	0.61	0.00
Junc 21	0.50	4.61	0.61	0.00
Junc 22	0.50	4.62	0.62	0.00
Junc 23	0.50	4.63	0.63	0.00
Junc 24	0.50	4.66	0.66	0.00
Junc 25	0.50	4.68	0.68	0.00
Junc 26	0.50	4.74	0.74	0.00
Junc 27	0.50	4.75	0.75	0.00
Junc 28	0.67	4.74	0.74	0.00
Junc 29	1.60	4.69	0.69	0.00

EPANET 2.2



ตารางที่ 2 (ต่อ) Network Table - Nodes ของระบบประปาของโครงการจัดสรร รีวา (Reeva)

Node ID	Demand CMH	Head m	Pressure m	Quality
Junc 30	2.60	4.68	0.68	0.00
Junc 31	1.00	4.63	0.63	0.00
Junc 32	1.00	4.63	0.63	0.00
Junc 33	1.00	4.83	0.83	0.00
Junc 34	0.50	4.69	0.69	0.00
Junc 35	0.50	4.62	0.62	0.00
Junc 36	0.50	4.61	0.61	0.00
Junc 37	0.50	4.58	0.58	0.00
Junc 38	0.50	4.57	0.57	0.00
Junc 39	0.50	4.57	0.57	0.00
Junc 40	0.50	4.57	0.57	0.00
Junc 41	0.50	4.58	0.58	0.00
Junc 42	0.50	4.60	0.60	0.00
Junc 43	0.50	4.61	0.61	0.00
Junc 44	1.16	4.60	0.60	0.00
Junc 45	1.20	4.60	0.60	0.00
Junc 46	1.70	4.56	0.56	0.00
Junc 47	2.00	4.56	0.56	0.00
Junc 48	2.00	4.55	0.55	0.00
Junc 49	2.00	4.55	0.55	0.00
Junc 50	2.00	4.57	0.57	0.00
Junc 51	2.00	4.57	0.57	0.00
Junc 52	1.33	4.62	0.62	0.00
Junc 53	1.33	4.63	0.63	0.00
Junc 54	1.00	4.61	0.61	0.00
Junc 55	1.00	4.61	0.61	0.00
Junc 56	0.50	4.61	0.61	0.00
Junc 57	0.80	4.61	0.61	0.00

EPANET 2.2

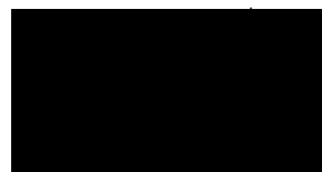
ตารางที่ 2 (ต่อ) Network Table - Nodes ของระบบประปาของโครงการจัดสรร ไร่วา (Reeva)

Node ID	Demand CMH	Head m	Pressure m	Quality
Resvr 1	-28.44	10.00	0.00	0.00
Resvr 2	-21.05	10.00	0.00	0.00

ตารางที่ 3 Network Table - Links ของระบบประปาของโครงการจัดสรร รีวา (Reeva)

Link ID	Flow CMH	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 1	28.44	1.01	12.31	0.024
Pipe 2	28.44	1.01	12.31	0.024
Pipe 3	14.87	0.53	3.71	0.026
Pipe 4	5.61	0.20	0.61	0.030
Pipe 5	4.94	0.17	0.48	0.031
Pipe 6	3.34	0.12	0.23	0.033
Pipe 7	0.00	0.01	0.05	0.090
Pipe 8	1.16	0.04	0.03	0.038
Pipe 9	12.56	0.44	2.71	0.027
Pipe 10	8.86	0.31	1.42	0.028
Pipe 11	8.90	0.31	1.43	0.028
Pipe 12	5.51	0.19	0.59	0.030
Pipe 13	3.90	0.14	0.31	0.032
Pipe 14	1.47	0.05	0.05	0.037
Pipe 15	-1.10	0.04	0.03	0.039
Pipe 16	-3.00	0.11	0.19	0.033
Pipe 17	-5.80	0.20	0.65	0.030
Pipe 18	-6.27	0.22	0.75	0.030
Pipe 19	-0.55	0.02	0.01	0.043
Pipe 20	-1.88	0.07	0.08	0.036
Pipe 21	3.21	0.11	0.22	0.033
Pipe 22	2.90	0.10	0.18	0.033
Pipe 23	0.90	0.03	0.02	0.040
Pipe 24	1.10	0.04	0.03	0.039
Pipe 25	1.94	0.07	0.08	0.036
Pipe 26	-0.06	0.00	0.00	0.043
Pipe 27	2.06	0.07	0.10	0.035

EPANET 2.2



ตารางที่ 3 (ต่อ) Network Table - Links ของระบบประปาของโครงการจัดสรร รีวา (Reeva)

Link ID	Flow CMH	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 28	1.41	0.05	0.05	0.037
Pipe 29	-0.59	0.02	0.01	0.042
Pipe 30	2.29	0.08	0.12	0.035
Pipe 31	-0.03	0.00	0.00	0.067
Pipe 32	-1.23	0.04	0.04	0.038
Pipe 33	2.39	0.08	0.13	0.034
Pipe 34	8.76	0.31	1.39	0.028
Pipe 35	8.26	0.29	1.25	0.029
Pipe 36	8.50	0.30	1.31	0.029
Pipe 37	5.85	0.21	0.66	0.030
Pipe 38	5.50	0.19	0.59	0.030
Pipe 39	3.04	0.11	0.20	0.033
Pipe 40	2.50	0.09	0.14	0.034
Pipe 41	1.14	0.04	0.03	0.038
Pipe 42	0.20	0.01	0.00	0.050
Pipe 43	-0.74	0.03	0.01	0.041
Pipe 44	2.15	0.08	0.10	0.035
Pipe 45	-0.16	0.01	0.00	0.052
Pipe 46	1.96	0.07	0.09	0.036
Pipe 47	0.96	0.03	0.02	0.039
Pipe 48	-0.04	0.00	0.00	0.063
Pipe 49	0.86	0.03	0.02	0.040
Pipe 50	0.36	0.01	0.00	0.046
Pipe 51	-0.44	0.02	0.01	0.044
Pipe 52	-0.30	0.01	0.00	0.047
Pipe 53	-1.10	0.04	0.03	0.039
Pipe 54	1.80	0.06	0.07	0.036
Pipe 55	-10.95	0.39	2.10	0.028

EPANET 2.2

ตารางที่ 3 (ต่อ) Network Table - Links ของระบบประปาของโครงการจัดสรร รีวา (Reeva)

Link ID	Flow CMH	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 56	-8.96	0.32	1.45	0.028
Pipe 57	-13.45	0.48	3.08	0.027
Pipe 58	-14.45	0.51	3.51	0.026
Pipe 59	-14.95	0.53	3.74	0.026
Pipe 60	-15.95	0.56	4.22	0.026
Pipe 61	21.05	0.74	7.05	0.025
Pipe 62	21.05	0.74	7.05	0.025
Pipe 63	19.55	0.69	6.15	0.025
Pipe 64	17.95	0.63	5.25	0.026
Pipe 65	0.50	0.02	0.01	0.043
Pipe 66	3.99	0.14	0.32	0.032
Pipe 67	3.49	0.12	0.25	0.033
Pipe 68	2.49	0.09	0.14	0.034

EPANET 2.2

รายการคำนวณถังบำบัดน้ำเสีย(สำนักงานนิติบุคคล)

โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

คำนวณหาขนาดถังบำบัดน้ำเสียขั้นต้น

(ส่วนสำนักงานนิติบุคคล)

ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ	0.50	ลบ.ม./วัน
อัตราบำบัดน้ำเสียของถัง (flow rate design)	0.50	ลบ.ม./วัน
ความเข้มข้น บีโอดีเข้า (influent BOD conc.)	260.00	มก/ล
คุณภาพน้ำทิ้ง มีค่า บีโอดี ต่ำกว่า (effluent BOD lower than)	39.00	มก/ล
บีโอดีโหลด (BOD Load)	0.11	กก บีโอดี/วัน
เปอร์เซ็นต์การกำจัด บีโอดี (percentage BOD removal efficiency)	85.00	%

การคำนวณ

1. ถังกรอง

เพื่อแยกกาก, ของแข็ง และให้เกิดการย่อยสลายของเสียด้วยกระบวนการไม่ใช้ออกซิเจน

ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย, RT^1	=	24	ชั่วโมง
ปริมาตรทั้งหมดของถังกรองที่ต้องการ	=	$F * RT / 24$	
	=	0.50	ลบ.ม.
	=	500	ลิตร
ปริมาตรทั้งหมดของถังกรองที่จัดเตรียมไว้	=	1000	ลิตร
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี ²	=	50%	
ภาระสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีที่เหลืออยู่ในถัง, L_r	=	0.06	กก.บีโอดี/วัน
BOD ออกจากถังบำบัด	=	130	มก/ล

2. ถังบำบัดไร้อากาศ

เพื่อทำให้น้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจน โดยจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่บนตัวกลางและที่ลอย

ปะปนอยู่ในน้ำเสีย

2.1 ตัวกลางที่ใช้ : ตัวกลางสังเคราะห์ชีวภาพ

กลไกการย่อยสลาย : การตกตะกอนของจุลินทรีย์ภายในช่องว่างของตัวกลางและการ

สร้างตะกอน รวมทั้งการออกซิเดชันสารอินทรีย์ที่บริเวณพื้นผิวของตัวกลาง

2.2 ปริมาตรทั้งหมดของตัวกลาง

ภาระสารอินทรีย์ทั้งหมดที่ระบบรับได้, $L_r\text{-max}^3$	=	0.6	กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
ปริมาตรทั้งหมดของตัวกลางที่ใช้งาน	=	$L_r / L_r\text{-max}$	
	=	0.088	ลบ.ม.
	=	88	ลิตร

2.3 อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลาง

อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลาง = $\frac{\text{ปริมาตรน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น}}{\text{พื้นที่ผิวของตัวกลางภายในถังบำบัด}}$

ปริมาตรน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น, F	=	0.50	ลบ.ม./วัน
พื้นที่ผิวของตัวกลางภายในถังบำบัด	=	1.67	ตร.ม.
อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลางที่ใช้งาน	=	0.299	ลบ.ม./ตร.ม.-วัน

2.4 ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน

ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน	=	ภาระสารอินทรีย์ทั้งหมดในรูปบีโอดี
		ปริมาตรทั้งหมดของถังบำบัด
ภาระสารอินทรีย์ทั้งหมดในรูปบีโอดี	=	0.06 กก.บีโอดี/วัน
ปริมาตรทั้งหมดของถังบำบัด	=	1.65 ลบ.ม.
ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน	=	0.033 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี ²	=	70%
BOD ออกจากถังบำบัด	=	39 มก/ล

3. เปรียบเทียบสมรรถนะของถังบำบัดที่มาจากการออกแบบกับที่ใช้งานจริง

	สมรรถนะของถังบำบัด ที่ใช้งานจริง		สมรรถนะของถังบำบัด ที่มาจากการออกแบบ	
ปริมาตรถังเกราะ , ลิตร	1320	>=	1000	OK!
ปริมาตรถังบำบัดไร้อากาศ , ลิตร	330	>=	240	OK!
อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลาง , ลบ.ม./ตร.ม./วัน	1.50	>	0.60	OK!
ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน , กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน	0.50	>	0.06	OK!

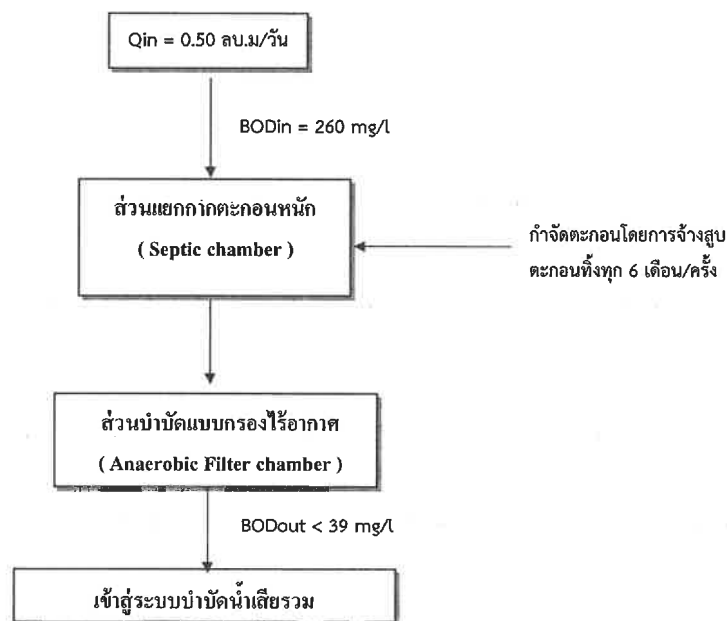
เอกสารอ้างอิง

¹ METCALF & EDDY, INC., Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse., SECOND EDITION., McGraw-Hill, 1979.

² กรมควบคุมมลพิษ, คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ 2, เรือนแก้วการพิมพ์, 2537.

³ การทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดของตัวกรองในระบบ ANAEROBIC, บริษัท พรีเมียร์โปรดักส์ จำกัด, 2538.

ไดอะแกรมระบบบำบัดน้ำเสีย



รายการคำนวณถังบำบัดน้ำเสีย(ห้องพักขยะรวม)

โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

คำนวณหาขนาดถังบำบัดน้ำเสียขั้นต้น

(ส่วนห้องพักขยะ)

ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ	0.11	ลบ.ม./วัน
อัตราบำบัดน้ำเสียของถัง (flow rate design)	0.11	ลบ.ม./วัน
ความเข้มข้น บีโอดีเข้า (influent BOD conc.)	16,000.00	มก/ล
คุณภาพน้ำทิ้ง มีค่า บีโอดี ต่ำกว่า (effluent BOD lower than)	3,360.00	มก/ล
บีโอดีโหลด (BOD Load)	1.39	กก บีโอดี/วัน
เปอร์เซ็นต์การกำจัด บีโอดี (percentage BOD removal efficiency)	79.00	%

การคำนวณ.

1. ถังเกราะ

เพื่อแยกกาก, ของแข็ง และให้เกิดการย่อยสลายของเสียด้วยกระบวนการไม่ใช้ออกซิเจน

ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย, RT ¹	=	24	ชั่วโมง
ปริมาตรทั้งหมดของถังเกราะที่ต้องการ	=	F * RT / 24	
	=	0.11	ลบ.ม.
	=	110	ลิตร
ปริมาตรทั้งหมดของถังเกราะที่จัดเตรียมไว้	=	1000	ลิตร
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี ²	=	30%	
ภาระสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีที่เหลืออยู่ในถัง, Lr	=	0.42	กก.บีโอดี/วัน
BOD ออกจากถังบำบัด	=	11200	มก/ล

2. ถังบำบัดไร้อากาศ

เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจน โดยจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่บนตัวกลางและที่ลอย

ปะปนอยู่ในน้ำเสีย

2.1 ตัวกลางที่ใช้ : ตัวกลางสังเคราะห์ชีวภาพ

กลไกการย่อยสลาย : การตกตะกอนของจุลินทรีย์ภายในช่องว่างของตัวกลางและการ

สร้างตะกอน รวมทั้งการออกซิเดชันสารอินทรีย์ที่บริเวณพื้นผิวของตัวกลาง

2.2 ปริมาตรทั้งหมดของตัวกลาง

ภาระสารอินทรีย์ทั้งหมดที่ระบบรับได้, Lr-max ³	=	0.6	กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
ปริมาตรทั้งหมดของตัวกลางที่ใช้งาน	=	Lr / Lr-max	
	=	0.667	ลบ.ม.
	=	667	ลิตร

2.3 อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลาง

อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลาง = $\frac{\text{ปริมาตรน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น}}{\text{พื้นที่ผิวของตัวกลางภายในถังบำบัด}}$

ปริมาตรน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น, F	=	0.11	ลบ.ม./วัน
พื้นที่ผิวของตัวกลางภายในถังบำบัด	=	1.67	ตร.ม.
อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลางที่ใช้งาน	=	0.066	ลบ.ม./ตร.ม.-วัน

2.4 ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน

ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน	=	ภาระสารอินทรีย์ทั้งหมดในรูปบีโอดี
		ปริมาตรทั้งหมดของถังบำบัด
ภาระสารอินทรีย์ทั้งหมดในรูปบีโอดี	=	0.42 กก.บีโอดี/วัน
ปริมาตรทั้งหมดของถังบำบัด	=	1.65 ลบ.ม.
ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน	=	0.253 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี ²	=	70%
BOD ออกจากถังบำบัด	=	3360 มก./ล

3. เปรียบเทียบสมรรถนะของถังบำบัดที่มาจากกรออกแบบกับที่ใช้งานจริง

	สมรรถนะของถังบำบัด ที่ใช้งานจริง		สมรรถนะของถังบำบัด ที่มาจากการออกแบบ	
ปริมาตรถังกรอง , ลิตร	1320	>=	1000	OK!
ปริมาตรถังบำบัดไร้อากาศ , ลิตร	330	>=	240	OK!
อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลาง , ลบ.ม./ตร.ม./วัน	1.50	>	0.60	OK!
ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน , กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน	0.50	>	0.42	OK!

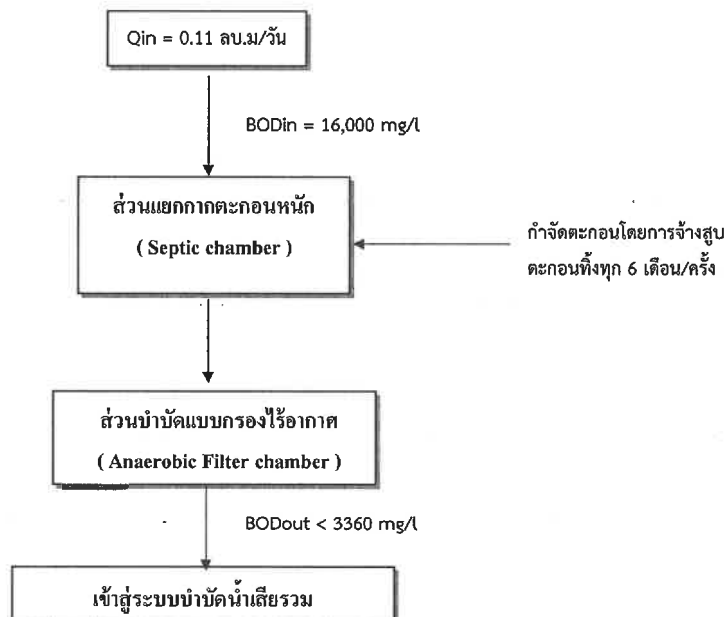
เอกสารอ้างอิง

¹ METCALF & EDDY, INC., Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse., SECOND EDITION, McGraw-Hill, 1979.

² กรมควบคุมมลพิษ, คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ 2, เรือนแก้วการพิมพ์, 2537.

³ การทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดของตัวกรองในระบบ ANAEROBIC, บริษัท พรีเมียร์โปรดักส์ จำกัด, 2538.

ไดอะแกรมระบบบำบัดน้ำเสีย



รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับโครงการ

โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

ตำบลชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

รายการคำนวณถังเก็บตะกอนลอยและไขมันรวม
โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

คำนวณหาขนาดถังเก็บตะกอนลอยและไขมันรวม

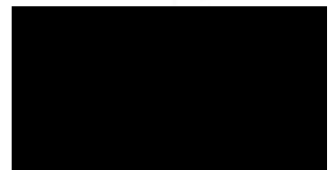
จำนวนที่ดินแปลงย่อยในโครงการ	=	179	แปลง
แปลงที่ดินในโครงการที่มีเนื้อที่เกินกว่า 100 ตารางวา	=	100	แปลง
พื้นที่ดินเกิน 100 ตารางวารวม	=	12,240.70	ตารางวา
(ตามข้อกำหนดจัดสรรฯ จังหวัดเพชรบุรี พ.ศ. 2546 ข้อ 10 กำหนดให้ที่ดินแปลงอื่นที่มีขนาดเกิน 100 ตารางวา จะต้องนำมาคำนวณจำนวนแปลงที่ดินใหม่ เพื่อใช้กำหนดขนาดของระบบสาธารณูปโภคในโครงการ)			
จำนวนที่ดินแปลงย่อยที่คำนวณตามเกณฑ์	=	203	แปลง
สำนักงานนิติบุคคลบ้านจัดสรร	=	1	แปลง
จำนวนแปลงที่ย่อยรวม	=	204	แปลง

ปริมาณตะกอนลอยและไขมัน (ถังดักไขมันแบบมีตะแกรงดักเศษอาหาร) = 0.20 กก./วัน-ครัวเรือน
(จากคู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันจากบ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับครัวเรือน กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

ดังนั้น ปริมาณตะกอนลอยและไขมันรวมที่เกิดขึ้นต่อวัน	=	40.80	กก./วัน
	=	40.80	ลิตร/วัน

ระยะเวลาในการเก็บตะกอนลอยและไขมันรวม	=	14	วัน
ปริมาตรตะกอนลอยและไขมันรวม	=	571.20	ลิตร

เลือกใช้ถังพลาสติกแบบมีฝาปิด ขนาด 200 ลิตร จำนวน	=	4	ถัง
ปริมาตรถังเก็บตะกอนลอยและไขมันรวม	=	800	ลิตร
โดยวางไว้บริเวณห้องพักรวมฝอยย่อยสลายได้ห้องละ 2 ถัง			



รายการคำนวณถังบำบัดน้ำเสีย(บ้านพักอาศัย)

โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

คำนวณหาขนาดถังบำบัดน้ำเสียขั้นต้น

ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ	1.00	ลบ.ม./วัน
อัตราบำบัดน้ำเสียของถัง (flow rate design)	1.00	ลบ.ม./วัน
ความเข้มข้น บีโอดีเข้า (influent BOD conc.)	250.00	มก/ล
คุณภาพน้ำทิ้ง มีค่า บีโอดี ต่ำกว่า (effluent BOD lower than)	50.00	มก/ล
บีโอดีโหลด (BOD Load)	0.25	กก บีโอดี/วัน
เปอร์เซ็นต์การกำจัด บีโอดี (percentage BOD removal efficiency)	80.00	%

การคำนวณ.

1. ถังเกราะ

เพื่อแยกกาก, ของแข็ง และให้เกิดการย่อยสลายของเสียด้วยกระบวนการไม่ใช้ออกซิเจน

ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย, RT ¹	=	24	ชั่วโมง
ปริมาตรทั้งหมดของถังเกราะ	=	F * RT / 24	
	=	1	ลบ.ม.
	=	1000	ลิตร
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี ²	=	40%	
ภาระสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดีที่เหลืออยู่ในถัง, Lr	=	0.15	กก.บีโอดี/วัน
BOD ออกจากถังบำบัด	=	150	มก/ล

2. ถังบำบัดไร้อากาศ

เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจน โดยจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่บนตัวกลางและที่ลอยปะปนอยู่ในน้ำเสีย

2.1 ตัวกลางที่ใช้ : ตัวกลางสังเคราะห์ชีวภาพ

กลไกการย่อยสลาย : การตกตะกอนของจุลินทรีย์ภายในช่องว่างของตัวกลางและการสร้างตะกอน รวมทั้งการออกซิเดชันสารอินทรีย์ที่บริเวณพื้นผิวของตัวกลาง

2.2 ปริมาตรทั้งหมดของตัวกลาง

ภาระสารอินทรีย์ทั้งหมดที่ระบบรับได้, Lr-max ³	=	0.6	กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
ปริมาตรทั้งหมดของตัวกลางที่ใช้งาน	=	Lr / Lr-max	
	=	0.240	ลบ.ม.
	=	240	ลิตร

2.3 อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลาง

อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลาง = $\frac{\text{ปริมาตรน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น}}{\text{พื้นที่ผิวของตัวกลางภายในถังบำบัด}}$

ปริมาตรน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น, F	=	1.0	ลบ.ม./วัน
พื้นที่ผิวของตัวกลางภายในถังบำบัด	=	1.67	ตร.ม.
อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลางที่ใช้งาน	=	0.598	ลบ.ม./ตร.ม.-วัน

2.4 ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน

ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน	=	ภาระสารอินทรีย์ทั้งหมดในรูปบีโอดี ปริมัตรทั้งหมดของถังบำบัด	
ภาระสารอินทรีย์ทั้งหมดในรูปบีโอดี	=	0.25	กก.บีโอดี/วัน
ปริมัตรทั้งหมดของถังบำบัด	=	1.65	ลบ.ม.
ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน	=	0.152	กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี ²	=	60%	
BOD ออกจากถังบำบัด	=	60	มก./ล

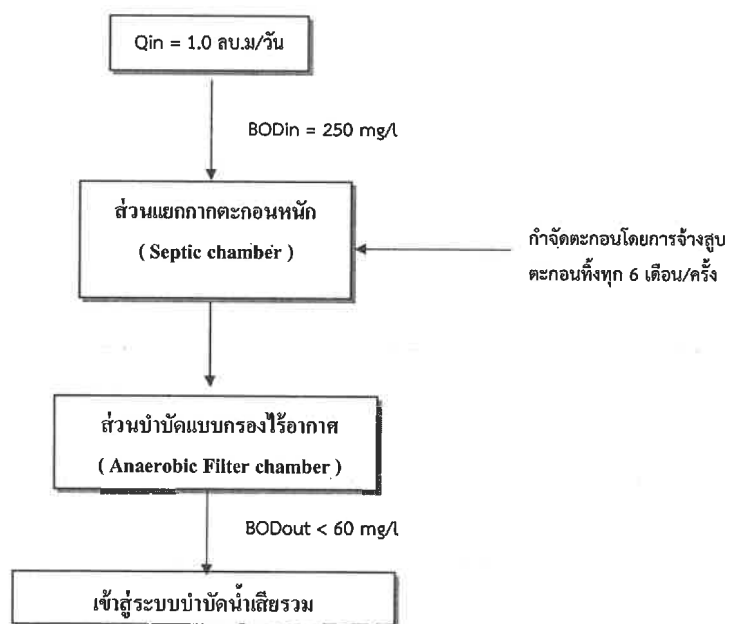
3. เปรียบเทียบสมรรถนะของถังบำบัดที่มาจากผลการออกแบบกับที่ใช้งานจริง

	สมรรถนะของถังบำบัด ที่ใช้งานจริง		สมรรถนะของถังบำบัด ที่มาจากผลการออกแบบ	
ปริมัตรดักกรอง , ลิตร	1320	>=	1000	OK!
ปริมัตรดักน้ำบำบัดไร้อากาศ , ลิตร	330	>=	240	OK!
อัตราน้ำเสียผ่านตัวกลาง , ลบ.ม./ตร.ม./วัน	1.50	>	0.60	OK!
ภาระสารอินทรีย์ที่ใช้งาน , กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน	0.50	>	0.15	OK!

เอกสารอ้างอิง

- ¹ METCALF & EDDY, INC., Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse., SECOND EDITION., McGraw-Hill., 1979.
- ² กรมควบคุมมลพิษ, คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ 2, เรือนแก้วการพิมพ์, 2537.
- ³ การทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดของตัวกรองในระบบ ANAEROBIC, บริษัท พรีเมียร์โปรดักส์ จำกัด, 2538.

ไดอะแกรมระบบบำบัดน้ำเสีย



รายการคำนวณถังบำบัดน้ำเสียรวม(ของโครงการ)

โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

คำนวณหาขนาดถังบำบัดน้ำเสียรวม

ข้อมูลออกแบบ

ลักษณะน้ำเสียเข้า : น้ำทิ้งรวมจากห้องน้ำ ภายในอาคาร ไม่รวมน้ำฝน

ระบบที่ใช้เป็นชนิดเติมอากาศเลี้ยงตะกอนแขวนลอย (Aeration activated sludge process, A/S)

ปริมาณน้ำเสียออกแบบ (waste flow design)	180.00	ลบ.ม./วัน
ความเข้มข้น บีโอดี เข้าระบบ (Influent BOD concentration)	250.00	มก./ล.
ความเข้มข้น บีโอดี ออกระบบ (Effluent BOD concentration)	20.00	มก./ล.
ความเข้มข้น สารแขวนลอย เข้าระบบ (Influent SS concentration)	300.00	มก./ล.
ความเข้มข้น สารแขวนลอย ออกระบบ (Effluent SS concentration)	30.00	มก./ล.
น้ำหนัก บีโอดี ก่อนเข้าระบบ	45.00	กก บีโอดี/วัน
ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย	92.00	%

หน่วยการบำบัดประกอบไปด้วย (unit treatment)

- 1 : ถังแยกกาก-เก็บตะกอน (Separation tank)
- 2 : ถังเติมอากาศหลัก (Aeration tank)
- 3 : ถังตกตะกอนน้ำใส (Sedimentation tank)

1. ถังแยกกาก-เก็บตะกอน

เพื่อแยกกากตะกอนหนัก-เบาออกจากน้ำเสีย

ปริมาณน้ำเสียจากอาคาร, F	180.00	ลบ.ม./วัน
ระยะเวลาในการกักเก็บ, RT	6.00	ชั่วโมง
ปริมาตรของถังแยกกาก-เก็บตะกอน	(F*RT/24)	
	45.00	ลบ.ม.

2. ถังเติมอากาศหลัก

น้ำหนักบรรทุก บีโอดี (BOD loading, Lr)	45.00	กก.บีโอดี/วัน
	1.88	กก.บีโอดี/ชม.
ค่าความเข้มข้นตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ (MLSS)	4000.00	มก./ล.
ค่าสัดส่วนอาหารต่อปริมาณจุลินทรีย์ (F/M ratio)	0.30	กก.บีโอดี/กก.มลส
ปริมาตรถังเติมอากาศ (V):	น้ำหนักบรรทุก บีโอดี, กก. MLSS * (F/M ratio)	
	37.50	ลบ.ม.
ระยะเวลาเก็บกักของถังเติมอากาศ (Retention time)	5.00	ชม.
น้ำหนักตะกอนแบคทีเรียในถังเติมอากาศ	150.00	กก. MLSS
กำหนดการถ่ายน้ำหนักตะกอนออกในแต่ละวันเทียบกับน้ำหนักบรรทุก MLSS	6.67	เปอร์เซ็นต์
	10.00	กก. MLSS
เวลากักตะกอน/อายุสลัดจ์ (Solid retention time/sludge aged):	น้ำหนักตะกอนแบคทีเรียในถังเติมอากาศ น้ำหนักตะกอนแบคทีเรียที่ออกจากระบบ/วัน	
	15.00	วัน

ปริมาตรบรรจุทุก บีโอดี/ลบ.ม.(volume loading rate)	1.20	กก.บีโอดี/ลบ.ม.
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการใช้สูตรการคิดจาก eckenfelder formular:	$aLr + b \text{ MLSS}$	
กำหนดค่า a (eliminate coefficient of BOD) :	0.50	กก.ออกซิเจน/กก.บีโอดี
กำหนดค่า b (hypothetical speed coefficient) :	0.20	
ปริมาณออกซิเจนต้องการ(oxygen requirement)	52.50	กก.ออกซิเจน/วัน
	2.19	กก.ออกซิเจน/ชม.
ตัวคูณปลอดภัย	1.50	เท่า
ค่าออกซิเจนที่ต้องใช้	3.28	กก.ออกซิเจน/ชม.
ค่าออกซิเจนที่ใช้จริง	5.00	กก.ออกซิเจน/ชม.
เทียบค่าน้ำหนักออกซิเจน/น้ำหนักบรรจุทุก บีโอดี	2.67	เท่า
ค่าผสมกวน/ลบ.ม.(mixing power/cu.m) : required	30.00	วัตต์/ลบ.ม.
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศชนิดจุ่มได้น้ำ .AT-1 รุ่น	50TRN45.5	
กำลังมอเตอร์ (motor power)	5.50	กิโลวัตต์
ความสามารถให้ออกซิเจนได้ต่อเครื่อง (oxygen supply/unit)	5.40	กก.ออกซิเจน/ชม.
ความสามารถให้ลมได้ต่อเครื่อง (air supply/unit)	78.00	ลบ.ม./ชม. ที่ 4.0 ม.
ไฟฟ้า (electricity)	380-3-50	
จำนวนเครื่อง	1.00	เครื่อง
ผลิตภัณฑ์ที่ใช้	ซูร์มิ/ญี่ปุ่น	
การควบคุมใช้ timer/manual		
ค่าผสมกวน/ลบ.ม.(mixing power/cu.m) :duty operation quantity	146.67	วัตต์/ลบ.ม.
<u>3.ถังตกตะกอนน้ำใส (sedimentation tank)</u>		
อัตราการไหลล้นต่อพื้นที่ (overflow rate/sq.m)	24.00	ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
ความลึกน้ำ (water depth)	3.10	ม.
ต้องการพื้นที่ผิวไหลล้นของถังตกตะกอน (surface area required)	7.50	ตร.ม.
เลือกใช้ถังเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด (Tank diameter)	3.50	ม.
พื้นที่ผิวไหลล้นใช้จริง (actual surface area use)	9.62	ตร.ม.
ปริมาตรบรรจุน้ำในส่วนตกตะกอน (water volume,V)	18.96	ลบ.ม.
ระยะเวลาเก็บกัก (retention time)	2.53	ชม.
ความยาวรวมของเวียน้ำล้น 2 ด้าน (weir length)	14.00	ม./ถัง
weir loading	38.57	ลบ.ม./ม.
อัตราน้ำหนักตะกอนจมตัว/ตร.ม.ในถังตกตะกอน(sludge loading rate)	3.12	กก.MLSS/ตร.ม.-ชั่วโมง
คำนวณสัดส่วนการเวียนตะกอนกลับเข้าถังเติมอากาศโดยใช้ สมดุลมวลเบคทีเรียของถังเติมอากาศ		
ความเข้มข้นของ SS ในถังเติมอากาศ	4000.00	มก./ล.
ความเข้มข้นของ SS ที่ก้นถังตกตะกอน	10000.00	มก./ล.
สัดส่วนอัตราการเวียนตะกอนกลับ ต่อ อัตราการไหลเฉลี่ย	$4000 (Q+Qr) = 10000Qr$	
Qr/Q ratio	66.67	%
Qr	120.00	ลบ.ม./วัน
<u>เครื่องสูบน้ำตะกอนเวียนกลับในถังตกตะกอน (SP1)</u>		
ชนิดเครื่องตะกอนเวียนกลับ(type of return pump)	เครื่องสูบน้ำเสียชนิดไม่ดูดดันจุ่มได้น้ำ	
รุ่น (model)	TOS-50B2.40	
กำลังมอเตอร์ (motor power)	0.40	กิโลวัตต์

ขีดความสามารถสูบได้ (flow capacity)	200.00	ลิตร/นาที่
แรงดัน (total dynamic head)	4.00	ม.ความลึกน้ำ
ความเร็วรอบ (revolution)	3000.00	รอบ/นาที่
ไฟฟ้า (electricity)	380-3-50	
จำนวนเครื่อง	1.00	เครื่อง
ผลิตภัณฑ์ที่ใช้	ซูร์มิ/ญี่ปุ่น	
การควบคุมใช้ timer/manual		
<u>คำนวณหาปริมาณตะกอนส่วนเกิน (Excess sludge)</u>		
Yobs	Y/(1+kdA)	
Maximum yeild coefficient, Y	0.31	กก.vss/กก. BOD/วัน
Endogenöus decay rate ,kd	0.050	1/วัน
Sludge aged ,A	15.00	วัน
Yobs	0.18	กก.vss/กก. BOD/วัน
มวลของปริมาณตะกอนที่เฝ้าระเหยได้ ,Px	Yobs x BOD load	กก.vss/วัน
	8.00	กก.vss/วัน
มวลรวมของตะกอนแห้งแขวนลอย,Px = 80%	10.00	กก. SS/วัน
ความเข้มข้นของตะกอนกันถึง (1-8 %)	10000-80,000	มก/ล.
ปริมาณตะกอนส่วนเกินที่ต้องกำจัด	10.00	กก./วัน
(คิดที่ความเข้มข้นของตะกอนกันถึงภายหลังการย่อย 8 %)	0.1250	ลบ.ม./วัน
เวลากักเก็บตะกอน	60.00	วัน
ปริมาณถังเก็บตะกอนที่ต้องการ	7.50	ลบ.ม.
(บำบัดตะกอนส่วนเกินใช้วิธีกำจัดตะกอนส่วนเกินในส่วนถังเดิมอากาศและถังแยกกาก)		
ปริมาณสูบตะกอนทั้งจากส่วนแยกกากตะกอน เดือนละครั้ง / ครั้งละ	3.75	ลบ.ม.
เลือกใช้ถังสำเร็จรูปไฟเบอร์กลาส เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด (Tank diameter)		
ใช้ความยาวรวมหัวท้าย 10.90 เมตร จำนวน 1 ใบ	ส่วนแยกกาก-เก็บตะกอน	45.31 ลบ.ม.
	ส่วนเดิมอากาศ	45.31 ลบ.ม.
ใช้ถังตกตะกอนสำเร็จรูป 3.50 เมตร จำนวน 1 ใบ	ส่วนตกตะกอน	18.96 ลบ.ม.
	ปริมาตรถังบำบัดรวม	109.58 ลบ.ม.

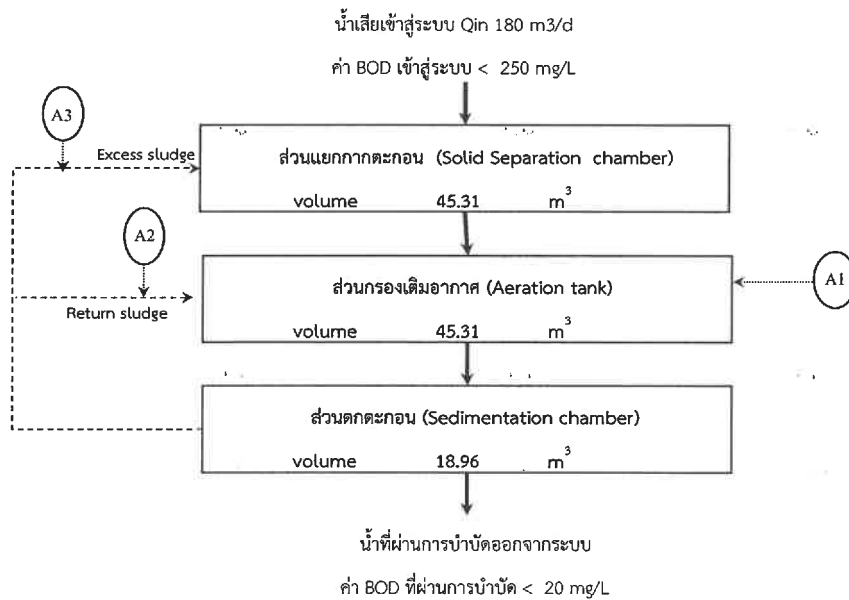
เอกสารอ้างอิง

1. คำกำหนด การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ,โดย สมาคมวิศวกรสิ่งแวดลอมแห่งประเทศไทย พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2540
2. Wastewater Engineering , Metcalf & Eddy, , Third edition
3. การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ,คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2537
4. เอกสารฝึกอบรมและสัมมนาเรื่อง " เทคนิคการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย อย่างมีประสิทธิภาพ "

วันที่ 30-31 มีนาคม 2542 ณ ห้องสัมมนา สถาบันส่งเสริมเทคโนโลยี

รายการคำนวณถังบำบัดน้ำเสียรวม(ของโครงการ):ไดอะแกรม
โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

ขบวนการ : ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดระบบที่ใช้เป็นชนิดเติมอากาศเลี้ยงตะกอนเวียนกลับ (Aeration activated sludge process,A/S)



ปริมาตรถังบำบัดน้ำเสียรวม 109.58 m³

กลไกในการควบคุมระบบการทำงาน

- | | |
|----|---|
| A1 | - การเติมอากาศในส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส |
| A2 | - การคืนตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส |
| A3 | - การคืนตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน |

รายการคำนวณบ่อสูบน้ำทิ้ง (บ่อตรวจสอบสภาพน้ำ)

โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

รายการคำนวณบ่อสูบน้ำทิ้ง(บ่อตรวจสอบสภาพน้ำ)และเครื่องสูบน้ำทิ้ง

ปริมาณน้ำเสียของโครงการ	=	180.00	ลบ.ม/วัน
-------------------------	---	--------	----------

การคำนวณหาปริมาตรบ่อสูบน้ำทิ้ง

เลือกใช้บ่อสูบน้ำเสียขนาด 4.20x7.50 x 2.50 ม. (ความลึกน้ำ 1.50 ม.)

ปริมาณน้ำที่เก็บกักได้ = $4.20 \times 7.50 \times 1.50$	=	47.25	ลบ.ม
---	---	-------	------

การคำนวณหาขนาดเครื่องสูบน้ำในบ่อสูบน้ำเสีย ใช้ข้อมูลตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

1: เครื่องสูบน้ำ (SWP-1) และ (SWP-2) สำหรับ รดน้ำต้นไม้ และระบายลงบ่อซึมน้ำ

ดินภายในโครงการ แบบตั้งเวลา โดยแต่ละเครื่องจะสลับกันทำงาน

- ท่อ HPDE ความเร็วของน้ำในเส้นท่อไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที

- เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump แบบ Vertical Type

-จำนวนเครื่องสูบน้ำ	=	2.000	เครื่อง
---------------------	---	-------	---------

- ขนาดท่อส่งของเครื่องสูบน้ำ	=	4"	
------------------------------	---	----	--

- Static Head	=	2.5	m
---------------	---	-----	---

- Suction Head	=	0	m
----------------	---	---	---

-เลือกปั๊มที่อัตราไหลขนาด	=	0.4	m ³ /min
---------------------------	---	-----	---------------------

	=	6.7	lps
--	---	-----	-----

-Headlossในเส้นท่อ 3"	=	4.5	m/100m
-----------------------	---	-----	--------

- ระยะท่อยาวจากบ่อบัดไปถึงลานซึมโดยประมาณ	=	100	m
---	---	-----	---

-Total fiction loss	=	4.5	m
---------------------	---	-----	---

-Total Head loss	=	7	m
------------------	---	---	---

-เลือกปั๊มที่ TDH	=	8	m
-------------------	---	---	---

สรุป: เครื่องสูบน้ำ (SWP-1 & SWP-2) Submersible Pump จำนวน 2 ชุด แต่ละ

ชุดมีอัตราสูบ 6.7 ลิตร/ วินาที ความสูงสูบส่ง : 8.0 เมตร มีกำลังเท่ากับ 0.75 KW

หมายเหตุ เครื่องสูบน้ำทิ้ง (SWP-1 & SWP-2) แต่ละตัว ทำงานวันละ 4 ครั้งครั้งละ 1 ชม. รวมเป็น 180 ลบ.ม/วัน

รายการคำนวณเครื่องเติมอากาศในบ่อสูบน้ำทิ้ง (AE-1) และเครื่องสูบน้ำทิ้ง

- น้ำทิ้งหลังการบำบัดจะสูบผ่านท่อซึมดิน (เพื่อรดน้ำต้นไม้) ส่วนที่เหลือจะสูบลอกสูบบ่อซึมน้ำใต้ดินภายในโครงการ หากระบบบำบัดน้ำเสียบำบัดไม่ได้คุณภาพน้ำตามมาตรฐาน ทางโครงการมีการเติมอากาศในบ่อสูบน้ำเสีย เพื่อเติมอากาศซ้ำ ซึ่งจะช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน
- กำหนดให้ระบบบำบัดน้ำเสีย ให้ได้คุณภาพน้ำตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยกำหนดให้เติมอากาศในบ่อสูบน้ำเสีย 1 จุด สามารถบำบัดปริมาณน้ำเสียรวมเท่ากับ 180 ม³/วัน BOD5 Influent 50 mg/l บ่อเติมอากาศ ระยะเวลาที่เก็บได้อย่างน้อย 6 ชม.

ปริมาณบ่อน้ำเสียที่ต้องการ

ปริมาณน้ำเสียของโครงการ	=	180.00	ลบ.ม/วัน
ระยะเวลาการกักเก็บ	=	6.0	ชั่วโมง
ดังนั้น ปริมาณบ่อเติมอากาศ (บ่อสูบน้ำเสีย)	=	45	ลบ.ม
โครงการจัดเตรียมบ่อขนาด	=	47.25	ลบ.ม

ปริมาณบ่อน้ำเสียที่ต้องการ

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	1.5 BOD5 REMOVED	
	=	$1.5 \times 180 \times (50-20)/1000$	กก./วัน
	=	8.1	กก./วัน
ปริมาณอากาศที่ต้องการ (AOR)			
ความหนาแน่นของอากาศ	=	1.201	กก./ม ³
%O ₂	=	23.2	%โดยน้ำหนัก
ปริมาณอากาศที่ต้องการ	=	$8.10 / (23.2 \times 1.201) / 100$	
เมื่อค่าความคลาดเคลื่อน	=	20	%
	=	34.88	ลบ.ม/วัน
กำหนดเวลาเติมอากาศ	=	16.00	ชั่วโมง/วัน
	=	2.18	ลบ.ม/ชั่วโมง

เลือกเครื่องเติมอากาศ แบบSubmersible aerator ขนาด 5.0 ลบ.ม/ชั่วโมง จำนวน 1 เครื่อง 0.75 kw

รายการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) และแอโรซอล (Aerosol)

โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

1. การหาปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสีย

ในปฏิกิริยาออกซิเดชันของมีเทนจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และน้ำ (H₂O) ซึ่งในการทำให้เกิดปฏิกิริยาดังกล่าวจะต้องใช้ออกซิเจน 2 โมล ต่อ มีเทน 1 โมล ดังสมการที่ (1)



อนึ่งแต่ละ 16 กรัมของมีเทน (CH₄) ที่ผลิตขึ้นและหายไปบรรยากาศจะทำให้ COD ในน้ำเสียลดลง 64 กรัม ที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน ซึ่งเท่ากับ 0.34 ลบ.ม. ของมีเทน (CH₄) ต่อ 1 กิโลกรัมของ COD ที่ถูกทำให้งดตัว (อ้างอิงจาก : ชีวะ เกรอต, 2539.วิศวกรรมน้ำเสีย การบำบัดทางชีวภาพ.กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.)

ดังนั้น จะสามารถคำนวณหาปริมาณมีเทนที่เกิดขึ้นได้ดังนี้
WASTE WATER TREATMENT PLANT (ระบบบำบัดน้ำเสีย)

ส่วนแยกกากตะกอน

คำนวณหาปริมาณ COD ที่เกิดขึ้นของระบบ

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น	=	180.0 ลบ.ม./วัน
BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	=	250.0 มก./ล.

กำหนดให้ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ภายในส่วนแยกกากตะกอน

= 30 %

อัตราส่วนระหว่าง BOD_y/COD สำหรับน้ำเสียชุมชน

= 0.67

ดังนั้น COD ที่กำจัด

= 20,149.25 ก. COD/วัน

คำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) ที่เกิดขึ้นของระบบ

ปริมาณก๊าซมีเทน (CH ₄) ที่เกิดขึ้น	=	6,850.75 ลิตร./วัน
ที่ 25 องศา 1 atm	=	6.85 ลบ.ม./วัน
	=	0.00008 ลบ.ม./วินาที

วิธีการบำบัดก๊าซมีเทน

ใช้กระบวนการบำบัดโดยอาศัยแบคทีเรียที่อยู่ในดินเปลี่ยนก๊าซมีเทนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์

โดยฝังท่อระบายก๊าซมีเทนปล่อยออกใต้ลานบำบัดมีเทน ก๊าซมีเทนมาจาก

1. ก๊าซมีเทนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย-3,4	=	0.00008 ลบ.ม./วินาที
------------------------------------	---	----------------------

กำหนด

ระยะเวลาเก็บกักจริงในลานบำบัดมีเทนอย่างน้อย (True Residence Time)

= 60 วินาที

ปล่อยก๊าซออกที่ความลึกผิวดิน

= 0.6 เมตร

รายการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) และแอโรซอล (Aerosol)

โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

โดยที่	ระยะเวลาเก็บกักตามจริง	=	Vfa/Q
	Vfa	=	ปริมาตรตัวกรอง × ความพรุนของดิน
	(ความพรุนของดิน = 54.00% , ปุ๋ยคอกตามเอกสารวิชาการเรื่องปุ๋ยอินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย โดย นายโสฬส แซ่ลิ้ม กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการอินทรีย์วัตถุ กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน ปี 2559)		
	ปริมาตรของตัวกรอง	=	ความลึกดิน × พื้นที่ลานกำจัดมีเทน
จะได้	ระยะเวลาเก็บกักตามจริง	=	$\frac{\text{ความลึกดิน} \times \text{พื้นที่ลานกำจัดมีเทน} \times \text{ความพรุนของดิน}}{\text{อัตราการไหลของก๊าซ (ลบ.ม./วินาที)}}$
ดังนั้น	พื้นที่ลานบำบัดก๊าซมีเทน	=	$\frac{\text{ระยะเวลาเก็บกักจริง} \times \text{อัตราการไหลของก๊าซ}}{\text{ความลึกดิน} \times \text{ความพรุนของดิน}}$
	ส่วนประกอบ		
	พื้นที่ลานบำบัดก๊าซมีเทน	=	$\frac{60 \times 0.00008}{0.6 \times 0.54}$
	ต้องจัดเตรียมพื้นที่สำหรับบำบัดก๊าซมีเทน จากบ่อบำบัดน้ำเสีย ไม่น้อยกว่า		
		=	0.01 ตร.ม
	โครงการจัดเตรียมลานบำบัดมีเทนของระบบบำบัด	=	0.50 ตร.ม เพียงพอ
	ระยะเวลาที่สัมผัสอากาศ	=	$\frac{0 \times 0.5 \times 0.54}{0.00008}$
		=	2,043.11 วินาที
		=	34.05 นาที เพียงพอ

2.การหาปริมาณ Aerosol ที่เกิดในระบบบำบัดน้ำเสีย

WASTE WATER TREATMENT PLANT (ระบบบำบัดน้ำเสีย)

เติมอากาศด้วย Submersible aerator จำนวน	=	1.00 ตัว
ที่อัตราการเติมอากาศ	=	78.00 ลบ.ม./ชั่วโมง
	=	1.300 ลบ.ม./นาที
รวมอัตราการเติมอากาศ	=	0.022 ลบ.ม./วินาที
เลือกใช้รีกรณ์ด้วยดิน โดยให้มีระยะเวลาในการสัมผัสดินอย่างน้อย 60 วินาที		
ปล่อยไอเสียออกที่ความลึกจากผิวดิน	=	1.00 เมตร
ดังนั้นต้องการพื้นที่ดินในการกรองมลสาร	=	0.022×60
		<u>1.00x Void 40%</u>

รายการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) และแอโรซอล (Aerosol)

โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

	=	3.25	ตร.ม	
โครงการจัดเตรียมลานบำบัด Aerosol	=	4.00	ตร.ม	เพียงพอ
ระยะเวลาที่สัมผัสอากาศ	=	$1.0 \times 4.0 \times 0.54$		
	=	0.022		
	=	99.69	วินาที	
	=	1.66	นาที	เพียงพอ



การคำนวณระบบระบายน้ำทิ้งของโครงการ

การคำนวณออกแบบท่อระบายน้ำเสียของโครงการ

ระบบท่อระบายน้ำเสีย ทำหน้าที่รวบรวมน้ำใช้จากอาคารที่บำบัดโดยถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปเฉพาะแปลง ผ่านบ่อรวบรวมน้ำเสียก่อนเข้าบำบัดโดยถังบำบัดน้ำเสียรวมของโครงการ น้ำที่บำบัดแล้วจะปล่อยสู่บ่อสูบน้ำที่ทำหน้าที่เก็บกักน้ำเสียที่บำบัดแล้ว และใช้เป็นบ่อตรวจคุณภาพน้ำด้วย ก่อนสูบระบายไปบริเวณบ่อซึมน้ำใต้ดินและลานซึมน้ำที่ทำหน้าที่ร่อนน้ำตันไม้บริเวณสวนสาธารณะประโยชน์ภายในโครงการ โดยไม่ปล่อยน้ำทิ้งออกนอกพื้นที่โครงการ

1. การคำนวณปริมาณน้ำเสียที่บำบัดแล้ว

ปริมาณน้ำที่ใช้จากแหล่งที่อยู่อาศัย	=	200.00	ลิตร/คน/วัน
จำนวนผู้อยู่อาศัยต่อหน่วย	=	5	คน/หน่วย
ร้อยละของปริมาณน้ำเสียที่บำบัดต่อปริมาณการใช้	=	100	%
ปริมาณน้ำเสียที่บำบัดแล้วต่อหน่วย	=	1.00x200x5	ลิตร/วัน
	=	1,000	ลิตร/วัน/แปลง
ตามข้อกำหนดจัดสรรใช้ปริมาณน้ำเสียที่บำบัดแล้วต่อหน่วย	=	1,000	ลิตร/วัน/แปลง
	=	0.00001157	ลบ.ม./วินาที
ปริมาณน้ำเสียต่อหน่วยที่ใช้ออกแบบ	=	0.000012 x จำนวนหน่วย	

2. การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำเสีย (D)

คำนวณจากสูตร Manning Formula ได้ดังนี้

$$Q = (A \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)}) / n$$

เมื่อ	Q	=	อัตราปริมาณน้ำสูงสุดในท่อ, (ลบ.ม./วินาที)
	n	=	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวท่อ
	R	=	รัศมีไฮดรอลิก, เมตร
	S	=	ความลาดชันของท่อ, ม./ม.
	A	=	พื้นที่หน้าตัดของท่อ, ตารางเมตร
	D	=	เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ, เมตร

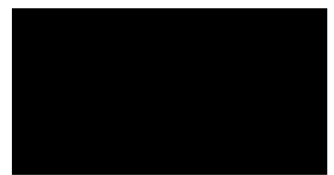
เมื่อแทนค่าในสูตร Manning Formula จะได้

$$D = 0.321.Q^{(3/8)}.S^{(-3/16)}$$

และความเร็วการไหลในท่อ

$$V = (1/n).R^{(2/3)}.S^{(1/2)}$$

ผลการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำเสีย ดังแสดงในตารางที่ 1

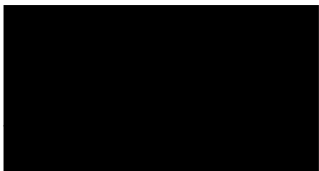


ตารางที่ 1 การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำเสีย โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

รายการคำนวณระบบระบายน้ำเสียโครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva) ต.ชะอำ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี								
ตารางการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำเสีย								
					ปริมาณน้ำเสียต่อบ้าน =		0.0000112	cu.m./sec
Pipe Line	จำนวนบ้าน	L	Sewage	Total Q	Slope	Pipe Dia.		Velocity
					S	D (computed)	D (design)	
	(unit)	(m)	(cu.m./sec)	(cu.m./sec)	(m/m)	(m)	(m)	(m/sec)
แนวท่อระบายน้ำเสีย : Line A								
A1 - A2	5	74.00	0.000056	0.000186	0.00200	0.04	0.15	0.33
A2 - A4	5	9.00	0.000056	0.000186	0.00200	0.04	0.15	0.33
A3 - A4	4	70.00	0.000045	0.000149	0.00200	0.04	0.15	0.33
A4 - A6	9	13.00	0.000101	0.000335	0.00200	0.05	0.15	0.33
A5 - A6	2	20.00	0.000022	0.000074	0.00200	0.03	0.15	0.33
A6 - A11	13	39.00	0.000146	0.000483	0.00200	0.06	0.15	0.33
A7 - A8	5	78.00	0.000056	0.000186	0.00200	0.04	0.15	0.33
A8 - A10	5	9.00	0.000056	0.000186	0.00200	0.04	0.15	0.33
A9 - A10	4	68.00	0.000045	0.000149	0.00200	0.04	0.15	0.33
A10 - A11	9	11.00	0.000101	0.000335	0.00200	0.05	0.15	0.33
A11 - A18	25	56.00	0.000280	0.000930	0.00200	0.08	0.15	0.33
A12 - A13	2	20.00	0.000022	0.000074	0.00200	0.03	0.15	0.33
A13 - A14	3	18.00	0.000034	0.000112	0.00200	0.03	0.15	0.33
A14 - A17	3	9.00	0.000034	0.000112	0.00200	0.03	0.15	0.33
A15 - A16	3	47.00	0.000034	0.000112	0.00200	0.03	0.15	0.33
A16 - A17	4	18.00	0.000045	0.000149	0.00200	0.04	0.15	0.33
A17 - A18	7	11.00	0.000078	0.000260	0.00200	0.05	0.15	0.33
A18 - A19	33	48.00	0.000370	0.001227	0.00200	0.08	0.15	0.33
A19 - A25	34	26.00	0.000381	0.001264	0.00200	0.08	0.15	0.33
A20 - A21	3	44.00	0.000034	0.000112	0.00200	0.03	0.15	0.33
A21 - A23	3	9.00	0.000034	0.000112	0.00200	0.03	0.15	0.33
A22 - A23	6	98.00	0.000067	0.000223	0.00200	0.04	0.15	0.33
A23 - A24	10	22.00	0.000112	0.000372	0.00200	0.05	0.15	0.33
A24 - A25	10	9.00	0.000112	0.000372	0.00200	0.05	0.15	0.33
A25 - A26	45	25.00	0.000504	0.001673	0.00200	0.09	0.20	0.40
A26 - A31	46	23.00	0.000515	0.001710	0.00200	0.09	0.20	0.40
A27 - A28	8	138.00	0.000090	0.000297	0.00200	0.05	0.15	0.33
A28 - A30	8	10.00	0.000090	0.000297	0.00200	0.05	0.15	0.33

ตารางที่ 1 (ต่อ) การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำเสีย โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

รายการคำนวณระบบระบายน้ำเสียโครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva) ต.ชะอำ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี								
ตารางการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำเสีย								
					ปริมาณน้ำเสียต่อบ้าน = 0.0000112 cu.m./sec			
Pipe Line	จำนวนบ้าน	L	Sewage	Total Q	Slope	Pipe Dia.		Velocity
					S	D (computed)	D (design)	
	(unit)	(m)	(cu.m/sec)	(cu.m/sec)	(m/m)	(m)	(m)	(m/sec)
แนวท่อระบายน้ำเสีย : Line A								
A29 - A30	8	140.00	0.000090	0.000297	0.00200	0.05	0.15	0.33
A30 - A31	16	14.00	0.000179	0.000595	0.00200	0.06	0.15	0.33
A31 - A32	63	19.00	0.000706	0.002343	0.00200	0.11	0.20	0.40
A32 - A37	64	40.00	0.000717	0.002380	0.00200	0.11	0.20	0.40
A33 - A34	9	161.00	0.000101	0.000335	0.00200	0.05	0.20	0.40
A34 - A36	9	9.00	0.000101	0.000335	0.00200	0.05	0.20	0.40
A35 - A36	9	160.00	0.000101	0.000335	0.00200	0.05	0.20	0.40
A36 - A37	18	11.00	0.000202	0.000669	0.00200	0.07	0.20	0.40
A37 - A38	83	31.00	0.000930	0.003086	0.00200	0.12	0.20	0.40
A38 - A39	85	41.00	0.000952	0.003161	0.00200	0.12	0.20	0.40
A39 - A45	85	10.00	0.000952	0.003161	0.00200	0.12	0.20	0.40
A40 - A41	9	160.00	0.000101	0.000335	0.00200	0.05	0.15	0.33
A41 - A43	9	160.00	0.000101	0.000335	0.00200	0.05	0.15	0.33
A42 - A43	9	9.00	0.000101	0.000335	0.00200	0.05	0.15	0.33
A43 - A44	18	2.00	0.000202	0.000669	0.00200	0.07	0.15	0.33
A44 - A45	18	6.00	0.000202	0.000669	0.00200	0.07	0.15	0.33
A45 - A46	103	43.00	0.001154	0.003830	0.00200	0.13	0.20	0.40
A46 - S1	104	2.00	0.001165	0.003867	0.00200	0.13	0.20	0.40
แนวท่อระบายน้ำเสีย : Line B								
B1 - B2	2	22.00	0.000022	0.000074	0.00200	0.03	0.15	0.33
B2 - B4	2	9.00	0.000022	0.000074	0.00200	0.03	0.15	0.33
B3 - B4	2	21.00	0.000022	0.000074	0.00200	0.03	0.15	0.33
B4 - B5	5	28.00	0.000056	0.000186	0.00200	0.04	0.15	0.33
B5 - B7	5	38.00	0.000056	0.000186	0.00200	0.04	0.15	0.33
B6 - B7	3	48.00	0.000034	0.000112	0.00200	0.03	0.15	0.33
B7 - B9	8	9.00	0.000090	0.000297	0.00200	0.05	0.15	0.33
B8 - B9	3	43.00	0.000034	0.000112	0.00200	0.03	0.15	0.33



ตารางที่ 1 (ต่อ) การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำเสีย โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

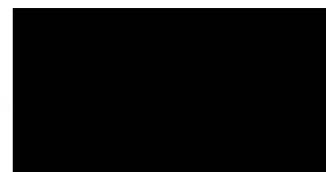
รายการคำนวณระบบระบายน้ำเสียโครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva) ต.ชะอำ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี								
ตารางการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำเสีย								
					ปริมาณน้ำเสียต่อบ้าน = 0.0000112 cu.m./sec			
Pipe Line	จำนวนบ้าน	L	Sewage	Total Q	Slope	Pipe Dia.		Velocity
					S	D (computed)	D (design)	
	(unit)	(m)	(cu.m/sec)	(cu.m/sec)	(m/m)	(m)	(m)	(m/sec)
แนวท่อระบายน้ำเสีย : Line B								
B9 - B11	11	41.00	0.000123	0.000409	0.00200	0.06	0.15	0.33
B10 - B11	3	43.00	0.000034	0.000112	0.00200	0.03	0.15	0.33
B12 - B13	2	22.00	0.000022	0.000074	0.00200	0.03	0.15	0.33
B11 - B13	14	9.00	0.000157	0.000521	0.00200	0.06	0.15	0.33
B13 - B15	16	41.00	0.000179	0.000595	0.00200	0.06	0.15	0.33
B29 - B14	1	15.00	0.000011	0.000037	0.00200	0.02	0.15	0.33
B14 - B15	3	87.00	0.000034	0.000112	0.00200	0.03	0.15	0.33
B15 - B18	19	9.00	0.000213	0.000706	0.00200	0.07	0.15	0.33
B16 - B17	6	107.00	0.000067	0.000223	0.00200	0.04	0.15	0.33
B17 - B18	9	67.00	0.000101	0.000335	0.00200	0.05	0.15	0.33
B18 - B21	28	41.00	0.000314	0.001041	0.00200	0.08	0.20	0.40
B19 - B20	6	100.00	0.000067	0.000223	0.00200	0.04	0.15	0.33
B20 - B21	9	61.00	0.000101	0.000335	0.00200	0.05	0.15	0.33
B21 - B24	37	9.00	0.000414	0.001376	0.00200	0.09	0.20	0.40
B22 - B23	5	88.00	0.000056	0.000186	0.00200	0.04	0.15	0.33
B23 - B24	8	61.00	0.000090	0.000297	0.00200	0.05	0.15	0.33
B24 - B27	45	41.00	0.000504	0.001673	0.00200	0.09	0.20	0.40
B25 - B26	5	82.00	0.000056	0.000186	0.00200	0.04	0.15	0.33
B26 - B27	8	55.00	0.000090	0.000297	0.00200	0.05	0.15	0.33
B27 - B28	53	12.00	0.000594	0.001971	0.00200	0.10	0.20	0.40
B28 - S1	61	151.00	0.000683	0.002268	0.00200	0.10	0.20	0.40
แนวท่อระบายน้ำเสีย : Line C								
C1 - C2	1	10.00	0.000011	0.000037	0.00200	0.02	0.15	0.33
C2 - C3	3	21.00	0.000034	0.000112	0.00200	0.03	0.15	0.33
C3 - C4	6	73.00	0.000067	0.000223	0.00200	0.04	0.15	0.33
C4 - C7	6	14.00	0.000067	0.000223	0.00200	0.04	0.15	0.33
C5 - C6	1	9.00	0.000011	0.000037	0.00200	0.02	0.15	0.33

ตารางที่ 1 (ต่อ) การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำเสีย โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

รายการคำนวณระบบระบายน้ำเสียโครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva) ต.ชะอำ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี								
ตารางการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำเสีย								
					ปริมาณน้ำเสียต่อบ้าน =		0.0000112	cu.m./sec
Pipe Line	จำนวนบ้าน	L	Sewage	Total Q	Slope	Pipe Dia.		Velocity
					S	D (computed)	D (design)	
	(unit)	(m)	(cu.m/sec)	(cu.m/sec)	(m/m)	(m)	(m)	(m/sec)
แนวท่อระบายน้ำเสีย : Line C								
C6 - C7	2	25.00	0.000022	0.000074	0.00200	0.03	0.15	0.33
C7 - C9	10	42.00	0.000112	0.000372	0.00200	0.05	0.15	0.33
C8 - C9	1	25.00	0.000011	0.000037	0.00200	0.02	0.15	0.33
C9 - C11	11	12.00	0.000123	0.000409	0.00200	0.06	0.15	0.33
C10 - C11	2	21.00	0.000022	0.000074	0.00200	0.03	0.15	0.33
C11 - C12	14	43.00	0.000157	0.000521	0.00200	0.06	0.15	0.33
C12 - S2	16	108.00	0.000179	0.000595	0.00200	0.06	0.15	0.33
C13 - C14	2	14.00	0.000022	0.000074	0.00200	0.03	0.15	0.33
C14 - S2	2	7.00	0.000022	0.000074	0.00200	0.03	0.15	0.33
S1 - S2	164	12.00	0.001837	0.006098	0.00200	0.15	0.20	0.40
S2 - ถึงบ่อบำบัดน้ำเสยรวม	182	1.00	0.002038	0.006767	0.00200	0.16	0.20	0.40

หมายเหตุ : 1) S1 , S2 = บ่อบรรวมน้ำเสียแบบไม่มีตะแกรงดักขยะ

2) คำนวณปริมาณน้ำเสียของที่พักมูล้อยรวม และสำนักงานนิติบุคคลฯ เทียบเท่าจำนวนบ้าน 1 และ 2 แปลง ตามลำดับ

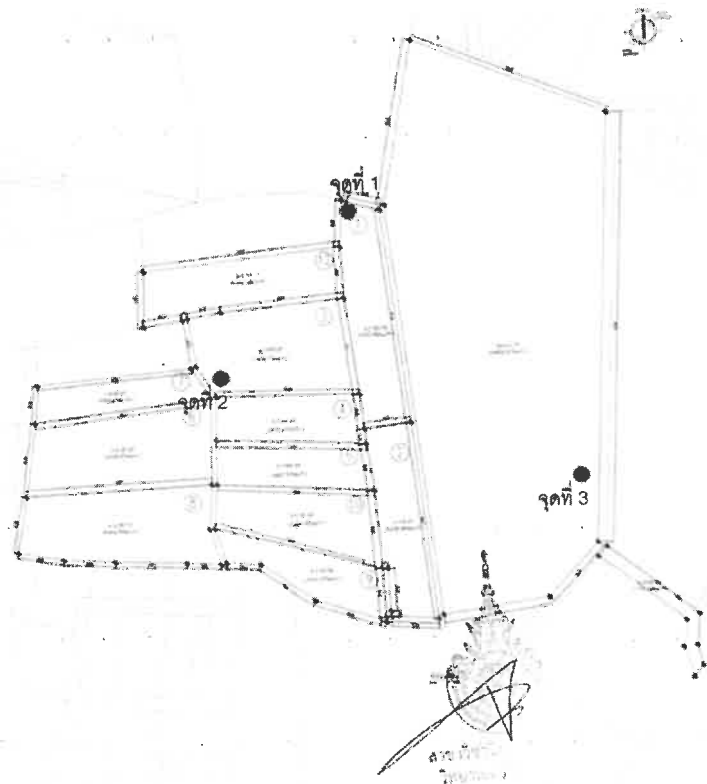


อัตราการซึมผ่านได้ (Permeability of Soil)

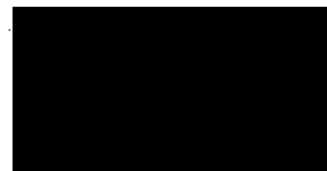
จากผลการทดสอบการซึมผ่านน้ำในดิน (Permeability Test of Soil) ภายในพื้นที่โครงการจำนวน 3 จุด ดังแสดงในภาพที่ 4 โดยโครงการเลือกใช้ค่าอัตราการซึมผ่านน้ำจุดที่ใกล้เคียงกับระบบซึมผ่านน้ำมากที่สุด ดังนี้

อัตราการซึมผ่าน จุดที่ 1 ,	k1	=	3.3677×10^{-4} ซม./วินาที
อัตราการซึมผ่าน จุดที่ 2 ,	k2	=	3.8851×10^{-4} ซม./วินาที
อัตราการซึมผ่าน จุดที่ 3 ,	k3	=	3.8532×10^{-4} ซม./วินาที

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างทดสอบ



ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างทดสอบหาค่าการซึมผ่านน้ำในดิน (Permeability Test of Soil)



รายการคำนวณระบบซึมน้ำทิ้งของโครงการ

โครงการไม่มีการระบายน้ำทิ้งออกจากโครงการ โดยน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมจะปล่อยออกไปยังบ่อสูบน้ำทิ้ง (บ่อตรวจคุณภาพน้ำ) และส่งต่อไปยังบ่อซึมน้ำทิ้งที่ทางโครงการจัดพื้นที่ไว้ด้วยเครื่องสูบน้ำทิ้ง การออกแบบขนาดบ่อซึมน้ำทิ้งของโครงการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปริมาณน้ำเสียของโครงการ	=	180	ลบ.ม./วัน
อัตราการบำบัดน้ำเสียของโครงการรายชั่วโมง	=	7.50	ลบ.ม./ชม.

จากรายงานการทดสอบการซึมผ่านน้ำในดิน (Permeability Test of Soil) ของโครงการ
เลือกใช้ค่าอัตราการซึมผ่านน้ำบริเวณหลุมทดสอบจุดที่ 3 ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ใกล้กับบ่อซึมน้ำทิ้งมากที่สุด

มีค่าอัตราการซึม, k_3	=	3.8532×10^{-4}	ชม./วินาที
	=	$3.8532 \times 10^{-4} \times 3600 \times 24 / 100$	ลบ.ม./วัน/ตร.ม.
	=	0.3329	ลบ.ม./วัน/ตร.ม.

ตรวจสอบขนาดบ่อสูบน้ำทิ้ง

ขนาด 4.20 x 7.50 x 2.50 ม. (ความลึกประสิทธิภาพ 1.50 ม.)

ปริมาณน้ำทิ้งที่เก็บกักได้ = 47.25 ลบ.ม.

บ่อสูบน้ำสามารถในการทวงน้ำได้นาน (ช่วงฝนตก) = 6.33 ชั่วโมง > 3 ชม.

บ่อซึมน้ำทิ้ง

(ปรับปรุงสภาพพื้นดินลึก 5 เมตร ด้านล่างเป็นถึงซีเมนต์เจาะรู ระยะห่าง 4x4 เมตร เชื่อมต่อกันด้วยท่อพีวีซี ถม

รอบด้วยกรวดและทรายหยาบ ความลึกถึงซีเมนต์ 5 เมตร ความลึกประสิทธิภาพ 4 เมตร) จำนวน 16 บ่อ

ครอบคลุมพื้นที่ได้ดิน = 250 ตร.ม.

บ่อซึมสามารถซึมน้ำผิวดินได้ = $250 \times 0.3329 \times 4.00$ = 332.90 ลบ.ม./วัน

ซึ่งมีค่ามากกว่าปริมาณน้ำเสียรวม คือ 180 ลบ.ม./วัน คิดเป็น 1.85 เท่า ดังนั้น ระบบบ่อซึมที่โครงการเตรียมพื้นที่ไว้เพียงพอสำหรับการจัดการน้ำทิ้งของโครงการโดยไม่ระบายออกภายนอกโครงการ

การคำนวณระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมของโครงการ

การคำนวณออกแบบระบบท่อระบายน้ำฝน

โครงการแบ่งพื้นที่การจัดการระบบระบายน้ำฝนเป็น 3 โซน โดยพิจารณาตามการวางผังโครงการและความลาดชันของพื้นที่ แต่ละโซนมีระบบท่อระบายน้ำฝนและบ่อนักน้ำเป็นของตัวเอง โดยไม่มีการระบายน้ำออกจากโครงการ ระบบท่อระบายน้ำฝนในแต่ละโซนทำหน้าที่รวบรวมน้ำฝนที่เกิดจากการไหลบนผิวดินและน้ำไหลซึมเข้าท่อในช่วงฝนตก ผ่านบ่อรวบรวมน้ำไปยังบ่อตรวจคุณภาพน้ำรวมแบบมีตะแกรงดักขยะก่อนเข้าบ่อนักน้ำ และระบายไปบริเวณลานซึมน้ำและรดน้ำต้นไม้บริเวณสวนสาธารณะประโยชน์ ด้วยปั๊มที่ควบคุมอัตราไหลไม่ให้เกินค่าอัตราการซึมน้ำของดิน โดยไม่ปล่อยน้ำออกนอกพื้นที่โครงการ ดังแสดงในภาพที่ 1

พื้นที่โครงการในแต่ละโซน ประกอบด้วย

พื้นที่รับน้ำโซน A	=	50,045	ตร.ม.
พื้นที่รับน้ำโซน B	=	24,156	ตร.ม.
พื้นที่รับน้ำโซน C	=	43,635	ตร.ม.
พื้นที่โครงการรวม (29,459 ตารางวา)	=	117,836	ตร.ม.

การคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำฝนเพื่อใช้ในการออกแบบท่อระบายน้ำฝน สามารถคำนวณได้ดังนี้

1. การคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุด (Q1)

ใช้หลักการของวิธี Rational Method ในการคำนวณอัตราการระบายน้ำร่วมกับเอกสารอบรมเชิงปฏิบัติการแนวทางการประเมินและตรวจสอบรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม การบำบัดน้ำเสียและการระบายน้ำ จัดทำโดย ดร.เกษมสันต์ สุวรรณรัตน์ และคู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมสิ่งแวดล้อมไทย, 2538 โดย ธงชัย พรหมสวัสดิ์

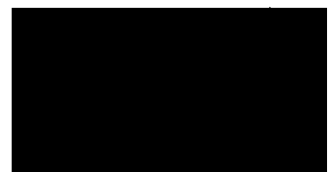
$$\text{จากสูตร} \quad Q = 0.278 \times CIA \times 10^6$$

$$\begin{aligned} \text{โดยที่} \quad Q &= \text{อัตราการไหลของน้ำฝน (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)} \\ C &= \text{ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของ (ตารางที่ 1)} \\ &= 0.60 \text{ (ตามที่กำหนดในข้อกำหนดการจัดสรรที่ดิน จ.เพชรบุรี พ.ศ. 2546)} \\ A &= \text{พื้นที่ระบายน้ำ (ตารางเมตร)} \\ I &= \text{อัตราความเข้มฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)} \end{aligned}$$

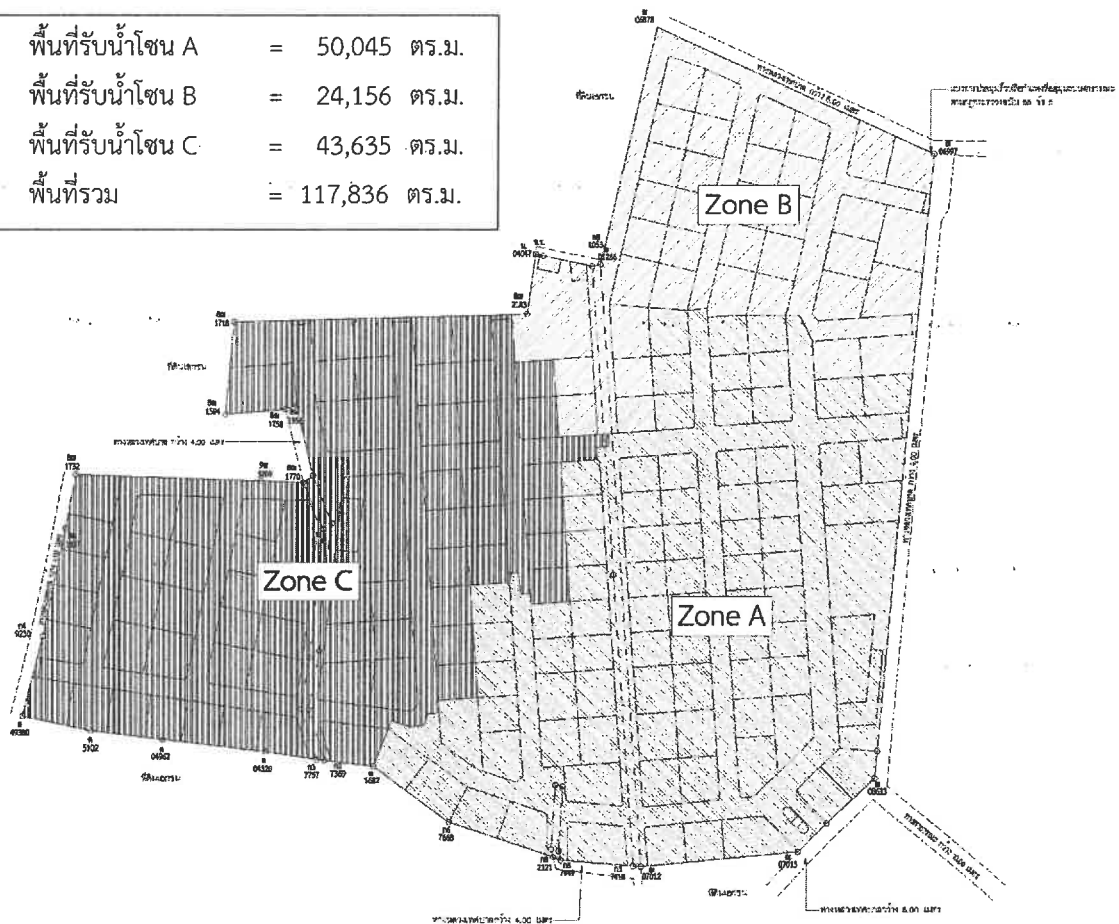
จากสูตร $I = [(4,255.84Tr^{0.15})/(Td+35.35)]$
 (อ้างอิงจากวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 24 ฉบับที่ 4 พ.ศ.2556
 อาริยา ฤทธิมา. คุณากร เปี่ยมฟ้า. ณัฐ อุไทย และอรรคเดช จันทรมานะ.
 การปรับปรุงการวิเคราะห์ฝนออกแบบของพื้นที่ลุ่มน้ำภาคกลาง.
 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.)
 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเข้มฝน-ความถี่-ช่วงเวลา
 (Intensity-Duration-Frequency, IDF) ของจังหวัดเพชรบุรี ดังแสดงในภาพที่ 2)

เมื่อ $Tr =$ คาบอุบัติ/รอบปีการเกิดซ้ำ (ปี)
 $Td =$ ช่วงเวลาที่ฝนตก (นาที)

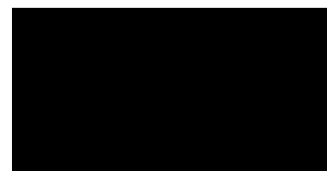
โดยเลือกช่วงเวลา (Td) 15 นาที ซึ่งฝนมีความเข้มมากที่สุดที่คาบอุบัติ 5 ปี คือ I_5 เท่ากับ 107.60 มิลลิเมตร/ชั่วโมง และใช้ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง เท่ากับ 0.60 (ตามที่กำหนดในข้อกำหนดการจัดสรรที่ดิน จ.เพชรบุรี พ.ศ. 2546) ในการออกแบบระบบท่อระบายน้ำฝน ดังแสดงในตารางที่ 2

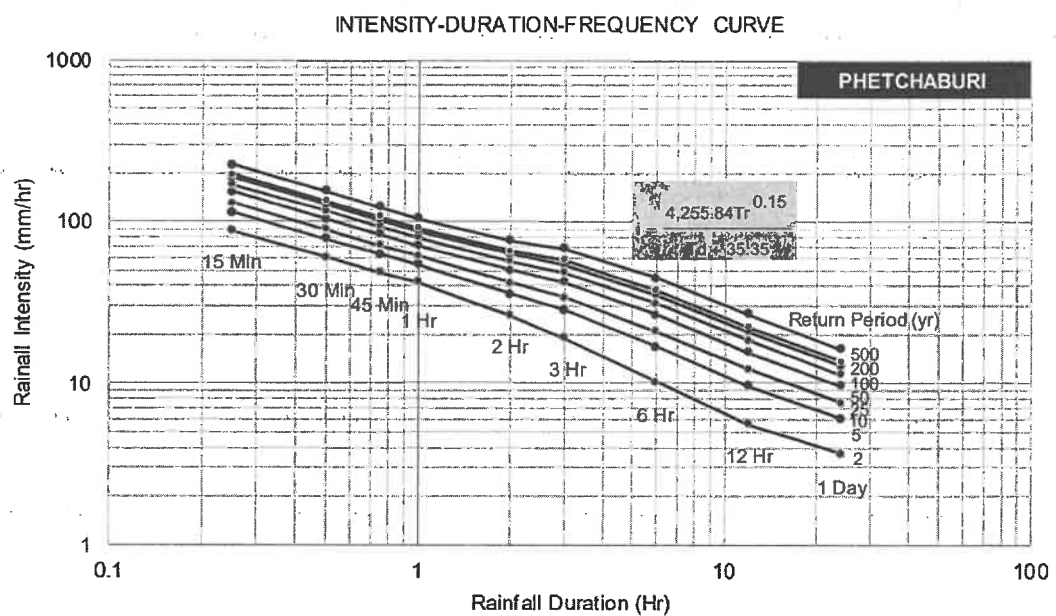


พื้นที่รับน้ำโซน A	= 50,045 ตร.ม.
พื้นที่รับน้ำโซน B	= 24,156 ตร.ม.
พื้นที่รับน้ำโซน C	= 43,635 ตร.ม.
พื้นที่รวม	= 117,836 ตร.ม.



ภาพที่ 1 แสดงการแบ่งพื้นที่จัดการระบบระบายน้ำฝนของโครงการ

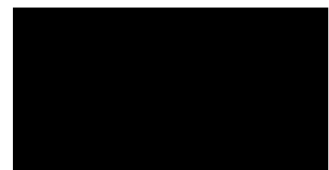




(1.16) จังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเข้มฝน-ความถี่-ช่วงเวลา (Intensity-Duration-Frequency, IDF) ของจังหวัดเพชรบุรี

ที่มา : อ้างอิงจากวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 24 ฉบับที่ 4 พ.ศ.2556. อาริยา ฤทธิมา. คุณากร เปี่ยมฟ้า. อนุรักษ์ อุทัย และอรรคเดช จันทรมานะ. การปรับปรุงการวิเคราะห์ฝนนอกแบบของพื้นที่ลุ่มน้ำภาคกลาง.



ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลนองของพื้นที่รับน้ำฝนในลักษณะต่างๆ

เขตการใช้ของพื้นที่	สัมประสิทธิ์ ของการไหลนอง (C)	ลักษณะพื้นที่ผิว	สัมประสิทธิ์ ของการไหลนอง (C)
เขตธุรกิจ		สวนปูพื้น	
หนาแน่น	0.70 - 0.95	ยางมะตอยหรือคอนกรีต	0.70 - 0.95
รอบๆ บริเวณเขตธุรกิจ	0.50 - 0.70	อิฐ หรือ อิฐตัวหนอน	0.70 - 0.85
เขตพื้นที่พักอาศัย		หลังคา	0.75 - 0.95
ครอบครัวเดี่ยว	0.30 - 0.50	สนาม, ดินทราย	
หลายครอบครัวแยกกัน	0.40 - 0.60	เรียบ-ลาด 2%	0.05 - 0.10
หลายครอบครัวติดกัน	0.60 - 0.75	ลาด 2-7%	0.10 - 0.15
ชานเมือง	0.25 - 0.40	ชั้น, ลาด 7% ขึ้นไป	0.15 - 0.20
อพาร์ทเมนต์	0.50 - 0.70	สนาม, ดินแน่น	
เขตอุตสาหกรรม		เรียบ-ลาด 2%	0.13 - 0.17
ขนาดเบา	0.50 - 0.80	ลาด 2-7%	0.18 - 0.22
ขนาดหนัก	0.60 - 0.90	ชั้น, ลาด 7% ขึ้นไป	0.25 - 0.35
เขตสวนสาธารณะ	0.10 - 0.25		
เขตสนามเด็กเล่น	0.20 - 0.35		
เขตชุมชนทางสถานีรถไฟ	0.20 - 0.35		
เขตรกร้าง	0.10 - 0.30		

ที่มา : ธงชัย พรรณสวัสดิ์. คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมสิ่งแวดล้อมไทย, 2538.

2. การคำนวณปริมาณน้ำซึมเข้าท่อ (Q2)

$$\begin{aligned}\text{กำหนดอัตราการซึม} &= 100 \quad \text{ลบ.ม./วัน/กม.} \\ &= 100 / (24 \times 3600) \\ &= 0.00157 \quad \text{ลบ.ม./วัน/กม.} \\ \text{ปริมาณน้ำซึมที่ใช้ออกแบบ} &= 0.00157 \times \text{ความยาวสะสม}\end{aligned}$$

3. การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน (D)

คำนวณจากสูตร Manning Formula ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}Q &= (A \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)}) / n \\ \text{เมื่อ } Q &= \text{อัตราปริมาณน้ำสูงสุดในท่อ, (ลบ.ม./วินาที)} \\ &= Q_1 + Q_2 \\ n &= \text{ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวท่อ} \\ R &= \text{รัศมีชลศาสตร์, เมตร} \\ S &= \text{ความลาดชันของท่อ, ม./ม.} \\ A &= \text{พื้นที่หน้าตัดของท่อ, ตารางเมตร} \\ D &= \text{เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ, เมตร}\end{aligned}$$

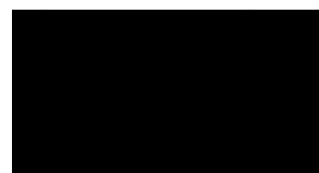
เมื่อแทนค่าในสูตร Manning Formula จะได้

$$D = 0.321 \cdot Q^{(3/8)} \cdot S^{(-3/16)}$$

และความเร็วการไหลในท่อ

$$V = (1/n) \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)}$$

ผลการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน ดังแสดงในตารางที่ 2 – ตารางที่ 4



ตารางที่ 2 การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน Zone A โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

ตารางการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน												
	I =	107.6	mm/hr	C =	0.6				ปริมาณน้ำฝน =	0.001157	cu.m/sec/km	
Pipe Line (From Node - To Node)	จำนวนบ้าน (unit)	L (m)	Acc. L (m)	Area (A) (sq.m)	Accu. A (sq.m)	Storm Water Q1 (cu.m/sec)	Infiltration Q3 (cu.m/sec)	Total Q (cu.m/sec)	Slope S (m/m)	Pipe Dia. D (computed) D (designed) (m) (m)		Velocity (m/sec)
แนวท่อระบายน้ำฝน : Zone A												
Line A-1												
A08 - A02	3	59.40	59.40	1550.86	1,550.86	0.0278	0.0001	0.0279	0.001	0.31	0.80	0.72
A09 - A03	3	57.70	57.70	1434.32	1,434.32	0.0257	0.0001	0.0258	0.001	0.30	0.80	0.72
A10 - A04	3	46.40	46.40	1444.43	1,444.43	0.0259	0.0001	0.0260	0.001	0.30	0.80	0.72
A11 - A05	2	35.00	35.00	1259.40	1,259.40	0.0226	0.0000	0.0226	0.001	0.28	0.60	0.60
A12 - A05	1	40.00	40.00	784.08	784.08	0.0141	0.0000	0.0141	0.001	0.24	0.80	0.72
A13 - A06	1	38.00	38.00	840.36	840.36	0.0151	0.0000	0.0151	0.001	0.24	0.60	0.60
A01 - A02	0	38.90	38.90	319.33	319.33	0.0057	0.0000	0.0058	0.001	0.17	0.60	0.60
A02 - A03	3	7.60	105.90	91.25	1,961.44	0.0352	0.0001	0.0353	0.001	0.33	0.80	0.72
A03 - A04	6	42.70	148.60	79.95	3,475.71	0.0624	0.0002	0.0626	0.001	0.41	0.80	0.72
A04 - A05	9	10.30	85.30	247.00	5,766.19	0.1035	0.0001	0.1036	0.001	0.50	0.80	0.72
A05 - A06	12	10.30	170.60	97.52	7,907.19	0.1419	0.0002	0.1421	0.001	0.56	0.80	0.72
A06 - A07	15	68.40	277.00	1668.77	10,416.32	0.1869	0.0003	0.1873	0.001	0.63	1.00	0.84
A07 - A67	15	70.50	347.50	3241.73	13,658.05	0.2451	0.0004	0.2455	0.001	0.69	1.00	0.84
Line A-2												
A14 - A15	4	58.90	58.90	1771.40	1,771.40	0.0318	0.0001	0.0319	0.001	0.32	0.80	0.72
A23 - A16	4	58.90	58.90	1771.40	1,771.40	0.0318	0.0001	0.0319	0.001	0.32	0.80	0.72
A24 - A17	4	58.90	58.90	1810.80	1,810.80	0.0325	0.0001	0.0326	0.001	0.32	0.80	0.72
A25 - A18	4	58.90	58.90	1810.80	1,810.80	0.0325	0.0001	0.0326	0.001	0.32	0.80	0.72
A15 - A16	-	7.60	66.50	79.95	1,851.35	0.0332	0.0001	0.0333	0.001	0.33	0.80	0.72
A16 - A17	-	42.70	168.10	247.00	3,869.75	0.0695	0.0002	0.0696	0.001	0.43	0.80	0.72
A17 - A18	-	7.60	234.60	79.95	5,760.50	0.1034	0.0003	0.1037	0.001	0.50	0.80	0.72
A18 - A19	-	42.70	336.20	247.00	7,818.30	0.1403	0.0004	0.1407	0.001	0.56	0.80	0.72
A19 - A20	3	45.90	382.10	1431.00	9,249.30	0.1660	0.0004	0.1664	0.001	0.60	1.00	0.84
A20 - A21	3	49.50	431.60	1431.00	10,680.30	0.1917	0.0005	0.1922	0.001	0.63	1.00	0.84
A21 - A66	2	42.90	474.50	1210.85	11,891.15	0.2134	0.0005	0.2140	0.001	0.66	1.00	0.84
Line A-3												
A39 - A40	3	49.00	49.00	1400.55	1,400.55	0.0251	0.0001	0.0252	0.001	0.29	0.80	0.72
A40 - A30	2	51.80	100.80	1116.52	2,517.07	0.0452	0.0001	0.0453	0.001	0.37	0.80	0.72
A41 - A42	3	48.00	48.00	1446.35	1,446.35	0.0260	0.0001	0.0260	0.001	0.30	0.80	0.72
A42 - A31	2	36.30	84.30	700.65	2,147.00	0.0385	0.0001	0.0386	0.001	0.35	0.80	0.72
A43 - A44	4	66.00	66.00	2037.98	2,037.98	0.0366	0.0001	0.0367	0.001	0.34	0.80	0.72
A44 - A34	1	42.10	108.10	812.83	2,850.81	0.0512	0.0001	0.0513	0.001	0.38	0.80	0.72
A45 - A46	4	72.00	72.00	2037.98	2,037.98	0.0366	0.0001	0.0367	0.001	0.34	0.80	0.72
A46 - A35	1	37.10	109.10	699.60	2,737.58	0.0491	0.0001	0.0493	0.001	0.38	0.80	0.72
A47 - A48	4	72.00	72.00	2018.75	2,018.75	0.0362	0.0001	0.0363	0.001	0.34	0.80	0.72
A48 - A36	1	36.20	108.20	668.02	2,686.77	0.0482	0.0001	0.0483	0.001	0.38	0.80	0.72
A49 - A50	4	72.00	72.00	1858.75	1,858.75	0.0334	0.0001	0.0334	0.001	0.33	0.80	0.72
A50 - A37	1	36.20	108.20	741.48	2,600.23	0.0467	0.0001	0.0468	0.001	0.37	0.80	0.72
A26 - A27	1	12.00	12.00	699.88	699.88	0.0126	0.0000	0.0126	0.001	0.23	0.60	0.60

ตารางที่ 2 (ต่อ) การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน Zone A โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

ตารางการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน												
	I =	107.6	mm/hr	C =	0.6				ปริมาณน้ำซึม =	0.001157	cu.m/sec/km	
Pipe Line (From Node - To Node)	จำนวนบ้าน	L	Acc. L	Area (A)	Accu. A	Strom Water Q1	Infiltration Q3	Total Q	Slope S'	Pipe Dia. D (computed) D (designed)		Velocity
	(unit)	(m)	(m)	(sq.m)	(sq.m)	(cu.m/sec)	(cu.m/sec)	(cu.m/sec)	(m/m)	(m)	(m)	(m/sec)
แนวท่อระบายน้ำฝน : Zone A												
Line A-3												
A27 - A28	-	23.50	35.50	129.09	828.97	0.0149	0.0000	0.0149	0.001	0.24	0.60	0.60
A28 - A29	-	21.20	56.70	100.88	929.85	0.0167	0.0001	0.0168	0.001	0.25	0.60	0.60
A29 - A30	-	6.10	62.80	73.09	1,002.94	0.0180	0.0001	0.0181	0.001	0.26	0.60	0.60
A30 - A31	-	8.80	172.40	81.32	2,200.78	0.0395	0.0002	0.0397	0.001	0.35	0.80	0.72
A31 - A32	-	14.30	271.00	194.96	4,542.74	0.0815	0.0003	0.0818	0.001	0.46	0.80	0.72
A32 - A33	-	9.80	280.80	75.14	4,617.88	0.0829	0.0003	0.0832	0.001	0.46	0.80	0.72
A33 - A34	-	32.10	312.90	136.74	4,754.62	0.0853	0.0004	0.0857	0.001	0.47	0.80	0.72
A34 - A35	-	7.70	320.60	70.87	7,676.30	0.1378	0.0004	0.1381	0.001	0.56	1.00	0.84
A35 - A36	-	42.70	472.40	203.80	10,617.68	0.1906	0.0005	0.1911	0.001	0.63	1.00	0.84
A36 - A37	-	7.60	588.20	69.02	13,373.47	0.2400	0.0007	0.2407	0.001	0.69	1.00	0.84
A37 - A38	-	8.00	704.40	39.45	16,013.15	0.2874	0.0008	0.2882	0.001	0.74	1.00	0.84
A58 - A53	-	18.00	18.00	94.76	94.76	0.0017	0.0000	0.0017	0.001	0.11	0.60	0.60
A59 - A54	-	18.00	18.00	122.21	122.21	0.0022	0.0000	0.0022	0.001	0.12	0.60	0.60
A60 - A55	-	18.00	18.00	101.15	101.15	0.0018	0.0000	0.0018	0.001	0.11	0.60	0.60
A61 - A56	-	18.00	18.00	110.28	110.28	0.0020	0.0000	0.0020	0.001	0.11	0.60	0.60
A62 - A57	-	20.00	20.00	312.60	312.60	0.0056	0.0000	0.0056	0.001	0.17	0.60	0.60
A51 - A52	2	40.00	40.00	1204.35	1,204.35	0.0216	0.0000	0.0217	0.001	0.28	0.60	0.60
A52 - A53	2	43.50	83.50	1159.95	2,364.30	0.0424	0.0001	0.0425	0.001	0.36	0.80	0.72
A53 - A54	-	8.40	109.90	67.03	2,526.09	0.0453	0.0001	0.0455	0.001	0.37	0.80	0.72
A54 - A55	1	32.00	159.90	741.97	3,390.27	0.0608	0.0002	0.0610	0.001	0.41	0.80	0.72
A55 - A56	-	7.70	185.60	52.85	3,544.27	0.0636	0.0002	0.0638	0.001	0.42	0.80	0.72
A56 - A57	3	63.90	267.50	1697.14	5,351.69	0.0961	0.0003	0.0964	0.001	0.49	0.80	0.72
A57 - A38	-	9.00	296.50	0.00	5,664.29	0.1017	0.0003	0.1020	0.001	0.50	0.80	0.72
A38 - A22	-	45.20	1,046.10	299.61	21,977.05	0.3944	0.0012	0.3956	0.001	0.83	1.20	0.94
A22 - A66	-	13.90	1,060.00	96.76	22,073.81	0.3962	0.0012	0.3974	0.001	0.83	1.20	0.94
A66 - A67	-	10.30	1,544.80	3241.73	37,206.69	0.6678	0.0018	0.6696	0.001	1.01	1.20	0.94
Line A-4												
A63 - A64	-	20.00	20.00	301.78	301.78	0.0054	0.0000	0.0054	0.001	0.17	0.60	0.60
A64 - A65	2	32.70	52.70	1092.77	1,394.55	0.0250	0.0001	0.0251	0.001	0.29	0.80	0.72
A65 - A67	-	18.70	71.40	530.65	1,925.20	0.0346	0.0001	0.0346	0.001	0.33	0.80	0.72
		71.40										
A67 - บ่อตรวจคุณภาพน้ำ	-	2.00	2.00	0.00	52,789.94	0.9475	0.0000	0.9475	0.002	1.01	1.20	1.34

ตารางที่ 3 การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน Zone B โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

ตารางการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน												
f =		107.6	mm/hr	C =		0.6		ปริมาณน้ำฝน =			0.001157 cu.m/sec/km	
Pipe Line (From Node - To Node)	จำนวนบ้าน (unit)	L (m)	Acc. L (m)	Area (A) (sq.m)	Accu. A (sq.m)	Strom Water Q1 (cu.m/sec)	Infiltration Q3 (cu.m/sec)	Total Q (cu.m/sec)	Slope S (m/m)	Pipe Dia. D (computed) D (designed) (m)		Velocity (m/sec)
แนวท่อระบายน้ำฝน: Zone B												
B15 - B03	1	44.00	44.00	966.75	966.75	0.0174	0.0001	0.0174	0.001	0.26	0.80	0.72
B16 - B05	1	37.00	37.00	937.07	937.07	0.0168	0.0000	0.0169	0.001	0.25	1.00	0.84
B17 - B06	1	37.00	37.00	718.50	718.50	0.0129	0.0000	0.0129	0.001	0.23	1.00	0.84
B18 - B19	3	72.40	72.40	1723.29	1,723.29	0.0309	0.0001	0.0310	0.001	0.32	1.20	0.94
B19 - B08	2	24.80	97.20	1024.66	2,747.95	0.0493	0.0001	0.0494	0.001	0.38	1.20	0.94
B20 - B21	3	69.00	69.00	1806.33	1,806.33	0.0324	0.0001	0.0325	0.001	0.32	1.20	0.94
B21 - B09	2	37.70	106.70	1060.91	2,867.24	0.0515	0.0001	0.0516	0.001	0.39	1.20	0.94
B22 - B23	4	66.00	66.00	2037.23	2,037.23	0.0366	0.0001	0.0366	0.001	0.34	1.00	0.84
B23 - B10	2	46.10	112.10	1018.73	3,055.96	0.0548	0.0001	0.0550	0.001	0.39	1.20	0.94
B24 - B25	3	53.10	53.10	1610.27	1,610.27	0.0289	0.0001	0.0290	0.001	0.31	1.20	0.94
B25 - B14	1	17.70	70.80	649.74	2,260.01	0.0406	0.0001	0.0406	0.001	0.35	1.20	0.94
B01 - B02	1	44.00	44.00	815.82	815.82	0.0146	0.0001	0.0147	0.001	0.24	0.80	0.72
B02 - B03	-	7.60	51.60	0.00	815.82	0.0146	0.0001	0.0147	0.001	0.24	0.80	0.72
B03 - B04	-	6.10	101.70	86.70	1,869.27	0.0335	0.0001	0.0337	0.001	0.33	1.20	0.94
B04 - B05	3	65.50	167.20	1941.35	3,810.62	0.0684	0.0002	0.0686	0.001	0.43	1.20	0.94
B05 - B06	-	7.60	211.80	91.25	4,838.94	0.0868	0.0002	0.0871	0.001	0.47	1.20	0.94
B06 - B07	1	24.60	273.40	688.52	6,245.96	0.1121	0.0003	0.1124	0.001	0.52	1.20	0.94
B07 - B08	-	10.30	283.70	80.25	6,326.21	0.1135	0.0003	0.1139	0.001	0.52	1.20	0.94
B08 - B09	-	43.60	424.50	367.54	9,441.70	0.1695	0.0005	0.1699	0.001	0.60	1.50	1.10
B09 - B10	-	8.00	539.20	120.56	12,429.50	0.2231	0.0006	0.2237	0.001	0.67	1.50	1.10
B10 - B11	-	25.60	676.90	177.51	15,662.97	0.2811	0.0008	0.2819	0.001	0.73	1.50	1.10
B11 - B12	-	21.70	698.60	263.47	15,926.44	0.2858	0.0008	0.2867	0.001	0.73	1.50	1.10
B12 - B13	3	52.70	751.30	1807.90	17,734.34	0.3183	0.0009	0.3192	0.001	0.76	1.50	1.10
B13 - B14	2	63.60	814.90	1372.45	19,106.79	0.3429	0.0009	0.3439	0.001	0.79	1.50	1.10
B14 - B27	-	13.20	898.90	0.00	21,366.80	0.3835	0.0010	0.3845	0.001	0.82	1.50	1.10
B26 - B27	2	72.00	72.00	2971.22	2,971.22	0.0533	0.0001	0.0534	0.001	0.39	1.50	1.10
B27 - บ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ	-	2.00	2.00	0.00	24,338.02	0.4368	0.0000	0.4368	0.001	0.86	1.50	1.10

ตารางที่ 4 การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน Zone C โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

ตารางการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน												
	I =	107.6	mm/hr	C =	0.6				ปริมาณน้ำฝน =	0.001157	cu.m/sec/km	
Pipe Line (From Node - To Node)	จำนวนบ้าน	L	Acc. L	Area (A)	Accu. A	Storm Water	Infiltration	Total Q	Slope	Pipe Dia.		Velocity
	(unit)	(m)	(m)	(sq.m)	(sq.m)	Q1 (cu.m/sec)	Q3 (cu.m/sec)	(cu.m/sec)	S (m/m)	D (computed) (m)	D (designed) (m)	(m/sec)
แนวท่อระบายน้ำฝน : Zone C												
Line C-1												
C13 - C14	3	53.40	53.40	1683.00	1,683.00	0.0302	0.0001	0.0303	0.001	0.32	0.80	0.72
C11 - C12	3	52.00	52.00	1,458.81	1,458.81	0.0262	0.0001	0.0262	0.001	0.30	0.80	0.72
C12 - C14	-	7.90	59.90	36.69	1,495.50	0.0268	0.0001	0.0269	0.001	0.30	0.80	0.72
C14 - C15	-	6.40	119.70	185.04	3,363.54	0.0604	0.0001	0.0605	0.001	0.41	0.80	0.72
C15 - C05	-	50.00	169.70	270.96	3,634.50	0.0652	0.0002	0.0654	0.001	0.42	0.80	0.72
C21 - C17	2	29.00	29.00	1044.66	1,044.66	0.0187	0.0000	0.0188	0.001	0.26	0.80	0.72
C22 - C18	1	27.00	27.00	644.27	644.27	0.0116	0.0000	0.0116	0.001	0.22	0.80	0.72
C23 - C19	2	36.00	36.00	1223.69	1,223.69	0.0220	0.0000	0.0220	0.001	0.28	0.80	0.72
C24 - C20	2	36.00	36.00	1041.52	1,041.52	0.0187	0.0000	0.0187	0.001	0.26	0.80	0.72
C16 - C17	-	15.00	15.00	116.93	116.93	0.0021	0.0000	0.0021	0.001	0.12	0.60	0.60
C17 - C18	-	7.60	51.60	74.86	1,236.45	0.0222	0.0001	0.0223	0.001	0.28	1.20	0.94
C18 - C19	-	45.80	124.40	211.46	2,092.18	0.0375	0.0001	0.0377	0.001	0.34	1.20	0.94
C19 - C20	-	7.60	168.00	74.59	3,390.46	0.0609	0.0002	0.0610	0.001	0.41	1.20	0.94
C20 - C04	-	47.50	251.50	238.43	4,670.41	0.0838	0.0003	0.0841	0.001	0.46	1.20	0.94
C04 - C05	-	10.60	262.10	67.19	4,737.60	0.0850	0.0003	0.0853	0.001	0.47	1.20	0.94
C07 - C03	-	20.00	20.00	152.14	152.14	0.0027	0.0000	0.0028	0.001	0.13	0.60	0.60
C08 - C10	-	20.00	20.00	141.96	141.96	0.0025	0.0000	0.0026	0.001	0.13	0.60	0.60
C09 - C10	1	35.30	35.30	768.02	768.02	0.0138	0.0000	0.0138	0.001	0.24	0.60	0.60
C01 - C02	5	81.00	81.00	2648.60	2,648.60	0.0475	0.0001	0.0476	0.001	0.37	0.80	0.72
C02 - C03	2	49.00	130.00	1111.08	3,759.68	0.0675	0.0002	0.0676	0.001	0.43	0.80	0.72
C03 - C10	-	8.50	158.50	0.00	3,911.82	0.0702	0.0002	0.0704	0.001	0.43	0.80	0.72
C10 - C05	-	7.80	221.60	0.00	4,821.80	0.0865	0.0003	0.0868	0.001	0.47	0.80	0.72
C05 - C06	1	22.60	676.00	656.90	13,850.80	0.2486	0.0008	0.2494	0.001	0.70	1.50	1.10
C06 - C62	2	70.00	746.00	2364.87	16,215.67	0.2910	0.0009	0.2919	0.001	0.74	1.50	1.10
Line C-2												
C32 - C27	3	56.00	56.00	1742.33	1,742.33	0.0313	0.0001	0.0313	0.001	0.32	0.80	0.72
C33 - C28	2	52.00	52.00	1340.87	1,340.87	0.0241	0.0001	0.0241	0.001	0.29	0.80	0.72
C34 - C29	3	49.00	49.00	1509.14	1,509.14	0.0271	0.0001	0.0271	0.001	0.30	0.80	0.72
C35 - C36	2	53.60	53.60	1175.71	1,175.71	0.0211	0.0001	0.0212	0.001	0.28	1.50	1.10
C36 - C31	2	27.80	81.40	1532.50	2,708.21	0.0486	0.0001	0.0487	0.001	0.38	1.50	1.10
C25 - C26	3	52.00	52.00	1658.64	1,658.64	0.0298	0.0001	0.0298	0.001	0.31	0.80	0.72
C26 - C27	-	8.20	60.20	112.32	1,770.96	0.0318	0.0001	0.0319	0.001	0.32	0.80	0.72
C27 - C28	-	46.40	162.60	380.74	3,894.03	0.0699	0.0002	0.0701	0.001	0.43	1.20	0.94
C28 - C29	-	7.70	222.30	125.17	5,360.07	0.0962	0.0003	0.0965	0.001	0.49	1.20	0.94
C29 - C30	-	35.50	306.80	283.72	7,152.93	0.1284	0.0004	0.1287	0.001	0.54	1.50	1.10
C30 - C31	-	13.40	320.20	326.21	7,479.14	0.1342	0.0004	0.1346	0.001	0.55	1.50	1.10
C31 - C62	-	7.60	409.20	0.00	10,187.35	0.1828	0.0005	0.1833	0.001	0.62	1.50	1.10

ตารางที่ 4 (ต่อ) การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน Zone C โครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)

ตารางการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำฝน												
	I =	107.6	mm/hr	C =	0.6				ปริมาณน้ำซึม =	0.001157	cu.m/sec/km	
Pipe Line (From Node - To Node)	จำนวนบ้าน	L	Acc. L	Area (A)	Accu. A	Storm Water Q1	Infiltration Q3	Total Q	Slope S	Pipe Dia.		Velocity
	(unit)	(m)	(m)	(sq.m)	(sq.m)	(cu.m/sec)	(cu.m/sec)	(cu.m/sec)	(m/m)	D (computed)	D (designed)	(m/sec)
แนวท่อระบายน้ำฝน : Zone C												
Line C-3												
C43 - C38	2	62.40	62.40	1127.24	1,127.24	0.0202	0.0001	0.0203	0.001	0.27	0.80	0.72
C44 - C39	3	62.40	62.40	1636.65	1,636.65	0.0294	0.0001	0.0294	0.001	0.31	0.80	0.72
C45 - C40	3	63.40	63.40	1664.22	1,664.22	0.0299	0.0001	0.0299	0.001	0.31	0.80	0.72
C46 - C41	3	63.40	63.40	1691.79	1,691.79	0.0304	0.0001	0.0304	0.001	0.32	0.80	0.72
C49 - C50	2	35.80	35.80	1732.24	1,732.24	0.0311	0.0000	0.0311	0.001	0.32	0.60	0.60
C50 - C48	2	7.60	43.40	0.00	1,732.24	0.0311	0.0001	0.0311	0.001	0.32	0.60	0.60
C47 - C48	2	32.60	32.60	1097.28	1,097.28	0.0197	0.0000	0.0197	0.001	0.27	0.80	0.72
C48 - C51	1	28.10	104.10	804.46	3,633.98	0.0652	0.0001	0.0653	0.001	0.42	0.80	0.72
C51 - C42	-	8.60	112.70	75.76	3,709.74	0.0666	0.0001	0.0667	0.001	0.42	0.80	0.72
C37 - C38	-	39.80	39.80	245.84	245.84	0.0044	0.0000	0.0045	0.001	0.15	0.60	0.60
C38 - C39	-	7.60	109.80	91.25	1,464.33	0.0263	0.0001	0.0264	0.001	0.30	0.80	0.72
C39 - C40	-	42.70	214.90	247.00	3,347.98	0.0601	0.0002	0.0603	0.001	0.41	0.80	0.72
C40 - C41	-	7.60	285.90	91.36	5,103.56	0.0916	0.0003	0.0919	0.001	0.48	0.80	0.72
C41 - C42	-	30.30	379.60	185.55	6,980.90	0.1253	0.0004	0.1257	0.001	0.54	0.80	0.72
C42 - C57	-	10.50	502.80	0.00	10,690.64	0.1919	0.0006	0.1925	0.001	0.63	1.00	0.84
C58 - C53	4	59.40	59.40	1770.53	1,770.53	0.0318	0.0001	0.0318	0.001	0.32	0.80	0.72
C59 - C54	3	52.50	52.50	1482.40	1,482.40	0.0266	0.0001	0.0267	0.001	0.30	0.80	0.72
C60 - C55	3	53.40	53.40	1503.35	1,503.35	0.0270	0.0001	0.0270	0.001	0.30	0.80	0.72
C61 - C56	-	56.50	56.50	1136.51	1,136.51	0.0204	0.0001	0.0205	0.001	0.27	0.80	0.72
C52 - C53	-	28.90	28.90	246.97	246.97	0.0044	0.0000	0.0045	0.001	0.15	0.60	0.60
C53 - C54	-	7.60	95.90	91.25	2,108.75	0.0378	0.0001	0.0380	0.001	0.34	0.80	0.72
C54 - C55	-	42.70	191.10	247.00	3,838.15	0.0689	0.0002	0.0691	0.001	0.43	0.80	0.72
C55 - C56	-	7.60	252.10	91.14	5,432.64	0.0975	0.0003	0.0978	0.001	0.49	0.80	0.72
C56 - C57	-	32.10	340.70	219.59	6,788.74	0.1218	0.0004	0.1222	0.001	0.53	0.80	0.72
C57 - C62	-	25.30	868.80	119.23	17,598.61	0.3159	0.0010	0.3169	0.001	0.76	1.50	1.10
C62 - บ่อตรวจคุณภาพน้ำ	-	2.00	2.00	0.00	44,001.63	0.7897	0.0000	0.7897	0.001	1.07	1.50	1.10

การคำนวณอัตราการระบายน้ำผิวดิน (น้ำฝน)

โครงการแบ่งพื้นที่การจัดการระบบระบายน้ำฝนเป็น 3 โซน ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยพิจารณาตามการวางผังโครงการและความลาดชันของพื้นที่ แต่ละโซนมีระบบท่อระบายน้ำฝนและบ่อหน่วงน้ำเป็นของตัวเอง โดยไม่มีการระบายน้ำออกจากโครงการ โดยน้ำฝนจะถูกรวบรวมลงท่อระบายน้ำฝนของโครงการ และไหลลงสู่บ่อหน่วงน้ำ ซึ่งมีลักษณะเป็นบ่อปิด ชนิดคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยระดับน้ำที่รักษาไว้ในบ่อจะอยู่ที่ระดับท้องของท่อระบายน้ำที่เข้าสู่บ่อหน่วงน้ำ ปริมาตรหน่วงน้ำของโครงการจะเป็นปริมาตรของบ่อหน่วงน้ำตั้งแต่ระดับน้ำที่รักษาไว้ในสภาวะปกติจนถึงระดับขอบบ่อ รวมกับ ปริมาตรของท่อระบายน้ำในแต่ละโซน

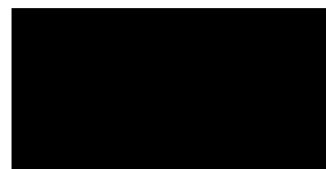
พื้นที่รับน้ำฝนในแต่ละโซน ประกอบด้วย

พื้นที่รับน้ำโซน A	=	50,045	ตร.ม.
พื้นที่รับน้ำโซน B	=	24,156	ตร.ม.
พื้นที่รับน้ำโซน C	=	43,635	ตร.ม.
พื้นที่รับน้ำฝนรวม (29,459 ตารางวา)	=	117,836	ตร.ม.

ทั้งนี้ ได้คำนวณการระบายน้ำเพื่อหาปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องหน่วงน้ำ โดยใช้วิธี Rational Method ในการคำนวณอัตราการระบายน้ำร่วมกับเอกสารอบรมเชิงปฏิบัติการแนวทางการประเมินและตรวจสอบรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม การบำบัดน้ำเสียและการระบายน้ำ จัดทำโดย ดร.เกษมสันต์ สุวรรณรัตน์ และคู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมสิ่งแวดล้อมไทย, 2538 โดย ธงชัย พรหมสวัสดิ์ โดยคิดปริมาณฝนจากค่าอัตราฝนสูงสุดในชั่วโมงแรกและสิ้นสุดใน 3 ชั่วโมง

จากสูตร	Q	=	$0.278 \times CIA \times 10^{-6}$
โดยที่	Q	=	อัตราการไหลของน้ำฝน (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
	C	=	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำฝน
	I	=	อัตราความเข้มฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)
			คิดปริมาณจากค่าอัตราฝนตกสูงในชั่วโมงแรกและสิ้นสุดใน 3 ชั่วโมง
			ที่คาบอุบัติ (Return Period) 5 ปี ของจังหวัดเพชรบุรี (ตารางที่ 5)
	A	=	พื้นที่ระบายน้ำ/พื้นที่รับน้ำ (ตารางเมตร)

ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำฝนสำหรับการคำนวณปริมาตรการหน่วงน้ำของโครงการ



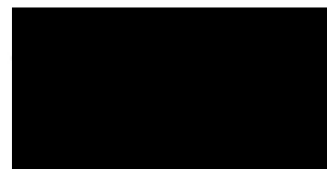
$C_{\text{ก่อน}} = 0.30$ (สภาพพื้นที่เป็นที่รกร้าง ดูตารางที่ 1)

$C_{\text{หลัง}} = 0.60$ (ตามที่กำหนดในข้อกำหนดการจัดสรรที่ดิน จ.เพชรบุรี พ.ศ.2546)

ตารางที่ 5 การคำนวณความเข้มฝนจากค่าอัตราฝนตกสูงสุดในชั่วโมงแรกและสิ้นสุดใน 3 ชั่วโมง (ฝน 3 ชั่วโมง)
ที่คาบอุบัติ (Return Period) 5 ปี ของจังหวัดเพชรบุรี

เวลา		ความเข้มฝน (มม./ชม)	Rain	Increment Rain	ความเข้มฝน (มม./ชม)
(ชม.)	(นาที)	from IDF curve (รูปที่ 2)	(มม.)	(มม.)	using in Rational Formula
0.25	15	107.60	26.90	26.90	107.60
0.50	30	82.91	41.45	14.55	58.21
0.75	45	67.43	50.57	9.12	36.47
1.00	60	56.82	56.82	6.25	25.00
1.25	75	49.10	61.37	4.55	18.20
1.50	90	43.22	64.83	3.46	13.85
1.75	105	38.60	67.55	2.72	10.89
2.00	120	34.88	69.75	2.20	8.78
2.25	135	31.80	71.56	1.81	7.24
2.50	150	29.23	73.08	1.52	6.07
2.75	165	27.04	74.37	1.29	5.16
3.00	180	25.16	75.48	1.11	4.46

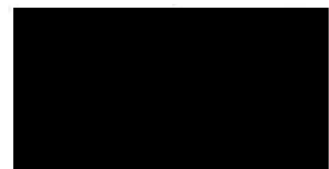
อัตราการระบายน้ำช่วงก่อนพัฒนาโครงการและหลังพัฒนาโครงการสำหรับพื้นที่ระบายน้ำโซน A , B และ C ดัง
แสดงในตารางที่ 6 – ตารางที่ 8



ตารางที่ 6 การคำนวณอัตราการระบายน้ำช่วงก่อนและหลังพัฒนาโครงการของพื้นที่ระบายน้ำฝนโซน A

ระยะเวลา (นาที)	ความเข้มฝน (มม./ชม.)	ก่อนพัฒนาโครงการ ($C_{\text{ก่อน}} = 0.30$)			หลังพัฒนาโครงการ ($C_{\text{หลัง}} = 0.60$)		
		อัตราการไหลของน้ำฝน		ปริมาณน้ำฝนที่สะสม	อัตราการไหลของน้ำฝน		ปริมาณน้ำฝนที่สะสม
		(ลบ.ม./วินาที)	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม./วินาที)	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม.)
0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	107.6	0.45	404.20	202.10	0.90	808.41	404.20
30	58.2	0.24	218.65	513.53	0.49	437.29	1,027.06
45	36.5	0.15	137.01	691.36	0.30	274.02	1,382.71
60	25.0	0.10	93.90	806.82	0.21	187.81	1,613.63
75	18.2	0.08	68.37	887.95	0.15	136.75	1,775.91
90	13.8	0.06	52.01	948.15	0.12	104.02	1,896.29
105	10.9	0.05	40.89	994.60	0.09	81.79	1,989.20
120	8.8	0.04	33.00	1,031.54	0.07	65.99	2,063.09
135	7.2	0.03	27.19	1,061.63	0.06	54.37	2,123.27
150	6.1	0.03	22.79	1,086.62	0.05	45.57	2,173.24
165	5.2	0.02	19.37	1,107.70	0.04	38.75	2,215.40
180	4.5	0.02	16.74	1,125.76	0.04	33.48	2,251.51

ก่อนพัฒนาโครงการ	อัตราการระบายน้ำ	=	1,125.76	ลบ.ม./180 นาที
		=	6.254	ลบ.ม./นาที
หลังพัฒนาโครงการ	อัตราการระบายน้ำ	=	2,251.51	ลบ.ม./180 นาที
		=	12.508	ลบ.ม./นาที

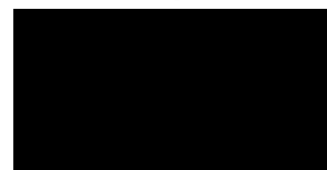


ตารางที่ 8 การคำนวณอัตราการระบายน้ำช่วงก่อนและหลังพัฒนาโครงการของพื้นที่ระบายน้ำฝนโซน C

ระยะเวลา (นาที)	ความเข้มฝน (มม./ชม.)	ก่อนพัฒนาโครงการ ($C_{\text{ก่อน}} = 0.30$)			หลังพัฒนาโครงการ ($C_{\text{หลัง}} = 0.60$)		
		อัตราการไหลของน้ำฝน		ปริมาณน้ำฝนที่สะสม	อัตราการไหลของน้ำฝน		ปริมาณน้ำฝนที่สะสม
		(ลบ.ม./วินาที)	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม./วินาที)	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม.)
0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	107.6	0.39	352.43	176.22	0.78	704.86	352.43
30	58.2	0.21	190.64	447.75	0.42	381.28	895.51
45	36.5	0.13	119.46	602.81	0.27	238.93	1,205.61
60	25.0	0.09	81.88	703.47	0.18	163.75	1,406.95
75	18.2	0.07	59.62	774.22	0.13	119.23	1,548.44
90	13.8	0.05	45.35	826.70	0.10	90.70	1,653.41
105	10.9	0.04	35.66	867.21	0.08	71.31	1,734.41
120	8.8	0.03	28.77	899.42	0.06	57.54	1,798.84
135	7.2	0.03	23.70	925.66	0.05	47.41	1,851.31
150	6.1	0.02	19.87	947.44	0.04	39.73	1,894.88
165	5.2	0.02	16.89	965.82	0.04	33.78	1,931.64
180	4.5	0.02	14.60	981.56	0.03	29.19	1,963.13

ก่อนพัฒนาโครงการ อัตราการระบายน้ำ = 981.56 ลบ.ม./180 นาที
= 5.453 ลบ.ม./นาที

หลังพัฒนาโครงการ อัตราการระบายน้ำ = 1,963.13 ลบ.ม./180 นาที
= 10.906 ลบ.ม./นาที



ปริมาณน้ำไหลซึมเข้าระบบท่อระบายน้ำฝน

ปริมาณน้ำไหลซึมเข้าระบบท่อระบายน้ำตวันต้องไม่ต่ำกว่า 20 ลบ.ม. ต่อความยาวท่อระบายน้ำ 1 กิโลเมตร ตามที่กำหนดในข้อกำหนดการจัดสรรที่ดิน จ.เพชรบุรี พ.ศ.2546 ปริมาณไหลซึมเข้าระบบท่อระบายน้ำในแต่โซนสามารถสรุปได้ดังนี้

ปริมาณน้ำไหลเข้าท่อโซน A

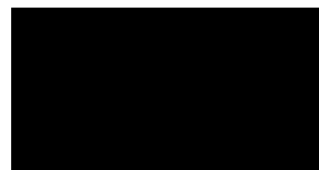
$$\begin{aligned}\text{ความยาวท่อระบายน้ำฝน พื้นที่โซน A รวม} &= 326.7 + 1,510.2 + 343.2 + 71.4 \text{ ม.} \\ &= 2,251.5 \text{ ม.} \\ \text{ปริมาณน้ำไหลซึมเข้าระบบท่อระบายน้ำฝนโซน A} &= 20 \times (2,251.5 / 1,000) \text{ ลบ.ม.} \\ &= 45.03 \text{ ลบ.ม.}\end{aligned}$$

ปริมาณน้ำไหลเข้าท่อโซน B

$$\begin{aligned}\text{ความยาวท่อระบายน้ำฝน พื้นที่โซน B รวม} &= 707.6 + 133.8 + 131.5 \text{ ม.} \\ &= 972.9 \text{ ม.} \\ \text{ปริมาณน้ำไหลซึมเข้าระบบท่อระบายน้ำฝนโซน B} &= 20 \times (972.9 / 1,000) \text{ ลบ.ม.} \\ &= 19.46 \text{ ลบ.ม.}\end{aligned}$$

ปริมาณน้ำไหลเข้าท่อโซน C

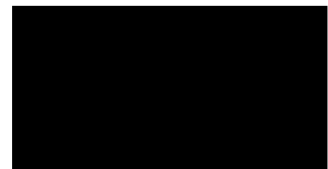
$$\begin{aligned}\text{ความยาวท่อระบายน้ำฝน พื้นที่โซน C รวม} &= 167.1 + 1,728.5 + 128.4 + 2 \text{ ม.} \\ &= 2,026 \text{ ม.} \\ \text{ปริมาณน้ำไหลซึมเข้าระบบท่อระบายน้ำฝนโซน C} &= 20 \times (2,026 / 1,000) \text{ ลบ.ม.} \\ &= 40.52 \text{ ลบ.ม.}\end{aligned}$$



การคำนวณปริมาตรบ่อน้ำ

ข้อกำหนดและเงื่อนไขการออกแบบบ่อน้ำ

- (1) โครงการแบ่งพื้นที่การจัดการระบบระบายน้ำฝนเป็น 3 โซน ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยพิจารณาตามการวางผังโครงการและความลาดชันของพื้นที่ แต่ละโซนมีระบบท่อระบายน้ำฝนและบ่อน้ำเป็นของตัวเอง โดยไม่มีการระบายน้ำออกจากโครงการ
- (2) บ่อน้ำต้องสามารถเก็บกักปริมาณน้ำผิวดิน (น้ำฝน) ช่วงหลังพัฒนาโครงการ รวมกับปริมาณน้ำไหลซึมเข้าระบบท่อระบายน้ำฝนของโครงการในแต่ละโซน โดยคิดปริมาณฝนจากค่าอัตราฝนสูงสุดในชั่วโมงแรกและสิ้นสุดใน 3 ชั่วโมง
- (3) ระบบน้ำของโครงการประกอบด้วย ระบบน้ำในบ่อน้ำ และระบบน้ำในท่อระบายน้ำฝนของแต่ละโซน โดยกำหนดให้คิดปริมาตรเก็บกักน้ำในบ่อน้ำในระบบท่อระบายน้ำที่ 80% ของปริมาตรความจุทั้งหมดในท่อระบายน้ำ



1. การคำนวณปริมาณบ่อน้ำของพื้นที่โซน A

ปริมาณน้ำผิวดิน (น้ำฝน) ช่วงหลังพัฒนาโครงการ	=	2,251.51	ลบ.ม. (ฝนสะสม 3 ชม.)
ปริมาณน้ำไหลซึมเข้าระบบท่อระบายน้ำฝนโซน A	=	45.03	ลบ.ม.
ปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บในพื้นที่โซน A	=	2,296.54	ลบ.ม.

ปริมาณความจุของระบบกักเก็บน้ำของโครงการ

1) ระบบกักเก็บน้ำในบ่อน้ำที่ 1 (สำหรับ Zone A)

ประกอบด้วยบ่อ ค.ส.ล. 2 บ่อ เชื่อมด้วยท่อคอนกรีต ขนาด Dia. 1500 มม. มีปริมาณความจุเก็บกักดังนี้

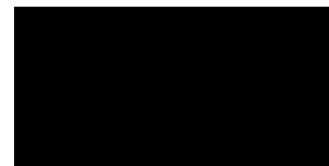
บ่อน้ำที่ 1-1 ขนาดบ่อ	=	11.40 x 15.00 x 5.00 ม. (ความลึกน้ำ 4.50 ม.)
ปริมาณความจุของบ่อน้ำที่กักเก็บได้	=	769.50 ลบ.ม.
บ่อน้ำที่ 1-2 ขนาดบ่อ	=	5.40 x 24.40 x 5.00 ม. (ความลึกน้ำ 4.50 ม.)
ปริมาณความจุของบ่อน้ำที่กักเก็บได้	=	592.92 ลบ.ม.
ปริมาณความจุที่กักเก็บได้ในบ่อน้ำรวม	=	1,362.42 ลบ.ม.

2) ระบบกักเก็บน้ำในท่อระบายน้ำ

ปริมาณความจุเก็บกักน้ำไว้ในระบบท่อใน Zone A

ท่อ Dia.600 มม.ความยาว 326.7 ม. พื้นที่หน้าตัด 0.2827 ตร.ม. ความจุ	=	0.2827 x 326.7 x 0.8	ลบ.ม.
	=	73.89	ลบ.ม.
ท่อ Dia.800 มม.ความยาว 1,510.2 ม. พื้นที่หน้าตัด 0.5026 ตร.ม. ความจุ	=	0.5026 x 1,510.2 x 0.8	ลบ.ม.
	=	607.22	ลบ.ม.
ท่อ Dia.1000 มม.ความยาว 343.2 ม. พื้นที่หน้าตัด 0.7854 ตร.ม. ความจุ	=	0.7854 x 343.2 x 0.8	ลบ.ม.
	=	215.64	ลบ.ม.
ท่อ Dia.1200 มม.ความยาว 71.4 ม. พื้นที่หน้าตัด 1.131 ตร.ม.ความจุ	=	1.131 x 71.4 x 0.8	ลบ.ม.
	=	64.60	ลบ.ม.
ปริมาณความจุที่กักเก็บได้ในระบบท่อระบายน้ำ	=	961.35	ลบ.ม.
ปริมาณความจุที่เก็บกักได้ในระบบกักเก็บน้ำในพื้นที่โซน A รวม	=	2,323.77	ลบ.ม.

ปริมาณความจุที่เก็บกักได้รวม 2,323.77 ลบ.ม. มีค่ามากกว่าปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บในพื้นที่โซน A มีค่าเท่ากับ 2,296.54 ลบ.ม. ดังนั้น ระบบกักเก็บน้ำที่โครงการจัดเตรียมไว้เพียงพอสำหรับการป้องกันน้ำท่วม



2. การคำนวณปริมาณบ่อน้ำของพื้นที่โซน B

ปริมาณน้ำผิวดิน (น้ำฝน) ช่วงหลังพัฒนาโครงการ	=	1,086.77	ลบ.ม. (ฝนสะสม 3 ชม.)
ปริมาณน้ำไหลซึมเข้าระบบท่อระบายน้ำฝนโซน B	=	19.46	ลบ.ม.
ปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บในพื้นที่โซน B	=	1,106.23	ลบ.ม.

ปริมาณความจุของระบบกักเก็บน้ำของโครงการ

1) ระบบกักเก็บน้ำในบ่อน้ำบ่อที่ 2 (สำหรับ Zone B)

ขนาดบ่อ	=	4.40 x 7.90 x 5.00	ม. (ความลึกน้ำ 4.50 ม.)
ปริมาณความจุของบ่อน้ำที่กักเก็บได้	=	156.42	ลบ.ม.

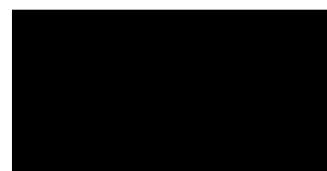
2) ระบบกักเก็บน้ำในท่อระบายน้ำ

ปริมาณความจุเก็บกักน้ำไว้ในระบบท่อใน Zone B

ท่อ Dia.800 มม.ความยาว 95.6 ม. พื้นที่หน้าตัด 0.5026 ตร.ม. ความจุ	=	0.5026 x 95.6 x 0.8	ลบ.ม.
	=	38.44	ลบ.ม.
ท่อ Dia.1000 มม.ความยาว 74 ม. พื้นที่หน้าตัด 0.7854 ตร.ม.ความจุ	=	0.7854 x 74 x 0.8	ลบ.ม.
	=	46.50	ลบ.ม.
ท่อ Dia.1200 มม.ความยาว 500.9 ม. พื้นที่หน้าตัด 1.131 ตร.ม. ความจุ	=	1.131 x 500.9 x 0.8	ลบ.ม.
	=	453.21	ลบ.ม.
ท่อ Dia.1500 มม.ความยาว 302.4 ม. พื้นที่หน้าตัด 1.131 ตร.ม. ความจุ	=	1.7672 x 302.4 x 0.8	ลบ.ม.
	=	427.52	ลบ.ม.
ปริมาณความจุน้ำที่เก็บกักได้ในระบบท่อระบายน้ำ	=	965.67	ลบ.ม.

ปริมาณความจุที่เก็บกักได้ในระบบกักเก็บน้ำในพื้นที่โซน B รวม	=	1,122.09	ลบ.ม.
---	---	----------	-------

ปริมาณความจุน้ำที่เก็บกักได้รวม 1,122.09 ลบ.ม. มีค่ามากกว่าปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บในพื้นที่โซน B มีค่าเท่ากับ 1,106.23 ลบ.ม. ดังนั้น ระบบกักเก็บน้ำที่โครงการจัดเตรียมไว้เพียงพอสำหรับการป้องกันน้ำท่วม



3. การคำนวณปริมาณบ่อหนองน้ำของพื้นที่โซน C

ปริมาณน้ำผิวดิน (น้ำฝน) ช่วงหลังพัฒนาโครงการ	=	1,963.13	ลบ.ม. (ฝนสะสม 3 ซม.)
ปริมาณน้ำไหลซึมเข้าระบบท่อระบายน้ำฝนโซน C	=	40.52	ลบ.ม.
ปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บในพื้นที่โซน C	=	2,003.65	ลบ.ม.

ปริมาณความจุของระบบหนองน้ำของโครงการ

1) ระบบหนองน้ำในบ่อหนองน้ำบ่อที่ 3 (สำหรับ Zone C)

ขนาดบ่อ	=	7.4 × 26.4 × 5.00 ม. (ความลึกน้ำ 4.50 ม.)
ปริมาณความจุของบ่อหนองน้ำที่กักเก็บได้	=	879.12 ลบ.ม.

2) ระบบหนองน้ำในท่อระบายน้ำ

ปริมาณความจุเก็บกักน้ำไว้ในระบบท่อใน Zone C

ท่อ Dia.600 มม.ความยาว 199.7 ม. พื้นที่หน้าตัด 0.2827 ตร.ม. ความจุ	=	0.2827 × 199.7 × 0.8	ลบ.ม.
	=	45.16	ลบ.ม.
ท่อ Dia.800 มม.ความยาว 1,384.8 ม. พื้นที่หน้าตัด 0.5026 ตร.ม. ความจุ	=	0.5026 × 1,384.8 × 0.8	ลบ.ม.
	=	556.80	ลบ.ม.
ท่อ Dia.1000 มม.ความยาว 10.5 ม. พื้นที่หน้าตัด 0.7854 ตร.ม. ความจุ	=	0.7854 × 10.5 × 0.8	ลบ.ม.
	=	6.60	ลบ.ม.
ท่อ Dia.1200 มม.ความยาว 173.2 ม. พื้นที่หน้าตัด 1.131 ตร.ม.ความจุ	=	1.131 × 173.2 × 0.8	ลบ.ม.
	=	156.71	ลบ.ม.
ท่อ Dia.1500 มม.ความยาว 257.8 ม. พื้นที่หน้าตัด 1.7672 ตร.ม.ความจุ	=	1.7672 × 257.8 × 0.8	ลบ.ม.
	=	364.47	ลบ.ม.
ปริมาณความจุน้ำที่กักเก็บได้ในระบบท่อระบายน้ำ	=	1,129.74	ลบ.ม.

ปริมาณความจุที่เก็บกักได้ในระบบหนองน้ำในพื้นที่โซน C รวม	=	2,008.86	ลบ.ม.
--	---	----------	-------

ปริมาณความจุที่เก็บกักได้รวม 2,008.86 ลบ.ม. มีค่ามากกว่าปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บในพื้นที่โซน C มีค่าเท่ากับ 2,003.65 ลบ.ม. ดังนั้น ระบบหนองน้ำที่โครงการจัดเตรียมไว้เพียงพอสำหรับการป้องกันน้ำท่วม

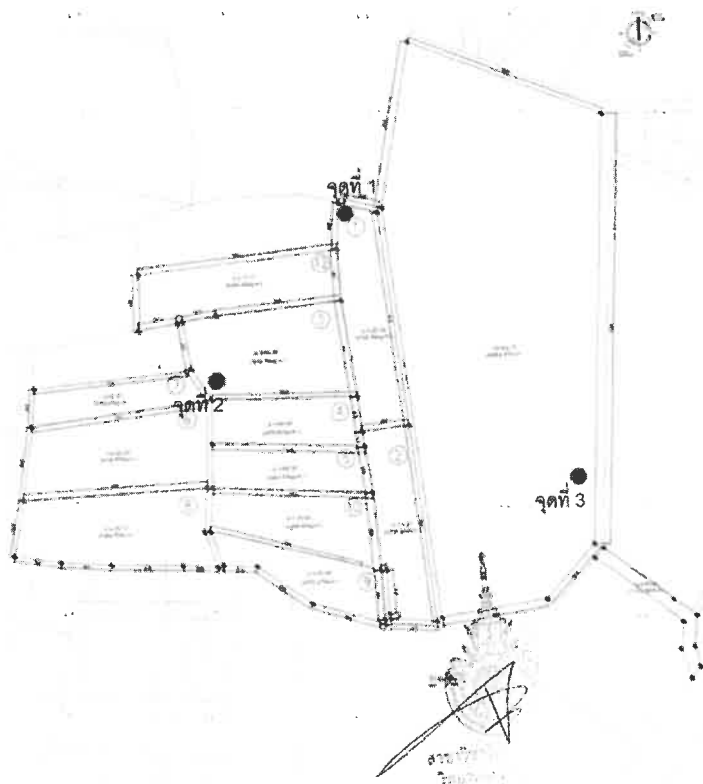


อัตราการซึมน้ำได้ (Permeability of Soil)

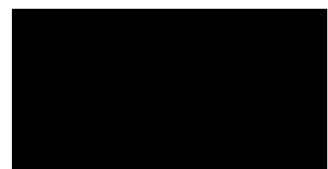
จากผลการทดสอบการซึมผ่านน้ำในดิน (Permeability Test of Soil) ภายในพื้นที่โครงการจำนวน 3 จุด ดังแสดงในภาพที่ 4 โดยโครงการเลือกใช้ค่าอัตราการซึมน้ำจุดที่ใกล้เคียงกับระบบซึมน้ำมากที่สุด ดังนี้

อัตราการซึมน้ำ จุดที่ 1 , k_1 = 3.3677×10^{-4} ซม./วินาที	ใช้กับพื้นที่ระบบซึมน้ำผิวดิน (น้ำฝน) โซน B
อัตราการซึมน้ำ จุดที่ 2 , k_2 = 3.8851×10^{-4} ซม./วินาที	ใช้กับพื้นที่ระบบซึมน้ำผิวดิน (น้ำฝน) โซน C
อัตราการซึมน้ำ จุดที่ 3 , k_3 = 3.8532×10^{-4} ซม./วินาที	ใช้กับพื้นที่ระบบซึมน้ำผิวดิน (น้ำฝน) โซน A และพื้นที่พื้นที่ระบบซึมน้ำทั้ง

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างทดสอบ



ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างทดสอบหาค่าการซึมผ่านน้ำในดิน (Permeability Test of Soil)



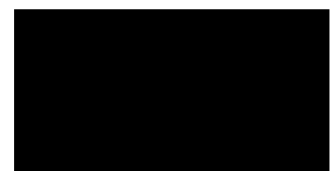
การคำนวณระบบขีมน้ำผิวดิน (น้ำฝน) ของโครงการ

เงื่อนไขการออกแบบ

- 1) ปัจจุบันไม่มีแหล่งน้ำสาธารณะหรือทอระบบระบายน้ำสาธารณะอยู่ใกล้พื้นที่โครงการ จึงจัดการระบบระบายน้ำฝนด้วยระบบลานขีมน้ำโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 โซน ประกอบด้วย โซน A โซน B และโซน C ดังแสดงในภาพที่ 1
- 2) ปริมาณน้ำฝนจากบ่อหน่วงน้ำแต่ละบ่อจะถูกสูบโดยเครื่องสูบน้ำไปยังลานขีมน้ำฝนที่ทางโครงการเตรียมไว้ในพื้นที่แต่ละโซนโดยไม่มีการระบายน้ำออกจากโครงการ
- 3) หากในอนาคตเทศบาลเมืองชะอำได้จัดให้มีระบบระบายน้ำสาธารณะ ทางโครงการจะดำเนินการขอเชื่อมระบบระบายน้ำของโครงการเข้ากับระบบระบายน้ำสาธารณะ

คุณสมบัติอัตราการขีมน้ำ

พื้นที่ระบบขีมน้ำผิวดิน (น้ำฝน) โซน A	ใช้อัตราการขีมน้ำ จุดที่ 3 , k3	= 3.8532×10^{-4} ซม./วินาที
พื้นที่ระบบขีมน้ำผิวดิน (น้ำฝน) โซน B	ใช้อัตราการขีมน้ำ จุดที่ 1 , k1	= 3.3677×10^{-4} ซม./วินาที
พื้นที่ระบบขีมน้ำผิวดิน (น้ำฝน) โซน C	ใช้อัตราการขีมน้ำ จุดที่ 2 , k2	= 3.8851×10^{-4} ซม./วินาที



1) ระบบขีมน้ำผิวดินของพื้นที่โซน A

$$\text{ปริมาณน้ำที่ต้องหน่วงในพื้นที่โซน A} = 2,296.54 \text{ ลบ.ม.}$$

คุณสมบัติอัตราการขีมน้ำ

เลือกใช้ค่าอัตราการขีมน้ำ จุดที่ 3 เนื่องจากเป็นจุดทดสอบที่อยู่ใกล้บริเวณลานขีมน้ำผิวดินของพื้นที่โซน A มากที่สุด

$$\begin{aligned} \text{อัตราการขีมน้ำ จุดที่ 3, } k_3 &= 3.8532 \times 10^{-4} && \text{ชม./วินาที} \\ &= 3.8532 \times 10^{-4} \times 3600 \times 24 / 100 && \text{ลบ.ม./วัน/ตร.ม.} \\ &= 0.3329 && \text{ลบ.ม./วัน/ตร.ม.} \end{aligned}$$

ระบบขีมน้ำผิวดินพื้นที่โซน A

1) บ่อขีมน้ำผิวดิน

(ปรับปรุงสภาพพื้นดินลึก 5.00 เมตร ด้านล่างเป็นถึงซีเมนต์เจาะรู ระยะห่าง 4x4 เมตร เชื่อมต่อกันด้วยท่อพีวีซี ฃมรอบด้วยกรวดและทรายหยาบ ความลึกถึงซีเมนต์ 5.00 เมตร ความลึกประสิทธิภาพ 4.80 เมตร) จำนวน 64 บ่อ

$$\text{ครอบคลุมพื้นที่ไต้ดิน} = 1,300 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{บ่อขีมน้ำสามารถขีมน้ำผิวดินไต้} = 1,400 \times 0.3329 \times 4.80 = 2,237.09 \text{ ลบ.ม./วัน}$$

2) ลานขีมน้ำผิวดิน

$$\text{โครงการจัดเตรียมพื้นที่ลานขีมน้ำผิวดินไต้} = 1,642 - 1,380 = 242 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{ลานขีมน้ำสามารถขีมน้ำผิวดินไต้} = 242 \times 0.3329 = 80.56 \text{ ลบ.ม./วัน}$$

$$\text{ระบบขีมน้ำผิวดินของพื้นที่โซน A สามารถขีมน้ำผิวดินไต้รวม} = 2,317.65 \text{ ลบ.ม./วัน}$$

$$= 96.57 \text{ ลบ.ม./ชม.}$$

$$= 0.027 \text{ ลบ.ม./วินาที}$$

$$\text{ระบบขีมน้ำผิวดินโซน A สามารถขีมน้ำที่หน่วงไต้ไต้หมด} = 23.78 \text{ ชม.}$$

ดังนั้น ระบบขีมน้ำที่โครงการจัดเตรียมของพื้นที่โซน A สามารถระบายน้ำที่หน่วงไต้ไต้ด้วยระบบขีมน้ำไต้ไต้หมดภายใน 23.78 ชั่วโมง (ประมาณ 1 วัน)

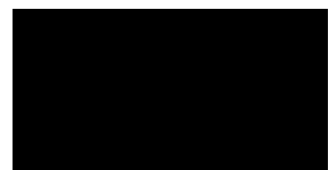


การคำนวณหาขนาดเครื่องสูบน้ำจากบ่อหนองไปลานซึม (สำหรับ Zone A)

ใช้ข้อมูลตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

- ปริมาณน้ำที่ต้องสูบ	=	2,296.54	ลบ.ม./วัน
- ท่อ HDPE ความเร็วของน้ำในเส้นท่อไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที			
- เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump แบบ Vertical Type			
- จำนวนเครื่องสูบน้ำ	=	2	ชุด
- ขนาดท่อส่งของเครื่องสูบน้ำ 3"	=	0.075	ม.
- Static Head	=	5.00	ม.
- Suction Head	=	0.00	ม.
- Total Head Loss (150*4.5/100)	=	6.30	ม.
- TDH	=	11.30	ม.
- ใช้อัตราการสูบน้ำไม่เกินอัตราการซึมน้ำ	=	0.0135 x 2	ลบ.ม./วินาที
		< 0.027	(สำหรับพื้นที่โซน A)
- ประสิทธิภาพของปั๊ม (n)	=	70%	
- KW	=	9.8.(Q).(TDH)/n	
	=	9.8 x (0.0135) x (11.30/0.70)	
	=	2.136	KW
- ใช้เวลาในการสูบ	=	2,296.54 / (0.0135 x 2 x 60 x 60)	
	=	23.63	ชั่วโมง

สรุป เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีอัตราสูบ 13.50 ลิตร/วินาที
ความสูงสูบส่ง 11.30 เมตร มีกำลัง 2.136 KW ใช้เวลาในการสูบ 23.63 ชั่วโมง



2) ระบบขีมน้ำผิวดินของพื้นที่โซน B

ปริมาณน้ำที่ต้องหน่วงในพื้นที่โซน B = 1,106.23 ลบ.ม.

คุณสมบัติอัตราการขีมน้ำ

เลือกใช้ค่าอัตราการขีมน้ำ จุดที่ 1 เนื่องจากเป็นจุดทดสอบที่อยู่ใกล้บริเวณลานขีมน้ำผิวดินของพื้นที่โซน B มากที่สุด

$$\begin{aligned}\text{อัตราการขีมน้ำ จุดที่ 1, } k_1 &= 3.3677 \times 10^{-4} \text{ ชม./วินาที} \\ &= 3.3677 \times 10^{-4} \times 3600 \times 24 / 100 \text{ ลบ.ม./วัน/ตร.ม.} \\ &= 0.291 \text{ ลบ.ม./วัน/ตร.ม.}\end{aligned}$$

ระบบขีมน้ำผิวดินพื้นที่โซน B

1) บ่อขีมน้ำผิวดิน

(ปรับปรุงสภาพพื้นดินลึก 4.00 เมตร ด้านล่างเป็นถึงซีเมนต์เจาะรู ระยะห่าง 4x4 เมตร เชื่อมต่อกันด้วยท่อพีวีซี ฌมรอบด้วยกรวดและทรายหยาบ ความลึกถึงซีเมนต์ 4.00 เมตร ความลึกประสิทธิภาพ 3.80 เมตร) จำนวน 40 บ่อ

$$\text{ครอบคลุมพื้นที่ได้ดิน} = 900 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{บ่อขีมน้ำสามารถขีมน้ำผิวดินได้} = 900 \times 0.291 \times 4.80 = 995.22 \text{ ลบ.ม./วัน}$$

2) ลานขีมน้ำผิวดิน

$$\text{โครงการจัดเตรียมพื้นที่ลานขีมน้ำผิวดินไว้} = 1,448 - 900 = 548 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{ลานขีมน้ำสามารถขีมน้ำผิวดินได้} = 548 \times 0.291 = 159.47 \text{ ลบ.ม./วัน}$$

$$\text{ระบบขีมน้ำผิวดินของพื้นที่โซน B สามารถขีมน้ำผิวดินได้รวม} = 1,154.69 \text{ ลบ.ม./วัน}$$

$$= 48.11 \text{ ลบ.ม./ชม.}$$

$$= 0.0134 \text{ ลบ.ม./วินาที}$$

$$\text{ระบบขีมน้ำผิวดินโซน B สามารถขีมน้ำที่หน่วงไว้ได้หมด} = 22.99 \text{ ชม.}$$

ดังนั้น ระบบขีมน้ำที่โครงการจัดเตรียมของพื้นที่โซน B สามารถระบายน้ำที่หน่วงไว้ด้วยระบบขีมน้ำได้หมดภายใน 22.99 ชั่วโมง (ประมาณ 1 วัน)

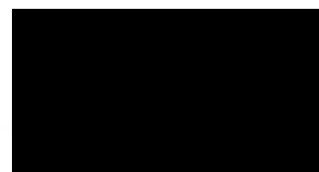


การคำนวณหาขนาดเครื่องสูบน้ำจากบ่อบึงไปลานซีม (สำหรับ Zone B)

ใช้ข้อมูลตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

- ปริมาณน้ำที่ต้องสูบ	=	1,106.23	ลบ.ม./วัน
- ท่อ HDPE ความเร็วของน้ำในเส้นท่อไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที			
- เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump แบบ Vertical Type			
- จำนวนเครื่องสูบน้ำ	=	2	ชุด
- ขนาดท่อส่งของเครื่องสูบน้ำ 3"	=	0.075	ม.
- Static Head	=	5.00	ม.
- Suction Head	=	0.00	ม.
- Total Head Loss (100*4.5/100)	=	4.50	ม.
- TDH	=	9.50	ม.
- ใช้อัตราการสูบน้ำไม่เกินอัตราการซึมน้ำ	=	0.0065 x 2	ลบ.ม./วินาที
		< 0.0134	(สำหรับพื้นที่โซน B)
- ประสิทธิภาพของปั๊ม (n)	=	70%	
- KW	=	9.8.(Q).(TDH)/n	
	=	9.8 x (0.0065) x (9.50/0.70)	
	=	0.865	KW
- ใช้เวลาในการสูบ	=	1,106.23 / (0.0065 x 2 x 60 x 60)	
	=	23.63	ชั่วโมง

สรุป เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีอัตราสูบ 6.50 ลิตร/วินาที
ความสูงสูบสง 9.50 เมตร มีกำลัง 0.865 KW ใช้เวลาในการสูบ 23.63 ชั่วโมง



3) ระบบขีมน้ำผิวดินของพื้นที่โซน C

ปริมาณน้ำที่ตองหน่งในพื้นทีโซน C = 2,003.65 ลบ.ม.

คุณสมบัติอัตราการขีมน้ำ

เลือกใช่อัตราการขีมน้ำ จุดที่ 2 เนื่องจากเป็นจุดทดสอบที่อยู่ใกล้บริเวณลานขีมน้ำผิวดินของพื้นที่โซน C มากที่สุด

$$\begin{aligned}\text{อัตราการขีมน้ำ จุดที่ 2, } k_2 &= 3.8851 \times 10^{-4} && \text{ชม./วินาที} \\ &= 3.8851 \times 10^{-4} \times 3600 \times 24 / 100 && \text{ลบ.ม./วัน/ตร.ม.} \\ &= 0.33567 && \text{ลบ.ม./วัน/ตร.ม.}\end{aligned}$$

ระบบขีมน้ำผิวดินพื้นที่โซน C

1) บ่อขีมน้ำผิวดิน

(ปรับปรุงสภาพพื้นดินลึก 5.00 เมตร ด้านล่างเป็นถึงซีเมนต์เจาะรู ระยะห่าง 4x4 เมตร เชื่อมต่อกันด้วยท่อพีวีซี ฃมรอบด้วยกรวดและทรายหยาบ ความลึกถึงซีเมนต์ 5.00 เมตร ความลึกประสิทธิภาพ 4.80 เมตร) จำนวน 53 บ่อ

$$\text{ครอบคลุมพื้นที่ได้ดิน} = 1,250 \quad \text{ตร.ม.}$$

$$\text{บ่อขีมน้ำสามารถขีมน้ำผิวดินได้} = 1,250 \times 0.33567 \times 4.80 = 2,014.02 \quad \text{ลบ.ม./วัน}$$

2) ลานขีมน้ำผิวดิน

$$\text{โครงการจัดเตรียมพื้นที่ลานขีมน้ำผิวดินไว้} = 1,520.8 - 1,250 = 270.8 \quad \text{ตร.ม.}$$

$$\text{ลานขีมน้ำสามารถขีมน้ำผิวดินได้} = 270.8 \times 0.33567 = 90.90 \quad \text{ลบ.ม./วัน}$$

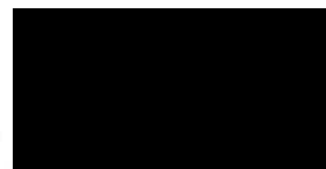
$$\text{ระบบขีมน้ำผิวดินของพื้นที่โซน C สามารถขีมน้ำผิวดินได้รวม} = 2,104.92 \quad \text{ลบ.ม./วัน}$$

$$= 87.71 \quad \text{ลบ.ม./ชม.}$$

$$= 0.0244 \quad \text{ลบ.ม./วินาที}$$

$$\text{ระบบขีมน้ำผิวดินโซน C สามารถขีมน้ำที่หน่งไว้ได้หมด} = 22.84 \quad \text{ชม.}$$

ดังนั้น ระบบขีมน้ำที่โครงการจัดเตรียมของพื้นที่โซน C สามารถระบายน้ำที่หน่งไว้ด้วยระบบขีมน้ำได้หมดภายใน 22.84 ชั่วโมง (ประมาณ 1 วัน)



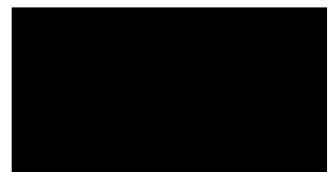
การคำนวณหาขนาดเครื่องสูบน้ำจากบ่อน้ำไปลานซีม (สำหรับ Zone C)

ใช้ข้อมูลตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

- ปริมาณน้ำที่ต้องสูบ	=	2,003.65	ลบ.ม./วัน
- ท่อ HDPE ความเร็วของน้ำในเส้นท่อไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที			
- เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump แบบ Vertical Type			
- จำนวนเครื่องสูบน้ำ	=	2	ชุด
- ขนาดท่อส่งของเครื่องสูบน้ำ 3"	=	0.075	ม.
- Static Head	=	5.00	ม.
- Suction Head	=	0.00	ม.
- Total Head Loss (100*4.5/100)	=	4.50	ม.
- TDH	=	9.50	ม.
- ใช้อัตราการสูบน้ำไม่เกินอัตราการซีมน้ำ	=	0.012 x 2	ลบ.ม./วินาที
		< 0.0244	(สำหรับพื้นที่โซน C)
- ประสิทธิภาพของปั๊ม (n)	=	70%	
- KW	=	9.8.(Q).(TDH)/n	
	=	9.8 x (0.012) x (9.50/0.70)	
	=	1.596	KW
- ใช้เวลาในการสูบ	=	2,003.65 / (0.012 x 2 x 60 x 60)	
	=	23.19	ชั่วโมง

สรุป เครื่องสูบน้ำ Submersible Pump จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีอัตราการสูบ 12 ลิตร/วินาที

- ความสูงสูบส่ง 9.50 เมตร มีกำลัง 1.596 KW ใช้เวลาในการสูบ 23.19 ชั่วโมง



รายงานผลการทดสอบหาค่าการซึมผ่านน้ำในดิน
(Permeability Test of Soil)



รายงานผลการทดสอบหาค่าการซึมผ่านน้ำในดิน
(Permeability Test of Soil)

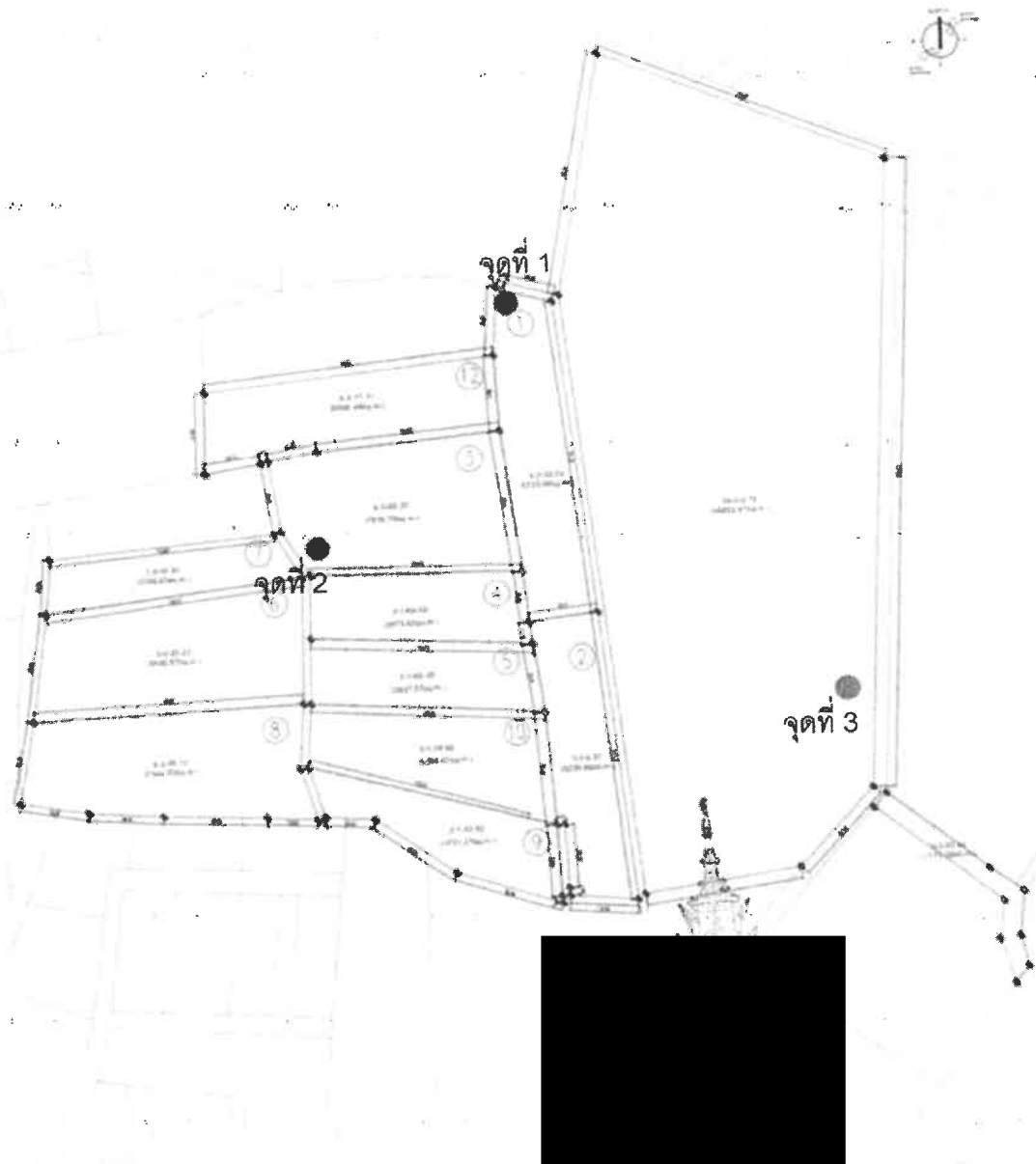
โครงการ รีวา (Reeva)



ตั้งอยู่ที่ ตำบลชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120

ประเภท โครงการจัดสรรที่ดิน(ขั้นก่อนขออนุญาตก่อสร้าง)



ตำแหน่งเก็บตัวอย่างทดสอบ



	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล	
	การทดสอบความซึมผ่านของน้ำในดิน	
	Permeability Test	

Project Name : รีว(REEVA) Date of Test : 1/11/2566 Sample No. : 1
 Location : ต.ชะอำ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี Tested by : นาย ศักดิ์สิทธิ์ น. นาน Boring No. : 1
 Soil Sample : ทราย Checked by : ผศ.ดร.จักรกริช ตันสกุล Depth(m) : 0.30

Soil Sample Data



Diameter (cm)	8.908	Initial Mass of Soil + Pan (g)	2408
Height (cm)	18	Final Mass of Soil + Pan (g)	457
Area (cm ²)	62.292	Mass of Soil in Cell (g)	1951
Volume (cm ³)	1121.256	Wet Density (g/cm ³)	1.740
Water Content (%)	6.31	Specific Gravity, (Gs)	2.65
Dry Density (g/cm ³)	1.637	Void Ratio, (e)	0.619

Constant Head

No.	Sample Length (cm)	Temperature (Celsius)	Head (cm)	Discharged (cm ³)	Time (sec)	Kt (cm/sec)	ut/ut0	K20 (cm/sec)
1	18	28	165	13.5	60	3.9404E-04	0.83157	3.2767E-04
2	18	28	165	14.0	60	4.0863E-04	0.83157	3.3980E-04
3	18	28	165	14.0	60	4.0863E-04	0.83157	3.3980E-04
4	18	28	165	14.0	60	4.0863E-04	0.83157	3.3980E-04
5								
6								
7								
8								
9								
Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at T Degree Celsius, Kt is						4.04		
Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at 20 Degree Celsius, K20 is						3.36		

Variable Head

Inside Diameter of the Burette		cm		Inside Cross Section Area of the Burette		cm ²	
No.	Sample Length (cm)	Temperature (Celsius)	Head (cm)		Time (sec)	(cm/sec)	
			h0	h1			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at T Degree Celsius, Kt is						cm/sec	
Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at 20 Degree Celsius, K20 is						cm/sec	

	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล	
	การทดสอบความซึมผ่านของน้ำในดิน Permeability Test	

Project Name : รีว(REEVA) Date of Test : 1/11/2566 Sample No. : 2
 Location : ต.ชะอำ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี Tested by : นาย ศักดิ์สิทธิ์ วัฒนาน Boring No. : 2
 Soil Sample : ทราย Checked by : ผศ.ดร.จักรวาล ตันสกุล Depth(m) : 0.30

Soil Sample Data



Diameter (cm)	8.908	Initial Mass of Soil + Pan (g)	2600
Height (cm)	19	Final Mass of Soil + Pan (g)	659
Area (cm ²)	62.292	Mass of Soil in Cell (g)	1941
Volume (cm ³)	1183.548	Wet Density (g/cm ³)	1.640
Water Content (%)	7.06	Specific Gravity, (Gs)	2.6
Dry Density (g/cm ³)	1.532	Void Ratio, (e)	0.697

Constant Head

No.	Sample Length (cm)	Temperature (Celsius)	Head (cm)	Discharged (cm ³)	Time (sec)	Kt (cm/sec)	ut/u20	K20 (cm/sec)
1	19	29	165	15	60	4.6214E-04	0.81356	3.7598E-04
2	19	29	165	15	60	4.6214E-04	0.81356	3.7598E-04
3	19	29	165	16	60	4.9295E-04	0.81356	4.0104E-04
4	19	29	165	16	60	4.9295E-04	0.81356	4.0104E-04
5								
6								
7								
8								
9								
Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at T Degree Celsius, Kt is						4.7755E-04		
Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at 20 Degree Celsius, K20 is						3.8951E-04		

Variable Head

Inside Diameter of the Burette		cm		Inside Cross Section Area of the Burette				
No.	Sample Length (cm)	Temperature (Celsius)	Head (cm)		Time (sec)	Kt (cm/sec)	ut/u20	K20 (cm/sec)
			h0	h1				
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at T Degree Celsius, Kt is						cm/sec		
Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at 20 Degree Celsius, K20 is						cm/sec		

	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล	
	การทดสอบความซึมผ่านของน้ำในดิน	
	Permeability Test	

Project Name: รีว(REEVA) Date of Test: 1/11/2566 Sample No.: 13
 Location: ต.ชะอำ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี Tested by: นาย ศักดิ์สิทธิ์ น. นาน Boring No.: 3
 Soil Sample: ทราย Checked by: ผศ.ดร.จักรกรูร์ ดั่นสกุล Depth(m): 0.30

Soil Sample Data

Diameter (cm)	8.908	Initial Mass of Soil + Pan (g)	2357
Height (cm)	18	Final Mass of Soil + Pan (g)	369
Area (cm ²)	62.292	Mass of Soil in Cell (g)	1988
Volume (cm ³)	1121.256	Wet Density (g/cm ³)	1.773
Water Content (%)	5.69	Specific Gravity, (Gs)	2.65
Dry Density (g/cm ³)	1.678	Void Ratio, (e)	0.579

Constant Head

No.	Sample Length (cm)	Temperature (Celsius)	Head (cm)	Discharged (cm ³)	Time (sec)	Kt (cm/sec)	ut/u20	K20 (cm/sec)
1	18	28	165	16	60	4.6701E-04	0.83157	3.8835E-04
2	18	28	165	16	60	4.5241E-04	0.83157	3.7621E-04
3	18	28	165	16	60	4.6701E-04	0.83157	3.8835E-04
4	18	28	165	16	60	4.6701E-04	0.83157	3.8835E-04
5								
6								
7								
8								
9								

Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at T Degree Celsius, Kt is 4.6336E-04 cm/sec

Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at 20 Degree Celsius, K20 is 3.8532E-04 cm/sec

Variable Head

Inside Diameter of the Burette

cm

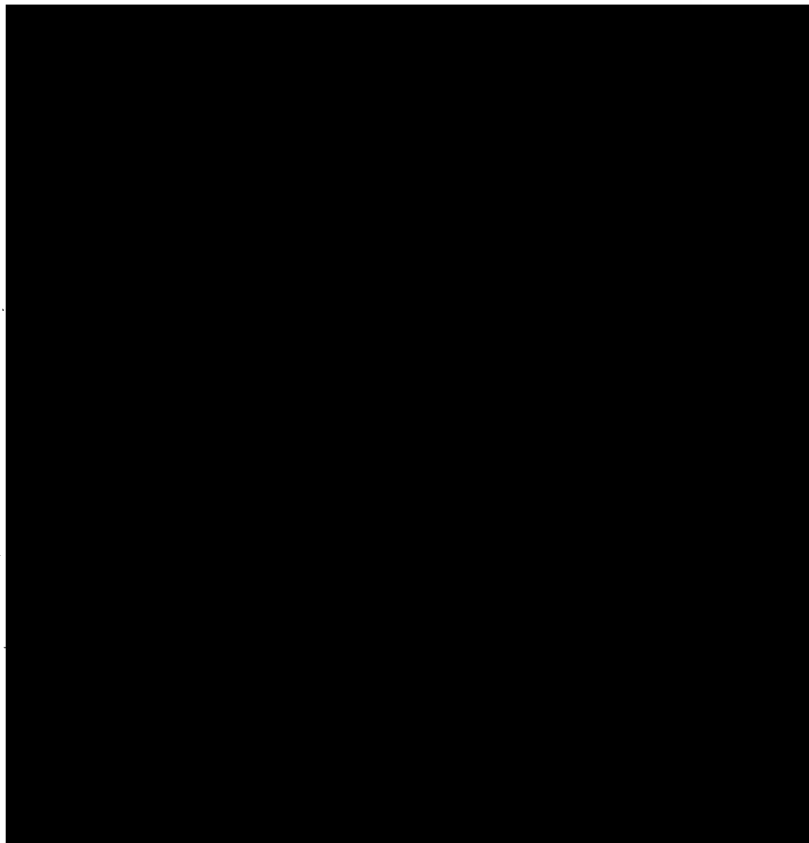
Inside Cross Section Area of the Burette

cm²

No.	Sample Length (cm)	Temperature (Celsius)	Head (cm)		Time (sec)	Kt (cm/sec)	ut/u20	K20 (cm/sec)
			h0	h1				
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at T Degree Celsius, Kt is cm/sec

Average Coefficient of Permeability for a Test Temperature of Water at 20 Degree Celsius, K20 is cm/sec



ส่วนที่ 2

รายการคำนวณระบบไฟฟ้า

รายการคำนวณโหลดไฟฟ้า
ของโครงการจัดสรรที่ดิน รีวา (Reeva)
ตำบลชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

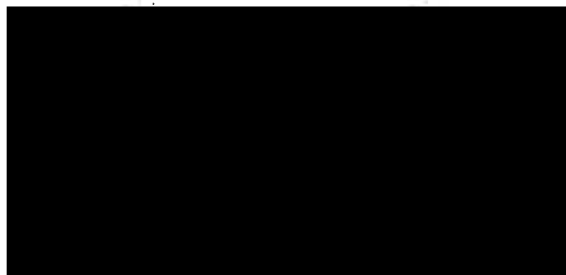
ตามมาตรการติดตั้งทางไฟฟ้า อ้างอิงบทที่ 3 (3.1) อาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวหรือบ้านแฝด โครงการจัดสรรที่ดินทั่วไปมักจะกำหนดขนาดพื้นที่แบ่งแปลงเพื่อใช้ก่อสร้างอาคารประเภทนี้ไว้ก่อน และให้ลูกค้าเลือกแบบบ้านในภายหลัง สำหรับโครงการนี้การกำหนดโหลดของอาคารตามขนาดการแบ่งแปลง และรูปแบบบ้านตามความต้องการของเจ้าของโครงการ ดังนี้

แบบบ้าน Type A จำนวน	65 แปลง	ต้องการโหลด	=	13,000 VA
แบบบ้าน Type B จำนวน	77 แปลง	ต้องการโหลด	=	13,000 VA
แบบบ้าน Type C จำนวน	35 แปลง	ต้องการโหลด	=	14,000 VA
ที่ดินเปล่า จำนวน	2 แปลง	ต้องการโหลด	=	13,000 VA
รวมแปลงที่ดินทั้งหมด 179 แปลง				

ค่าโคอินซิเดนซ์แฟคเตอร์

ลำดับห้องชุด	ค่าโคอินซิเดนซ์แฟคเตอร์
1-10	0.9
11-20	0.8
21-30	0.7
31-40	0.6
41-ขึ้นไป	0.5

หมายเหตุ : จากแปลงที่มีโหลดสูงสุดก่อน



1. การคำนวณโหลดไฟฟ้าส่วนกลาง

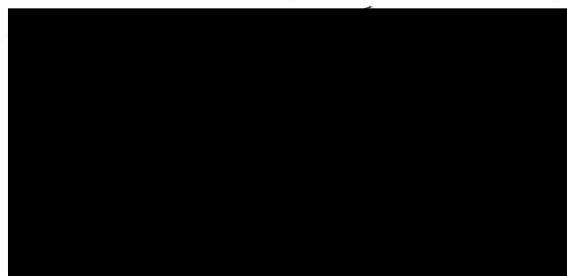
ลำดับที่	รายการ	จำนวน	Sum Area (ตร.ม.)	VA/ตร.ม.	Total VA
1	สวนสาธารณะ และสวนย่อม	1	5,931.6	20	118,630
2	สำนักงานนิติบุคคลบ้านจัดสรร	1	312	150	46,800
3	ที่พักมูลฝอยรวม	1	80.8	20	1,616
4	พื้นที่จัดการระบบบำบัดน้ำเสีย และบ่อหน่วงน้ำ	1	369.6	20	7,392
5	ป้อมยาม	1	18	20	360
Total VA (ส่วนกลาง)					174,800

2. การคำนวณโหลดไฟฟ้าส่วนที่ดินจัดสรร

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	โคอินซิเดนซ์ แฟกเตอร์	VA	Total VA
1	แปลงที่ 1-10	10	0.9	14,000	126,000
2	แปลงที่ 11-20	10	0.8	14,000	112,000
3	แปลงที่ 21-30	10	0.7	14,000	98,000
4	แปลงที่ 11-35	5	0.6	14,000	42,000
5	แปลงที่ 36-40	5	0.6	13,000	39,000
6	แปลงที่ 41-179	139	0.5	13,000	903,500
Total VA					1,320,500

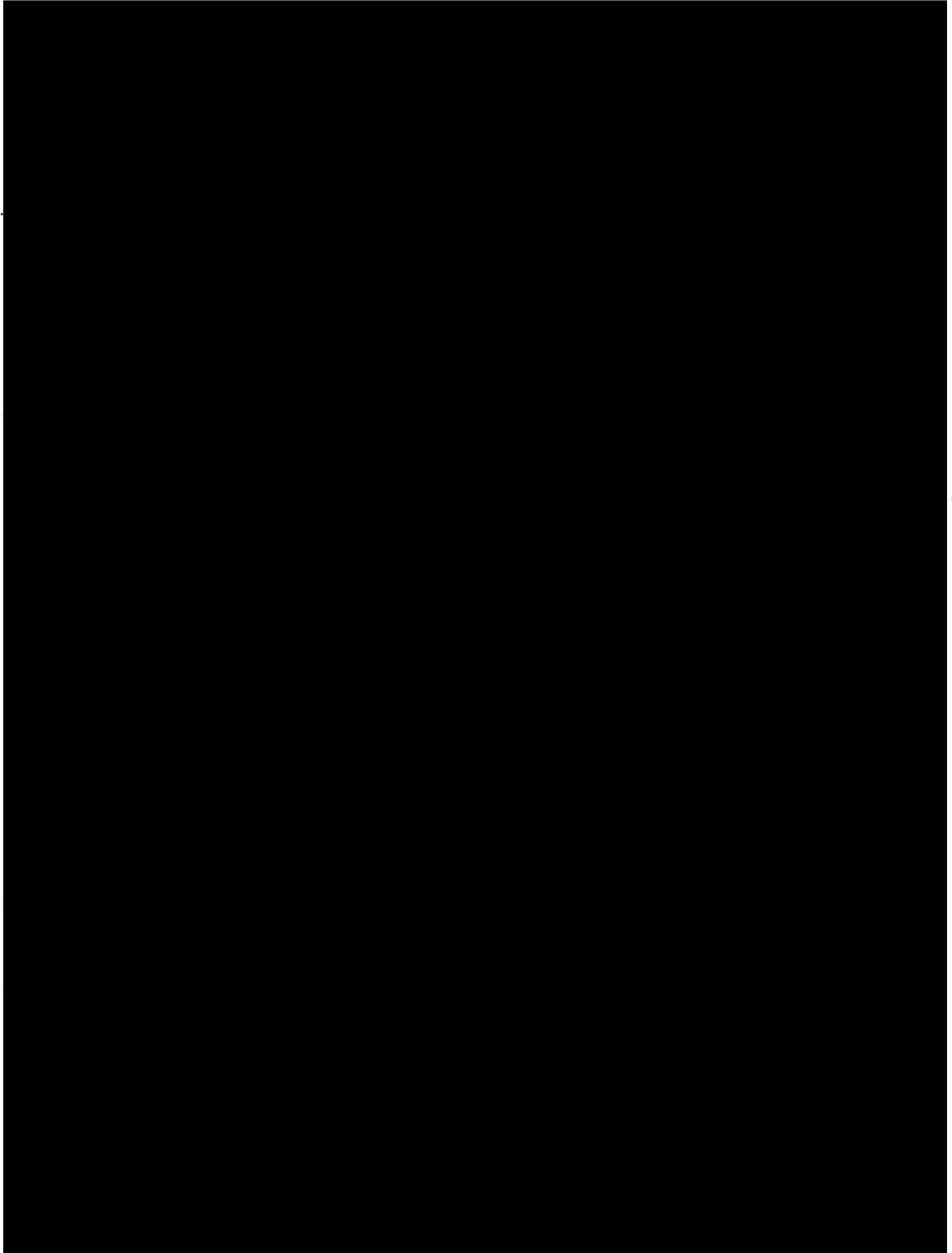
3. การคำนวณโหลดไฟฟ้าทั้งโครงการ = $174,800 + 1,320,500 = 1,495,300 \text{ VA}$
 เลือกหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 250 kVA จำนวน 6 ชุด

บันทึก : เอกสารนี้เป็นเพียงการนำเสนอการติดตั้งระบบไฟฟ้ากำลังของโครงการจัดสรรฯ ให้ตรวจสอบกับการ
 ไฟฟ้าส่วนท้องถิ่นก่อนติดตั้งอีกครั้ง



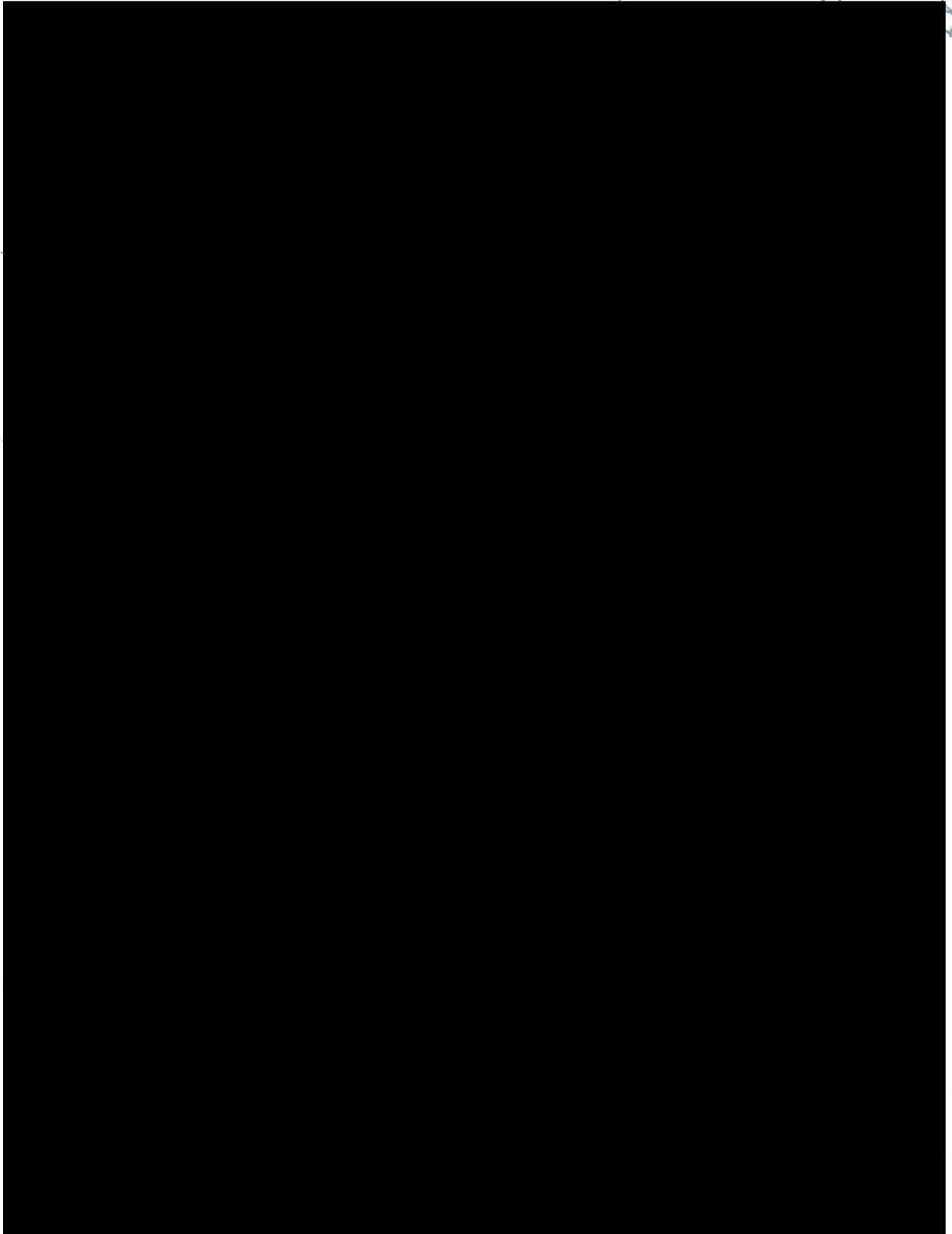
ส่วนที่ 3

ใบประกอบวิชาชีพผู้ออกแบบ

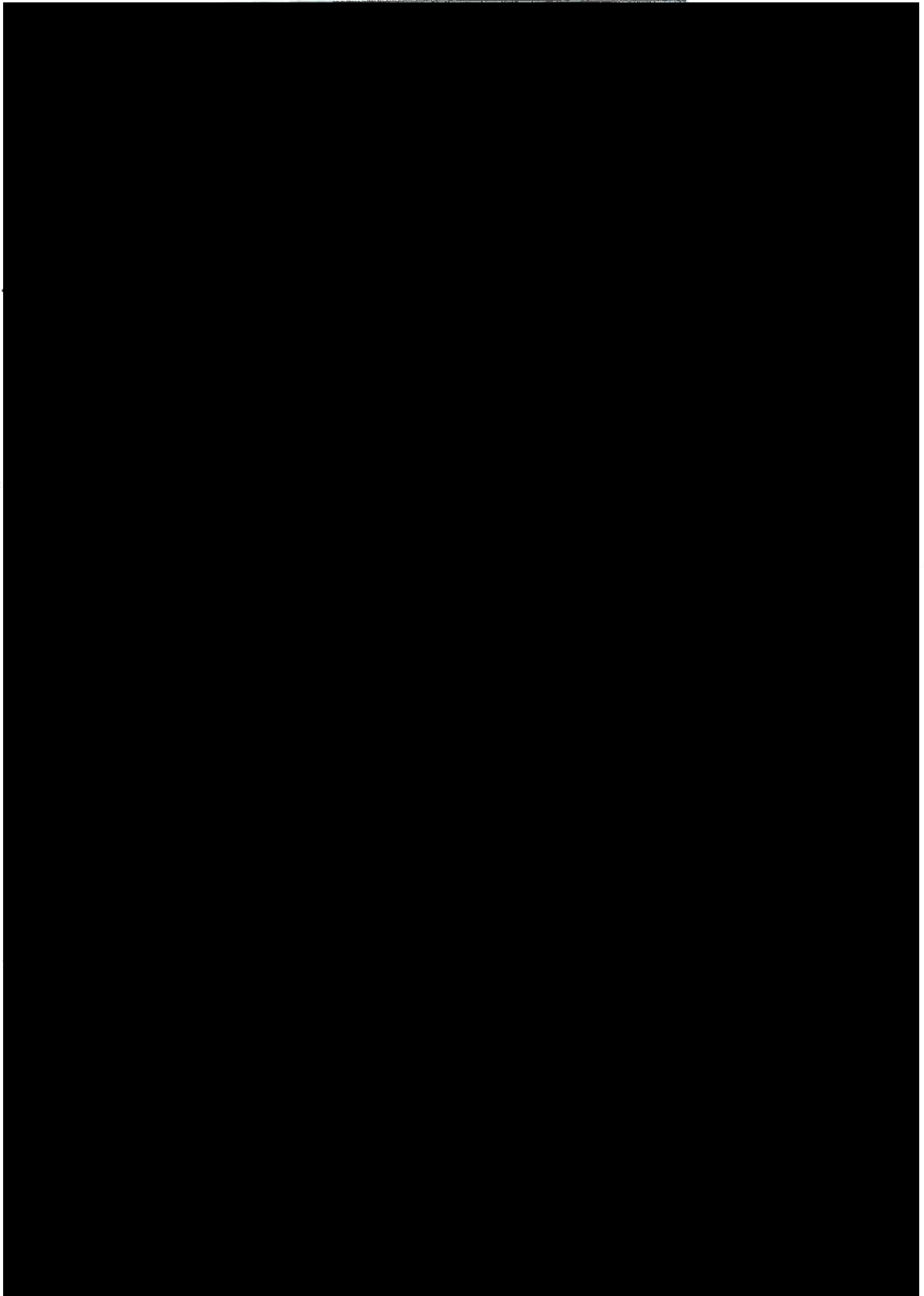


537 (Rec'd)

11/17/46



10/16/50



366

