จากอดีตจนถึงปัจจุบัน การออกแบบและก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนในประเทศไทยมักอ้างอิงตัวเลขหรือค่ากำหนดการออกแบบจากเอกสารทางวิชาการของต่างประเทศ ซึ่งจากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลการเดินระบบของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนทั่วประเทศ(ที่มีการก่อสร้างและเดินระบบแล้ว) พบว่าน้ำเสียชุมชนของไทยมีค่าบีโอดีต่ำกว่าค่าอ้างอิงของต่างประเทศมาก ระบบต่างๆ ในอดีตจึงถูกออกแบบไว้ใหญ่เกินจริง กรมควบคุมมลพิษได้เล็งเห็นถึงงบประมาณที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ดังกล่าว จึงได้มอบหมายให้สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยจัดทำ “

” ขึ้น เพื่อแนะนำเกณฑ์การออกแบบที่เหมาะสมสำหรับเมืองไทย ทั้งนี้เพื่อให้หน่วยงานของรัฐ โดยเฉพาะเทศบาล บริษัทที่ปรึกษา และวิศวกรผู้ออกแบบนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

กรมควบคุมมลพิษ

กุมภาพันธ์ 2546

คำนำในการจัดพิมพ์

จากการที่สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย(สวสท.) ได้รับมอบหมายจากกรมควบคุมมลพิษให้เป็นผู้จัดทำและได้รับอนุญาตให้จัดพิมพ์เพื่อเผยแพร่ **"เกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน"** โดยประกอบด้วยคู่มือ 4 เล่ม แยกตามความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน ดังนี้

เล่ม 1 สรุปเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน

เล่ม 2 รายละเอียดสนับสนุนเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน

เล่ม 3 ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้เกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน

เล่ม 4 เทคนิคการบำบัดน้ำเสียบางวิธี การนำน้ำทิ้งมาใช้ประโยชน์ และการทดสอบพิษวิทยาสำหรับน้ำทิ้ง

เกณฑ์แนะนำการออกแบบฯข้างต้นถูกจัดทำขึ้นจากข้อมูล และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียของประเทศไทย ซึ่งเน้นถึงความเหมาะสมที่ใช้กับลักษณะน้ำเสียและสภาพท้องถิ่นของประเทศไทยโดยเฉพาะ สวสท.เล็งเห็นว่าจักเป็นประโยชน์อย่างยิ่งถ้ามีการเผยแพร่เกณฑ์ดังกล่าวออกไปในวงกว้าง เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทำความเข้าใจและนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง แต่เนื่องจากข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องยังมีอยู่อย่างจำกัด จึงทำให้เกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ อาจยังไม่สมบูรณ์มากนัก ซึ่งเมื่อมีข้อมูลอย่างเพียงพอและได้รับข้อคิดเห็นกลับมาก็จักปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นในลำดับต่อไป

(ปราณี พันธุมสินชัย, P.E.)
นายกสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย
มิถุนายน 2546

โครงการการจัดทำเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน ดำเนินการโดยสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

ที่ปรึกษาขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมสัมมนาย่อยเพื่อกำหนดเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ และผู้เข้าร่วมการสัมมนาใหญ่ทุกท่านที่ได้สละเวลา และให้ความเห็นในการปรับปรุงรายงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คณะทำงานของที่ปรึกษาขอขอบพระคุณอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ และรองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำอันมีค่าต่อโครงการนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กรมควบคุมมลพิษทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และร่วมมือในด้านต่างๆ รวมทั้งคณะที่ปรึกษาโครงการฯ ที่มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการจัดทำ วิเคราะห์ วิจารณ์ ให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไข

สุดท้ายนี้ที่ปรึกษาขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กรมควบคุมมลพิษที่ได้ช่วยเหลือและให้คำปรึกษา รวมทั้งให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำรายงานและการดำเนินการโครงการจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ดังมีรายนามต่อไปนี้

1. ดร.ชนินทร์ ทองธรรมชาติ	ผู้อำนวยการสำนักจัดการคุณภาพน้ำ
2. ดร.อนุพันธ์ อิฐรัตน์	ผู้อำนวยการส่วนน้ำเสียชุมชน
3. ดร.วิเทศ ศรีเนตร	ผู้อำนวยการฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการ
4. นางสาวสุรีรัตน์ ถมยาศิริกุล	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 6
5. นางสาวจรินทร์ภรณ์ ติพพะมงคล	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 5
6. นางสาววิชชุดา สีมาขจร	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 4

คณะผู้จัดทำเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย และโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน

คณะที่ปรึกษาโครงการ

ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์
ศ.ดร.จงรักษ์ ผลประเสริฐ
ดร.เกษมสันติ์ สุวรรณรัต
นายชาญชัย วิฑูรปัญญากิจ
นายชัยวัฒน์ ขยันการนาวี
ดร.สาโรช บุญยกิจสมบัติ
นายอนันต์ สหัสกุล
รศ.ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์
นางปราณี พันธุมสินชัย
รศ.ดร.เสนีย์ กาญจนวงศ์
นายบุญเลิศ ผดุงศุภไลย
นายศักดิ์ชัย สุริยจันทราทอง
ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์

ผู้อำนวยการโครงการ

นางมีนา พิทยโสภณกิจ

ผู้ประสานงานโครงการ

นายปรีชาวิทย์ รอดรัตน์

คณะทำงาน

นายก่อพงษ์ ศรีพวาทกุล
ผศ.ดร.ดวงรัตน์ อินทร
นางสาวอมรรัตน์ อัษฎมงคล
นายธนินทร์ ปัญญาภิญโญผล

ผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมสัมมนาย่อยเพื่อกำหนดเกณฑ์

รศ.ดร.สุรพล สายพานิช
ผศ.ดร.ธรรมรัตน์ คุตตะเทพ
ดร.นพดล คงศรีเจริญ
นายไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์
รศ.ดร.ธีระ เกรอต
ผศ.ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล
รศ.สุวิทย์ ชุมนุมศิริวัฒน์
ผศ.ยุทธนา มหัจฉริยวงศ์

-

กรวยอิมฮอฟฟ์ – Imhoff cone
กระบวนการหน่วย – unit processes
กราฟน้ำ – hydrograph
การกำจัด – disposal
การกำจัดธาตุอาหาร – nutrient removal
การกำจัดสลัดจ์ – sludge disposal
การเกิดโพรง – cavitation
การฆ่าเชื้อ(โรค) – disinfection
การตกตะกอน – sedimentation
การเติมคลอรีน – chlorination
การเติมคลอรีนเบรกพอยต์ – breakpoint chlorination
การเติมอากาศ – aeration
การเติมอากาศก่อน(บำบัด) – preaeration
การเติมอากาศแบบดูดพ่น – jet aeration
การเติมอากาศยืดเวลา – extended aeration, EA
การถ่ายเทออกซิเจน – oxygen transfer
การทำข้นสลัดจ์ – sludge thickening
การบำบัดขั้นต้น – primary treatment
การบำบัดขั้นเตรียมการ – preliminary treatment
การบำบัดขั้นสอง – secondary treatment
การบำบัดขั้นสูง – advanced treatment
การบำบัดสลัดจ์ – sludge treatment
การประเมินผลกระทบต่อสังคม – social impact assessment
การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม – environmental impact assessment, EIA
การปรับสภาพสลัดจ์ – sludge conditioning
การปรับเสถียรสลัดจ์ – sludge stabilization
การเผาแบบอินซิเนอเรชัน – incineration
การย่อยแบบแอนแอโรบิก – anaerobic digestion
การแยกน้ำจากสลัดจ์ – sludge dewatering
การรีดน้ำสลัดจ์ – sludge dewatering

การลอยตัวด้วยอากาศละลาย – dissolved air flotation, DAF
การแลกเปลี่ยนประจุ – ion exchange
การแลกเปลี่ยนไอออน – ion exchange
การหมัก – fermentation
การไหลในรางเปิด – open-channel flow
การไหลแบบตามกัน – plug flow
การไหลลัดวงจร – short-circuiting
การไหลอิสระ – free flow
การอัดกรอง – filter press
เกรียนต์ความเร็ว – velocity gradient
ของแข็งคงตัว – fixed solids, FS
คลองวนเวียน – oxidation ditch
คลอรีนคงเหลือ – residual chlorine
คลอรีนคงเหลืออิสระ – free residual chlorine
คลอรีนที่มี – available chlorine
คลอรีนรวมมีอยู่ – combined available chlorine
คลอรีนอิสระ(ที่มี) – free (available) chlorine
ความเข้มฝน – rainfall intensity
ความเร็วล้างตัวเอง – self-cleansing velocity
ความลาดชันความเร็ว – velocity gradient
คาบอุบัติ – recurrence interval
คาบอุบัติฝน – return period
คาร์บอนกัมมันต์ – activated carbon
คูวนเวียน – oxidation ditch
เครื่องกวาดฝ้าไข – skimmer
เครื่องตัดย่อย – comminutor
เครื่องเติมอากาศ – aerator
เครื่องเติมอากาศกังหันจมน้ำ – submerged turbine aerator
เครื่องเติมอากาศทางกล – mechanical aerator
เครื่องเติมอากาศแบบดูดพ่น – jet aerator
เครื่องเติมอากาศแบบฟู่ – diffusion aerator
เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ – surface aerator
เครื่องเป่า(อากาศ) – blower
เครื่องผสมสถิต – static mixer

เครื่องสูบหอยโข่ง – centrifugal pump
เครื่องสูบไหลผสม – mixed-flow pump
เครื่องอัดกรอง – filter press
แควิเตชัน – cavitation
จุดระบายทิ้ง – outfall
จุลชีพใช้อากาศ – aerobes
จุลชีพไม่ใช้อากาศ – anaerobes
ชุดสัมผัสหมุนชีวภาพ – rotating biological contactor, RBC
ซีเอสโอ – combined sewer overflow structure, CSOs
เซ็ปติก – septic
ดีดับบลิวเอฟ – dry weather flow, DWF
ดีเอเอฟ – dissolved air flotation, DAF
ดุลยภาพมวล – mass balance
ตะแกรง – screen
ตะแกรงแถบ – bar rack
ตะแกรงราง – bar rack
ตัวอย่างน้ำเสียแบบผสมรวม – composite wastewater sample
ถัง – basin
ถังกรองไร้อากาศ – anaerobic filter
ถังคัดพันธุ์ – selector
ถังดักกรวดทราย – grit chamber
ถังเติมอากาศ – aeration tank
ถังทำข้นแรงโน้มถ่วง – gravity thickener
ถังทำใส, ถังตกตะกอนขั้นที่สอง – clarifier
ถังปฏิกรณ์สลับเป็นกะ – sequencing batch reactor, SBR
ถังปรับ(ให้)เท่า – equalizing tank
ถังปรับ(ให้)เสมอ – equalizing tank
ถังสัมผัส – contact tank
ถ่านกัมมันต์ – activated carbon
ถ่านไวงาน – activated carbon
ท่อดัก – intercepting sewer
ท่อดักน้ำเสีย – intercepting sewer
ท่อดักระบาย – intercepting sewer
ท่อระบายแขนง – lateral sewer

ท่อระบายจากอาคาร – building sewer
ท่อระบายน้ำฝน – storm drain
ท่อระบายน้ำฝนจากอาคาร – building storm sewer
ท่อระบายแยก – separate sewer
ท่อระบายรวม – combined sewer
ท่อระบายลอด – depressed sewer
ท่อระบายหลัก – main sewer
ท่อระบายใหญ่ – trunk sewer
ท่อลอด – culvert
ท่อหลักความดัน – force main
ท่อหลักบังคับไหล – force main
ท่ออ้อม – bypass
ทางอ้อม – bypass
น้ำกระโดด – hydraulic jump
น้ำตะกอน – mixed liquor
น้ำท่า – runoff
น้ำรั่วซึมเข้าท่อ – infiltration
น้ำสลัดจ์ – mixed liquor
น้ำไหลเข้า – inflow
น้ำไหลนอง – runoff
บ่อขัดแต่ง – polishing pond
บ่อตรวจ – manhole
บ่อตรวจโครก – flushing manhole
บ่อตรวจแบบลดระดับท่อ – drop manhole
บ่อบ่ม – maturation pond
บ่อปรับเสถียรแบบแฟคัลเททีฟ – facultative (stabilization) pond
บ่อปรับเสถียร – stabilization pond, SP
บ่อปรับเสถียรแอนแอโรบิก – anaerobic stabilization pond
บ่อเปียก – wet well
บ่อผันน้ำ – diversion chamber
บ่อผันน้ำเสีย – combined sewer overflow structure, CSOs
บ่อผึ่ง – oxidation pond
บ่อพัก – sump
บ่อแฟคัลเททีฟ – facultative (stabilization) pond

บ่อแห้ง – dry well
บ่อแอนแอโรบิก, บ่อเหม็น – anaerobic pond
บึงประดิษฐ์ – constructed wetlands
แบกทีเรีย – bacteria
แบตช์ – batch
แบฟเฟิล – baffle
ประตูกระดก – flap gate
ประตูพลิก – flap gate
เป็นเนื้อเดียวกัน – homogeneous
โปรยกรอง – trickling filter, TF
แผ่นกั้น – baffle
ฝ้าไข – scum
ฝาย – weir
ฝายบากร่องตัววี – V-notch weir
ฝายสี่เหลี่ยม(ผืนผ้า)แบบสันกว้าง – broad-crested rectangular wier
ฝายสี่เหลี่ยม(ผืนผ้า)แบบสันคม – sharp-crested rectangular weir
ฝายสี่เหลี่ยมคางหมู – trapezoidal weir
ฝายหุบ – contraction weir
พาร์แชลล์ฟลูม – Parshall flume
พื้นที่ชุ่มน้ำเทียม – artificial wetland
พื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์ – constructed wetlands
พื้นที่ระบายน้ำ – drainage area
พื้นที่รับน้ำ – catchment area
พื้นที่รับน้ำ – watershed
โพรไฟล์ชลศาสตร์ – hydraulic profile
ฟลูม – flume
ฟอง(อากาศ)หยาบ – coares bubble
ฟองอากาศละเอียด – fine bubble
แฟคัลเททีฟ – facultative
ภาระบีโอดี – BOD loading
มาตรวัดการไหล – flow meter
ไม่ใช้อากาศ – anaerobic
ยูเอเอสบี – upflow anaerobic sludge blanket, UASB
ระบบรวบรวมน้ำเสีย – wastewater collecting system

ระบบระบายน้ำฝน – storm drain system
ระบบระบายแยก – separate sewer system
ระบบลำเลียงน้ำเสีย – wastewater collecting system
ระยะเวลาการไหลของน้ำท่า – time of concentration; t_c
รัศมีชลศาสตร์ – hydraulic radius
รางดักกรวดทราย – grit chamber
รางน้ำ – flume
รางพาร์แชลล์ – Parshall flume
โรงงานขนาดโต๊ะทดลอง – bench-scale plant
โรงงานนำร่อง – pilot plant
ไร้อากาศ – anaerobic
ลักษณะน้ำเสีย – wastewater characteristic
ลานตากสลัดจ์ – sludge bed
ลุ่มน้ำ – basin
วาล์วกันกลับ – check valve
วาล์วเช็ค – check valve
วาล์วประตู – gate valve
วาล์วผีเสื้อ – butterfly valve
วาล์วไหลทางเดียว – check valve
วิธีหลักเหตุผล – rational method
เวลากักพักชลศาสตร์ – hydraulic retention time, HRT
เวลากักพักน้ำ – hydraulic retention time, HRT
เวลานับว่าฝนตก – time of concentration; t_c
เวลารวมตัวของน้ำท่า – time of concentration; t_c
เวลาสัมผัส – contact time (detention time)
เวียร์ – weir
สภาพเน่าดำ – septic
สระเติมอากาศ – aerated lagoon, AL
สลัดจ์ขั้นสอง – secondary sludge
สลัดจ์กัมมันต์ – activated sludge, AS
สลัดจ์ขั้นต้น – primary sludge
สลัดจ์ดิบ – raw sludge
สลัดจ์ไวงาน – activated sludge, AS
สลัดจ์ไวงานส่วนเกิน – excess activated sludge

สลัดจ์ส่วนเกิน – excess sludge
สลัดจ์สูบกลับ – returned sludge
สัมประสิทธิ์ความเสียดทานฮาเซนวิลเลียมส์ – Hazen-Williams roughness coefficient
สัมประสิทธิ์ความหยาบของผิวแมนนิ่ง – manning roughness coefficient
สัมประสิทธิ์น้ำท่า – runoff coefficient
สัมประสิทธิ์น้ำไหลนอง – runoff coefficient
สัมประสิทธิ์ปริมาณผลิต – yield coefficient
สายพานรีดน้ำ – belt press
สายพานอัด – belt press
สารปรับสภาพดิน – soil conditioner
สารอินทรีย์ – organic matter
สาหร่ายเบ่งบาน – algal bloom
เส้นโค้งลักษณะเครื่องสูบ – pump characteristic curve
เส้นโค้งเฮดของระบบ – system head capacity curve
หน้าตัดชลศาสตร์ – hydraulic profile
หลุมรับน้ำ – catch basin
ห้องผันน้ำ – diversion chamber
หัวฟู่ – diffuser
หัวฟู่ชนิดไม่ใช่รูพรุน – nonporous diffuser
หัวฟู่ชนิดรูพรุน – porous diffuser
ออรีฟิสใต้น้ำ – submerged orifice
ออสโมซิสผันกลับ – reverse osmosis, RO
อะมีบา – amoeba
อัตราการจับใช้ออกซิเจน – oxygen uptake rate, OUR
อัตราน้ำล้นผิว – surface overflow rate
อัตราภาระของแข็ง – solids loading rate
อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่ – aerial BOD loading rate
อัตราภาระฝาย – weir loading rate
อัตราภาระอินทรีย์ – organic loading rate
อัตราเร็วปลายสุด – tip speed
อัตราส่วนสารอินทรีย์ต่อจุลชีพ – food to microorganism ratio, F/M
อัตราไหลขณะฝนตก – wet weather flow
อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุด – minimum hourly flow, Qmin.h
อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด – maximum hourly flow, Qmax.h

อัตราไหลรายวันเฉลี่ย – average daily flow
อัตราไหลรายวันสูงสุด – maximum daily flow, Qmax.d
อัตราไหลหน้าฝน – wet weather flow
อัตราไหลหน้าแล้ง – dry weather flow, DWF
อัลกัลบลูม – algal bloom
อ่าง – basin
อายุสลัดจ์ – mean cell residence time, MCRT
อาร์บีซี – rotating biological contactor, RBC
อาร์โอ – reverse osmosis, RO
อินทรียสาร – organic matter
อีเอ – extended aeration, EA
อีไอเอ – environmental impact assessment, EIA
เอชอาร์ที – hydraulic retention time, HRT
เอ็ฟต่อเอ็ม – food to microorganism ratio, F/M
เอฟเอส – fixed solids, FS
เอ็มแอลวีเอสเอส – mixed liquor volatile suspended solids, MLVSS
เอ็มแอลเอสเอส – mixed liquor suspended solids, MLSS
เอสบีอาร์ – sequencing batch reactor, SBR
เอสไอเอ – social impact assessment
เอเอส – activated sludge, AS
เอเอสแบบธรรมดา – conventional activated sludge
แอกทิเวเต็ดสลัดจ์ – activated sludge, AS
แอน็อกซิก – anoxic
แอนแอโรบส์ – anaerobes
แอนแอโรบิก – anaerobic
แอโรบส์ – aerobes
แอโรบิก – aerobic
โอยูอาร์ – oxygen uptake rate, OUR
เฮด – head
เฮดความเร็ว – velocity head
เฮดเสียดทาน – friction head
โฮโมจีเนียส – homogeneous
ไฮโดรกราฟ – hydrograph

-

activated carbon – , , : ถ่านสังเคราะห์ ซึ่งมีสมบัติในการดูดซับสูง โดยเฉพาะสารอินทรีย์

activated sludge, AS – , , , : จุลินทรีย์ที่เลี้ยงไว้ในถังเติมอากาศเพื่อใช้กำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

advanced treatment –

aerated lagoon, AL – : ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบเติมอากาศลงสระและไม่มีการหมุนเวียนสลัดจ์

aeration – : กระบวนการที่ทำให้น้ำและอากาศสัมผัสกัน ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้น

aeration tank –

aerator –

aerial BOD loading rate –

aerobes – ,

aerobic – , , ,

algal bloom – , : การเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของกลุ่มชีวพืชจำนวนมาก ทั้งที่มองเห็นและไม่เห็นด้วยตาเปล่า ทำให้น้ำมีสีเขียวหรือแดง

amoeba – : โพรโทโซนหรือสัตว์เซลเดียวขนาดเล็กชนิดหนึ่ง

anaerobes – , : จุลชีพที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาวะที่ไร้ออกซิเจนอิสระ

anaerobic – , , ,

anaerobic digestion – : การทำให้สารอินทรีย์(โดยเฉพาะสลัดจ์)ย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ

anaerobic filter – : หน่วยบำบัดน้ำเสียชนิดแอนแอโรบิก โดยให้น้ำเสียไหลผ่านชั้นกรอง ซึ่งมีตัวกลางเป็นหิน หรือกรวดหรือพลาสติก โดยไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบน

anaerobic pond – , : บ่อบำบัดที่มีความลึกมาก อยู่ในสภาพแอนแอโรบิก ใช้บำบัดน้ำเสียได้ โดยเฉพาะน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง

anaerobic stabilization pond –

anoxic – : สภาวะที่ไม่มีการเติมอากาศ แต่ไม่เป็นสภาพแอนแอโรบิก เพราะมีไนเทรทอยู่ และจุลินทรีย์สามารถดึงเอาออกซิเจนจากไนเทรทมาใช้ได้ จึงเกิดการลดรูปของไนเทรทโดยดีไนตริฟลายเออร์ไปเป็นก๊าซไนโตรเจน ผ่านกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน

artificial wetland – **พื้นที่ชุ่มน้ำเทียม**

available chlorine – : ความเข้มข้นของคลอรีนทั้งหมดในน้ำ

average daily flow – : อัตราไหลเฉลี่ยทั้งปี มีหน่วยเป็น ลบ.ม./วัน

bacteria –

baffle – ,

bar rack – ,

basin – , , , ,

batch – : เป็นคราวๆไม่ต่อเนื่อง

belt press – , : อุปกรณ์ใช้ในการรีดน้ำออกจากสลัดจ์

bench-scale plant – : การทดลองขนาดเล็กสำหรับหาข้อมูลพื้นฐานก่อนนำไปทดสอบในระดับโรงงานนำร่องต่อไป

blower – ( )

BOD loading – : ค่ากำหนดในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียมีหน่วยเป็น กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน หรือ กก.บีโอดี/ตร.ม.-วัน หรือ กก.บีโอดี/กก.เอ็มแอลเอสเอส-วัน

breakpoint chlorination – : การเติมคลอรีนในน้ำหรือน้ำเสียจนพอดีทำปฏิกิริยากับสิ่งปะปน ถ้าเติมต่อไปจากจุดนี้จะเป็นคลอรีนอิสระ

broad-crested rectangular wier – **ฝายสี่เหลี่ยม(ผืนผ้า)แบบสันกว้าง**: ฝายที่มีการบากร่องให้น้ำไหลผ่านเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและมีสัน(ฝาย)กว้าง ซึ่งอาจเป็นกำแพงคอนกรีต

building sewer – : ท่อระบายน้ำทิ้งจากตัวอาคารที่เชื่อมกับท่อระบายสาธารณะ

building storm sewer – : ท่อระบายน้ำฝนจากอาคารสู่ท่อระบายน้ำฝนสาธารณะ

butterfly valve – : วาล์วชนิดหนึ่งใช้สำหรับปรับอัตราไหล

bypass – ,

catch basin – : หลุมที่สร้างไว้ที่ขอบถนนเพื่อรับน้ำฝนและส่งไปยังท่อระบาย

catchment area –

cavitation – (1) : การแตกของฟองอากาศในน้ำเนื่องจากการเคลื่อนที่ของน้ำในลักษณะที่ลดความดันภายใน ทำให้ก๊าซที่ละลายอยู่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว และแรงกระแทกของน้ำมักทำให้เกิดเป็นหลุมสึกกร่อนในวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างที่สัมผัสกับน้ำ

(2) : การเกิดช่องว่างระหว่างผิวด้านปลายน้ำของสิ่งที่เคลื่อนไหว เช่น ใบของใบพัดกับของเหลวที่สัมผัส

centrifugal pump – : เครื่องสูบน้ำซึ่งมีใบพัดหมุน ทำให้เกิดความดันในของเหลวด้วยความเร็วที่ได้จากแรงหนีศูนย์กลาง

check valve – , ,

chlorination – : การใส่คลอรีนไปในน้ำหรือน้ำเสีย มักทำเพื่อฆ่าเชื้อโรค

clarifier –

coares bubble – ( ) : ฟองอากาศที่มีขนาดใหญ่ซึ่งได้จากการเติมอากาศจากหัวฟู่ชนิดหยาบ

combined available chlorine –

combined sewer – : ท่อระบายที่จะรับทั้งน้ำเสียและน้ำฝน

combined sewer overflow structure, CSOs – ,

comminutor –

composite wastewater sample – : ตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บมาตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปจะเป็นการเก็บทุกๆชั่วโมง เป็นระยะเวลาหนึ่ง แล้วนำมาผสมกันก่อนวิเคราะห์ เพื่อกำจัดผลกระทบจากตัวแปรต่างๆของตัวอย่างน้ำแต่ละตัวให้มีน้อยที่สุด สัดส่วนการนำตัวอย่างน้ำเสียแต่ละตัวอย่างที่นำมาผสมกัน ควรผสมตามสัดส่วนอัตราไหลน้ำเสียที่ไหลในขณะเก็บตัวอย่าง

constructed wetlands – , : ระบบบำบัดน้ำเสียที่สร้างขึ้นเลียนแบบบึงธรรมชาติ มีระดับน้ำไม่ลึกนัก และปลูกพืชน้ำ เช่น กก แฝก บัว ธูปฤาษี จอก แหน ฯลฯ ไว้เป็นปัจจัยหนึ่งในการบำบัดน้ำเสีย

contact tank – : ถังที่ใช้ในกระบวนการบำบัดน้ำหรือน้ำเสียเพื่อให้การสัมผัสของน้ำกับสารเคมีเป็นไปในช่วงระยะเวลาหนึ่งอย่างสมบูรณ์

contact time (detention time) – : ระยะเวลาที่น้ำเสียสัมผัสกับจุลินทรีย์หรือสารเคมีเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยา

contraction weir – **ฝายหุบ**: ฝายที่มีช่องน้ำไหลแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ส่วนกว้างของสันแคบกว่าตัวฝาย ขอบตั้งสูงกว่าระดับน้ำ ซึ่งทำให้เกิดการบีบตัวของกระแสน้ำขณะไหลพุ่งออกจากฝาย

conventional activated sludge –

culvert – : ท่อระบายน้ำแบบปิด ใช้เป็นทางผ่านของน้ำลอดใต้ถนน ทางรถไฟ คลอง หรือเขื่อนดิน; โครงสร้างสะพานข้ามลำน้ำซึ่งมีระยะกว้างไม่เกิน 7 เมตร

depressed sewer – : ส่วนของท่อระบายน้ำทิ้งซึ่งวางต่ำกว่าปกติเพื่อต่อลอดคลองหรือสิ่งกีดขวางอื่นๆ

diffuser – : แผ่น หลอด หรือเครื่องมืออื่นๆซึ่งมีความพรุน ยอมให้อากาศผ่านไปได้ และทำให้อากาศแตกตัวออกเป็นฟองอากาศเล็กๆ เพื่อให้เกิดการแพร่ในของเหลว โดยทั่วไปจะทำจากคาโบรันดัม(มีส่วนประกอบคือ ถ่านกับทราย) เหล็กหรือพลาสติก

diffusion aerator – : เครื่องเติมอากาศซึ่งเป่าอากาศภายใต้ความกดต่ำผ่านเข้าไปยังแผ่น หลอด หรืออุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งจมอยู่ส่วนล่างของถัง เพื่อให้เกิดฟองอากาศเล็กๆขึ้นในน้ำหรือน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง

disinfection – ( )

disposal – : คือการทำให้พ้นไป ต่างจากการบำบัดซึ่งหมายถึงการทำให้ดีขึ้น

dissolved air flotation, DAF – **การลอยตัวด้วยอากาศละลาย, ดีเอเอฟ**: กระบวนการกำจัดสารเบา เช่น ไข ไขมัน น้ำมันในน้ำเสีย โดยใช้อากาศอัดภายใต้ความดันแล้วมาปล่อยให้ลอยตัวในถังบำบัดที่บรรยากาศปกติ

diversion chamber – , : บ่อที่ใช้ควบคุมการกระจายน้ำไปสู่ท่อออกต่างๆ

drainage area – : พื้นที่ซึ่งรับน้ำฝนและไหลระบายออกสู่ที่ลุ่ม อาจเรียก catchment area หรือ watershed หรือ drainage basin; พื้นที่ที่มีระบบระบายน้ำฝนและน้ำผิวดิน

drop manhole – : บ่อตรวจระบายที่มีท่อเข้ามากกว่าหนึ่งเส้นท่อ และท่อเหล่านั้นมีระดับความลึกที่ต่อเข้าบ่อตรวจไม่เท่ากัน

dry weather flow, DWF – , : ปริมาณน้ำเสียในท่อระบายน้ำในหน้าแล้ง

dry well – : สถานีสูบน้ำที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำที่สูบ แยกจากส่วนที่เรียกว่าบ่อเปียก(wet well) บ่อแห้งจะเป็นสถานที่ที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อความสะดวกต่อการบำรุงรักษา

environmental impact assessment, EIA – ,

equalizing tank – ( ) , ( ) : ถังขนาดใหญ่ที่กักน้ำเสียได้มากและนานพอเพื่อให้น้ำเสียรวมมีลักษณะและอัตราการไหล(ก่อนป้อนเข้าสู่ระบบบำบัด)ค่อนข้างสม่ำเสมอหรือคงที่

excess activated sludge – : ปริมาณสลัดจ์จากระบบเอเอสที่เกิดขึ้นเกินความต้องการและต้องถูกกำจัดออกไปจากระบบ

excess sludge – : ดู excess activated sludge

extended aeration, EA – , : ระบบเอเอสที่มีการเติมอากาศนานกว่าธรรมดาเพื่อให้มีการย่อยสลายสลัดจ์และสารอินทรีย์ในตัว จนได้สลัดจ์ที่เหมาะสมในการกำจัดขั้นสุดท้าย

facultative – : อยู่ได้ทั้งในสภาพที่มี/ไม่มีอากาศหรือออกซิเจนอิสระ

facultative (stabilization) pond – , : บ่อบำบัดที่ใช้อากาศในชั้นบนและไร้อากาศในชั้นล่าง

fermentation – : การเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดจากเชื้อหมัก เช่น เอ็นไซม์ของยีสต์; การเปลี่ยนแปลงในอินทรียสารหรือของเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ โดยจุลินทรีย์ในสภาพไร้ออกซิเจน โดยปกติจะเป็นเพียงการเปลี่ยนสารอินทรีย์จากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง เช่น จากแป้งไปเป็นอัลกอฮอล์ ผิดกับการย่อยที่จะเปลี่ยนรูปเลยไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และ/หรือมีเทน

filter press – , : การลดน้ำ/การแยกน้ำจากสลัดจ์ โดยใช้การอัดเพิ่มความดัน

fine bubble –

fixed solids, FS – , : สิ่งที่ตกค้างหลังจากการเผาไหม้ที่ 550 องศาเซลเซียสของสารแขวนลอยหรือสารละลายตามขั้นตอนมาตรฐาน

flap gate – , : ประตูซึ่งเปิดและปิดโดยการพลิกหมุนรอบบานพับ

flow meter –

flume – , : โครงสร้างชลศาสตร์ที่ใช้สำหรับวัดอัตราการไหล หรือควบคุมการไหล

flushing manhole – : บ่อตรวจซึ่งใช้สำหรับผันน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆหรือบ่อตรวจซึ่งมีน้ำเสียไหลมารวมกันเป็นปริมาณมาก และมีประตูน้ำสำหรับปล่อยออกอย่างรวดเร็วเพื่อล้างท่อระบาย

food to microorganism ratio, F/M – , : ในระบบเอเอส หมายถึง อัตราการปั่นปริมาณสารอินทรีย์หรือบีโอดี(กก./วัน) เข้าถังเติมอากาศต่อจำนวนจุลชีพ(กก.) วัดในรูปของเอ็มแอลเอสเอสหรือเอ็มแอลวีเอสเอสที่มีอยู่ในถังเติมอากาศ

force main – , : ท่อความดันเชื่อมต่อกับเครื่องสูบจ่ายน้ำหรือสถานีสูบน้ำเสีย

free(available)chlorine – ( ): ปริมาณคลอรีนที่มีในรูปก๊าซละลายน้ำ กรดไฮโปคลอรัสหรือไฮโปคลอไรต์ไอออน ซึ่งไม่ได้ผสมกับแอมโมเนีย

free flow – : การไหลของน้ำในท่อหรือรางเปิดตามสภาพปกติ ไม่มีผลกระทบจากสิ่งอื่น เช่น จากการเอ่อท้ายน้ำ

free residual chlorine –

friction head – : เฮดที่ลดหายไป เนื่องจากการสัมผัสระหว่างน้ำที่ไหลกับทางน้ำทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างกัน

gate valve – : ประตูน้ำแบบที่ใช้งานโดยทั่วไป มีลิ้นเลื่อนปิด-เปิดในทิศตั้งฉากกับทิศทางของการไหล เหมาะสำหรับการเปิดสุด/ปิดสนิท

gravity thickener –

grit chamber – , : รางน้ำซึ่งน้ำเสียจะไหลอย่างช้า เพื่อให้กรวดทรายตกตะกอน

Hazen-Williams roughness coefficient – : ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งสัมพันธ์กับวัสดุที่ใช้ทำท่อและมีผลกระทบต่อความเร็วในการไหล ใช้ในการคำนวณในสมการของฮาเซนวิลเลียมส์

head –

homogeneous – ,

hydraulic jump – : การปั่นป่วนของน้ำในรางเปิด เนื่องจากการไหลอิสระโดยกะทันหันจากสภาวะการไหลต่ำกว่าวิกฤติไปยังภาวะการไหลเหนือวิกฤต

hydraulic profile – , : รูปโพรไฟล์ตามแนวแกนของการไหลในลำน้ำหรือท่อ เพื่อแสดงระดับของก้นลำน้ำหรือผิวน้ำหรือเส้นพลังงาน

hydraulic radius, R – : อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดการไหล(ของน้ำที่ไหลในท่อหรือราง)กับเส้นขอบเปียก(wet perimeter) ; เส้นขอบเปียก หมายถึง ความยาวส่วนสัมผัสที่เปียกระหว่างกระแสน้ำกับท่อหรือรางที่บรรจุอยู่ วัดในแนวตั้งฉากกับทิศทางการไหล

hydraulic retention time, HRT – , ,

hydrograph – , : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหรืออัตราไหลของน้ำเทียบต่อเวลา

Imhoff cone – : กรองที่ใช้วัดตะกอนหนักหรือของแข็งจมตัวได้

incineration – : การเผาไหม้ของเสียหรือขยะที่อุณหภูมิสูงมาก เช่น 800-1,000 องศาเซลเซียสจนเหลือเป็นเถ้า โดยปกติปริมาตรจะลดลง 30% และน้ำหนักลดลง 60%

infiltration – : ปริมาณน้ำใต้ดินรั่วซึมเข้าท่อผ่านรอยแตกหรือรอยต่อของท่อ

inflow – : น้ำที่ไหลเข้าระบบ ระบายน้ำเสียผ่านทางฝาบ่อตรวจ

intercepting sewer – , , : ท่อระบายใหญ่ที่รับน้ำเสียปนน้ำฝนจากบ่อดักน้ำเสีย(CSOs) ในระบบรวบรวมน้ำเสียแบบท่อระบายรวมในปริมาณที่กำหนดเพื่อนำไปบำบัดหรือระบายทิ้ง

ion exchange – ,

jet aeration – : การเติมอากาศโดยอาศัยแรงดูด เนื่องจากความเร็วของน้ำในท่อ ทำให้สามารถดูดอากาศลงไปผสมกับน้ำแล้วพ่นออก

jet aerator –

lateral sewer– : ท่อระบายน้ำที่รับน้ำเสียจากท่อระบายอาคาร

main sewer – : ท่อระบายหลักซึ่งรับน้ำจากท่อกิ่ง(หรือท่อระบายแขนง)

manhole – : บ่อที่ติดตั้งเป็นระยะในระบบรวบรวมน้ำเสียหรือระบายน้ำฝน เพื่อใช้เป็นจุดเชื่อมท่อและลงไปบำรุงรักษา

manning roughness coefficient – : สัมประสิทธิ์ของความหยาบที่ผิวที่กำหนดขึ้นโดยนายแมนนิ่ง

mass balance –

maturation pond – : บ่อบำบัดขั้นสุดท้ายสำหรับปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งให้ดีขึ้น

maximum daily flow, Qmax.d – **อัตราไหลรายวันสูงสุด**: ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นสูงสุดภายใน 1 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราไหลเฉลี่ยตลอดทั้งปี

maximum hourly flow, Qmax.h – **อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด**: ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นสูงสุดภายใน 1 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราไหลเฉลี่ยตลอดทั้งปี

mean cell residence time, MCRT – : ระยะเวลาที่จุลชีพอยู่ในระบบบำบัดทางชีวภาพ มักนิยมใช้สัญลักษณ์ θ_C

mechanical aerator – : เครื่องจักรกลที่ใช้เติมออกซิเจนให้แก่น้ำเสีย

minimum hourly flow, Qmin.h – **อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุด**: ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นต่ำสุดภายใน 1 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราไหลเฉลี่ยตลอดทั้งปี

mixed-flow pump –

mixed liquor – , : น้ำที่มีสลัดจ์และอยู่ในสภาวะการย่อยสารอินทรีย์ในถังเติมอากาศ, ดู MLSS และ MLVSS

mixed liquor suspended solids, MLSS – : ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (mixed liquor) ในถังเติมอากาศ

mixed liquor volatile suspended solids, MLVSS – : ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำตะกอน(mixed liquor) ในถังเติมอากาศ

nonporous diffuser –

nutrient removal –

open-channel flow – : การไหลของน้ำ โดยผิวหน้าน้ำสัมผัสกับอากาศ ซึ่งอาจหมายถึงน้ำที่ไหลไม่เต็มท่อก็ได้

organic loading rate – : อัตราการป้อนสารอินทรีย์ต่อขนาดระบบบำบัด มีหน่วยเป็น กก./ม.^{3}-วัน หรือ กก./ม.^{2}-วัน

organic matter – , : สารซึ่งมาจากสิ่งมีชีวิต สัตว์หรือพืช มีคาร์บอนและไฮโดรเจน และสารอนุพันธ์ของไฮโดรเจน คาร์บอนเป็นองค์ประกอบ

outfall – : จุด ตำแหน่ง หรือสถานที่ซึ่งน้ำเสียหรือน้ำที่จะระบายทิ้งถูกปล่อยออกมาจากท่อระบาย ท่อน้ำ หรือรางน้ำอื่นๆ

oxidation ditch – ,

oxidation pond – : บ่อบำบัดน้ำเสียที่มีลักษณะเป็นบ่อตื้นธรรมชาติ มีสาหร่ายหนาแน่น ซึ่งเป็นแหล่งให้ออกซิเจนแก่น้ำเสียในบ่อ

oxygen transfer – : อัตราที่ออกซิเจนถูกใช้ไปโดยจุลินทรีย์ในเวลาหนึ่งๆ มีหน่วยเป็น มก./ล.-วัน

oxygen uptake rate, OUR – , : อัตราที่ออกซิเจนถูกใช้ไปโดยจุลินทรีย์ในเวลาหนึ่งๆ มีหน่วยเป็น มก./ล.-วัน

Parshall flume – , : เครื่องมือมาตรฐานพัฒนาโดย Parshall ใช้วัดการไหลของของเหลวในรางน้ำเปิด

pilot plant – : ระบบทดลองกระบวนการในรูปแบบที่เหมือนจริงแต่ย่อขนาดลง

plug flow – : การไหลผ่านถังซึ่งปกติเป็นรูปตามยาว อนุภาคใดเข้าถังก่อนจะออกจากถังก่อนเสมอ เรียกอีกอย่างว่า tubular flow

polishing pond – : บ่อบำบัดโดยวิธีธรรมชาติ มักใช้ต่อจากบ่อปรับเสถียรหรือสระเติมอากาศ

porous diffuser –

preaeration – ( ): การตระเตรียมสภาพของน้ำก่อนการบำบัด โดยการเติมอากาศเพื่อไล่ก๊าซ เพิ่มออกซิเจนให้ไขมันลอยตัว ฯลฯ

preliminary treatment –

primary sludge – : สลัดจ์ที่ได้จากถังตกตะกอนขั้นต้น

primary treatment – : การบำบัดขั้นสำคัญขั้นแรก(และอาจเป็นขั้นเดียว) ในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปมักเป็นการตกตะกอนหรือการกรองหยาบ

pump characteristic curve – **เส้นโค้งลักษณะเครื่องสูบ**: เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกันของความเร็วการไหล เฮด อัตราไหล กำลังม้า และประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ

rainfall intensity – : ปริมาณน้ำฝนที่ตกในหนึ่งหน่วยเวลา ปกติมีหน่วยเป็น นิ้ว/ชั่วโมง หรือมิลลิเมตร/ชั่วโมง

rational method – : วิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำท่าในพื้นที่รับน้ำ โดยคำนวณจากผลคูณของความเข้มฝนและขนาดของพื้นที่รับน้ำฝน

raw sludge – : สลัดจ์ในถังตกตะกอนที่ถูกนำออกมาในช่วงที่ยังไม่เกิดการเน่าเปื่อย โดยทั่วไปหมายถึงสลัดจ์ที่ยังไม่ถูกย่อย

recurrence interval – , ดู return period

residual chlorine – : ปริมาณคลอรีนที่ยังเหลืออยู่ในน้ำ ทั้งในรูปคลอรีนอิสระหรือสารประกอบคลอรีน น้ำประปาที่มีคลอรีนคงเหลือในช่วง 0.2 - 0.5 มก./ล. ถือว่าเป็นน้ำที่มีความสะอาดพอสำหรับดื่ม

return period – : ช่วงเวลาโดยเฉลี่ยของเหตุการณ์ที่ฝนตกในปริมาณที่เท่ากันหรือมากกว่าที่กำหนด มีโอกาสจะเกิดซ้ำ

returned sludge – : สลัดจ์ที่สูบกลับมาเข้าถังเติมอากาศ

reverse osmosis, RO – , : กระบวนการกำจัดสิ่งปะปนในน้ำ เช่น เกลือ โดยการอัดผ่านเยื่อบาง(membrane)

rotating biological contactor, RBC – , : ระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้ตัวกลางทรงกระบอก หมุนตามแกนแนวนอน จุ่มอยู่ในถังที่น้ำเสียไหลเข้ามา จุลินทรีย์ที่เกาะอาศัยบนผิวตัวกลางจะได้รับออกซิเจนในจังหวะที่ตัวกลางหมุนขึ้นพ้นน้ำ

runoff – , : ส่วนหนึ่งของน้ำฝนที่ไม่ได้ถูกดูดซึมลงในชั้นดิน แต่ไหลลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ภายหลังจากผ่านการระเหย การคายน้ำ การเก็บกัก และการสูญเสียอื่นๆ

runoff coefficient – , : อัตราส่วนระหว่างอัตราไหลสูงสุดของน้ำท่าต่ออัตราการตกเฉลี่ยของน้ำฝนภายในระยะเวลาที่เท่ากับหรือมากกว่าเวลาของการ

septic – , : สภาพเน่าเหม็นของน้ำภายใต้สภาวะไร้อากาศ

sequencing batch reactor, SBR – ,

sharp-crested rectangular weir – **ฝายสี่เหลี่ยม(ผืนผ้า)แบบสันคม**: ฝายที่มีการบากร่องให้น้ำไหลผ่านเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและมีสัน(ฝาย)บาง ซึ่งมักจะเป็นโลหะ

short-circuiting – **การไหลลัดวงจร**: สภาวะของการไหลที่เกิดขึ้นในบางส่วนของถัง ทำให้น้ำส่วนนั้นไหลผ่านถังเร็วกว่าปกติ

skimmer –

sludge bed – : ลานซึ่งมีชั้นทรายหรือวัสดุพรุนอื่น สำหรับระบายสลัดจ์จากถังตกตะกอนเพื่อตากให้แห้งและนำไปกำจัดต่อไปภายหลัง

sludge conditioning – : การปรับสภาวะสลัดจ์ให้เหมาะสมก่อนจะนำไปบำบัดในขั้นต่อไป มักปรับโดยเติมสารเคมีที่ทำให้สลัดจ์ รวมตัวกันเข้มข้นขึ้นและรีดน้ำง่ายขึ้น

sludge dewatering – , : กระบวนการลดปริมาณน้ำออกจากสลัดจ์ โดยวิธีการต่างๆ เช่น การกรอง การระเหย การอัด การหมุนเหวี่ยง การดูดออก การบีบด้วยลูกกลิ้ง การทำให้ลอยโดยใช้กรดหรือการทำให้ลอยโดยใช้อากาศ

sludge disposal –

sludge stabilization – : การทำให้สลัดจ์มีเสถียรภาพ โดยวิธีชีวภาพหรือเคมีหรือความร้อน เพื่อฆ่าเชื้อโรค กำจัดกลิ่น และความเน่าของสลัดจ์

sludge thickening –

sludge treatment – : กระบวนการการทำให้สลัดจ์อยู่ในสภาพที่ไม่เป็นมลพิษ หรือให้มีความคงตัว ซึ่งจะไม่เน่าเหม็นเมื่อนำไปกำจัดในขั้นตอนสุดท้าย เช่น การนำไปถมที่ การนำไปปรับสภาพดิน เป็นต้น

social impact assessment – ,

soil conditioner – : สารที่สามารถปรับสภาพดินให้ร่วนมีฮิวมัสจนเหมาะแก่การเพาะปลูก

solids loading rate – : อัตราการป้อนปริมาณของแข็งเข้าหน่วยบำบัดหนึ่งๆ มีหน่วยเป็น กก.ของแข็งต่อ ลบ.ม.-วัน หรือต่อ ตร.ม.-วัน

stabilization pond, SP – : เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพซึ่งไม่มีการเติมออกซิเจน

static head – : ผลต่างระหว่างระดับผิวน้ำที่ต้องการสูบกับระดับผิวของน้ำจุดปล่อย

static mixer – : เครื่องผสมน้ำยาเคมี โดยไม่มีเครื่องมือกลในการกวนผสม เช่น inpipe mixer

storm drain –

storm drain system –

submerged orifice – : รูที่จมอยู่ใต้น้ำสำหรับน้ำไหลเข้าหรือออก

submerged turbine aerator –

sump – : ถังหรือบ่อที่รับน้ำและเก็บไว้ชั่วคราวก่อนถูกสูบหรือขจัดทิ้ง; ถังหรือบ่อที่รับของเหลว

surface aerator – : เครื่องเติมอากาศชนิดที่ใช้ใบพัดหรือใบพายดึงหรือตีน้ำให้กระจายไปในอากาศ

surface overflow rate – : ค่ากำหนดในการออกแบบถังทำใสมีหน่วยเป็น ลบ.ม./ตร.ม.-วัน

system head capacity curve – **เส้นโค้งเฮดของระบบ**: ความสัมพันธ์ระหว่างเฮดทั้งหมด(total head)ของระบบท่อหลักความดันกับอัตราไหลต่างๆ

tip speed –

time of concentration; t_c – **เวลารวมตัวของน้ำท่า**, **ระยะเวลาการไหลน้ำท่า**, **เวลานับว่าฝนตก**: ช่วงเวลาที่น้ำฝนไหลจากจุดไกลสุดจากพื้นที่ระบายน้ำมายังจุดที่พิจารณาออกแบบท่อระบาย

trapezoidal weir – **ฝายสี่เหลี่ยมคางหมู**

trickling filter, TF – **(ระบบ)โปรยกรอง**: เครื่องกรองประกอบด้วยชั้นตัวกลาง เช่น ก้อนหินหรือพลาสติก สำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะอาศัย น้ำเสียจะถูกโปรยกระจายเป็นหยดผ่านตัวกลางนี้ บีโอดีจะถูกกำจัดไปโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดกับตัวกลาง

trunk sewer – : ท่อระบายน้ำขนาดใหญ่ซึ่งรับน้ำเสียจากท่อสาขา(หรือท่อระบายแขนง) ในพื้นที่บริเวณกว้าง, ดู main sewer

unit processes – : วิธีการบำบัดน้ำเสียทางเคมีหรือชีวภาพ เช่น กระบวนการเอเอส การฆ่าเชื้อโรค

upflow anaerobic sludge blanket, UASB – : วิธีบำบัดน้ำเสียชนิดหนึ่งโดยการสร้างมวลจุลินทรีย์แบบแอนแอโรบิกที่มีลักษณะเป็นเม็ดตะกอนให้เข้มข้นมากๆ ในชั้นสลัดจ์ด้านล่างของถังและให้น้ำเสียไหลขึ้นผ่านชั้นสลัดจ์นี้

velocity head – **เฮดความเร็ว**: ค่าความสูงของน้ำที่เทียบได้จากความเร็วยกกำลังสองหารด้วยสองเท่าของอัตราเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก

velocity gradient – , : สภาวะที่มีความเร็วต่างกันในมวลของน้ำหนึ่งๆ

V-notch weir – **ฝายบากร่องตัววี**

wastewater characteristic –

wastewater collecting system – **ระบบรวบรวมน้ำเสีย**, **ระบบลำเลียงน้ำเสีย**: ระบบทางน้ำ (ท่อ, อุโมงค์) ที่ใช้ในการส่งน้ำเสียจากหลายๆแหล่งไปยังจุดรวม จุดนี้อาจเป็นบ่อสูบหรือทางน้ำเข้าของท่อประธาน

watershed – : บริเวณที่รับน้ำท่าลงมาสู่ลำน้ำ

weir – ,

weir loading rate – : อัตราป้อนน้ำเข้าต่อหน่วยความยาวของเวียร์หรือฝาย มีหน่วยเป็น ลบ.ม./ม.-วัน

wet weather flow – , : ปริมาณน้ำเสียในท่อระบายในหน้าฝน

wet well – : บ่อที่รวบรวมน้ำและมีเครื่องสูบน้ำจุ่มแช่อยู่หรือมีท่อดูดของเครื่องสูบซึ่งตั้งอยู่ในบ่อแห้ง(dry well)

yield coefficient – : ค่าที่ใช้บ่งชี้ถึงอัตราการผลิตเซลล์ใหม่ ซึ่งหมายถึงปริมาณการผลิตเซลล์ใหม่ มีหน่วยเป็นกรัมของเซลล์ใหม่/กรัมบีโอดีที่ถูกจัดไป

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 ระบบระบายน้ำและระบบรวบรวมน้ำเสีย 1

1.1 ขั้นตอนการออกแบบ 1

1.2 พื้นที่บริการ 1

1.3 โครงข่ายท่อระบายน้ำและท่อดักน้ำเสีย 1

1.4 ท่อระบายน้ำ 4

1.4.1 คาบอุบัติฝน 7

1.4.2 เวลารวมตัวของน้ำท่า 7

1.4.3 ความเข้มฝน 9

1.4.4 อัตราไหลน้ำท่าสูงสุด 9

1.4.5 อัตราไหลของน้ำเสีย 10

1.4.6 อัตราไหลออกแบบ 11

1.4.7 ออกแบบขนาดและความลาดของท่อ 11

1.5 ท่อดักน้ำเสีย 12

1.5.1 อัตราไหลออกแบบ 15

1.5.2 อัตราไหลในปีปัจจุบัน 15

1.5.3 ออกแบบขนาดและความลาดของท่อ 15

1.6 บ่อผันน้ำเสีย 18

บทที่ 2 กระบวนการเอเอส 20

2.1 ขั้นตอนการออกแบบ 20

2.2 ปีเป้าหมาย 20

2.3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 20

2.3.1 จำนวนประชากร 20

2.3.2 อัตราไหลน้ำใช้ 23

2.3.3 อัตราไหลน้ำเสีย 23

2.3.4 ลักษณะน้ำเสียของชุมชน 24

2.3.5 ท่อรวบรวมน้ำเสีย 25

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
2.4	แผนภาพการไหล	27
2.5	ตะแกรงดักขยะ	27
	2.5.1 ค่ากำหนดการออกแบบ	27
	2.5.2 ขนาดของตะแกรงและรางน้ำ	29
	2.5.3 ความเร็วและความสูงในรางน้ำ	29
	2.5.4 ระดับความสูงของรางน้ำด้านปลายราง	32
2.6	สถานีสูบน้ำเสีย	33
	2.6.1 ค่ากำหนดการออกแบบ	33
	2.6.2 ปริมาตรของบ่อเปียก	33
	2.6.3 ขนาดของบ่อเปียก	35
2.7	ถังดักกรวดทราย	36
	2.7.1 ค่ากำหนดการออกแบบ	36
	2.7.2 ขนาดของถังดักกรวดทราย	36
	2.7.3 ปริมาณอากาศ	37
	2.7.4 ทางน้ำออก	37
	2.7.5 ทางน้ำเข้าของถังดักกรวดทราย	39
	2.7.6 ความลึกน้ำ	39
2.8	ถังเติมอากาศ	40
	2.8.1 ค่ากำหนดการออกแบบ	40
	2.8.2 ลักษณะน้ำทิ้ง	40
	2.8.3 ปริมาตรและขนาดของถังเติมอากาศ	40
	2.8.4 เอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอส	42
	2.8.5 สลัดจ์ส่วนเกิน	42
	2.8.6 อัตราสูบสลัดจ์เวียนกลับ	43
	2.8.7 ความต้องการออกซิเจนและการกวนผสมในถังเติมอากาศ	43
	2.8.8 ทางน้ำออกของถังเติมอากาศ	45
	2.8.9 ทางน้ำเข้าของถังเติมอากาศ	47
	2.8.10 ความลึกน้ำ	47

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
2.9	ถังทำใส	48
	2.9.1 ค่ากำหนดการออกแบบ	48
	2.9.2 ขนาดของถังทำใส	48
	2.9.3 เวลากักน้ำ	49
	2.9.4 ทางน้ำออก	49
2.10	ถังสัมผัสคลอรีน	52
	2.10.1 ค่ากำหนดการออกแบบ	52
	2.10.2 ขนาดของถังสัมผัสคลอรีน	52
	2.10.3 ทางน้ำออก	54
	2.10.4 ความลึกน้ำในถังสัมผัสคลอรีน	55
2.11	ลานตากสลัดจ์	56
	2.11.1 ค่ากำหนดการออกแบบ	56
	2.11.2 ขนาดของลานตากสลัดจ์	56
2.12	ผังบริเวณและเขียนโพร์ไฟล์ชลศาสตร์	57
	2.12.1 ท่อระบายน้ำทิ้ง	57
	2.12.2 ถังสัมผัสคลอรีน	57
	2.12.3 ถังรวบรวมน้ำก่อนเข้าถังสัมผัสคลอรีน	60
	2.12.4 ถังทำใส	61
	2.12.5 ถังแบ่งน้ำ 2	62
	2.12.6 ถังเติมอากาศ	63
	2.12.7 ถังแบ่งน้ำ 1	64
	2.12.8 ถังดักกรวดทราย	65
บทที่ 3 กระบวนการสระเติมอากาศ		**67**
3.1	ขั้นตอนการออกแบบ	67
3.2	ปีเป้าหมาย	67
3.3	ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	67
3.4	แผนภาพการไหล	67
3.5	ตะแกรงดักขยะ	67

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
3.6	สถานีสูบน้ำเสีย	67
3.7	สระเติมอากาศ	67
	3.7.1 ค่ากำหนดการออกแบบ	69
	3.7.2 ลักษณะน้ำทิ้ง	69
	3.7.3 ปริมาตรและขนาดของสระเติมอากาศ	69
	3.7.4 ความต้องการออกซิเจนและการกวนผสม	70
3.8	บ่อขัดแต่ง	71
	3.8.1 ค่ากำหนดการออกแบบ	71
	3.8.2 ปริมาตรและขนาดของบ่อขัดแต่ง	71
3.9	ผังบริเวณและเขียนโพร์ไฟล์ชลศาสตร์	72
บทที่ 4 กระบวนการบ่อปรับเสถียร		**75**
4.1	ขั้นตอนการออกแบบ	75
4.2	ปีเป้าหมาย	75
4.3	ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	75
4.4	แผนภาพการไหล	75
4.5	ตะแกรงดักขยะ	75
4.6	สถานีสูบน้ำเสีย	75
4.7	บ่อปรับเสถียร	75
	4.7.1 ค่ากำหนดการออกแบบ	77
	4.7.2 ลักษณะน้ำทิ้ง	77
	4.7.3 บ่อแฟคัลเททีฟ 1	77
	4.7.4 บ่อแฟคัลเททีฟ 2	78
4.8	ผังบริเวณและเขียนโพร์ไฟล์ชลศาสตร์	79
ภาคผนวก ก	**ตัวอย่างแบบองค์ประกอบระบบรวบรวมน้ำเสีย และโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ**	**83**
ภาคผนวก ข	**มาตรฐานงานโครงสร้างเสริมเหล็ก**	**107**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ขนาดและความลาดของท่อระบายน้ำ	6
1.2	ขนาดและความลาดของท่อดักน้ำเสีย	14
2.1	ข้อมูลจำนวนประชากรและอัตราไหลน้ำเสียของชุมชน	21
2.2	อัตราสูบรวมเมื่อเครื่องสูบแต่ละชุดทำงานพร้อมกัน	35

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ระบบท่อระบายน้ำเดิมของชุมชน	2
1.2	เขตพื้นที่บริการและโครงข่ายระบบท่อของชุมชน	3
1.3	ระบบระบายน้ำของชุมชน	5
1.4	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนกับช่วงเวลาฝนตกของชุมชนที่คาบอุบัติฝน 5 ปี	9
1.5	ระบบรวบรวมน้ำเสียของชุมชน	13
1.6	บ่อผันน้ำเสีย	19
2.1	แผนภาพการไหลของระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา	28
2.2	ตะแกรงดักขยะและสถานีสูบน้ำเสีย	30
2.3	ถังดักกรวดทรายแบบเติมอากาศ	38
2.4	ถังเติมอากาศ	46
2.5	ถังทำใส	50
2.6	ถังสัมผัสคลอรีน	53
2.7	ผังบริเวณของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส	58
2.8	โพร์ไฟล์ชลศาสตร์ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส	59
3.1	แผนภาพการไหลของระบบสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน	68
3.2	ผังบริเวณของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ	73
3.3	โพร์ไฟล์ชลศาสตร์ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ	74
4.1	แผนภาพการไหลของระบบบ่อปรับเสถียร	76
4.2	ผังบริเวณของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร	80
4.3	โพร์ไฟล์ชลศาสตร์ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร	81

ตัวอย่างการออกแบบระบบระบายน้ำและระบบรวบรวมน้ำเสียแบบท่อระบายรวม(combined sewer) ในบทนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ การออกแบบท่อระบายน้ำ การออกแบบท่อดักน้ำเสีย และการออกแบบบ่อผันน้ำเสียหรือซีเอสโอ ซึ่งได้จำลองแผนผังเมืองของชุมชนขึ้นมาเอง โดยสมมติให้ชุมชนมีระบายน้ำเดิมดังรูปที่ 1.1

1.1

- กำหนดพื้นที่บริการ
- กำหนดที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ
- วางโครงข่ายระบบท่อ พร้อมทั้งกำหนดชื่อของท่อ ประกอบด้วย แนวท่อระบายน้ำ แนวท่อรวบรวมน้ำเสีย ตำแหน่งบ่อผันน้ำเสีย และตำแหน่งจุดระบายน้ำทิ้ง
- คาดการณ์อัตราไหลน้ำท่าสูงสุด(เพื่อออกแบบท่อระบายน้ำฝน)
- คาดการณ์อัตราไหลของน้ำเสียสูงสุด(เพื่อออกแบบท่อรวบรวมน้ำเสีย)
- กำหนดขนาดและความลาดชันของท่อ และตรวจสอบความเร็วการไหลของน้ำในท่อ
- ออกแบบองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง เช่น บ่อผันน้ำเสีย เป็นต้น

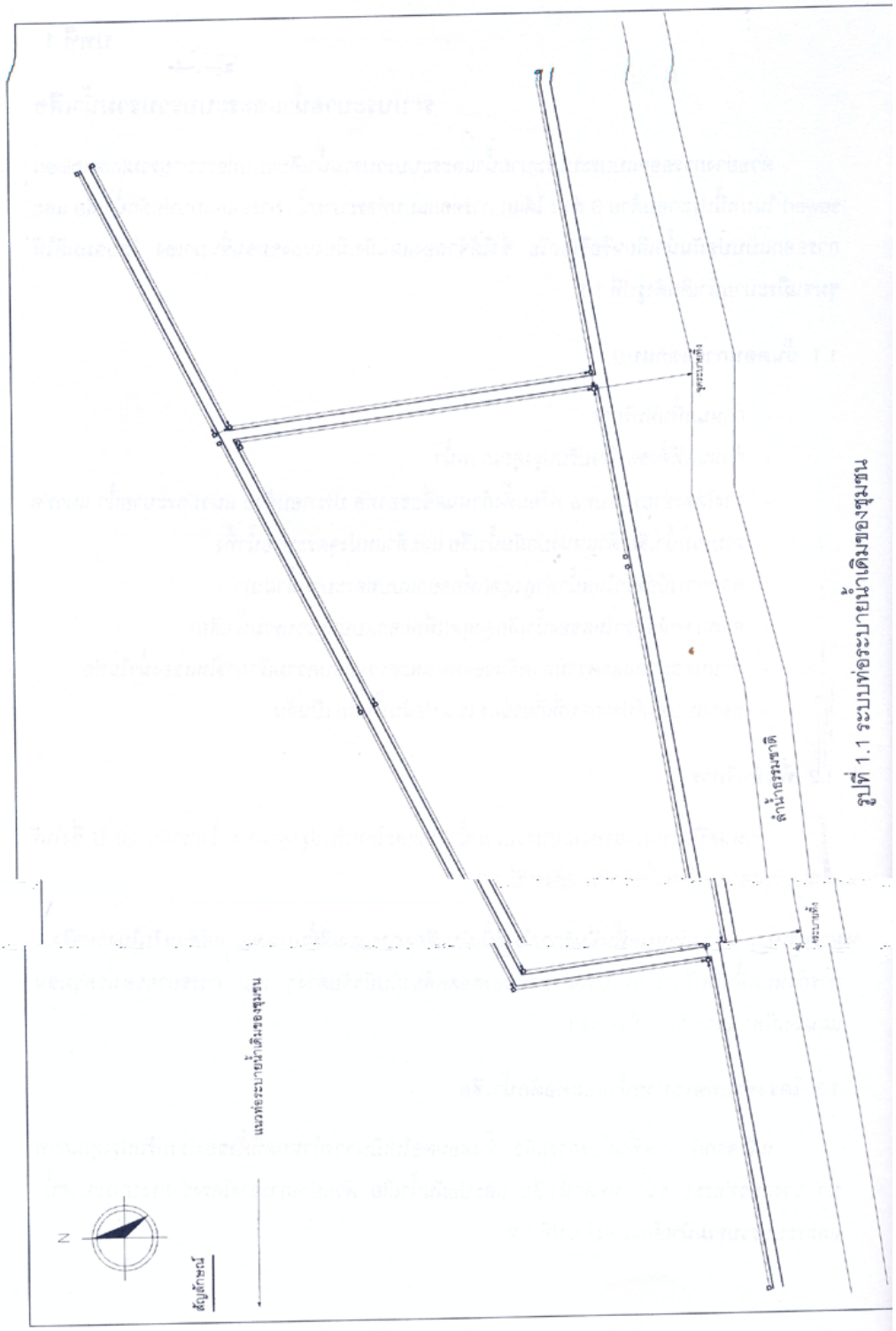
1.2

กำหนดปีเป้าหมายของระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเท่ากับ 20 ปี ซึ่งในที่นี้สมมติว่าชุมชนมีเขตพื้นที่บริการดังรูปที่ 1.2

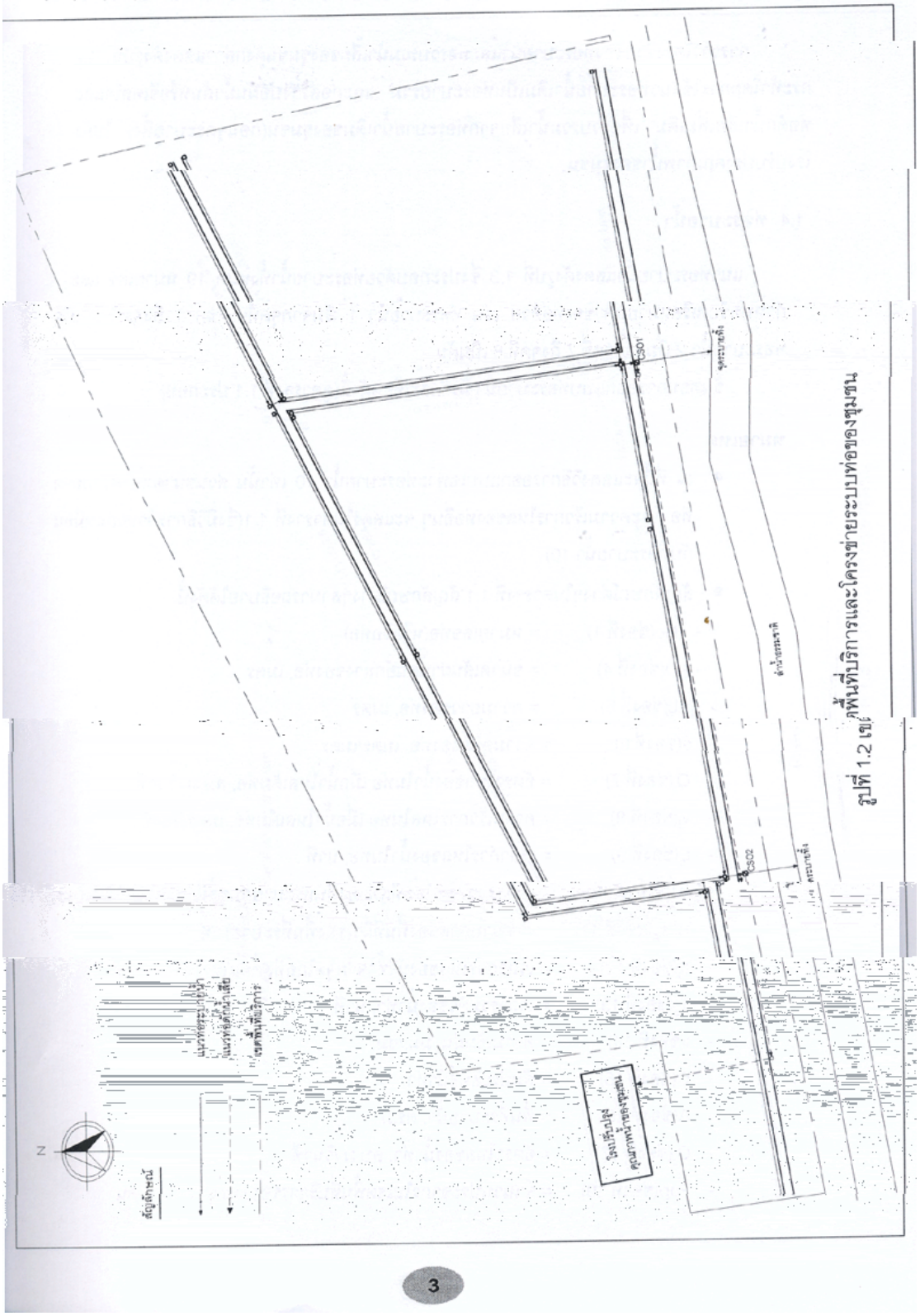
- การกำหนดพื้นที่บริการในที่นี้เป็นเพียงการสมมติขึ้นมาเอง แต่สำหรับในงานจริงการกำหนดพื้นที่บริการในปีเป้าหมายจะต้องสอดคล้องกับปัจจัยต่างๆ เช่น การขยายของเขตชุมชน แผนผังเมือง แผนพัฒนาเมือง ฯลฯ

1.3

หลังจากกำหนดพื้นที่บริการแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการกำหนดที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ วางแนวท่อระบายน้ำ ท่อดักน้ำเสีย และบ่อผันน้ำเสีย ตัวอย่างการวางโครงข่ายระบบระบายน้ำและระบบรวบรวมน้ำเสียแสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.1 ระบบท่อระบายน้ำเดิมของชุมชน



รูปที่ 1.2 เขตพื้นที่บริการและโครงข่ายระบบท่อของชุมชน

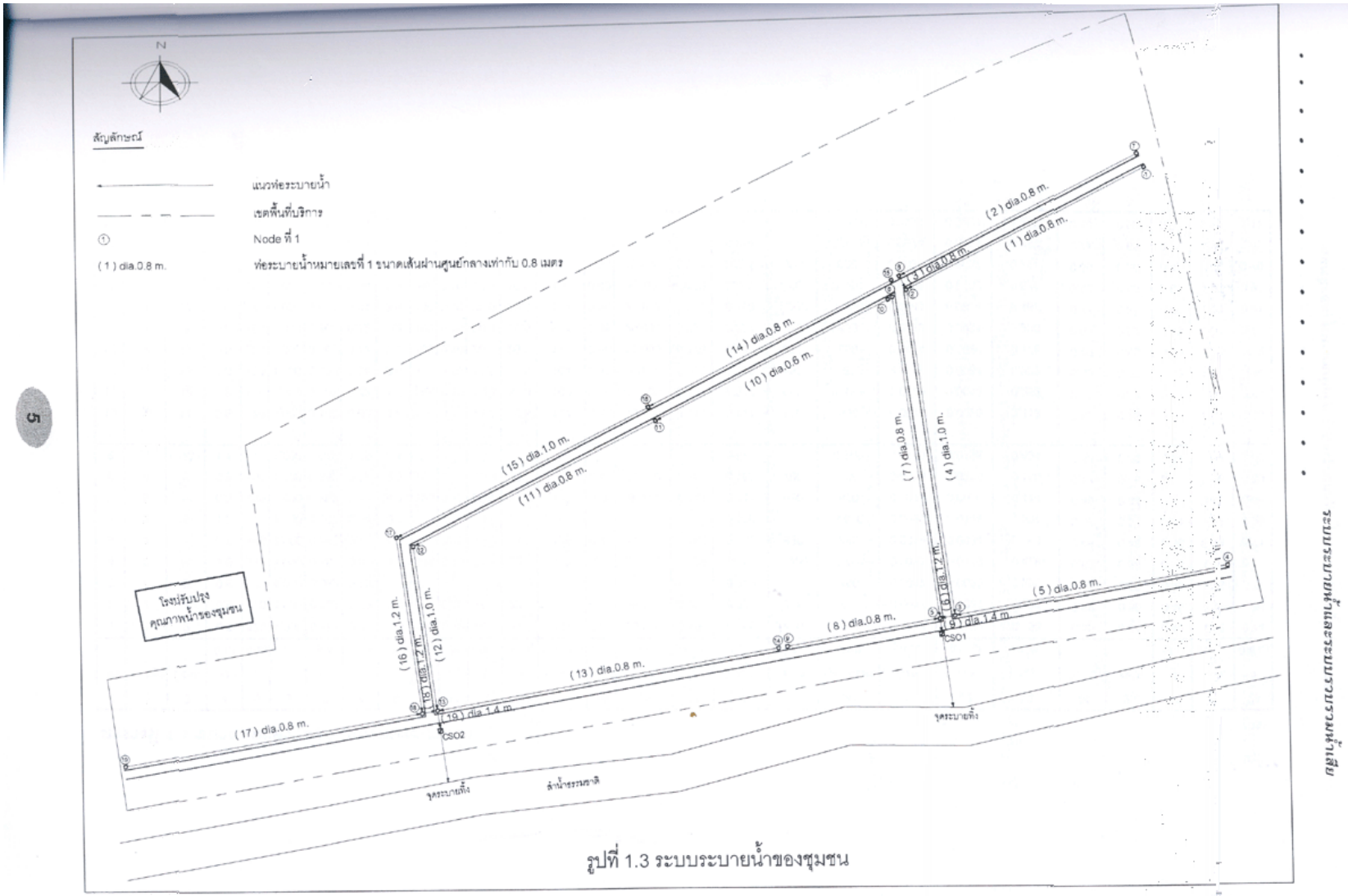
การวางโครงข่ายของท่อระบายน้ำและท่อรวบรวมน้ำเสียของชุมชนดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 1.2 กระทำโดยการใช้แนวท่อระบายน้ำเดิมเป็นท่อระบายรวม และก่อสร้างบ่อผันน้ำเสียหรือซีเอสโอและท่อดักน้ำเสียเพิ่มเติม เพื่อรวบรวมน้ำเสียจากท่อระบายน้ำเดิมของชุมชน(ก่อนจุดระบายทิ้ง) ไปยังโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน

1.4

แนวท่อระบายน้ำแสดงดังรูปที่ 1.3 ซึ่งประกอบด้วยท่อระบายน้ำทั้งหมด 19 หมายเลข และกำหนดชื่อ(หรือหมายเลข)ของท่อด้วย เช่น ท่อระบายน้ำ 1 เริ่มจากจุดที่(node) 1 ถึงจุดที่ 2 หรือท่อระบายน้ำ 2 เริ่มจากจุดที่ 7 ถึงจุดที่ 8 เป็นต้น

ขั้นตอนการออกแบบท่อระบายน้ำ มีรายละเอียดดังนี้(ดูตารางที่ 1.1 ประกอบ)

- ณ ที่นี้จะแสดงวิธีการออกแบบเฉพาะท่อระบายน้ำ 10 เท่านั้น ส่วนขนาดท่อ ความลาดท่อ และความเร็วการไหลของท่ออื่นๆ จะแสดงในตารางที่ 1.1(ซึ่งมีวิธีการคำนวณเหมือนกับท่อระบายน้ำ 10)
- สัญลักษณ์ต่างๆในตารางที่ 1.1 สัญลักษณ์ต่างๆสามารถอธิบายได้ดังนี้
  - No(ช่องที่ 1) = หมายเลขท่อ(หรือชื่อท่อ)
  - D(ช่องที่ 4) = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ, เมตร
  - L(ช่องที่ 5) = ความยาวของท่อ, เมตร
  - s(ช่องที่ 6) = ความลาดของท่อ, เมตร/เมตร
  - Q_f(ช่องที่ 7) = อัตราไหลของน้ำในท่อ เมื่อน้ำไหลเต็มท่อ, ลบ.ม./วินาที
  - v_f(ช่องที่ 8) = ความเร็วการไหลในท่อ เมื่อน้ำไหลเต็มท่อ, เมตร/วินาที
  - t_d(ช่องที่ 9) = เวลาการไหลของน้ำในท่อ, นาที
  - l(ช่องที่ 10) = ระยะทางที่ไกลที่สุดของพื้นที่ระบายกับจุดที่น้ำไหลเข้าท่อ, เมตร
  - s_A(ช่องที่ 11) = ความลาดของพื้นที่ผิว(ของพื้นที่ระบาย), %
  - t_0(ช่องที่ 12) = เวลาการไหลของน้ำท่าจากจุดไกลที่สุดจนไหลเข้าท่อ, นาที
  - t_c(ช่องที่ 13) = เวลารวมตัวของน้ำท่า, นาที
  - i(ช่องที่ 14) = ความเข้มฝน, มม./ชม.
  - C(ช่องที่ 15) = สัมประสิทธิ์น้ำท่า
  - A(ช่องที่ 16) = พื้นที่ระบายน้ำ, ตร.ม.
  - Q_r(ช่องที่ 17) = อัตราไหลของน้ำท่า, ลบ.ม./วินาที
  - Pop(ช่องที่ 19) = จำนวนประชากรในเขตพื้นที่บริการของท่อระบายนั้นๆ, คน



รูปที่ 1.3 ระบบระบายน้ำของชุมชน

1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27	26	28
No	จากจุด	ถึงจุด	D	L	s	Q_f	v_f	t_d	l	S_A	t_0	t_c	i	C	A	Q_r	Q_fสะสม	Pop	Pop สะสม	DWF	Qmax.h	Q_d	Q_d / Q_f	d/D	d	v / v_f	v
			(m.)	(m.)	1 :	(m^3/s)	(m/s)	(min)	(m)	%	(min)	(min)	(mm/hr)		(m^2)	(m^3/s)		(คน)	(คน)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)			(m.)		(m/s.)
1	1	2	0.8	170	1,000	0.362	0.72	3.9	100	0.10	20.9	24.8	117	0.30	20,000	0.195	0.195	800	800	0.0018	0.0032	0.198	0.55	0.54	0.43	1.02	0.74
2	7	8	0.8	170	1,000	0.362	0.72	3.9	80	0.10	18.8	22.7	121	0.40	16,500	0.222	0.222	750	750	0.0017	0.0030	0.225	0.62	0.56	0.45	1.06	0.76
3	8	2	0.8	7	1,000	0.362	0.72	0.2									0.222		750	0.0017	0.0030	0.225	0.62	0.56	0.45	1.06	0.76
4	2	3	1.0	217	1,000	0.657	0.84	4.3	110	0.10	21.8	29.1	110	0.30	25,000	0.229	0.417	1,200	2,750	0.0061	0.0110	0.428	0.65	0.58	0.58	1.07	0.90
5	4	3	0.8	180	1,000	0.362	0.72	4.2	90	0.10	19.9	24.0	118	0.45	11,000	0.163	0.163	860	860	0.0019	0.0034	0.166	0.46	0.48	0.38	0.98	0.71
6	3	5	1.2	7	1,000	1.069	0.94	0.1									0.580		3,610	0.0080	0.0144	0.594	0.56	0.53	0.64	1.02	0.96
7	6	5	0.8	190	1,000	0.362	0.72	4.4	120	0.10	22.7	27.1	113	0.50	9,000	0.141	0.141	650	650	0.0014	0.0026	0.144	0.40	0.44	0.35	0.95	0.68
8	9	5	0.8	100	1,000	0.362	0.72	2.3	100	0.10	20.9	23.2	120	0.40	11,500	0.153	0.153	700	700	0.0016	0.0028	0.156	0.43	0.46	0.37	0.96	0.69
9	5	CSO1	1.4	7	1,000	1.612	1.05	0.1									0.874		4,960	0.0110	0.0198	0.894	0.55	0.53	0.74	1.02	1.07
10	10	11	0.6	170	1,000	0.168	0.60	4.8	110	0.10	21.8	26.6	114	0.35	10,000	0.111	0.111	500	500	0.0011	0.0020	0.113	0.67	0.58	0.35	1.07	0.64
11	11	12	0.8	190	1,000	0.362	0.72	4.4	90	0.10	19.9	31.0	107	0.40	11,500	0.137	0.247	650	1,150	0.0026	0.0046	0.252	0.70	0.66	0.53	1.12	0.81
12	12	13	1.0	100	1,000	0.657	0.84	2.0	65	0.10	17.1	33.0	104	0.45	6,000	0.078	0.325	450	1,600	0.0036	0.0064	0.332	0.50	0.50	0.50	1.00	0.84
13	14	13	0.8	220	1,000	0.362	0.72	5.1	100	0.10	20.9	26.0	115	0.50	11,000	0.176	0.176	650	650	0.0014	0.0026	0.178	0.49	0.50	0.40	1.00	0.72
14	15	16	0.8	180	1,000	0.362	0.72	4.2	100	0.10	20.9	25.0	117	0.35	20,000	0.227	0.227	850	850	0.0019	0.0034	0.230	0.64	0.57	0.46	1.07	0.77
15	16	17	1.0	175	1,000	0.657	0.84	3.5	100	0.10	20.9	28.5	111	0.35	21,500	0.231	0.458	1,000	1,850	0.0041	0.0074	0.465	0.71	0.60	0.60	1.09	0.91
16	17	18	1.2	110	1,000	1.069	0.94	1.9	80	0.10	18.8	30.5	108	0.40	8,500	0.102	0.560	700	2,550	0.0057	0.0102	0.570	0.53	0.53	0.64	1.03	0.97
17	19	18	0.8	190	1,000	0.362	0.72	4.4	85	0.10	19.4	23.7	119	0.35	18,500	0.214	0.214	800	800	0.0018	0.0032	0.217	0.60	0.56	0.45	1.05	0.76
18	18	13	1.2	7	1,000	1.069	0.94	0.1									0.774		3,350	0.0074	0.0134	0.787	0.74	0.63	0.76	1.11	1.05
19	13	CSO2	1.4	12	1,000	1.612	1.05	0.2									1.275		5,600	0.0124	0.0224	1.297	0.80	0.66	0.92	1.12	1.17

- DWF(ช่องที่ 21) = อัตราไหลรายวันเฉลี่ยในหน้าแล้งในปีเป้าหมาย, ลบ.ม./วินาที
- Qmax.h(ช่องที่ 22)= อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(หน้าแล้ง), ลบ.ม./วินาที
- Q_d(ช่องที่ 23) = อัตราไหลออกแบบของท่อระบายน้ำ, ลบ.ม./วินาที
- d(ช่องที่ 27) = ระดับน้ำในท่อ ที่อัตราไหลออกแบบ, เมตร
- v(ช่องที่ 28) = ความเร็วการไหล ที่อัตราไหลออกแบบ, เมตร/วินาที

1.4.1

เนื่องจากพื้นที่บริการส่วนใหญ่เป็นเขตที่พักอาศัย จึงกำหนดคาบอุบัติฝนออกแบบเท่ากับ 5 ปี (จากหัวข้อที่ 3.5.4 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

1.4.2 (t_c)

เวลารวมตัวของน้ำท่า เท่ากับ เวลาน้ำท่าไหลจากจุดไกลที่สุดของพื้นที่ระบายน้ำมายังจุดเข้าท่อ(t_0) รวมกับเวลาที่น้ำไหลในท่อจนถึงจุดพิจารณา(t_d)

1.4.2.1

คำนวณได้จากสมการที่ 3 - 2(ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

เวลาที่น้ำท่าไหลจากจุดไกลสุดเข้าท่อระบายน้ำ 10 มีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

$t_o = (0.067n'l / s)^{0.467}$

โดยที่ n' = สัมประสิทธิ์ของการไหล
= 0.1(พื้นที่รับน้ำท่าของท่อระบายน้ำ 10 เป็นพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งปกคลุมและค่อนข้างราบเรียบ, จากตารางที่ 3.3 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

l = ระยะทางที่ไกลที่สุดของพื้นที่ระบาย, เมตร
= 110 เมตร(พื้นที่รับน้ำของท่อระบาย 10)

s = ความลาดชันของพื้นที่ผิว
= 0.001(พื้นที่รับน้ำของท่อระบาย 10)

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

$t_{0,10} = (0.067 \times 0.1 \times 110 / 0.001)^{0.467}$
= 21.8 นาที

1.4.2.2

ความเร็วการไหลของน้ำในท่อระบายน้ำหาได้จากสมการที่ 3 - 3 (ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1) ดังนี้

$v = (R^{2/3}s^{1/2})/n$

โดยที่ R = รัศมีชลศาสตร์, เมตร
= D / 4 (เมื่อน้ำไหลเต็มท่อ, D = เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ)

s = ความลาดของท่อ, เมตร/เมตร

n = สัมประสิทธิ์ความหยาบของผิวแมนนิ่ง

ตัวอย่างการหาเวลาการไหลของน้ำในท่อระบายน้ำ 10 ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.6 เมตร มีความลาดเท่ากับ 0.001 เมตร/เมตร และมีความยาวท่อเท่ากับ 170 เมตร สามารถแสดงได้ดังนี้

R = 0.6 / 4
= 0.15 เมตร

s = 0.001

n = 0.015 (เนื่องจากเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก, จากหัวข้อที่ 3.6.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

v_f (เมื่อน้ำไหลเต็มท่อ) $= (R^{2/3}s^{1/2}) / n$
$= (0.15^{2/3} \times 0.001^{1/2}) / 0.015$
= 0.60 เมตร/วินาที

เวลาการไหลในท่อ $= (L / v_f) / 60$
$= (170 / 0.60) / 60$
= 4.8 นาที

1.4.2.3

t_c = 21.8 + 4.8
= 26.6 นาที

- ในกรณีที่ท่อระบายน้ำรับน้ำจากพื้นที่รับน้ำส่วนอื่นด้วย (เช่น ท่อหมายเลขที่ 11 ซึ่งนอกจากรับน้ำจากพื้นที่ระบายของตนเองแล้ว ยังรับน้ำจากท่อระบายน้ำ 10 อีกด้วย) การหาเวลารวมตัวของน้ำท่อของท่อระบายน้ำ 11 ($t_{c,11}$) มีข้อพิจารณาดังนี้

- ถ้า $t_{c,10} > t_{0,11}$ ค่า $t_{c,11} = t_{c10} + t_{d,11}$
- ถ้า $t_{c,10} < t_{0,11}$ ค่า $t_{c,11} = t_{0,11} + t_{d,11}$
- จากตารางที่ 1.1 ซึ่ง $t_{c,10}$= 26.6 นาที $t_{0,11}$ = 19.9 นาที และ $t_{d,11}$ = 4.4 นาที

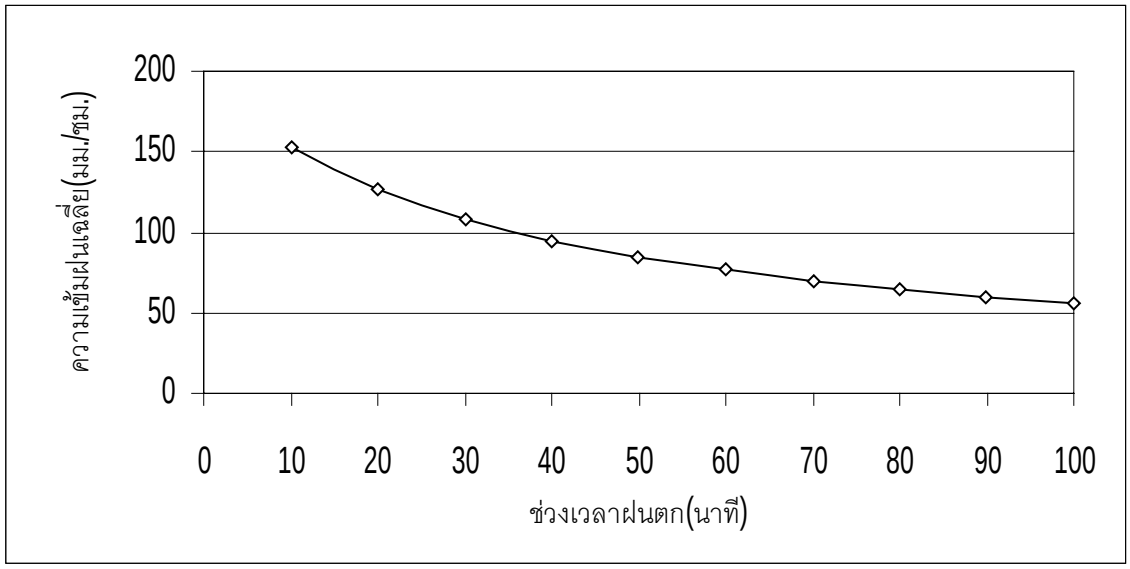
ดังนั้นค่า $t_{c,11} = t_{c,10} + t_{d,11}$ = 26.6 + 4.4 = 31.0 นาที

1.4.3 (i)

ความเข้มฝนสามารถหาได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนกับช่วงเวลาฝนตกที่คาบอุบัติฝนต่างๆ ซึ่งกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวได้จากการเก็บข้อมูลฝนของท้องถิ่นนั้นๆ สมมติว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนและช่วงเวลาฝนตกของชุมชนในที่นี้แสดงดังรูปที่ 1.4(ที่คาบอุบัติฝนเท่ากับ 5 ปี) พบว่าเมื่อเวลารวมตัวของน้ำท่าของท่อระบายน้ำ 10 เท่ากับ 26.6 นาที(จากหัวข้อที่ 1.4.2) มีความเข้มฝนเท่ากับ 114 มม./ชม.

1.4.4

อัตราไหลน้ำท่าสูงสุดสามารถหาได้จากสมการที่ 3 - 1 (ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1) อัตราไหลน้ำท่าสูงสุดของท่อระบายน้ำ 10 สามารถแสดงการคำนวณได้ดังนี้



$Q = CiA$

โดยที่ Q = อัตราไหลน้ำท่าสูงสุด, ลบ.ม./ชม.

C = สัมประสิทธิ์น้ำท่า
= 0.35 (จากตารางที่ 3.2 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1, เขตที่พักอาศัย)

i = ความเข้มฝน, เมตร/ชั่วโมง
= 0.114 เมตร/ชั่วโมง(จากหัวข้อที่ 1.4.3)

A = พื้นที่ระบายน้ำ, ตร.ม.
= 10,000 ตร.ม.

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

$Q_{r, 10}$ = 0.35 x 0.114 x 10,000
= 399 ลบ.ม./ชม.
= 0.111 ลบ.ม./วินาที

1.4.5

อัตราไหลรายวันเฉลี่ยรายวัน(หน้าแล้ง) และอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(หน้าแล้ง)ของท่อระบายน้ำ 10 สามารถคำนวณได้ดังนี้

จำนวนประชากรสะสมที่ปีเป้าหมายของท่อระบายหมายเลข 10
= 500 คน(เป็นค่าสมมติ ในงานจริงต้องศึกษาจากข้อมูลประชากร)

อัตราการใช้น้ำที่ปีเป้าหมาย = 200 ลิตร/วัน(เป็นค่าสมมติ)

อัตราการเกิดน้ำเสีย = 0.8 ของอัตราการใช้น้ำ(จากหัวข้อที่ 2.9 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

อัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อ = 0.2 ของอัตราการเกิดน้ำเสีย(จากหัวข้อที่ 2.10 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

อัตราไหลรายวันเฉลี่ยที่ปีเป้าหมาย = อัตราการเกิดน้ำเสีย + อัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อ
= 500 x 200 x 0.8 + 500 x 200 x 0.8 x 0.2
= 96,000 ลิตร/วัน
= 0.001 ลบ.ม./วินาที

อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(หน้าแล้ง) = 1.8 เท่าของอัตราไหลรายวันเฉลี่ย(ดูจากหัวข้อที่ 2.11.3 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

= 1.8 x 0.001
= 0.002 ลบ.ม./วินาที

1.4.6 (Q_d)

อัตราไหลออกแบบของท่อระบายรวมเท่ากับอัตราไหลรวมระหว่างอัตราไหลน้ำท่าสูงสุดกับอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดในหน้าแล้งที่ปีเป้าหมาย(จากหัวข้อที่ 3.4.2 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

อัตราไหลออกแบบของท่อระบายน้ำ 10 = 0.111 + 0.002
= 0.113 ลบ.ม./วินาที

1.4.7

กำหนดให้ท่อระบายน้ำ 10 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง(D) เท่ากับ 0.6 เมตร และมีความลาดเท่ากับ 1 : 1,000(หรือ 0.001 เมตร/เมตร) ต่อจากนั้นตรวจสอบความเร็วการไหลในท่อ(กำหนดให้ความเร็วต่ำสุดและความเร็วสูงสุดเท่ากับ 0.6 และ 3.0 เมตร/วินาที ตามลำดับ จากหัวข้อที่ 3.8 และ 3.9 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

1.4.7.1

ความเร็วการไหล = 0.6 เมตร/วินาที(จากหัวข้อที่ 1.4.2.2)
พื้นที่หน้าตัดของท่อ = $\pi D^2 / 4$
= π x $0.6^2 / 4$
= 0.28 เมตร^2
อัตราไหล(เมื่อไหลเต็มท่อ, Q_f) = 0.6 x 0.28
= 0.168 ลบ.ม./วินาที

1.4.7.2 (อัตราไหลออกแบบ)

อัตราไหลออกแบบ, Q_d = 0.113 ลบ.ม./วินาที(จากหัวข้อที่ 1.4.6)
Q_d / Q_f = 0.113 / 0.168
= 0.67

จากรูปที่ 3.6(ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1) พบว่าเมื่อ Q_d / Q_f เท่ากับ 0.67
จะได้ค่า d / D_f = 0.58
ระดับน้ำในท่อ = 0.6 x 0.58
= 0.35 เมตร
จากรูปที่ 3.6 ดังกล่าวพบว่าเมื่อ d / D_f เท่ากับ 0.58 จะได้ค่า v / v_f
= 1.07

ความเร็วการไหลในท่อ = 0.6 x 1.07
= 0.64 เมตร/วินาที

จากการตรวจสอบความเร็วการไหลข้างต้น เมื่อท่อระบายน้ำ 10 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เมตร และมีความลาด 0.001 พบว่าความเร็วการไหลในท่อหมายเลขที่ 10 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ มากกว่า 0.6 เมตร/วินาที และน้อยกว่า 3.0 เมตร/วินาที(แต่ในกรณีที่พบว่าความเร็วการไหลน้อยกว่าหรือสูงกว่าค่าที่กำหนด ผู้ออกแบบควรปรับเปลี่ยนขนาดและความลาดของท่อใหม่ และคำนวณหาความเร็วการไหลตามวิธีข้างต้นเพื่อให้ได้ความเร็วการไหลในท่ออย่างเหมาะสม)

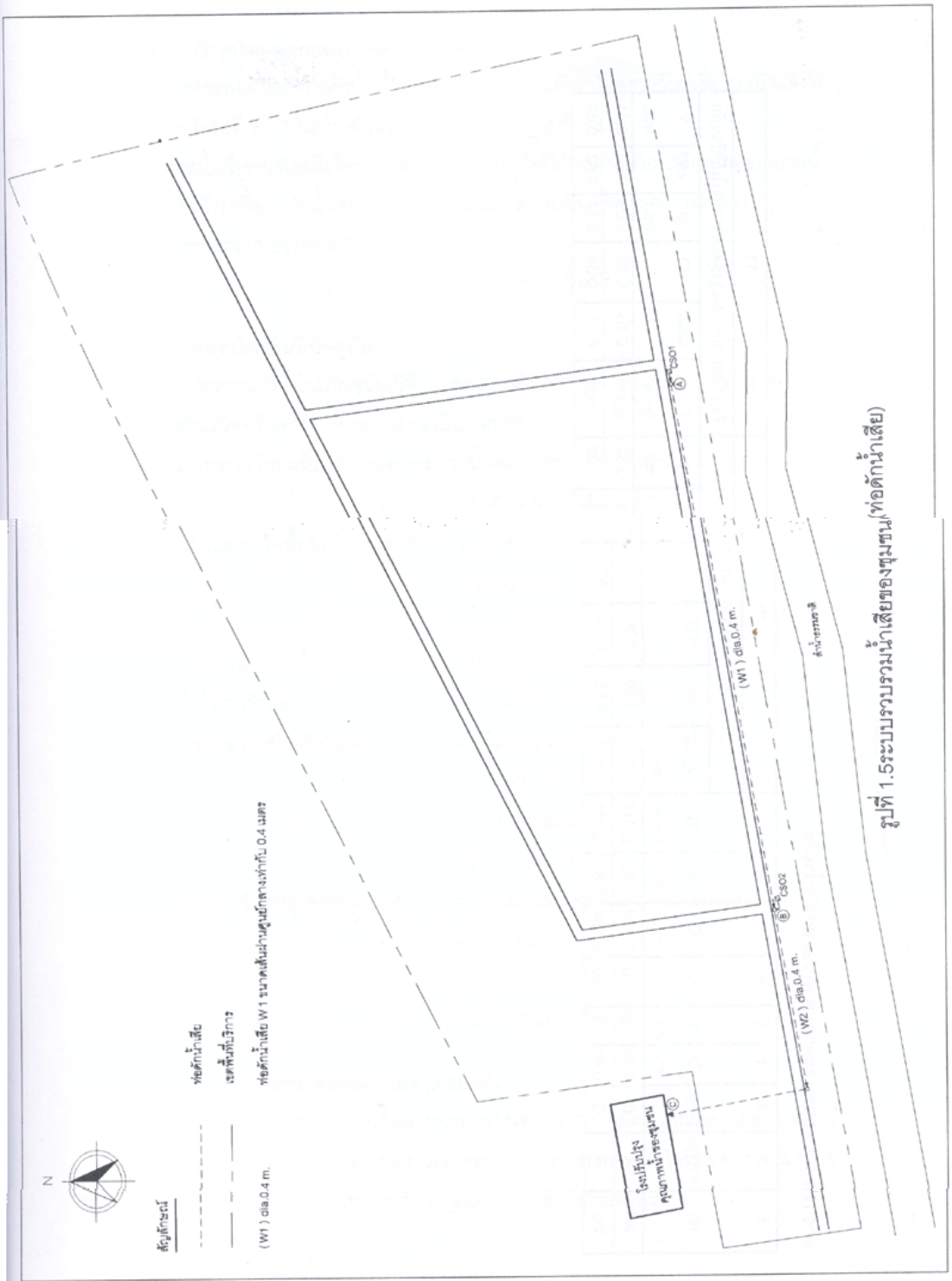
1.5

แนวท่อดักน้ำเสียแสดงดังรูปที่ 1.5 ประกอบด้วยท่อดักน้ำเสียทั้งหมด 2 หมายเลข ดังตารางที่ 1.2 กล่าวคือ ท่อหมายเลข W1 เริ่มจากจุด(node) A ถึงจุด B ส่วนท่อหมายเลข W2 เริ่มจากจุด B ถึงจุด C

ขั้นตอนการออกแบบท่อดักน้ำเสีย มีรายละเอียดดังนี้(ดูตารางที่ 1.2)

- ณ ที่นี้จะแสดงวิธีการออกแบบเฉพาะท่อดักน้ำเสีย W1 เท่านั้น
- สัญลักษณ์ต่างๆในตารางที่ 1.2 สามารถอธิบายได้ดังนี้

- No(ช่องที่ 1) = หมายเลขท่อ หรือชื่อท่อ
- D(ช่องที่ 4) = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ, เมตร
- L(ช่องที่ 5) = ความยาวของท่อ, เมตร
- S(ช่องที่ 6) = ความลาดของท่อ, เมตร/เมตร
- Q_f(ช่องที่ 7) = อัตราไหลของน้ำในท่อ เมื่อน้ำไหลเต็มท่อ, ลบ.ม./วินาที
- V_f(ช่องที่ 8) = ความเร็วการไหลในท่อ เมื่อน้ำไหลเต็มท่อ, เมตร/วินาที
- DWF(ช่องที่ 9) = อัตราไหลรายวันเฉลี่ย(หน้าแล้ง), ลบ.ม./วินาที
- ช่องที่ 10 = ตรวจสอบความเร็วการไหลที่อัตราไหลสูงสุดในขณะฝนตก
- ช่องที่ 11 = ตรวจสอบความเร็วการไหลที่อัตราไหลสูงสุด(หน้าแล้ง)ในปีปัจจุบัน
- d = ระดับน้ำในท่อ, เมตร
- V = ความเร็วการไหล, เมตร/วินาที



รูปที่ 1.5 ระบบระบายน้ำและระบบรวบรวมน้ำเสีย(ท่อดักน้ำเสีย)

1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						11					
									อัตราไหลสูงสุด(ฝนตก)						อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(หน้าแล้ง)ในปีปัจจุบัน					
No	จากจุด	ถึงจุด	D (m.)	L (m.)	s 1 :	Q_f (m^3/s)	v_f (m/s)	DWF (m^3/s)	$Q_{d,\ wet}$ (m^3/s)	Q/Q_f	d/D	d (m.)	v/v_f	v m/s.	$Q_{d,dry}$ (m^3/s)	Q/Q_f	d/D	d (m.)	v/v_f	v m/s.
W1	A	B	0.40	330	200	0.128	1.02	0.011	0.033	0.26	0.36	0.14	0.80	0.82	0.013	0.10	0.23	0.09	0.60	0.61
W2	B	C	0.40	190	300	0.104	0.83	0.023	0.070	0.68	0.60	0.24	1.09	0.90	0.027	0.26	0.36	0.14	0.83	0.69

1.5.1

อัตราไหลออกแบบของท่อดักน้ำเสียเท่ากับ 3 เท่าของอัตราไหลรายวันเฉลี่ยในหน้าแล้งในปีเป้าหมาย(จากหัวข้อที่ 3.4.3 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

อัตราไหลน้ำเสียรายวันเฉลี่ยในหน้าแล้งของท่อ W1 ในปีเป้าหมาย(รับน้ำเสียจากท่อระบายน้ำหมายเลขที่ 9 หรือบ่อผันน้ำเสีย 1) = 0.011 ลบ.ม./วินาที(จากตารางที่ 1.1)

อัตราไหลออกแบบของท่อ W1 = 3 x 0.011

= 0.033 ลบ.ม./วินาที

1.5.2

สมมติว่าอัตราการใช้น้ำในปีปัจจุบัน(ปีที่ 1 ของการเดินระบบ)เท่ากับ 180 ลิตร/คน-วัน และจำนวนประชากรในปีปัจจุบันเท่ากับร้อยละ 70 ของปีเป้าหมาย

จำนวนประชากรในพื้นที่บริการของท่อระบายน้ำหมายเลข 9 ที่ปีเป้าหมาย

= 4,960 คน(จากตารางที่ 1.1)

จำนวนประชากรในพื้นที่บริการของท่อระบายรวมหมายเลข 9 ที่ปีปัจจุบัน

= 4,960 x 0.7

= 3,472 คน

อัตราการเกิดน้ำเสีย = 0.8 เท่าของอัตราการใช้น้ำ

อัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อ = 0.2 เท่าของอัตราการเกิดน้ำเสีย

อัตราไหลรายวันเฉลี่ย(หน้าแล้ง) = อัตราการเกิดน้ำเสีย + อัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อ

= 0.8 x 3,472 x 180 + 0.8 x 3,472 x 180 x 0.2

= 599,962 ลิตร/วัน

= 600 ลบ.ม./วัน

อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(หน้าแล้ง) = 1.8 เท่าของอัตราไหลรายวันเฉลี่ย(หน้าแล้ง)

= 1.8 x 600

= 1,080 ลบ.ม./วัน

= 0.0125 ลบ.ม./วินาที

1.5.3

กำหนดให้ท่อดักน้ำเสีย W1 มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.4 เมตร และมีความลาดเท่ากับ 1 : 200 หรือเท่ากับ 0.005 เมตร/เมตร และตรวจสอบความเร็วการไหลในท่อที่อัตราไหลสูงสุด(หน้าฝนในปีเป้าหมาย) และที่อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(หน้าแล้ง)ในปีปัจจุบัน

1.5.3.1

คำนวณหาความเร็วการไหลของน้ำในท่อ W1 เมื่อน้ำไหลเต็มท่อ ได้ดังสมการที่ 3 - 3 (ในเล่มเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1) ดังนี้

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

โดยที่ R = รัศมีชลศาสตร์, เมตร
= D / 4 (เมื่อน้ำไหลเต็มท่อ, D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ)
= 0.4 / 4
= 0.1 เมตร(สำหรับท่อหมาย W1)

S = ความลาดชันของท่อ
= 0.005(สำหรับท่อหมายเลขที่ W1)

n = สัมประสิทธิ์ความหยาบของผิวแมนนิ่ง
= 0.015(เนื่องจากเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก, จากหัวข้อที่ 3.6.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

$v_f = (R^{2/3}S^{1/2}) / n$
$= (0.1^{2/3} \times 0.005^{1/2}) / 0.015$
= 1.02 เมตร/วินาที

พื้นที่หน้าตัดของท่อ $= \pi \times D^2 / 4$
$= \pi \times 0.4^2 / 4$
= 0.125 ตร.ม.

$Q_f = 1.02 \times 0.125$
= 0.128 ลบ.ม./วินาที

1.5.3.2 (ในปีเป้าหมาย)

อัตราไหลออกแบบ = 0.033 ลบ.ม./วินาที(จากหัวข้อที่ 1.5.1)

$Q / Q_f = 0.033 / 0.128$
= 0.26

จากรูปที่ 3.6(ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1) พบว่าเมื่อ Q / Q_f เท่ากับ 0.26 จะได้ค่า d / D = 0.36

ระดับน้ำในท่อ, d = 0.4 x 0.36

= 0.14 เมตร

จากรูปที่ 3.6 ดังกล่าวเมื่อ d / D_f เท่ากับ 0.36 จะได้ค่า v / v_f

= 0.80

ความเร็วการไหลในท่อ = 1.02 x 0.80

= 0.82 เมตร/วินาที

1.5.3.3 ( )

อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดที่ปีปัจจุบัน

= 0.013 ลบ.ม./วินาที(จากหัวข้อที่ 1.5.2)

Q / Q_f = 0.013 / 0.128

= 0.1

จากรูปที่ 3.6(ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1) เมื่อ Q / Q_f เท่ากับ 0.1 จะได้ค่า d / D_f

= 0.23

ระดับน้ำในท่อ = 0.4 x 0.23

= 0.09 เมตร

จากรูปที่ 3.6 เมื่อ d / D_f เท่ากับ 0.23 จะได้ค่า v / v_f

= 0.60

ความเร็วการไหลในท่อ = 1.02 x 0.60

= 0.61 เมตร/วินาที

จากการตรวจสอบความเร็วการไหลข้างต้นเมื่อกำหนดขนาดท่อ W1 เท่ากับ 0.4 เมตร และความลาดท่อเท่ากับ 0.005 พบว่าที่อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดในปีปัจจุบันมีความเร็วการไหลในท่อสูงกว่า 0.6 เมตร/วินาที และที่อัตราไหลสูงสุด(ฝนตก)ในปีเป้าหมายมีความเร็วการไหลไม่เกิน 3.0 เมตร/วินาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด(แต่ถ้าความเร็วการไหลไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด ผู้ออกแบบควรปรับขนาดหรือความลาดของท่อใหม่ และในกรณีที่ความเร็วการไหลในปีเป้าหมายเกิน 3.0 เมตร/วินาที จำเป็นต้องลดความลาดของท่อ แต่อาจทำให้ความเร็วการไหลในปีปัจจุบันน้อยกว่า 0.6 เมตร/วินาที ถ้าเป็นเช่นนั้นจำเป็นต้องมีการล้างท่อบ้างในปีแรกๆ)

1.6

จากรูปที่ 1.2 ระบบรวบรวมน้ำเสียของชุมชนประกอบด้วยบ่อผันน้ำเสียทั้งหมด 2 ชุด ซึ่งในที่นี้จะแสดงตัวอย่างการออกแบบเฉพาะบ่อผันน้ำเสีย 1(CSO 1) เท่านั้น

ลักษณะของบ่อผันน้ำเสีย 1 แสดงดังรูปที่ 1.6 ซึ่งประกอบด้วยฝายน้ำล้น ท่อระบายน้ำหมายเลข 9 ท่อรวบรวมน้ำเสีย และท่อระบายน้ำทิ้งลงสู่ลำน้ำสาธารณะ

เนื่องจากอัตราไหลการออกแบบของท่อดักน้ำเสียเท่ากับ 3 เท่าของอัตราไหลรายวันเฉลี่ยในหน้าแล้ง ดังนั้นการออกแบบบ่อผันน้ำเสียจะกระทำโดยกำหนดความสูงของสันฝายให้เท่ากับระดับน้ำในบ่อผันน้ำเสียเมื่อน้ำไหลเป็นปกติในท่อดักน้ำเสียที่อัตราไหลออกแบบของท่อดักน้ำเสีย

ระดับน้ำในท่อดักน้ำเสีย W1 = 0.14 เมตร(จากหัวข้อที่ 1.5.3.2)

เฮดสูญเสียเมื่อน้ำไหลเข้าท่อดักน้ำเสีย

$= (v_2^2 / 2g - v_1^2 / 2g)$

v_2 = ความเร็วการไหลของน้ำในท่อดักน้ำเสีย, เมตร/วินาที

= 0.82 เมตร/วินาที(จากหัวข้อที่ 1.5.3.2)

v_1 = ความเร็วการไหลของน้ำในบ่อผันน้ำเสีย, เมตร/วินาที

= 0 (ถือว่าเท่ากับศูนย์ เนื่องจากความเร็วการไหลมีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับการไหลในท่อ)

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

เฮดสูญเสียเมื่อน้ำไหลเข้าท่อดักน้ำเสีย

$= 0.82^2 / (2 \times 9.81)$

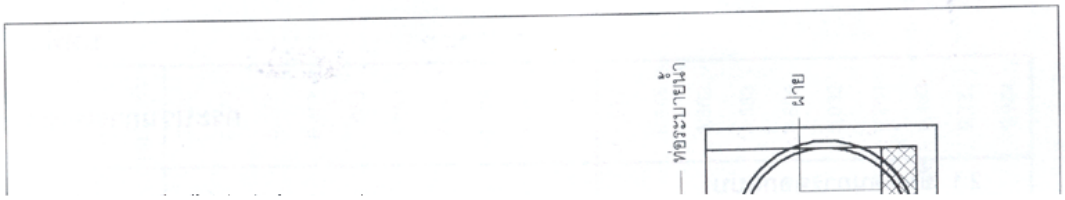
= 0.03 เมตร

เฮดสูญเสียอื่นๆ = 0.01 เมตร

ระดับน้ำในบ่อผันน้ำเสีย = 0.14 + 0.03 + 0.01

= 0.18 เมตร

ระดับของสันฝาย = 0.18 เมตร


ท่อระบายน้ำ
ฝาย

2

2.1

การออกแบบโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำมีขั้นตอนดังนี้

- กำหนดปีเป้าหมาย
- ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น จำนวนประชากร อัตราการใช้น้ำเฉลี่ย อัตราไหลของน้ำเสีย ลักษณะน้ำเสีย เป็นต้น
- เลือกกระบวนการบำบัด พร้อมทั้งเขียนแผนภาพการไหล
- คำนวณหาขนาดของกระบวนการ
- วางผังบริเวณ
- เขียนโพรไฟล์ชลศาสตร์

2.2

กำหนดให้โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำมีปีเป้าหมายเท่ากับ 20 ปี(จากหัวข้อที่ 2.4 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน เล่มที่ 1)

2.3

2.3.1

สมมติจำนวนประชากรของปีที่ 1 = 74,473 คน (เป็นค่าสมมติ)

สมมติว่าจำนวนประชากรของปีที่ 1 ถึงปีที่ 10 โตแบบเรขาคณิต ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากร(kg) = 0.02 (เป็นค่าสมมติ)

สมมติว่าจำนวนประชากรของปีที่ 10 ถึงปีที่ 20 โตแบบเลขคณิต ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากร(kg) = 1,500 คน/ปี (เป็นค่าสมมติ)

(- สำหรับในงานจริง การศึกษาแนวโน้มการโตและการคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคตควรเป็นหน้าที่ของนักประชากรศาสตร์)

จำนวนประชากรตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น ตั้งแต่ปีที่ 1 ของโครงการจนถึงปีเป้าหมายแสดงดังตารางที่ 2.1 ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณได้ดังนี้

2.1

ปีที่	จำนวนประชากร (คน)	อัตราการใช้น้ำเฉลี่ย (ลิตร/คน-วัน)	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)	อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	อัตรารั่วซึม (ลบ.ม./วัน)	DWF (ลบ.ม./วัน)	Qmax.d (ลบ.ม./วัน)	Qmax.h(หน้าแล้ง) (ลบ.ม./วัน)	Qmax.h(หน้าฝน) (ลบ.ม./วัน)	Qmin.h (ลบ.ม./วัน)
1	74,473	165.0	12,288	9,830	1,966	11,797	12,976	18,874	35,390	5,898
2	75,977	166.7	12,665	10,132	2,026	12,159	13,375	19,454	36,476	6,079
3	77,512	168.4	13,053	10,442	2,088	12,531	13,784	20,049	37,593	6,265
4	79,078	170.1	13,451	10,761	2,152	12,913	14,204	20,661	38,739	6,457
5	80,676	171.8	13,860	11,088	2,218	13,306	14,636	21,289	39,917	6,653
6	82,305	173.5	14,280	11,424	2,285	13,709	15,080	21,934	41,126	6,854
7	83,968	175.2	14,711	11,769	2,354	14,123	15,535	22,596	42,368	7,061
8	85,664	177.0	15,163	12,130	2,426	14,556	16,012	23,290	43,668	7,278
9	87,395	178.8	15,626	12,501	2,500	15,001	16,501	24,002	45,004	7,501
10	89,160	180.6	16,102	12,882	2,576	15,458	17,004	24,733	46,375	7,729
11	90,660	182.4	16,536	13,229	2,646	15,875	17,462	25,400	47,625	7,937
12	92,160	184.2	16,976	13,581	2,716	16,297	17,927	26,075	48,891	8,148
13	93,660	186.0	17,421	13,937	2,787	16,724	18,396	26,758	50,172	8,362
14	95,160	187.9	17,881	14,304	2,861	17,165	18,882	27,465	51,496	8,583
15	96,660	189.8	18,346	14,677	2,935	17,612	19,373	28,180	52,837	8,806
16	98,160	191.7	18,817	15,054	3,011	18,065	19,871	28,903	54,194	9,032
17	99,660	193.6	19,294	15,435	3,087	18,522	20,375	29,636	55,567	9,261
18	101,160	195.5	19,777	15,821	3,164	18,986	20,884	30,377	56,957	9,493
19	102,660	197.5	20,275	16,220	3,244	19,464	21,411	31,143	58,393	9,732
20	104,160	199.5	20,780	16,624	3,325	19,949	21,944	31,918	59,846	9,974

2.3.1.1 10

เนื่องจากตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ 10 จำนวนประชากรโตแบบเรขาคณิต ดังนั้นสามารถคาดการณ์จำนวนประชากรได้จากสมการที่ 2 - 2(ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1) โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

$\ln Y_t = \ln Y_2 + K_g(T_t - T_2)$

โดยที่ K_g = อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรแบบเรขาคณิต
= 0.02(จากหัวข้อที่ 2.3.1)

T_2 = 1(ปีที่ 1)

Y_2 = จำนวนประชากรในปีที่ 1
= 74,473 คน(จากหัวข้อที่ 2.3.1)

T_t = ปีที่จะคาดการณ์จำนวนประชากร
= 10(ปีที่ 10)

Y_t = จำนวนประชากรในปีที่จะคาดการณ์

แทนค่าต่างๆในสมการ 2 - 2

$\ln (Y_{10}) = \ln (74,473) + 0.02 \times (10 - 1)$

Y_{10} = 89,160 คน

2.3.1.2 20

เนื่องจากตั้งแต่ปีที่ 10 ถึงปีที่ 20 จำนวนประชากรโตแบบเลขคณิต ซึ่งสามารถคาดการณ์จำนวนประชากรได้จากสมการที่ 2 - 1(ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1) โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

$Y_t = Y_2 + K_a(T_t - T_2)$

โดยที่ K_a = อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรแบบเลขาคณิต
= 1,500 คน/ปี(จากหัวข้อที่ 2.3.1)

แทนค่าต่างๆในสมการ 2 - 1

Y_{20} = 89,160 + 1,500 x (20 - 10)
= 104,160 คน

2.3.2

อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในปีที่ 1 = 165 ลิตร/คน-วัน(เป็นค่าสมมติ)

อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ = 1 ต่อปี(เป็นค่าสมมติ)

ดังนั้นอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในปีที่ 20 = 165×1.01^{19}

= 199.5 ลิตร/คน-วัน

(– สำหรับในงานจริง การศึกษาข้อมูลอัตราการใช้น้ำและอัตราการใช้น้ำในอนาคต ควรเป็นหน้าที่ของวิศวกรที่ปรึกษา)

2.3.3

2.3.3.1

อัตราการเกิดน้ำเสียร้อยละ = 80 ของอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย(หัวข้อที่ 2.9 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

อัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อร้อยละ = 20 ของอัตราการเกิดน้ำเสีย(หัวข้อที่ 2.10 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

อัตราไหลรายวันเฉลี่ยในหน้าแล้ง , DWF

= อัตราการเกิดน้ำเสีย + อัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อ (หัวข้อที่ 2.11.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

อัตราไหลรายวันสูงสุด, Qmax.d = 1.1 DWF (หัวข้อที่ 2.11.2 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดหน้าแล้ง, Qmax.h(dry)

= 1.6 DWF (หัวข้อที่ 2.11.3 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดหน้าฝน, Qmax.h(wet)

= 3.0 DWF (หัวข้อที่ 3.4.3 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุด, Qmin.h

= 0.5 DWF (หัวข้อที่ 2.11.4 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

2.3.3.2

ในที่นี้แสดงตัวอย่างการคำนวณอัตราไหลของน้ำเสียที่สภาวะต่างๆเฉพาะในปีที่ 20 เท่านั้น ส่วนอัตราไหลในปีต่างๆ จะแสดงในตารางที่ 2.1

จำนวนประชากร = 104,160 คน(จากหัวข้อที่ 2.3.1.2)

อัตราการใช้น้ำเฉลี่ย = 199.5 ลิตร/คน-วัน(จากหัวข้อที่ 2.3.2)

ปริมาณน้ำใช้ = (104,160 x 199.5) / 1,000

= 20,780 ลบ.ม./วัน

อัตราการเกิดน้ำเสีย = 20,780 x 0.8

= 16,624 ลบ.ม./วัน

อัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อ = 16,624 x 0.2

= 3,325 ลบ.ม./วัน

อัตราไหลรายวันเฉลี่ยหน้าแล้ง = 16,624 + 3,325

= 19,949 ลบ.ม./วัน

= 20,000 ลบ.ม./วัน

อัตราไหลรายวันสูงสุด = 19,949 x 1.1

= 21,944 ลบ.ม./วัน

= 22,000 ลบ.ม./วัน

อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดหน้าแล้ง= 19,949 x 1.6

= 31,918 ลบ.ม./วัน

= 32,000 ลบ.ม./วัน

อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดหน้าฝน= 19,949 x 3.0

= 59,847 ลบ.ม./วัน

= 60,000 ลบ.ม./วัน

อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุด = 19,949 x 0.5

= 9,975 ลบ.ม./วัน

= 10,000 ลบ.ม./วัน

2.3.4

ระบบรวบรวมน้ำเสียของชุมชนเป็นแบบท่อระบายรวม ซึ่งแต่ละบ้านมีบ่อเกรอะเป็นกระบวนการบำบัดน้ำส้วม ดังนั้นจึงกำหนดลักษณะน้ำเสียของชุมชนดังนี้(จากตารางที่ 2.2 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

บีโอดี$_5$(S_0) = 80 มก./ล.

ของแข็งแขวนลอย = 80 มก./ล.

ของแข็งคงตัว(fixed solids, X_{FS}) = 10 % ของค่าของแข็งแขวนลอย

= 80 x (10 / 100)

= 8 มก./ล.

(- ค่าของแข็งคงตัวข้างต้นเป็นค่าสมมติ แต่ในงานจริงต้องสำรวจและตรวจวิเคราะห์ก่อน)

2.3.5

ท่อดักน้ำเสียต้องมีขีดความสามารถรองรับน้ำเสียปนน้ำฝนสูงสุดในปีเป้าหมายเท่ากับ 60,000 ลบ.ม./วัน ซึ่งกำหนดให้มีเส้นขนาดผ่านศูนย์กลาง(D) เท่ากับ 1.2 เมตร และมีความลาดเท่ากับ 0.001 เมตร/เมตร ดังนั้นสามารถคำนวณหาความเร็วการไหล(v)และความสูงของน้ำในท่อดักน้ำเสียได้ดังนี้

2.3.5.1

ความเร็วการไหลเมื่อน้ำไหลเต็มท่อ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3 - 3(ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ ในเล่มที่ 1) ซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$v_f = (R_f^{2/3} S^{1/2})/n$$

โดยที่ v_f = ความเร็วการไหลเมื่อน้ำเต็มท่อ, เมตร/วินาที

R_f =รัศมีชลศาสตร์

$= (\pi D^2 / 4) / (\pi D)$

$= D / 4$ (เมื่อน้ำไหลเต็มท่อ)

n = สัมประสิทธิ์ความหยาบของผิวแมนนิ่ง

= 0.015 (จากหัวข้อที่ 3.6.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

$v_f = (1.2 / 4)^{2/3} \times 0.001^{1/2}) / 0.015$

= 0.9 เมตร/วินาที

พื้นที่หน้าตัดของท่อ $= \pi D^2 / 4$

$= (\pi \times 1.2^2)/4$

= 1.13 ตร.ม.

อัตราไหลเมื่อน้ำไหลเต็มท่อ, Q_f = 0.9 x 1.13

= 1.02 ลบ.ม/วินาที

2.3.5.2

Qmax.h(wet) = 60,000 ลบ.ม./วัน(จากหัวข้อที่ 2.3.3.2)

= 0.7 ลบ.ม./วินาที

Qmax.h(wet) / Q_f = 0.7 / 1.02

= 0.69

เมื่อ Qmax.h / Q_f เท่ากับ 0.69, ค่า d / D

= 0.61 (จากรูปที่ 3.6 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

ความสูงของน้ำในท่อ, d = 0.61 x 1.2

= 0.73 เมตร

เมื่อ d / D เท่ากับ 0.61,ค่า v / v_f = 1.1 (จากรูปที่ 3.6 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

ความเร็วการไหล = 0.9 x 1.1

= 0.99 เมตร/วินาที

2.3.5.3

Qmax.h (dry) = 32,000 ลบ./ม./วัน(จากหัวข้อที่ 2.3.3.2)

= 0.37 ลบ.ม./วินาที

Qmax.h(dry) / Q_f = 0.37 / 1.02

= 0.36

เมื่อ Qmax.h / Q_f เท่ากับ 0.36,ค่า d / D

= 0.42 (จากรูปที่ 3.6 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

d = 0.42 x 1.2

= 0.5 เมตร

เมื่อ d / D เท่ากับ 0.42, v / v_f = 0.9 (จากรูปที่ 3.6 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

ความเร็วการไหล, v = 0.9 x 0.9

= 0.81 เมตร/วินาที

2.3.5.4

Qmax.h (dry) = 18,874 ลบ./ม./วัน(จากตารางที่ 2.1)

= 0.22 ลบ.ม./วินาที

Qmax.h / Q_f = 0.22 / 1.02

= 0.22

เมื่อ Q / Q_f เท่ากับ 0.22 , ค่า d / D

= 0.33 (จากรูปที่ 3.6 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

d = 0.33 x 1.2

= 0.4 เมตร

เมื่อ d / D เท่ากับ 0.35 , v / v_f = 0.77

ความเร็วการไหล, v = 0.9 x 0.77

= 0.7 เมตร/วินาที (> 0.6 เมตร/วินาที OK.)

2.4

เลือกใช้กระบวนการเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา โดยมีแผนภาพการไหลดังรูปที่ 2.1 ซึ่งประกอบด้วยตะแกรงดักขยะ(แบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกล) สถานีสูบน้ำเสีย(แบบบ่อเปียก) ถังดักกรวดทราย(แบบเติมอากาศ) ถังเติมอากาศ ถังทำใส ถังสัมผัสคลอรีน และลานตากสลัดจ์

2.5

เลือกใช้ตะแกรงรางแบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกล

2.5.1

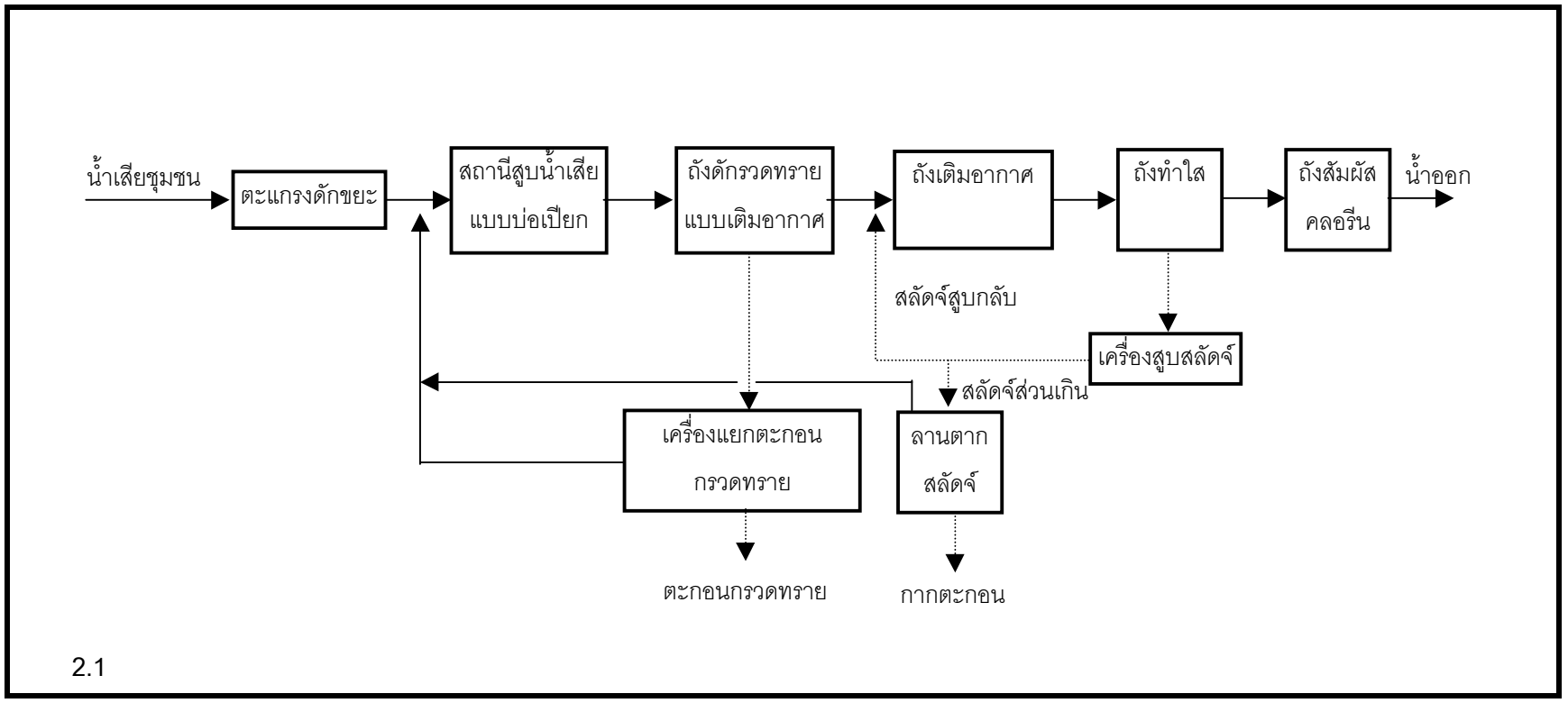
ตารางที่ 6.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 กำหนดค่าออกแบบตะแกรงขยะแบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกล ดังนี้

ช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรง = 25 - 75 มิลลิเมตร

ตะแกรงเอียง = 0 - 30 องศา จากแนวดิ่ง

ขนาดความกว้างของซี่ตะแกรง = 5 - 15 มิลลิเมตร

ความเร็วเมื่อผ่านซี่ตะแกรง = 0.6 - 1.2 เมตร/วินาที


น้ำเสียชุมชน
ตะแกรงดักขยะ
สถานีสูบน้ำเสีย
แบบบ่อเปียก
ถังดักรวดทราย
แบบเติมอากาศ
ถังเติมอากาศ
ถังทำใส
ถังสัมผัส
คลอรีน
น้ำออก
สลัดจ์สูบกลับ
เครื่องสูบสลัดจ์
สลัดจ์ส่วนเกิน
เครื่องแยกตะกอน
กรวดทราย
ลานตาก
สลัดจ์
ตะกอนกรวดทราย
กากตะกอน

2.1

2.5.2

กำหนดจำนวนตะแกรง 2 ชุด โดยที่ตะแกรงวางอยู่ในรางน้ำก่อนเข้าบ่อเปียก(ของสถานีสูบน้ำเสีย) ตะแกรงแต่ละชุดมีประตูน้ำแยกกันดังรูปที่ 2.2 มีประตูน้ำลอด(sluice gate) เพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุง และจากหัวข้อที่ 6.1.2 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 กล่าวว่าเมื่อตะแกรงชุดใดหยุดเดินระบบ ตะแกรงชุดที่เหลือต้องมีความสามารถรองรับอัตราไหลสูงสุดได้ด้วย

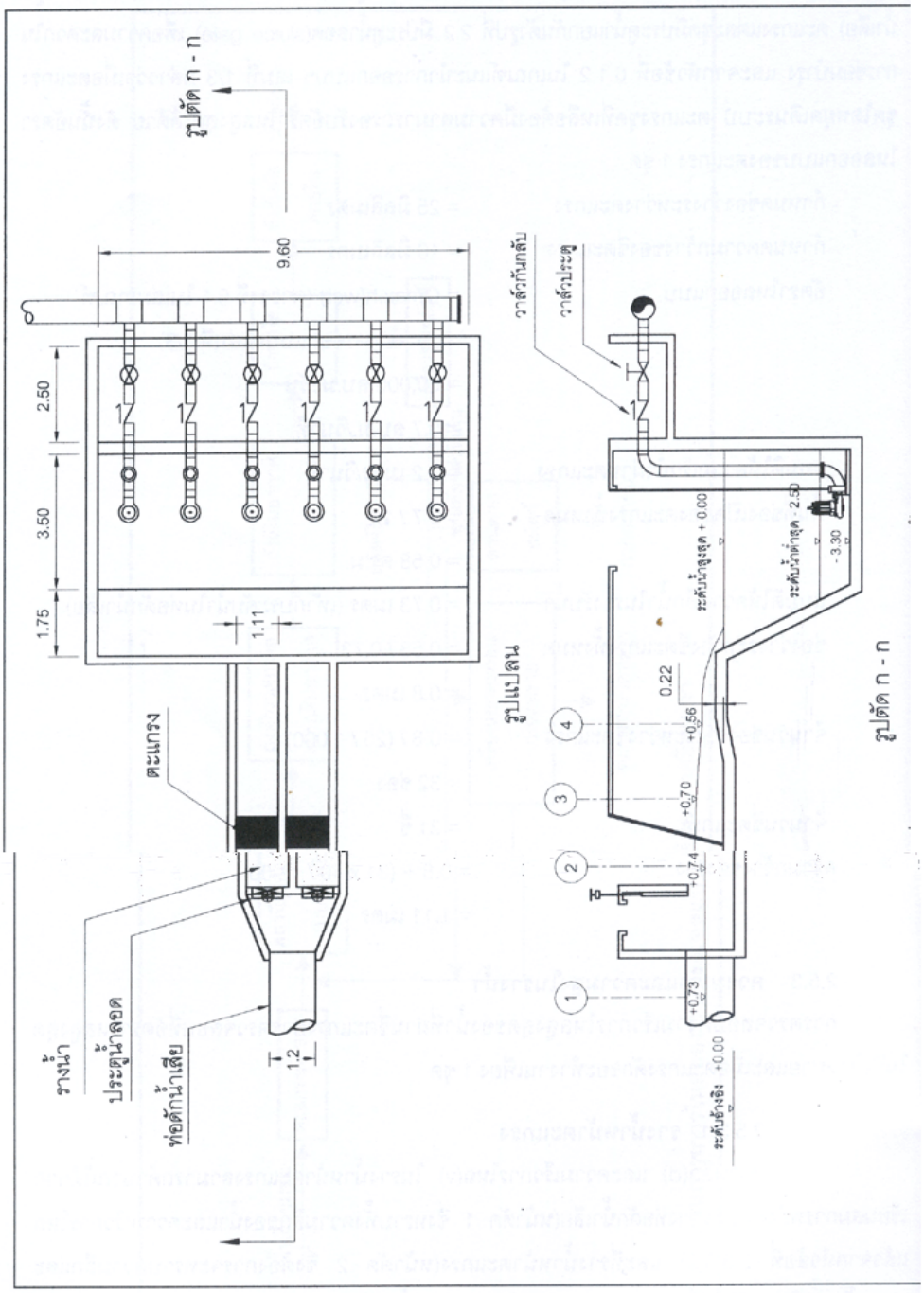
กำหนดช่องว่างระหว่างตะแกรง	= 25 มิลลิเมตร
กำหนดความกว้างของซี่ตะแกรง	= 10 มิลลิเมตร
อัตราไหลออกแบบ	= Qmax.h(wet) (ตารางที่ 5.1 ในเล่มเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)
	= 60,000 ลบ.ม./วัน
	= 0.7 ลบ.ม./วินาที
สมมติให้ความเร็วน้ำผ่านตะแกรง	= 1.2 เมตร/วินาที
พื้นที่ช่องเปิดของตะแกรงทั้งหมด	= 0.7 / 1.2
	= 0.58 ตร.ม.
สมมติให้ความลึกน้ำในรางรับน้ำ	= 0.73 เมตร(เท่ากับระดับน้ำในท่อดักน้ำเสีย ดูจากหัวข้อที่ 2.3.5.2)
ช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงทั้งหมด	= 0.58 / 0.73
	= 0.8 เมตร
จำนวนช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรง	= 0.8 / (25 / 1,000)
	= 32 ช่อง
จำนวนซี่ตะแกรง	= 31 ซี่
ความกว้างของราง	= 0.8 + (31 x 10 / 1,000)
	= 1.11 เมตร

2.5.3

การตรวจสอบความเร็วการไหลสูงสุดของน้ำที่ผ่านซี่ตะแกรงควรตรวจสอบที่อัตราไหลสูงสุดในปีเป้าหมายและเมื่อตะแกรงดักขยะทำงานเพียง 1 ชุด

2.5.3.1

ความลึก(d) และความเร็วการไหล(v) ในรางน้ำหน้าตะแกรงสามารถคำนวณได้จากเขียนสมการพลังงานระหว่างท่อดักน้ำเสีย(หน้าตัด 1 ซึ่งทราบทั้งความลึกของน้ำและความเร็วการไหลแล้วจากหัวข้อที่ 2.3.5.2) และที่รางน้ำหน้าตะแกรง(หน้าตัด 2 ซึ่งต้องการจะทราบความลึกและความเร็วการไหล) ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งแสดงสมการได้ ดังต่อไปนี้


รูปตัด ก - ก
9.60
2.50
3.50
1.75
1.11
ตะแกรง
รางน้ำ
ประตูน้ำลดอด
ท่อดักน้ำเสีย
1.2
รูปแปลน
วาล์วกันกลับ
วาล์วประตู
ระดับน้ำสูงสุด + 0.00
ระดับน้ำต่ำสุด - 2.50
- 3.30
0.22
+0.56
+0.70
+0.74
+0.73
ระดับก้นบ่อ +0.00
รูปตัด ก - ก

$d_1 + v_1^2 / 2g = d_2 + v_2^2 / 2g + h_L$

โดยที่ d_1 = ความลึกน้ำในท่อดักน้ำเสีย(หน้าตัดที่ 1)
= 0.73 เมตร(จากหัวข้อที่ 2.3.5.2)

d_2 = ความลึกน้ำในรางน้ำ(หน้าตัดที่ 2)

v_1 = ความเร็วการไหลที่ท่อดักน้ำเสีย
= 0.99 เมตร/วินาที(จากหัวข้อที่ 2.3.5.2)

v_2 = ความเร็วการไหลที่รางน้ำ
= $0.7 / 1.11 \times d_2$

h_L = เฮดสูญเสียตรงทางออกของท่อดักน้ำเสีย
= $0.5 \times (v_1^2 / 2g - v_2^2 / 2g)$

แทนค่าต่างๆลงในสมการพลังงานข้างต้น

$d_1 + v_1^2 / 2g = d_2 + v_2^2 / 2g + 0.5 v_1^2 / 2g - 0.5 v_2^2 / 2g$

$d_1 + 0.5 v_1^2 / 2g = d_2 + 0.5 v_2^2 / 2g$

$0.73 + 0.5 \times 0.99^2 / (2 \times 9.81) = d_2 + 0.5 \times (0.7 / (1.11 \times d_2))^2 / (2 \times 9.81)$

$d_2^3 - 0.755 d_2^2 + 0.01 = 0$

d_2 = 0.74 เมตร

v_2 = $0.7 / (1.11 \times 0.74)$
= 0.85 เมตร/วินาที

2.5.3.2

v_2 (ความเร็วการไหลหน้าตะแกรง)= 0.85 เมตร/วินาที

ช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงทั้งหมด = 0.8 เมตร (จากหัวข้อที่ 2.5.2)

ความเร็วผ่านซี่ตะแกรง = $(0.85 \times 1.11) / 0.8$
= 1.1 เมตร/วินาที (< 1.2 เมตร/วินาที OK.)

2.5.3.3

เฮดสูญเสียเมื่อผ่านตะแกรง = $(v^2_{\text{ผ่านตะแกรง}} - v_3^2) / (0.7 \times 2 \times g)$
= $(1.1^2 - 0.85^2) / (0.7 \times 2 \times 9.81)$
= 0.04 เมตร

ความลึกน้ำหลังตะแกรง, d_3 = 0.74 – 0.04
= 0.70 เมตร (หน้าตัดที่ 3)

ความเร็วหลังตะแกรง, v_3 = 0.7 / (0.70 x 1.11)
= 0.90 เมตร/วินาที

2.5.4

ทางน้ำออกของรางตะแกรงจะไหลอย่างอิสระ(free flow) เข้าสู่บ่อเปียกของสถานีสูบน้ำเสีย ดังนั้นย่อมทำให้ความสูงของน้ำต่ำกว่าค่าคำนวณได้ข้างต้น ซึ่งจะทำให้ความเร็วการไหลสูงกว่าค่าที่คำนวณไว้ด้วย ดังนั้นควรยกระดับของรางน้ำด้านปลายรางให้สูงขึ้น ซึ่งสามารถคำนวณหาระดับของรางน้ำดังกล่าวโดยการเขียนสมการพลังงานระหว่างตำแหน่งหลังตะแกรง(หน้าตัดที่ 3)กับจุดที่เกิดความสูงวิกฤต(หน้าตัดที่ 4 จากรูปที่ 2.2) ดังนี้

$$d_3 + v_3^2 / 2g = Z_c + d_c + v_c^2 / 2g + h_L$$

โดยที่ Z_c = ระดับความสูงของรางน้ำที่จุดวิกฤต, เมตร
d_c = ความสูงวิกฤต, เมตร
v_c = ความเร็ววิกฤต, เมตร
h_L = เฮดสูญเสีย, เมตร
= 0 เมตร (ถือว่าเฮดสูญเสียน้อยมาก)

โดยปกติเมื่อน้ำไหลอย่างอิสระ ความสูงวิกฤต(critical depth, d_c) จะเกิดขึ้นห่างจากปลายรางน้ำประมาณ 3 - 10 เท่าของความสูงวิกฤต ซึ่งมีสมการคำนวณความสูงวิกฤตดังนี้

d_c (ความสูงวิกฤต) = $[Q^2 / (g \times w^2)]^{1/3}$

โดยที่ w = ความกว้างของรางน้ำ

แทนค่าต่างๆในสมการหาความสูงวิกฤตข้างต้น

d_c = $[0.7^2 / (9.81 \times 1.11^2)]^{1/3}$
= 0.34 เมตร

ความเร็ววิกฤต, v_c = Q / (w x d_c)
= 0.7 / (1.11 x 0.34)
= 1.9 เมตร/วินาที

แทนค่าต่างๆในสมการพลังงานระหว่างตำแหน่งหลังตะแกรงกับจุดวิกฤต

$0.7 + 0.9^2 / (2 \times 9.81)$ $= Z_c + 0.34 + 1.9^2 / (2 \times 9.81)$

Z_c $= 0.22$ เมตร

2.6

เลือกใช้สถานีสูบน้ำเสียแบบบ่อเปียก ซึ่งใช้เครื่องสูบแบบแช่น้ำ

2.6.1

จากหัวข้อที่ 4.8 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯเล่มที่ 1 กำหนดเกณฑ์การออกแบบบ่อเปียกดังนี้

เวลากักน้ำ(ที่อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุดในปีแรก)

≤ 30 นาที

เครื่องสูบเริ่มเดินเครื่อง ≤ 6 ครั้งต่อชั่วโมง

2.6.2

2.6.2.1

เวลากักน้ำ = 30 นาที (ที่อัตราไหลต่ำสุดในปีแรก)

อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุดในปีแรก = 5,898 ลบ.ม./วัน (จากตารางที่ 2.1)

= 4.1 ลบ.ม./นาที

ปริมาตรทำงานของบ่อเปียก = 4.1 x 30

= 123 ลบ.ม.

2.6.2.2

คำนวณหาปริมาตรต่ำสุดของบ่อเปียกจากสมการที่ 4 - 1 (จากเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1) ดังนี้

$V = (\theta q) / 4$

โดยที่ V = ปริมาตรต่ำสุดของบ่อเปียก, ลบ.ม.

= ความแตกต่างของระดับน้ำเมื่อเครื่องสูบเริ่มทำงานจนกระทั่งหยุดเดินเครื่องสูบ

θ = เวลาต่ำสุดเมื่อเครื่องสูบทำงานครบวัฏจักร, นาที

q = อัตราสูบของเครื่องสูบ, ลบ.ม./นาที(อาจหมายถึงการทำงานของเครื่องสูบที่ทำงานเพียง 1 ชุด หรือหมายถึงอัตราสูบที่เพิ่มขึ้นเมื่อเครื่องสูบชุดอื่นเริ่มทำงานด้วย)

เลือกใช้เครื่องสูบจำนวน 6 ชุด(สำรอง 1 ชุด)ต่อขนานกัน โดยที่เครื่องสูบแต่ละชุดมีขนาดเท่ากัน เมื่อเครื่องสูบทั้ง 5 ชุดทำงานพร้อมกันจะต้องมีอัตราสูบไม่น้อยกว่าอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดในปีเป้าหมาย(เท่ากับ 60,000 ลบ.ม./วัน หรือ 41.7 ลบ.ม./นาที) การทำงานของเครื่องสูบแต่ละชุดจะถูกควบคุมโดยระดับน้ำในบ่อเปียก กล่าวคือ เครื่องสูบแต่ละชุดจะเริ่มทำงานตามลำดับเมื่อระดับน้ำสูงขึ้นและจะทำงานพร้อมกันทุกชุดเมื่อระดับน้ำถึงระดับสูงสุด นอกจากนี้เครื่องสูบน้ำแต่ละชุดจะหยุดทำงานตามลำดับตามระดับน้ำที่ลดลงเช่นกัน ดังนั้นปริมาตร(ทำงาน)ต่ำสุดของบ่อเปียกได้ดังนี้

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5$$

โดยที่ V_1, V_2, V_3, V_4 และ V_5 = ปริมาตรบ่อเปียกต่ำสุดเมื่อเครื่องสูบชุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 เริ่มทำงานจนกระทั่งเครื่องสูบชุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 หยุดทำงาน ตามลำดับ

กรณีที่เครื่องสูบมากกว่า 1 ชุดทำงานพร้อมกัน(เครื่องสูบแต่ละชุดมีขนาดเท่ากันและต่อแบบขนานกัน) จะทำให้อัตราสูบเฉลี่ยต่อชุดน้อยกว่าในกรณีที่เครื่องสูบทำงานเพียง 1 ชุด หรือน้อยกว่าในกรณีที่เครื่องสูบต่อขนานกันน้อยชุดกว่า การหาอัตราสูบของเครื่องสูบแต่ละชุดสามารถหาได้จากจุดตัดกันระหว่างเส้นโค้งลักษณะเครื่องสูบ(pump characteristic curve) กับเส้นโค้งขีดความสามารถของระบบ(system head-capacity curve) ซึ่งในที่นี้สมมติว่าเมื่อเครื่องสูบทำงานเพิ่มขึ้น 1 ชุด จะทำให้อัตราสูบเฉลี่ยต่อชุดลดลงร้อยละ 10 ของอัตราสูบก่อนหน้า ดังนั้นถ้าต้องการอัตราสูบรวมเท่ากับ 41.7 ลบ.ม./นาที ต้องเลือกเครื่องสูบที่มีขีดความสามารถเท่ากับ 10.2 ลบ.ม./นาที(เมื่อทำงานเพียง 1 ชุด) ดังตารางที่ 2.2 ส่วนปริมาตรต่ำสุดสามารถคำนวณได้ดังนี้

$V_1 = (\Theta q) / 4$

$= (10 \times 10.2) / 4$ (จากหัวข้อที่ 2.6.1)

$= 25.5$ ลบ.ม.

2.2

จำนวนเครื่องสูบน้ำที่จะติดตั้งในสถานีสูบน้ำ

2.7

เลือกใช้ถังดักกรวดทรายแบบเติมอากาศ

2.7.1

ตารางที่ 6.3 จากเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 กำหนดค่าออกแบบถังดักกรวดทรายแบบเติมอากาศดังนี้

เวลากักน้ำ	= 2 - 5 นาที
ความลึกน้ำ	= 2 - 5 เมตร
ความยาวถัง	= 8 - 20 เมตร
ความกว้างถัง	= 2.5 - 7.0 เมตร
ความกว้าง/ความลึกน้ำ	= 1 : 1 - 5 : 1
ความยาว/ความกว้าง	= 3 : 1 - 5 : 1
ปริมาณการเติมอากาศ	= 0.2 - 0.8 ลบ.ม./นาที-เมตร

2.7.2

อัตราไหลออกแบบ	= อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(จากตารางที่ 5.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)
	= 60,000 ลบ.ม./วัน
จำนวนถังดักกรวดทราย	= 2 ถัง
อัตราไหลออกแบบต่อ 1 ถัง	= 30,000 ลบ.ม./วัน
	= 20.83 ลบ.ม./นาที
กำหนดเวลากักน้ำ	= 4 นาที(ที่อัตราไหลสูงสุด)
ปริมาตรของถังดักกรวดทราย	= อัตราไหลออกแบบ x เวลากักน้ำ
	= 20.83 x 4
	= 83.32 ลบ.ม.
กำหนดให้ความลึกน้ำที่ขอบถัง	= 3.0 เมตร
ระยะผนังเหนือน้ำ(free board)	= 0.8 เมตร
ความสูงถัง	= 3.0 + 0.8
	= 3.8 เมตร
ความกว้างถัง	= 3.0 เมตร
ความยาวถัง	= 9.5 เมตร
ปริมาตรของถังดักกรวดทราย	= 3.0 x 3.0 x 9.5
	= 85.5 ลบ.ม. (OK.)

ความกว้าง/ความลึก = 1 : 1 (OK.)

ความยาว/ความกว้าง = 3.2 : 1 (OK.)

เวลากักน้ำเมื่อทำงานพร้อมกัน 2 ชุด = 85.5 / (0.35 x 60)

= 4.07 นาที (2 - 5 นาที OK.)

เวลากักน้ำเมื่อทำงานเพียง 1 ชุด = 85.5 / (0.35 x 2 x 60)

= 2.04 นาที (2 - 5 นาที OK.)

2.7.3

กำหนดปริมาณอากาศ = 0.5 ลบ.ม./นาที-เมตร

ความยาวถัง = 9.5 เมตร

ปริมาณอากาศที่ต้องการ(ทั้ง 2 ถัง) = (0.5 x 9.5) x 2

= 9.5 ลบ.ม./นาที

กำหนดให้มีเครื่องเป่าอากาศ 2 เครื่อง(สำรองไว้ 1 เครื่อง) แต่ละเครื่องต้องมีความสามารถในการเป่าอากาศได้อย่างน้อยเท่ากับ 9.5 ลบ.ม./นาที ในทางปฏิบัติอาจใช้เครื่องเป่าอากาศทั้งสองสลับกัน

2.7.4

ทางน้ำออกของถังดักกรวดทรายแสดงดังรูปที่ 2.3 ประกอบด้วยฝายสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบสันกว้างยาว 3 เมตร(ตามความกว้างของถัง) ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมระดับน้ำในถังดักกรวดทราย ส่วนรางรับน้ำที่มีความกว้างเท่ากับ 1.5 เมตร และท่อน้ำออกมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.80 เมตร

2.7.4.1

ความสูงน้ำเหนือสันฝายสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3 - 5 ในเล่มเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 ดังนี้

$$H = [Q / (1.71L)]^{2/3}$$

โดยที่ Q = อัตราไหลสูงสุด, ลบ.ม./วินาที

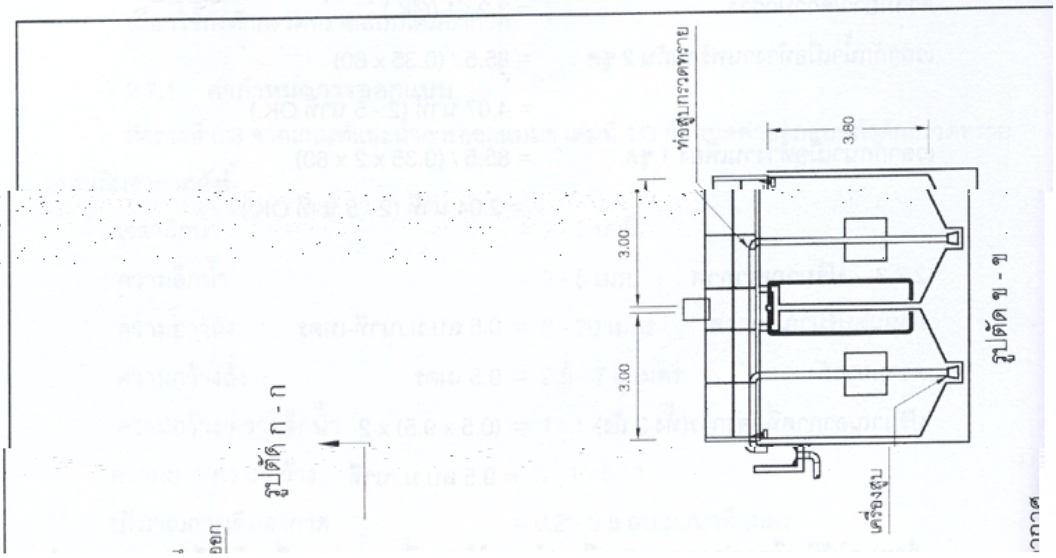
= 30,000 ลบ.ม./วัน(ต่อ 1 ถัง)

= 0.35 ลบ.ม./วินาที

L = ความยาวของสันฝาย, เมตร

= 3 เมตร

H = ความสูงน้ำเหนือสันฝาย, เมตร


ท่อสู่เกรดหยาย
3.80
3.00
3.00
เครื่องสูบ
รูปตัด ข - ข
รูปตัด ก - ก

แทนค่าต่างลงในสมการข้างต้น

H = $[0.35 / (1.71 \times 3)]^{2/3}$
= 0.17 เมตร

ระดับของสันฝาย = ความลึกน้ำ - 0.17
= 3.0 - 0.17
= 2.83 เมตร(เทียบกับระดับอ้างอิงหรือก้นถังดังรูปที่ 2.3)

2.7.5

ทางน้ำเข้าของถังดักกรวดทราย(ดังรูปที่ 2.3)ประกอบด้วยท่อน้ำเข้ามีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.6 เมตร และรางรับน้ำเข้าซึ่งมีความกว้างเท่ากับ 1 เมตร นอกจากนี้รางน้ำเข้าออกแบบเป็นช่องเปิด(พร้อมประตูน้ำลอด)รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีความกว้างเท่ากับ 1 เมตร

2.7.6

ความลึกน้ำสูงสุดจะเกิดขึ้นในขณะที่มีอัตราไหลสูงสุดและเมื่อถังดักกรวดทรายทำงานเพียง 1 ชุด

2.7.6.1

เนื่องจากฝายน้ำล้นตรงทางน้ำออกเป็นจุดควบคุมระดับน้ำหรือความลึกน้ำในถังดักกรวดทราย ดังนั้นสามารถหาความลึกน้ำโดยคำนวณหาความสูงของน้ำเหนือสันฝาย ดังนี้

ความสูงน้ำเหนือสันฝาย (H) = $[(0.35 \times 2) / (1.71 \times 3)]^{2/3}$
= 0.27 เมตร

ความลึกน้ำในถังดักกรวดทราย = 2.83 + 0.27
= 3.10 เมตร(เทียบกับระดับอ้างอิงหรือก้นถัง)

2.7.6.2

เฮดสูญเสียตรงช่องเปิด(orifice) = $[Q / (C_d A)]^2 / (2g)$

C_d = ค่าคงที่(ขึ้นอยู่ลักษณะของช่องน้ำเข้า)
= 0.61 (สำหรับช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส)

A = พื้นที่ของช่องเปิด
= 1 ตร.ม.

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

h_L ตรงช่องเปิด = $[(0.7) / (0.61 \times 1)]^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.07 เมตร

ระดับน้ำในรางรับน้ำ = 3.10 + 0.07

= 3.17 (เทียบกับระดับอ้างอิงดังรูปที่ 2.3)

2.8

เลือกใช้กระบวนเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลาและออกแบบระบบเติมออกซิเจน/กวนผสมเป็นแบบฟู่ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องเป่าอากาศและหัวฟู่

2.8.1

ตารางที่ 7.3 และ 7.4 ในเล่มเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 กำหนดค่าออกแบบถังเติมอากาศ ดังนี้

อายุสลัดจ์, θ_c = 20 - 30 วัน

เอ็มแอลเอสเอส, X_{MLSS} = 3,000 - 6,000 มก./ล.

สัมประสิทธิ์ปริมาณผลิต, Y_g = 0.3 - 0.7

สัมประสิทธิ์การสลายตัวจำเพาะ, k_d = 0.03 - 0.07 วัน$^{-1}$

สัดส่วนระหว่างอัตราสูบสลัดจ์เวียนกลับกับอัตราไหลน้ำเสีย, Q_r/Q

= 0.5 - 1.0

เวลากักน้ำต่ำสุด $\geq$ 6 ชั่วโมง

2.8.2

บีโอดี$_5$, S < 20 มก./ล.

ของแข็งแขวนลอย, SS < 30 มก./ล.

2.8.3

ปริมาตรของถังเติมอากาศสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 7 - 4 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 โดยมีสมการดังนี้

ปริมาตรของถังเติมอากาศ = $(\theta_c.Q / X_{MLSS}).[(Y_g(S_0 - S) / (1+\theta_c k_d)) + X_{FS}]$

โดยที่ Q = อัตราไหลรายวันสูงสุดในปีเป้าหมาย(จากตารางที่ 5.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

= 22,000 ลบ.ม./วัน(จากตารางที่ 2.1)

จำนวนของถังเติมอากาศ = 4 ถัง
อัตราไหลออกแบบต่อ 1 ถัง = 5,500 ลบ.ม./วัน
กำหนดอายุสลัดจ์, θ_c = 25 วัน
กำหนด X_{MLSS} = 3,000 มก./ล.
กำหนดบีโอดี$_5$ของน้ำทิ้ง, S = 10 มก./ล.
กำหนด Y_g = 0.5
กำหนด K_d = 0.05

แทนค่าต่างๆในสมการ 7 - 4

V (ปริมาตรถังที่ต้องการ) = (25 x 5,500 / 3,000) x
[(0.5 x (80 - 10)/(1 + 25 x.0.05)) + 8]
= 1,080 ลบ.ม.

เวลากักน้ำ = V / $Q_{max.d}$
= (1,080 / 5,500) x 24
= 4.7 ชั่วโมง(< 6 ชั่วโมง No OK.)

กำหนดให้เวลากักน้ำ = 6 ชั่วโมง
ปริมาตรถังเติมอากาศ = 6 x 5,500 / 24
= 1,375 ลบ.ม.

กำหนดความลึกน้ำ = 3.5 เมตร
ระยะผนังเหนือน้ำ = 0.8 เมตร
ความสูงถัง = 4.3 เมตร
ความกว้างถัง = 10 เมตร
ความยาวถัง = 40 เมตร
ปริมาตรของถังเติมอากาศ = 3.5 x 10 x 40 ลบ.ม.
= 1,400 ลบ.ม.
เวลากักน้ำ = (1,400 / 5,500) x 24
= 6.1 ชั่วโมง (OK.)

(– ถึงแม้ออกแบบถังเติมอากาศให้เป็นแบบการเติมอากาศยืดเวลา ก็ยังทำให้เวลากักน้ำน้อยกว่า 6 ชั่วโมง ดังนั้นในกรณีนี้จึงคำนวณหาปริมาตรถังเติมอากาศโดยการกำหนดให้เวลากักน้ำเท่ากับ 6 ชั่วโมง จึงทำให้ค่าเอ็มแอลเอสเอสในถังเติมอากาศต่ำกว่า 3,000 มก./ล. นอกจากนี้อาจกล่าวได้ว่าถ้าลักษณะน้ำเสียมีความเข้มข้นต่ำเช่นนี้ ทำให้ในทางปฏิบัติต้องออกแบบและเดินระบบเอเอสเป็นแบบเติมอากาศยืดเวลาอยู่ดี)

2.8.4

คำนวณหาค่าเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอสจากสมการที่ 7 - 4 และ 7 - 3 ตามลำดับในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1

ค่าเอ็มแอลเอสเอส, X_{MLSS} $= (\theta_c . Q / V).[(Y_g(S_0 - S) / (1+\theta_c k_d)) + X_{FS}]$

$= (25 \times 5,500 / 1,400) \times$

$[(0.5 \times (80 - 10) / (1 + 25 \times 0.05)) + 8)]$

$= 2,314$ มก./ล.

ค่าเอ็มแอลเอสเอส, X_{MLVSS} $= (\theta_c . Q / V) [(Y_g(S_0 - S) / (1+\theta_c k_d)$

$= (25 \times 5,500 / 1,400) \times$

$[0.5 \times (80 - 10) / (1 + 25 \times 0.05)]$

$= 1,528$ มก./ล.

X_{MLVSS} / X_{MLSS} $= 1,528 / 2,314$

$= 0.66$

2.8.5

ปริมาณสลัดจ์ส่วนเกินที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 7 - 5 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 โดยมีสมการดังนี้

ปริมาณสลัดจ์ส่วนเกิน, P_x $= (Q / 1,000).[Y_g (S_0 - S) / (1 + \theta_c k_d) + X_{FS}]$

$= (22,000 / 1,000) \times$

$[(0.5 \times (80 - 10) / (1 + 25 \times 0.05)) + 8]$

$= 520$ กก./วัน

การคำนวณปริมาณสลัดจ์ส่วนเกินด้วยสมการข้างต้นค่อนข้างยุ่งยาก อย่างไรก็ตามสามารถคำนวณปริมาณสลัดจ์ได้อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งง่ายกว่าวิธีแรก โดยการคำนวณดังนี้

θ_c $= X_{MLSS}$ ในระบบ / P_x

P_x $= X_{MLSS}$ ในระบบ / θ_c

$= (2,314 \times 1,400 \times 4 / 1,000) / 25$

$= 518$ กก./วัน (ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณจากสมการที่ 7 - 5)

กำหนดความเข้มข้นของของแข็งในสลัดจ์ส่วนเกิน

$= 10,000$ มก./ล.

สลัดจ์มีความถ่วงจำเพาะ = 1.03 (จากตารางที่ 9.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

อัตราไหลของสลัดจ์ส่วนเกิน, Q_w = 520 x 1,000 / (1.03 x 10,000)
= 51 ลบ.ม./วัน

2.8.6

กำหนดให้อัตราสูบสลัดจ์เวียนกลับ(Q_r) สามารถแปรผันได้ระหว่าง 0.5 - 1.0 เท่าของอัตราไหลรายวันสูงสุด(จากหัวข้อที่ 2.8.1) หรือเท่ากับ 2,750 - 5,500 ลบ.ม./วัน

2.8.7

ความต้องการปริมาณอากาศของถังเติมอากาศขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ ได้แก่ ความต้องการออกซิเจน(สำหรับจุลชีพในระบบ)และความต้องการในการกวนผสม

2.8.7.1

ความต้องการออกซิเจน = 1.4 x บีโอดีที่ถูกกำจัด(จากตารางที่ 7.4 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

ปริมาณบีโอดีที่ถูกกำจัด(4 ถัง) = $(S_0 - S) \times Q_{max.d} / 1,000$
= (80 - 10) x 22,000 / 1,000
= 1,540 กก./วัน

ความต้องการออกซิเจน = 1.4 x 1,540
= 2,156 กก./วัน

อัตราการถ่ายเทออกซิเจนในสนามต่ออัตราการถ่ายเทออกซิเจนมาตรฐานสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 7 - 6 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 ดังนี้

$$OTR_f / OTR_s = (\alpha)[1.024^{T-20}][(\beta C_{s(T,A)} - C_L)/C_{s(20)}]$$

โดยที่ OTR_f = อัตราการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำเสีย(ในสนาม), กก./ชั่วโมง

OTR_s = อัตราการถ่ายเทออกซิเจนมาตรฐาน, กก./ชั่วโมง

α = สัดส่วนอัตราการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำเสียภาคสนามกับน้ำสะอาด
= 0.8 (สำหรับน้ำเสียชุมชน)

T = อุณหภูมิของน้ำเสียในภาคสนาม, องศาเซลเซียส
= 25 องศาเซลเซียส

β = สัดส่วนออกซิเจนละลายอิ่มตัวในน้ำเสียในภาคสนามกับน้ำสะอาด
= 0.9 (สำหรับน้ำเสียชุมชน)

$C_{S(20)}$ = ออกซิเจนละลายอิ่มตัวในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสและที่ระดับน้ำทะเลเท่ากับ 760 มม. ปรอท, มก./ล.
= 9.08 มก./ล.

C_L = ออกซิเจนละลายในน้ำเสีย(ภาคสนาม), มก./ล.
= 2 มก./ล. (ในถังเติมอากาศ)

$C_{S(T,A)}$ = ออกซิเจนละลายน้ำอิ่มตัวในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ T และที่ระดับพื้นที่ในภาคสนามเหนือระดับน้ำทะเล (A), มก./ล.
= $C_{S(T)}$ (P_A / 760)

P_A = ความดันอากาศในภาคสนาม, มม.ปรอท

$C_{S(T)}$ = ออกซิเจนละลายน้ำอิ่มตัวในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ T และที่ระดับน้ำทะเลเท่ากับ 760 มม. ปรอท, มก./ล.
= 8.26 มก./ล. ที่อุณหภูมิเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส

เมื่อโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำตั้งอยู่ที่ระดับความสูงเท่ากับระดับน้ำทะเลและมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส ค่า $C_{S(T,A)}$

= 8.26 x (760 / 760)
= 8.26 มก./ล.

แทนค่าต่างๆในสมการข้างต้น

OTR_f / OTR_s = $0.8 \times [1.024^{25-20}] \times [(0.9 \times 8.26 - 2) / 9.08]$
= 0.54

ออกซิเจนที่ต้องการ = 2,156 / 0.54
= 3,989 กก./วัน

ความหนาแน่นของอากาศ = 1.2 กก./ลบ.ม.

สัดส่วนออกซิเจนในอากาศ = 23 %

ประสิทธิภาพของหัวฟู่ = 30% (เป็นค่าสมมติ ในงานจริงจะขึ้นอยู่กับชนิดของหัวฟู่และความลึกน้ำในถังเติมอากาศ)

ความต้องการอากาศในสนาม = 3,989 / (1.2 x 0.23 x 0.3)
= 48,200 ลบ.ม./วัน
= 33.5 ลบ.ม./นาที

2.8.7.2

ต้องการอากาศในการกวนผสม = 15 ลบ.ม./นาที-1,000 ลบ.ม.(จากตารางที่ 7.6 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

ปริมาตรถังเติมอากาศทั้ง 4 ถัง = 1,400 x 4
= 5,600 ลบ.ม.

ต้องการอากาศในการกวนผสม = (15 x 5,600) / 1,000
= 84 ลบ.ม./นาที

2.8.7.3

เนื่องจากความต้องการปริมาณอากาศสำหรับการกวนผสมมากกว่าความต้องการปริมาณมาณอากาศในการเติมออกซิเจน ดังนั้นจึงเลือกเครื่องเป่าอากาศที่สามารถผลิตปริมาณอากาศได้ไม่น้อยกว่าความต้องการปริมาณอากาศในการกวนผสมคือไม่น้อยกว่า 84 ลบ.ม./นาที

ติดตั้งเครื่องเป่าอากาศทั้งหมด 5 เครื่องต่อขนานกัน โดยที่เครื่องเป่าอากาศ 1 เครื่องเป็นเครื่องสำรอง และเมื่อเครื่องเป่าอากาศทำงานพร้อมกัน 4 เครื่อง ควรมีปริมาณอากาศไม่น้อยกว่า 84 ลบ.ม./นาที

2.8.8

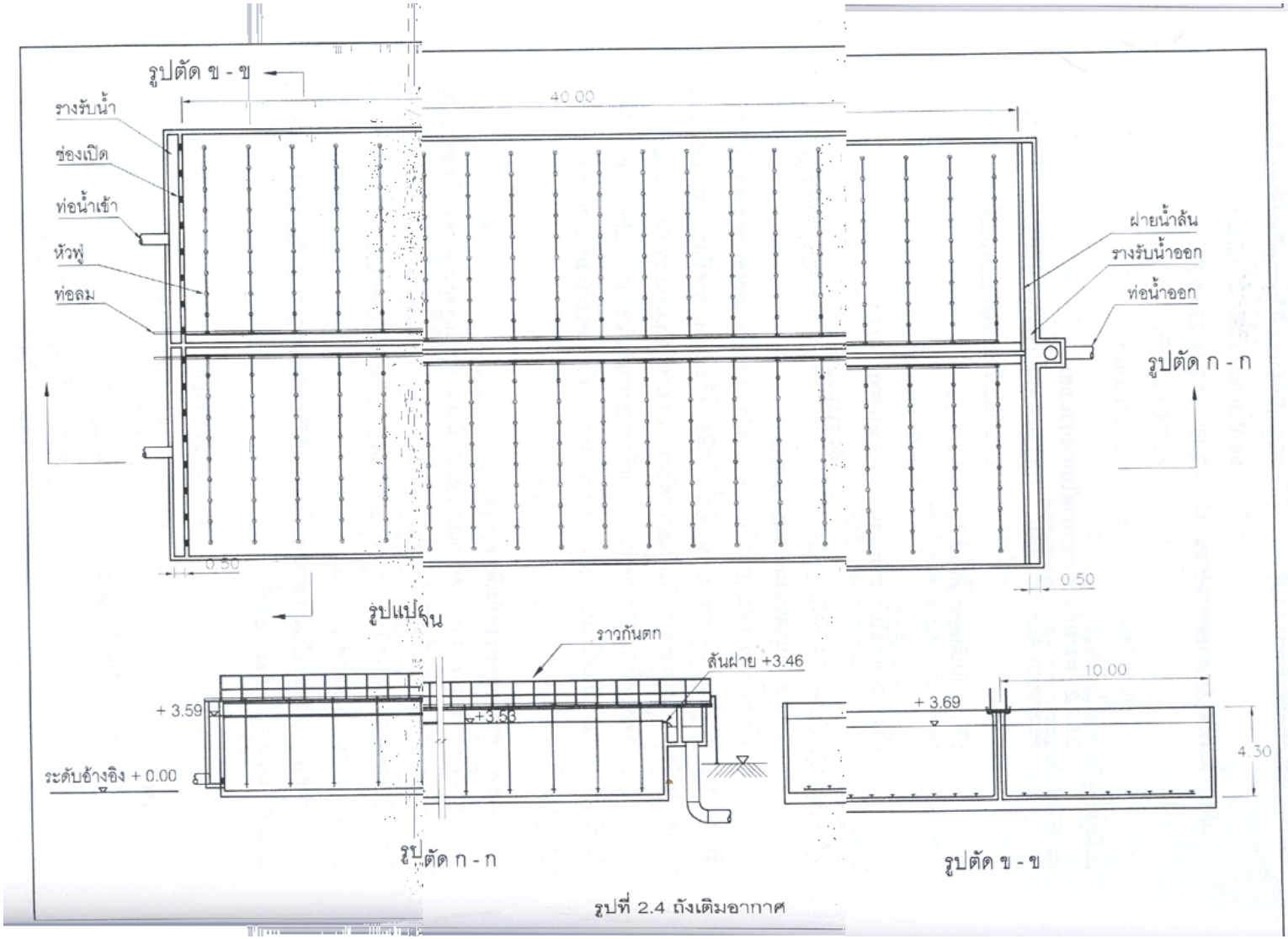
ทางน้ำออกของถังเติมอากาศออกแบบเป็นฝายน้ำล้น ซึ่งเป็นจุดควบคุมความลึกของน้ำในถัง โดยออกแบบเป็นฝายสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบสันกว้างยาว 10 เมตร(ตามความกว้างของถังเติมอากาศ) ส่วนรางรับน้ำออก(1 ราง ต่อถังเติมอากาศ 2 ถัง) มีความกว้าง 0.5 เมตร และท่อน้ำออกมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.6 เมตร ดังรูปที่ 2.4

ระดับความสูงของสันฝายสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 3 - 5 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 ซึ่งมีสมการดังนี้

$H = [Q / 1.71L)]^{2/3}$

โดยที่ L = 10 เมตร

Q สูงสุดในปีเป้าหมาย $= Q_{max.d} + Q_r$
= (5,500 + 5,500) / (24 x 60 x 60)
= 0.13 ลบ.ม./วินาที



รูปที่ 2.4 ถังเติมอากาศ

ตัวอย่างการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบโรงงานประกอบรถยนต์

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

H $= [0.13 / (1.71 \times 10)]^{2/3}$

$= 0.04$ เมตร

ระดับความสูงของสันฝาย $= 3.5 - 0.04$

$= 3.46$ เมตร(เทียบกับก้นถังดังรูปที่ 2.4)

2.8.9

ทางน้ำเข้าของถังเติมอากาศแต่ละถังประกอบด้วยท่อน้ำเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร รางรับน้ำกว้าง 0.5 เมตร และช่องเปิดทางน้ำเข้าสี่เหลี่ยมจัตุน ก ว

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

เฮดสูญเสียที่ช่องเปิด = $[(0.04) / (0.61 \times 0.0625)]^2 / (2 \times 9.81)$
= 0.06 เมตร

ระดับน้ำในรางรับน้ำสูงกว่าระดับน้ำในถังเติมอากาศ
= 0.06 เมตร

ความลึกน้ำในรางรับน้ำ = 3.53 + 0.06 (เทียบกับก้นถัง)
= 3.59 เมตร

2.9

เลือกใช้ถังทำใสแบบถังกลม ซึ่งมีการป้อนน้ำเข้ากลางถัง และมีฝายน้ำล้นและรางน้ำออกอยู่บริเวณขอบถัง

2.9.1

ตารางที่ 7.7 และ 7.8 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 กำหนดค่าออกแบบถังทำใส ดังนี้

อัตราน้ำล้นที่อัตราไหลรายวันสูงสุด = 8 - 16 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน

อัตราน้ำล้นที่อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด = 24 - 32 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน

อัตราภาระของแข็งที่อัตราไหลรายวันสูงสุด
= 1 - 5 กก./ตร.ม.-ชม.

อัตราภาระของแข็งที่อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด
$\leq$ 7 กก./ตร.ม.-ชม.

ความลึกน้ำที่ขอบถัง = 4 - 5 เมตร

เส้นผ่านศูนย์กลางถัง = 3 - 60 เมตร

2.9.2

จำนวนถังทำใส = 4 ถัง

อัตราไหลออกแบบ = Qmax.d (จากตารางที่ 5.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)
= 22,000 / 4
= 5,500 ลบ.ม./วัน (ต่อ 1 ถัง)

อัตราไหลตรวจสอบ = อัตราไหลสูงสุดในขณะฝนตก(จากตารางที่ 5.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)
= 60,000 / 4
= 15,000 ลบ.ม./วัน (ต่อ 1 ถัง)

กำหนดอัตราน้ำล้นที่อัตราไหลรายวันสูงสุด

= 11 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน

พื้นที่ถังทำใส, A = อัตราไหลออกแบบ / อัตราน้ำล้น

= 5,500 / 11

= 500 ตร.ม.

เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง = $(4A / \pi)^{0.5}$

= $(4 \times 500 / \pi)^{0.5}$

= 25.3 เมตร

กำหนดให้เส้นผ่านศูนย์กลางถัง = 26 เมตร

พื้นที่ถัง, A = $\pi \times 26^2 / 4$

= 530.9 ตร.ม.

อัตราน้ำล้น(ที่ Qmaxd.) = 5,500 / 530.9

= 10.4 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน (<16 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน OK.)

อัตราภาระของแข็ง(ที่ Qmax.d) = $(Q_{max.d} \cdot X_{MLSS}) / (A \times 24 \times 1,000)$

= (5,500 x 2,314) / (530.9 x 24 x 1,000)

= 1.0 กก./ตร.ม.-ชม. (<5 กก./ตร.ม.-ชม. OK.)

อัตราน้ำล้นที่ Qmax.h(wet) = 15,000 / 530.9

= 28.3 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน (<32 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน OK.)

อัตราภาระของแข็งที่ Qmax.h(wet) = (15,000 x 2,314) / (530.9 x 24 x 1,000)

= 2.7 กก./ตร.ม.-ชม. (<7 กก./ตร.ม.-ชม. OK.)

2.9.3

กำหนดให้ความลึกน้ำที่ขอบถัง = 4 เมตร

ระยะผนังเหนือน้ำ = 0.8 เมตร

ความสูงของถัง(ที่ขอบถัง) = 4.8 เมตร

เวลากักน้ำที่ Qmax.d = ความลึกน้ำ / อัตราน้ำล้น

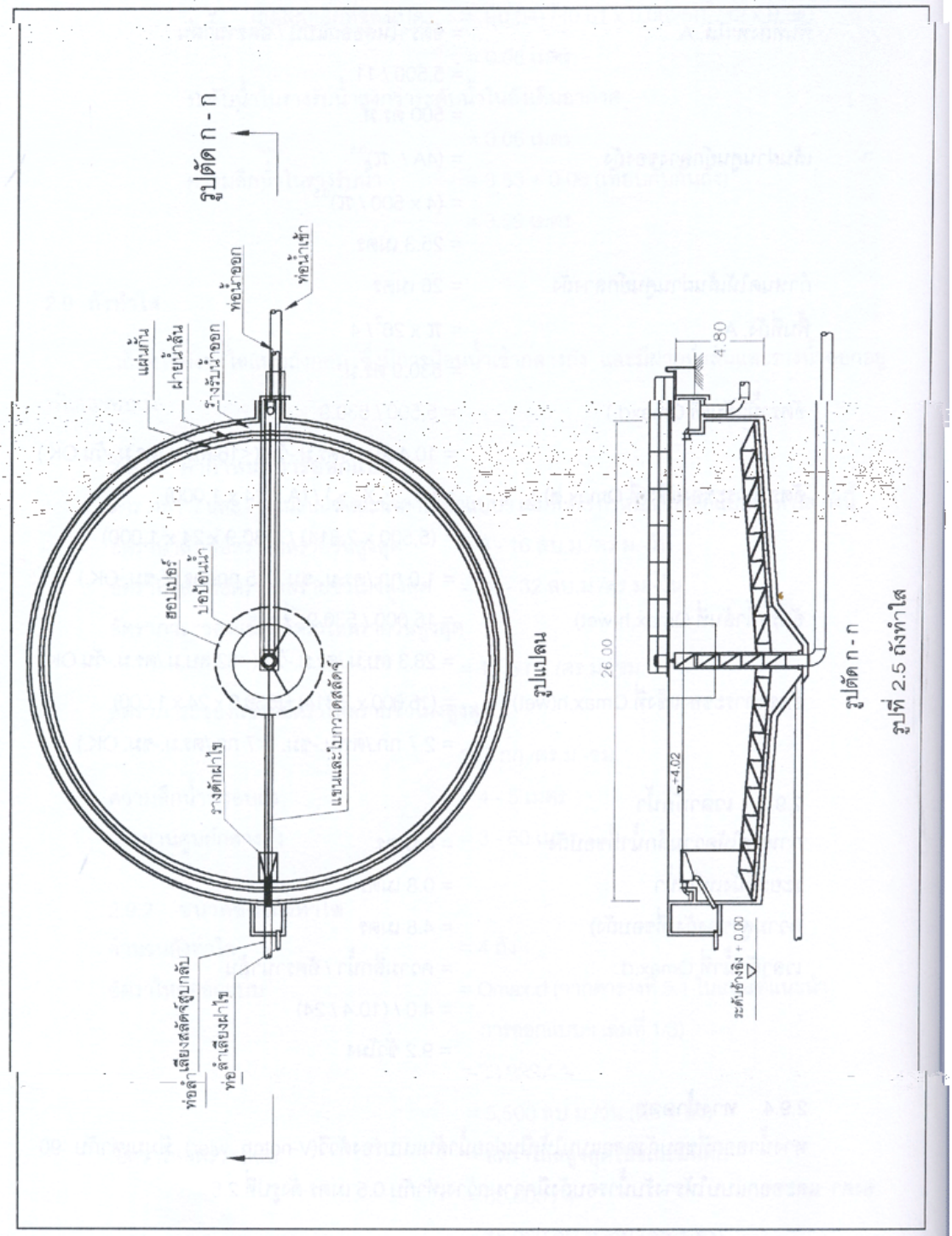
= 4.0 / (10.4 / 24)

= 9.2 ชั่วโมง

2.9.4

ทางน้ำออกที่ขอบถังออกแบบให้เป็นฝายน้ำล้นแบบร่องตัววี(V-notch wier) มีมุมเท่ากับ 90 องศา และออกแบบให้รางรับน้ำรอบถังมีความกว้างเท่ากับ 0.5 เมตร ดังรูปที่ 2.5

ตัวอย่างการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน



2.9.4.1

ความยาวของฝายรอบถัง = π x (26 - 1)
= 78.5 เมตร
กำหนดให้ความสูงของร่องตัววี = 10 เซนติเมตร
กำหนดให้ระยะระหว่างร่องตัววี = 39.25 เซนติเมตร
จำนวนของร่องตัววี = 78.5 / (39.25 / 100)
= 200 ร่อง

2.9.4.2

ความสูงของน้ำเหนือร่องตัววีคำนวณได้จากสมการที่ 3 - 6 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 ดังนี้

$Q = 1.47H^{2.5}$
$H = (Q / 1.47)^{2/5}$
อัตราไหลน้ำล้นออก(ต่อ 1 ถัง)
= $Q_{max.d} - Q_w$
= (22,000 – 51) / 4
= 5,488 ลบ.ม./วัน
= 0.0635 ลบ.ม./วินาที
อัตราไหลต่อ 1 ร่องตัววี = 0.0635 / 200
= 0.00032 ลบ.ม./วินาที

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

ความสูงน้ำเหนือสันฝาย = $(0.00032 / 1.47)^{2/5}$
= 0.04 เมตร
ระดับความสูงของสันฝาย= 4.0 - 0.04 เมตร
= 3.96 เมตร(เทียบกับระดับอ้างอิงดังรูปที่ 2.5)

2.9.4.3

ระดับน้ำจะสูงสุดที่อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดในขณะฝนตกและกรณีที่ถังทำใสทำงานเพียง 3 ชุด

อัตราไหลน้ำล้นออก(ต่อ 1ถัง) = 60,000 / 3
= 20,000 ลบ.ม./วัน
= 0.23 ลบ.ม./วินาที

อัตราไหลน้ำต่อ 1 ร่องตัววี = 0.23 / 200
= 0.0012 ลบ.ม./วินาที
ระดับน้ำเหนือร่องตัววี = $(0.0012 / 1.47)^{2/5}$
= 0.06 เมตร
ความลึกน้ำในถังทำใส = 3.96 + 0.06
= 4.02 เมตร (เทียบกับระดับอ้างอิงดังรูปที่ 2.5)

2.9.4.4
ภาระฝาย = อัตราไหลน้ำออก / ความยาวของฝาย
ภาระฝายที่ Qmax.h(dry) = 5,488 / 78.5
= 70 ลบ.ม./เมตร-วัน
ภาระฝายที่ Qmax.h(wet) = 15,000 / 78.5
= 191 ลบ.ม./เมตร-วัน

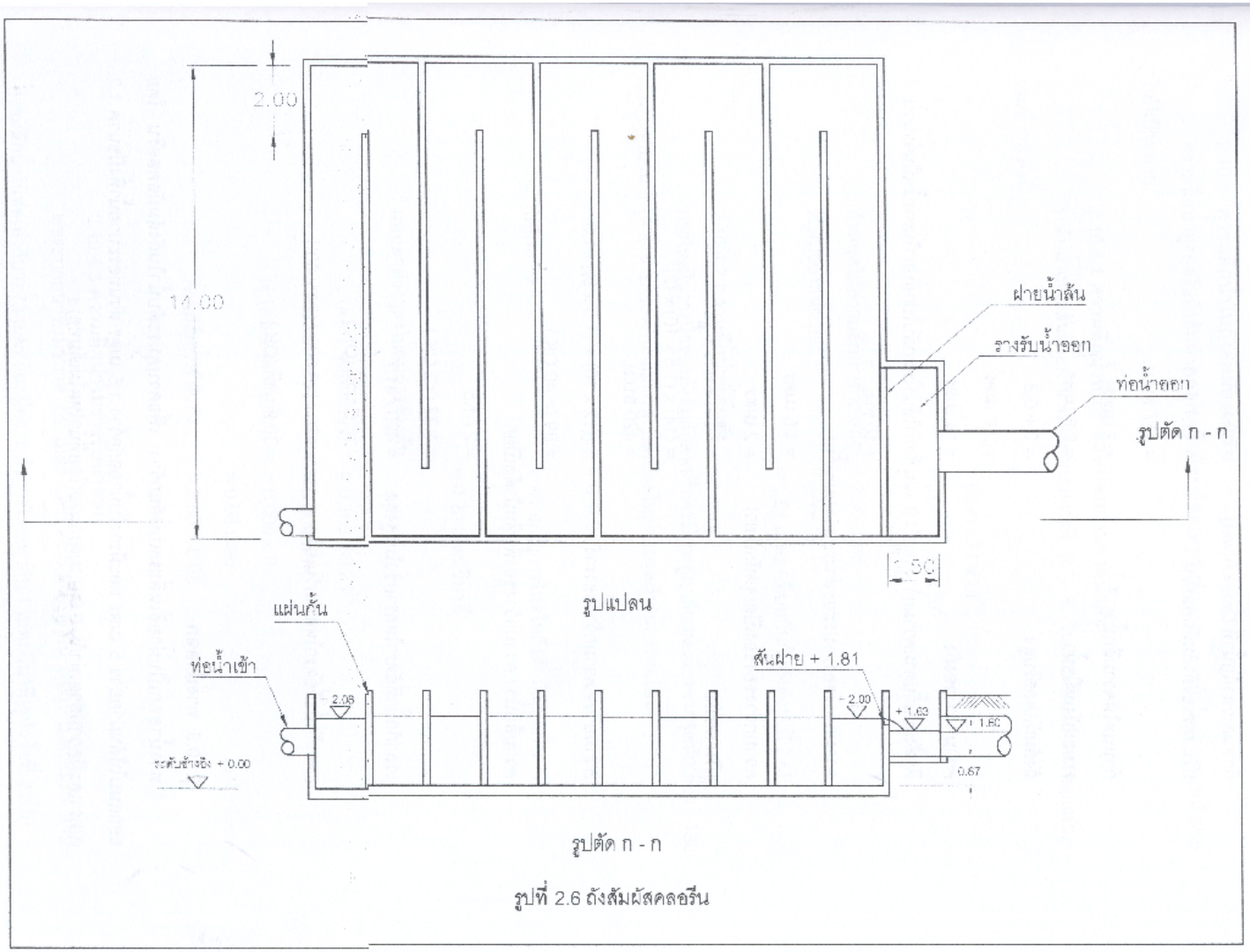
2.10

ถังสัมผัสคลอรีนเป็นถังสี่เหลี่ยมผืนผ้าและมีแผ่นกั้น(รางคดเคี้ยว)ตามแนวด้านกว้างภายในถัง ดังรูปที่ 2.6

2.10.1
จากตารางที่ 8.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 กำหนดค่าออกแบบถังสัมผัสคลอรีน ดังนี้

เวลาสัมผัสที่อัตราไหลรายวันเฉลี่ย = 30 นาที
เวลาสัมผัสที่อัตราไหลสูงสุด = 10 นาที
ความยาว / ความกว้างของราง > 40 : 1
ความลึกน้ำ / ความกว้างของพื้นที่หน้าตัดเปียก
< 2 : 1

2.10.2
จำนวนถังสัมผัสคลอรีน = 1 ถัง
อัตราไหลออกแบบ = อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดในขณะฝนตก ในปีเป้าหมาย (จากตารางที่ 5.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)
= 60,000 ลบ.ม./วัน
= 41.7 ลบ.ม./นาที



รูปที่ 2.6 ถังสัมผัสคลอรีน

กำหนดเวลากักน้ำที่ Qmax.h(wet) = 10 นาที

ปริมาตรของถังสัมผัสคลอรีน = 41.7 x 10

= 417 ลบ.ม.

กำหนดให้ความลึกน้ำ = 2 เมตร

ระยะผนังเหนือน้ำ = 0.8 เมตร

ถังสัมผัสคลอรีนสูง = 2 + 0.8

= 2.8 เมตร

ความกว้างของถัง = 14 เมตร

ติดตั้งแผ่นกั้นตามความกว้างของถัง 9 แผ่น ซึ่งทำให้น้ำไหลกลับไปกลับมาในรางน้ำเป็นจำนวน

= 10 ราง

ความกว้างของราง(ระยะห่างระหว่างแผ่นกั้น)

= 1.5 เมตร

ความกว้างของช่องเปิด(จุดหักเลี้ยว) = 2 เมตร

ปริมาตรถัง = กว้าง X ยาว X สูง

= (14) x (1.5 x 10) x (2)

= 420 ลบ.ม.

ความยาว / ความกว้างของราง = [(12 x 10) + (1.5 x 9)] / 1.5

= 89 (> 40 OK.)

ความลึกน้ำ / ความกว้างของพื้นที่หน้าตัดเปียก

= 2 / 1.5

= 1.33 (<2 OK.)

เวลากักน้ำที่อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด = 420 / 41.7

= 10.6 นาที (OK.)

เวลากักน้ำที่อัตราไหลรายวันเฉลี่ย = 420 / [20,000 / (24 x 60)]

= 30.2 นาที (OK.)

2.10.3

ทางน้ำออกเป็นฝายสี่เหลี่ยมแบบสันกว้าง เพื่อควบคุมระดับน้ำในถังสัมผัสคลอรีน โดยออกแบบให้สันฝายยาว 5 เมตร และมีรางรับน้ำออกกว้าง 1.5 เมตร ส่วนท่อระบายน้ำทิ้งมีขนาด 1.2 เมตร และมีความลาดเท่ากับ 0.001 เมตร/เมตร(โดยที่น้ำไหลไม่เต็มท่อ)

2.10.4

ความลึกน้ำสูงสุดในถังสัมผัสคลอรีนเมื่ออัตราไหลเท่ากับอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(หน้าฝน) ในปีเป้าหมาย

2.10.4.1 ( )

ระดับน้ำเหนือสันฝายคำนวณได้จากสมการที่ 3 - 5 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 ดังนี้

$H = (Q / (1.71 \times L)^{2/3}$
$= (0.7 / (1.71 \times 5)^{2/3}$
$= 0.19$ เมตร

กำหนดให้ความลึกน้ำ(ที่ท้ายถัง) $= 2.00$ เมตร

ระดับของสันฝาย $= 2.00 - 0.19$
$= 1.81$ เมตร (เทียบกับก้นถังดังรูปที่ 2.6)

2.10.4.2

การไหลในรางน้ำของถังสัมผัสคลอรีนจะมีการสูญเสียเฮดเนื่องจากจุดหักเลี้ยว 180 องศา จำนวน 9 จุด ซึ่งสามารถคำนวณการสูญเสียเฮดในแต่ละจุดดังสมการต่อไปนี้

$h_L = 0.163 v^2$

โดยที่ v = ความเร็วการไหลในถังสัมผัสคลอรีน
$= 0.7 / (2 \times 1.5)$
$= 0.23$ เมตร/วินาที

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

h_L (ต่อ 1 จุดหักเลี้ยว) $= 0.163 \times 0.23^2$
$= 0.009$ เมตร

h_L (ต่อ 9 จุดหักเลี้ยว) $= 0.009 \times 9$
$= 0.08$ เมตร

ความลึกน้ำที่ต้นถัง $= 2.00 + 0.08$
$= 2.08$ เมตร

2.10.4.3

ท่อระบายน้ำทิ้งมีขนาด 1.2 เมตร และมีความลาดเท่ากับ 0.001 เมตร/เมตร ดังนั้น ความลึกน้ำในท่อเท่ากับ 0.73 เมตร และมีความเร็วการไหลเท่ากับ 1 เมตร/วินาที(ดูหัวข้อที่ 2.3.5)

h_L เนื่องจากทางเข้าท่อ $= 0.5 (v_2^2 - v_1^2) / 2g$

โดยที่ v_2 = ความเร็วการไหลในท่อระบายน้ำทิ้ง
= 1 เมตร/วินาที

v_1 = ความเร็วการไหลในรางรับน้ำออกของถังสัมผัสคลอรีน
= 0(ถือว่าน้อยมาก)

แทนค่าต่างๆลงในสมการข้างต้น

h_L $= 0.5 \times 1^2 / (2 \times 9.81)$
= 0.03 เมตร

ระดับก้นรางรับน้ำออก = 0.87 เมตร(เทียบกับที่ก้นถัง)

ระดับน้ำในรางรับน้ำออก = 0.87 + 0.73 + 0.03
= 1.63 เมตร(เทียบกับที่ก้นถังสัมผัสคลอรีน)

2.11

2.11.1

ตารางที่ 9.3 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 กำหนดค่าออกแบบของลานตากสลัดจ์ดังนี้

ระยะเวลาในการตากสลัดจ์ = 5 - 15 วัน

ความหนาของชั้นสลัดจ์ = 20 - 30 เซนติเมตร

2.11.2

กำหนดเวลาที่ใช้ในการตากสลัดจ์ = 9 วัน

ความหนาของชั้นสลัดจ์ = 25 ซม.

อัตราไหลสลัดจ์ส่วนเกิน(ในปีเป้าหมาย) = 51 ลบ.ม./วัน(จากหัวข้อที่ 2.8.6)

พื้นที่ของลานตากสลัดจ์ = 51 x 9 / 0.25
= 1,836 ตร.ม./วัน

จำนวนลานตากสลัดจ์ = 9 ลาน

แต่ละลานมีพื้นที่ = 1,836 / 9 .
= 204 ตร.ม.

ความกว้างของลานตากสลัดจ์ = 10 เมตร

ความยาวของลานตากสลัดจ์ = 21 เมตร

พื้นที่ของลานตากสลัดจ์ = 10 x 21
= 210 ตร.ม.(> 204 ตร.ม. OK.)

2.12

การวางผังบริเวณและเขียนโพร์ไฟล์ชลศาสตร์สำหรับกระบวนการต่างๆข้างต้นแสดงดังรูปที่ 2.7 และ 2.8 ตามลำดับ จากตัวอย่างนี้สมมติว่าพื้นที่บริเวณโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำมีความราบเรียบและกำหนดให้มีระดับความสูงเท่ากับ + 0.00

ข้อพิจารณาสำหรับการวางผังบริเวณสามารถดูเพิ่มเติมได้ในหัวข้อที่ 5.9.2 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน เล่มที่ 1

การเขียนโพร์ไฟล์ชลศาสตร์สามารถกระทำได้โดยการคำนวณหาเฮดสูญเสียสูงสุดที่ Qmax.h (wet) ที่เกิดขึ้นในหน่วยกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ท่อระหว่างและองค์ประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น ถังแบ่งน้ำ ท่อระหว่างหน่วยกระบวนการ เป็นต้น ตัวอย่างการเขียนโพร์ไฟล์ชลศาสตร์แสดงได้ดังนี้

2.12.1

สมมติให้ท่อระบายน้ำทิ้งจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนมีขนาด 1.20 เมตร มีความลาดท่อ 0.001 เมตร/เมตร ท่อระบายน้ำทิ้งระหว่างรางรับน้ำทิ้งของถังสัมผัสคลอรีนจนถึงจุดระบายทิ้ง (outfall) มีความยาวประมาณ 200 เมตร ระดับน้ำในท่อระบายน้ำทิ้งที่ Qmax.h(wet) เท่ากับ 0.73 เมตร และมีความเร็วการไหลในท่อระบายน้ำทิ้งที่ Qmax.h(wet) เท่ากับ 1 เมตร/วินาที(ดูหัวข้อที่ 2.3.5)

ระดับน้ำสูงสุดในแหล่งรับน้ำ = -2.50 เมตร(เป็นค่าสมมติในงานจริงควรศึกษาจากข้อมูลจริงในท้องถิ่น)

ปลายท่อที่จุดระบายทิ้งมีระดับความสูง = -2.00 เมตร (ระดับก้นท่อ)

ระดับก้นท่อระบายน้ำทิ้งที่รางรับน้ำออกของถังสัมผัสคลอรีน
= -2.00 + 0.001 x 200
= -1.80 เมตร

ระดับน้ำในท่อที่รางรับน้ำออก = -1.80 + 0.73
= -1.07 เมตร

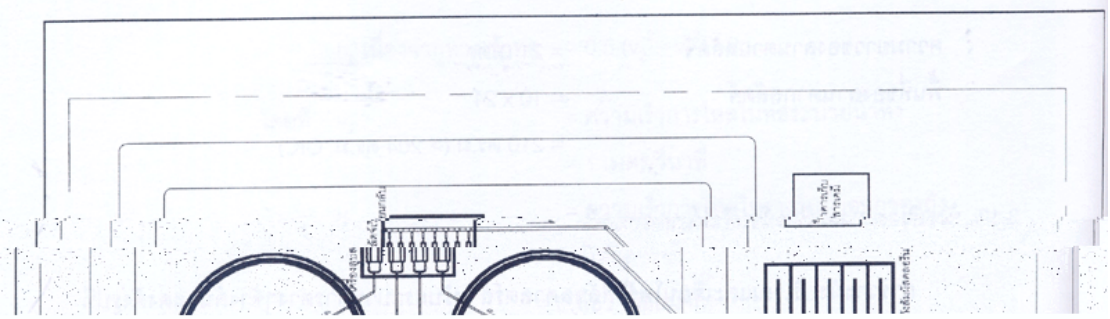
2.12.2

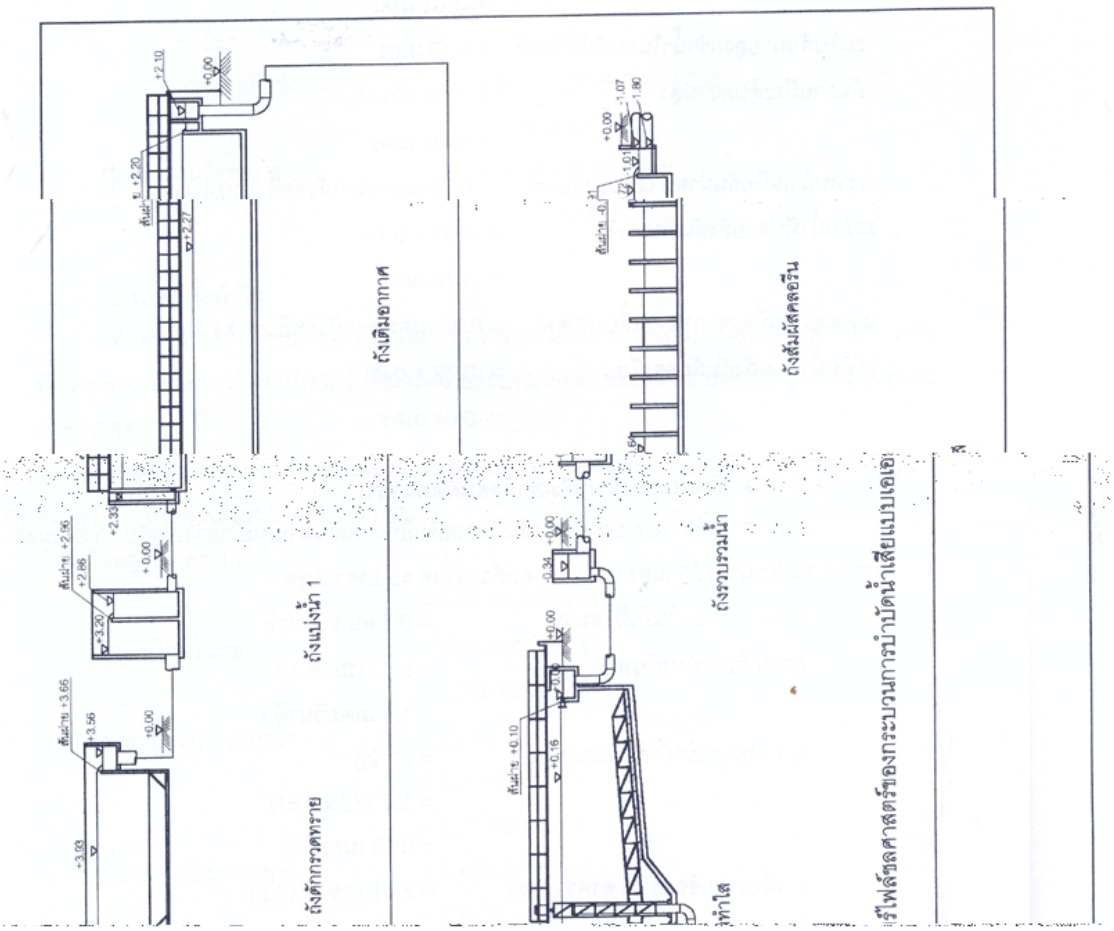
เฮดสูญเสียของทางเข้าท่อระบายน้ำทิ้ง = 0.03 เมตร(จากหัวข้อที่ 2.10.4.3)

เฮดสูญเสียอื่นๆ = 0.03 เมตร

ระดับน้ำในรางรับน้ำออก = -1.07 + 0.03 + 0.03

ตัวอย่างการออกแบบระบบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน




ถังเติมอากาศ
ถังแม่น้ำ 1
ถังตักกรวดทราย
ถังรวบรวมน้ำ
ถังล้นมัดคดจีน
รีไฟร์ชดศาสตร์ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส

= -1.01 เมตร

ระดับสันฝายสูงกว่าน้ำในรางรับน้ำออก = 0.10 เมตร

สันฝายมีระดับความสูง = -1.01 + 0.10

= -0.91 เมตร

ระดับน้ำเหนือสันฝายที่ Qmax.h(wet) = 0.19 เมตร(จากหัวข้อที่ 2.10.4.1)

ระดับน้ำที่ปลายถังสัมผัสคลอรีน = -0.91 + 0.19

= -0.72 เมตร

เฮดสูญเสียเนื่องจากจุดหักเลี้ยว(9 จุด) = 0.08 เมตร(จากหัวข้อที่ 2.10.4.2)

ระดับน้ำที่ต้นถังสัมผัสคลอรีน = -0.72 + 0.08

= -0.64 เมตร

2.12.3

ท่อระหว่างถังรวบรวมน้ำกับถังสัมผัสคลอรีนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.8 เมตร มีความยาวประมาณ 35 เมตร และประกอบด้วยข้องอ 45 องศา 2 ชุด

Qmax.h(wet) ในปีเป้าหมาย = 0.7 ลบ.ม./วินาที

ความเร็วการไหลในท่อ = $0.7 / (\pi 0.8^2 / 4)$

= 1.4 เมตร/วินาที

h_L ตรงทาง(เข้าถังสัมผัสคลอรีน) = $v^2 / 2g$

= $1.4^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.10 เมตร

h_L เนื่องจากข้องอ 45 องศา (2ชุด) = $2 \times [0.15v^2 / (2g)]$

= 0.03 เมตร

h_L เนื่องจากการไหลในท่อ ซึ่งสามารถคำนวณจากสมการที่ 3 - 9 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 ดังนี้

v = $0.849CR^{0.63}S^{0.54}$

R = D/4 (เมื่อน้ำไหลเต็มท่อ)

S (เฮดสูญเสีย / ท่อ 1 เมตร) = $[6.82(v / C)^{1.85}] / D^{1.167}$

C(ท่อเหล็กเก่า) = 100 (จากตารางที่ 3.4 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

แทนค่าต่างๆในสมการข้างต้น

h_L ในท่อ (ท่อยาว 35 เมตร) = $[35 \times 6.82 \times (1.4 / 100)^{1.85}] / 0.8^{1.167}$

= 0.12 เมตร

h_L อื่นๆ = 0.05 เมตร

เฮดสูญเสียทั้งหมด = 0.1 + 0.03 + 0.12 +0.05

= 0.30 เมตร

ระดับน้ำในถังรวบรวมน้ำ = -0.64 + 0.30

= -0.34 เมตร

2.12.4

ท่อระหว่างรางน้ำออก(ของถังน้ำใส)กับถังรวบรวมน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร มีความยาว(ช่วงที่ยาวที่สุด)ประมาณ 40 เมตร และประกอบด้วยข้องอ 90 องศา 2 ชุด และข้องอ 45 องศา 2 ชุด

อัตราไหลสูงสุดจะเกิดขึ้นในกรณีที่มีอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(หน้าฝน)ในปีเป้าหมายและในกรณีที่ถังทำใส 1 ถังหยุดเดินระบบเพื่อซ่อมบำรุง

อัตราไหลสูงสุด(ต่อ 1 ถัง) = 0.7 / 3

= 0.23 ลบ.ม./วินาที

ความเร็วการไหลในท่อ = $0.23 / (\pi 0.5^2 / 4)$

= 1.2 เมตร/วินาที

h_L ตรงทางเข้าบ่อรวบรวมน้ำ = $v^2 / 2g$

= $1.2^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.07 เมตร

h_L ตรงข้องอ 90 องศา(2 ชุด) = $2 \times [0.2v^2 / (2g)]$

= $2 \times 0.2 \times 1.2^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.03 เมตร

h_L ตรงข้องอ 45 องศา(2 ชุด) = $2 \times [0.15v^2 / (2g)]$

= $2 \times 0.15 \times 1.2^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.02 เมตร

h_L ในท่อ(ท่อยาว 40 เมตร) = $[40 \times 6.82 \times (1.2 / 100)^{1.85}] / 0.5^{1.167}$

= 0.17 เมตร

h_L อื่นๆ = 0.05 เมตร

เฮดทั้งหมด = 0.07 + 0.03 + 0.02 + 0.17 + 0.05

= 0.34 เมตร

ระดับน้ำในรางรับน้ำออกของถังทำใส = -0.34 + 0.34

= 0.00 เมตร

ระดับสันฝายสูงกว่าน้ำในรางรับน้ำ = 0.10 เมตร

สันฝายมีระดับความสูง = 0.00 + 0.10

= 0.10 เมตร

ระดับน้ำเหนือสันฝาย = 0.06 เมตร(จากหัวข้อที่ 2.9.4.3)

ระดับน้ำในถังทำใส = 0.10 + 0.06

= 0.16 เมตร

2.12.5 2

ถังแบ่งน้ำ 2 ประกอบด้วยฝายน้ำล้นแบบสันคมพร้อมประตูน้ำ 4 ชุด สันฝายแต่ละชุดมีความยาว 1.5 เมตร ส่วนท่อระหว่างถังแบ่งน้ำ 2 กับถังทำใสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร มีความยาว(ช่วงที่ยาวที่สุด)ประมาณ 37 เมตร และประกอบด้วยข้องอ 90 องศา 2 ชุด

อัตราไหลสูงสุดจะเกิดขึ้นในกรณีที่มีอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(หน้าฝน)ในปีเป้าหมายและในกรณีที่ถังทำใสทำงานเพียง 3 ถัง

อัตราไหลสูงสุด(ต่อ 1 ถัง) = 0.32 ลบ.ม./วินาที(หัวข้อ 2.8.10.1)

ความเร็วการไหลในท่อ = $0.32 / (\pi 0.5^2 / 4)$

= 1.6 เมตร/วินาที

h_L ตรงทางเข้าท่อ = $0.5v^2 / 2g$

= $0.5 \times 1.6^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.07 เมตร

h_L ตรงข้องอ

สันฝายสูงกว่าน้ำในรางน้ำออก = 0.10 เมตร

ระดับความสูงของสันฝาย = 0.73 + 0.10

= 0.83 เมตร

ระดับน้ำเหนือสันฝาย = $[Q / (1.84 \times L)]^{1/1.5}$ (จากสมการที่ 3 - 4 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

= $[0.32 / (1.84 \times 1.5)]^{1/1.5}$

= 0.24 เมตร

ระดับน้ำในถังแบ่งน้ำ 2 = 0.83 + 0.24

= 1.07 เมตร

2.12.6

ท่อระหว่างถังแบ่งน้ำ 2 กับถังเติมอากาศ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 เมตร มีความยาวประมาณ 50 เมตร และประกอบด้วยข้องอ 45 องศา 2 ชุด และข้องอ 90 องศา 2 ชุด

อัตราไหลสูงสุดในกรณีที่มีอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(หน้าฝน)ในปีเป้าหมายและในกรณีที่ถังเติมอากาศทำงานเพียง 3 ถัง

อัตราไหลสูงสุด(ที่เข้าถังแบ่งน้ำ 2) = 0.32 x 2

= 0.64 ลบ.ม./วินาที

ความเร็วการไหลในท่อ = $0.64 / (\pi 0.6^2 / 4)$

= 2.1 เมตร/วินาที

h_L ตรงทางเข้าท่อ = $0.5v^2 / 2g$

= $0.5 \times 2.1^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.11 เมตร

h_L ตรงข้องอ 45 องศา(2 ชุด) = $2 \times [0.15v^2 / (2g)]$

= $2 \times 0.15 \times 2.1^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.07 เมตร

h_L ตรงข้องอ 90 องศา(2 ชุด) = $2 \times [0.2v^2 / (2g)]$

= $2 \times 0.2 \times 2.1^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.09 เมตร

h_L ตรงทางเข้าถังเติมอากาศ = $v^2 / (2g)$

= $2.1^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.22 เมตร

h_L ในท่อ(ท่อยาว 50 เมตร) = $[50 \times 6.82 \times (2.1 / 100)^{1.85}] / 0.6^{1.167}$

= 0.49 เมตร

h_L อื่นๆ = 0.05 เมตร

เฮดสูญเสียทั้งหมด = 0.11 + 0.07 + 0.09 + 0.22 + 0.49 + 0.05

= 1.03 เมตร

ระดับน้ำในรางรับน้ำออก(ถังเติมอากาศ) = 1.07 + 1.03

= 2.10 เมตร

สันฝายสูงกว่าระดับน้ำในรางรับน้ำออก = 0.10 เมตร

ระดับความสูงของสันฝาย = 2.10 + 0.10

= 2.20 เมตร

ระดับน้ำเหนือสันฝาย = 0.07 เมตร(จากหัวข้อที่ 2.8.10.1)

ระดับน้ำในถังเติมอากาศ = 2.20 + 0.07

= 2.27 เมตร

h_L ตรงช่องเปิดของรางรับน้ำเข้า = 0.06 เมตร(จากหัวข้อที่ 2.8.10.2)

ระดับน้ำในรางรับน้ำเข้า = 2.27 + 0.06

= 2.33 เมตร

2.12.7 1

ถังแบ่งน้ำ 1 ประกอบฝายน้ำล้นแบบสันคมและประตูน้ำ 4 ชุด สันฝายแต่ละชุดมีความยาวเท่ากับ 1.5 เมตร ส่วนท่อระหว่างถังแบ่งน้ำ 1 กับถังเติมอากาศมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร มีความยาวประมาณ(ช่วงที่ยาวที่สุด) 40 เมตร และประกอบด้วยข้องอ 90 องศา 1 ชุดและข้องอ 45 องศา 2 ชุด

อัตราไหลสูงสุดจะเกิดขึ้นในกรณีที่มีอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด(หน้าฝน)ในปีเป้าหมายและในกรณีมีถังเติมอากาศ 1 ถังหยุดเดินระบบเพื่อซ่อมบำรุง

อัตราไหลสูงสุด(ต่อ 1 ถัง) = 0.32 ลบ.ม./วินาที(จากหัวข้อที่ 2.8.10.2)

ความเร็วการไหลในท่อ = $0.3 / (\pi 0.5^2 / 4)$

= 1.5 เมตร/วินาที

h_L ตรงทางเข้าท่อ = $0.5v^2 / 2g$

= $0.5 \times 1.5^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.06 เมตร

h_L ตรงข้องอ 90 องศา = $0.2v^2 / (2g)$

= $(0.2 \times 1.5^2) / (2 \times 9.81)$

= 0.02 เมตร

h_L ตรงข้องอ 45 องศา(2 ชุด) = $2 \times 0.15 \times 1.5^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.03 เมตร

h_L ตรงทางเข้าถังแบ่งน้ำ = $v^2 / (2g)$

= $1.5^2 / (2x9.81)$

= 0.11 เมตร

h_L ในท่อ(ท่อยาว 40 เมตร) = $[40 \times 6.82 \times (1.5 / 100)^{1.85}] / 0.5^{1.167}$

= 0.26 เมตร

h_L อื่นๆ = 0.05 เมตร

h_L ทั้งหมด = 0.06 + 0.02 + 0.03 + 0.11 + 0.26 + 0.05

= 0.53 เมตร

ระดับน้ำในรางรับน้ำออก(หลังฝาย) = 2.33 + 0.53

= 2.86 เมตร

สันฝายสูงกว่าระดับน้ำในรางน้ำออก = 0.10 เมตร

สันฝายมีระดับความสูง = 2.86 + 0.10

= 2.96 เมตร

ระดับน้ำเหนือสันฝาย = $[Q / (1.84 \times L)]^{1/1.5}$ (จากสมการที่ 3 - 4 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ)

= $[0.32 / (1.84 \times 1.5)]^{1/1.5}$

= 0.24 เมตร

ระดับน้ำในถังแบ่งน้ำ = 2.96 + 0.24

= 3.20 เมตร

2.12.8

ท่อระหว่างรางรับน้ำออกของถังดักกรวดทรายกับถังแบ่งน้ำ 1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 เมตร มีความยาวประมาณ 20 เมตร และประกอบด้วยข้องอ 90 องศา 2 ชุด

อัตราไหลสูงสุด = 0.7 ลบ.ม./วินาที

ความเร็วการไหลในท่อ = $0.70 / (\pi 0.8^2/4)$

= 1.4 เมตร/วินาที

h_L ตรงทางเข้าท่อ = $0.5v^2 / 2g$

= $0.5 \times 1.4^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.05 เมตร

h_L ตรงข้องอ 90 องศา(2 ชุด) = $2 \times [0.2v^2 / (2g)]$

= $2 \times 0.15 \times 1.4^2 / (2 \times 9.81)$

= 0.04 เมตร

h_L ตรงทางออกของท่อ = $v^2 / (2g)$

= $1.4^2 / (2x9.81)$

= 0.10 เมตร

h_L ในท่อ(ท่อยาว 20 เมตร) = $[20 \times 6.82 \times (1.4 / 100)^{1.85}] / 0.8^{1.167}$

= 0.07 เมตร

h_L อื่นๆ = 0.10 เมตร

h_L ทั้งหมด = 0.05 + 0.04 + 0.10 + 0.07 +0.10

= 0.36 เมตร

ระดับน้ำในรางรับน้ำออก = 3.20 + 0.36

= 3.56 เมตร

สันฝายสูงกว่าระดับในรางรับน้ำออก = 0.10 เมตร

สันฝายมีระดับความสูง = 3.56 + 0.10

= 3.66 เมตร

ระดับน้ำเหนือสันฝาย = 0.27 เมตร(จากหัวข้อที่ 2.7.6.1)

ระดับน้ำในดักกรวดทราย = 3.66 + 0.27

= 3.93 เมตร

h_L ตรงช่องเปิดของรางรับน้ำเข้า = 0.07 เมตร(จากหัวข้อที่ 2.7.6.2)

ระดับน้ำในรางน้ำเข้า = 3.93 + 0.07

= 4.00 เมตร

3

3.1

ขั้นตอนการออกแบบเหมือนกับกระบวนการเอเอส ดูจากหัวข้อที่ 2.1

3.2

กำหนดให้โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำมีปีเป้าหมายเท่ากับ 20 ปี (จากหัวข้อที่ 2.4 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน เล่มที่ 1)

3.3

ข้อมูลหรือปัจจัยที่เกี่ยวสำหรับการออกแบบ จำนวนประชากร อัตราการใช้น้ำ อัตราไหลน้ำเสีย ลักษณะน้ำเสียของชุมชน และท่อดักน้ำเสียที่รวบรวมน้ำเสียเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน กำหนดให้เหมือนกับการออกแบบกระบวนการเอเอสดังหัวข้อที่ 2.3 และตารางที่ 2.1

3.4

แผนภาพการไหลของกระบวนการสระเติมอากาศแสดงดังรูปที่ 3.1 ซึ่งประกอบด้วยตะแกรงดักขยะ(แบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกล) สถานีสูบน้ำเสีย(แบบบ่อเปียก) สระเติมอากาศ และบ่อขัดแต่ง(บ่อตกตะกอน)

3.5

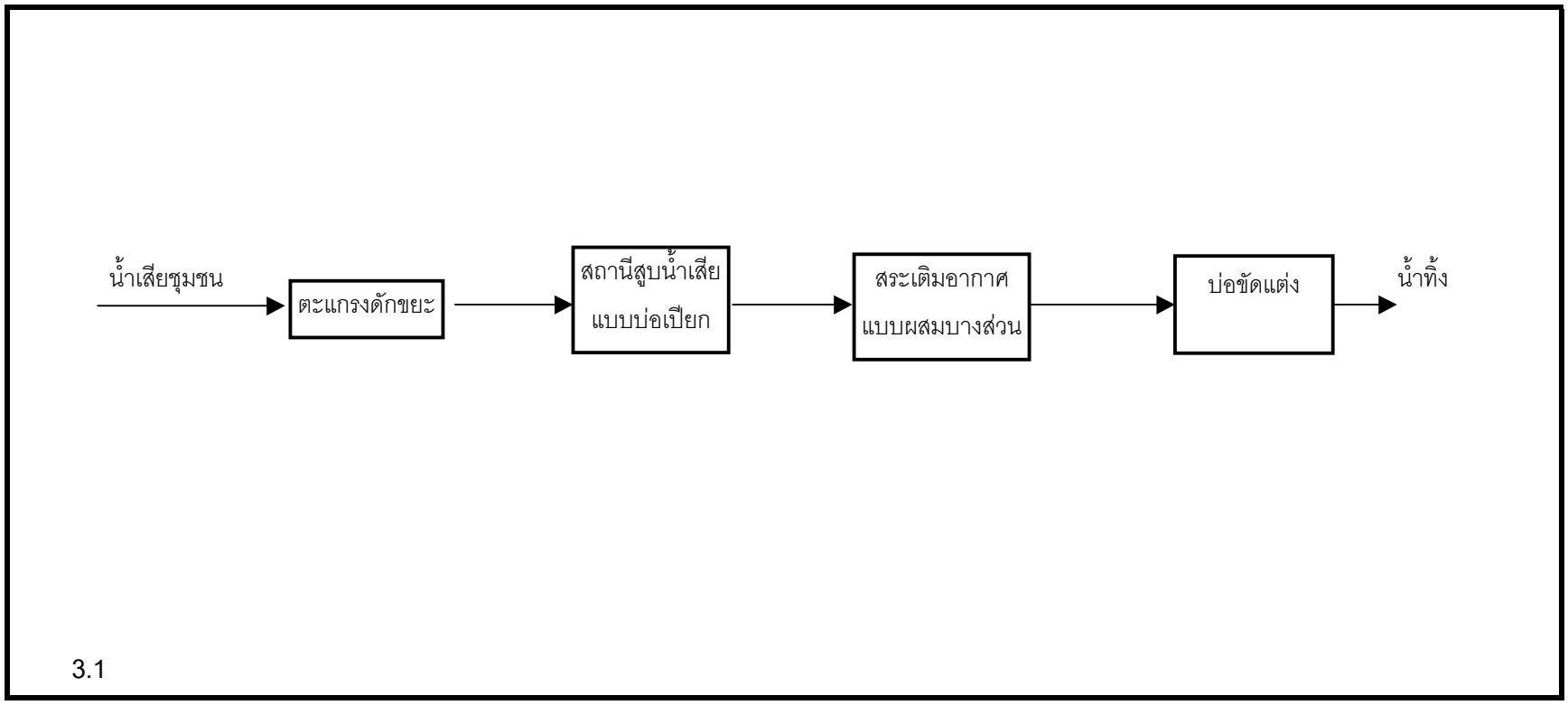
เลือกใช้ตะแกรงรางแบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกล ออกแบบเหมือนกับตะแกรงรางในกระบวนการเอเอส ดูจากหัวข้อที่ 2.5

3.6

เลือกใช้สถานีสูบน้ำเสียแบบบ่อเปียก โดยใช้เครื่องสูบแบบแช่น้ำ ซึ่งออกแบบเหมือนกับสถานีสูบในกระบวนการเอเอส ดูจากหัวข้อที่ 2.6

3.7

เลือกใช้สระเติมอากาศแบบผสมบางส่วนโดยใช้เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ และออกแบบเป็น 3 ระบบวางขนานกัน (ในแต่ละระบบมีความสามารถรองรับปริมาณน้ำเสียได้เท่ากัน)


น้ำเสียชุมชน
ตะแกรงดักขยะ
สถานีสูบน้ำเสีย
แบบบ่อเปียก
สระเติมอากาศ
แบบผสมบางส่วน
บ่อขัดแต่ง
น้ำทิ้ง

3.1

3.7.1

จากตารางที่ 7.2 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 กำหนดค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศดังนี้

เวลากักน้ำ	= 1 - 2 วัน
ความลึกน้ำ	= 2.0 - 4.0 เมตร
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	= 80
ความต้องการออกซิเจน/ก.บีโอดีที่ถูกกำจัด	= 0.7 - 1.0
ความต้องการพลังงานในการกวนผสม	= 1.5 - 3.0 กิโลวัตต์/1,000 ลบ.ม.

3.7.2

บีโอดี$_5$, S	< 20 มก./ล.
ของแข็งแขวนลอย, SS	< 30 มก./ล.

3.7.3

อัตราไหลออกแบบ	= อัตราไหลรายวันเฉลี่ยในหน้าแล้งที่ปีเป้าหมาย (จากตารางที่ 5.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)
	= 20,000 ลบ.ม./วัน
จำนวนของสระเติมอากาศ	= 3 สระ (ขนานกัน)
อัตราไหลออกแบบ(ต่อ 1 สระ)	= 20,000 / 3
	= 6,667ลบ.ม./วัน
กำหนดอัตราไหลออกแบบ(ต่อ 1 สระ)	= 6,700 ลบ.ม./วัน
กำหนดเวลากักน้ำ	= 2 วัน
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	= 80
น้ำออกมีค่าบีโอดี (S)	= 80 x (100 - 80) / 100
	= 16 มก./ล.(< 20 มก./ล.)
ปริมาตรของสระเติมอากาศ(1 สระ)	= 6,700 x 2
	= 13,400 ลบ.ม.
กำหนดความลึกน้ำ	= 3.0 เมตร
ระยะขอบเหนือน้ำ(free board)	= 0.5 เมตร (หัวข้อที่ 7.13 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

พื้นที่ของสระเติมอากาศ = 13,400 / 3.0
= 4,467 ตร.ม. (ที่ครึ่งหนึ่งความลึกน้ำ)
กำหนดความกว้างของสระเติมอากาศ = 45 เมตร (ที่ครึ่งหนึ่งความลึกน้ำ)
ความยาวของสระเติมอากาศ = 4,467 / 45 (ที่ครึ่งหนึ่งความลึกน้ำ)
= 99.3 เมตร
กำหนดความยาวของสระเติมอากาศ = 100 เมตร
ปริมาตรของสระเติมอากาศ(1 สระ) = 45 x 100 x 3
= 13,500 ลบ.ม. (>13,400 ลบ.ม. OK.)
กำหนดความลาดของขอบสระ = 1 : 2 (แนวดิ่ง : แนวราบ)
ความกว้างที่ขอบบ่อ = 45 + 2 x [2 x (3.0 / 2 + 0.5)]
= 53 เมตร
ความยาวที่ขอบสระ = 100 + 2 x [2 x (3.0 / 2 + 0.5)]
= 108 เมตร
ความกว้างที่ก้นสระ = 45 - 2 x 2 x (3.0 / 2)
= 39 เมตร
ความยาวที่ก้นสระ = 100 - 2 x 2 x (3.0 / 2)
= 94 เมตร

3.7.4

การออกแบบเครื่องเติมอากาศของสระเติมอากาศขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ ได้แก่ ความต้องการออกซิเจน(สำหรับจุลชีพในระบบ)และความต้องการในการผสม

3.7.4.1

ปริมาณบีโอดีที่ถูกกำจัด(1 สระ) = $(S_0 - S) \times DWF$
= (80 - 16) x 6,700
= 428,800 ก./วัน
= 18 กก.ออกซิเจน/ชม.
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ = 1.0 x ก.บีโอดีที่ถูกกำจัด
ความต้องการออกซิเจน = 1.0 x 18
= 18 กก.ออกซิเจน/ชม.
อัตราการถ่ายเทออกซิเจนในสนามต่ออัตราการถ่ายออกซิเจนมาตรฐานของเครื่องเติมอากาศ = 0.5 (ดูจากหัวข้อที่ 2.8.7)

อัตราการถ่ายเทออกซิเจนมาตรฐานของเครื่องเติมอากาศผิวน้ำแบบหมุนช้าไหลตามรัศมี = 1.8 กก.ออกซิเจน/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

อัตราการถ่ายเทออกซิเจน ในสนาม

= 1.8 x 0.5

= 0.9 กก.ออกซิเจน/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

พลังงานในการเติมออกซิเจน = 18 / 0.9

= 20 กิโลวัตต์

3.7.4.2

พลังงานในการกวนผสม = 3 กิโลวัตต์ / 1,000 ลบ.ม. (จากตารางที่ 7.2 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)

พลังงานในการกวนผสม = (2.5 x 13,500) / 1,000

= 34 กิโลวัตต์

3.7.4.3

เนื่องจากความต้องการพลังงานสำหรับการกวนผสมมากกว่าความต้องการพลังงานสำหรับการเติมออกซิเจนดังนั้นสระเติมอากาศ(1 สระ) ต้องการเครื่องเติมอากาศที่มีขนาดรวมไม่น้อยกว่า 34 กิโลวัตต์ โดยการติดตั้งเครื่องเติมอากาศผิวน้ำ 4 ชุด ต่อ 1 สระ โดยที่เครื่องเติมอากาศแต่ละชุดมีขนาดเท่ากับ 10 กิโลวัตต์

3.8

3.8.1

จากตารางที่ 7.2 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 กำหนดค่ากำหนดการออกแบบบ่อขัดแต่งดังนี้

เวลากักน้ำ = 1 - 2 วัน

ความลึกน้ำ = 1.5 - 2.0 เมตร

3.8.2

จำนวนของบ่อขัดแต่ง = 3 บ่อ (ขนานกัน)

อัตราไหลออกแบบ(ต่อ 1 บ่อ) = 6,700 ลบ.ม./วัน

กำหนดเวลากักน้ำ = 1.0 วัน

ปริมาตรบ่อ = 6,700 x 1.0

= 6,700 ลบ.ม.

กำหนดความลึกน้ำ = 2.0 เมตร

ระยะขอบบ่อเหนือน้ำ(free board) = 0.5 เมตร

พื้นที่ของบ่อ = 6,700 / 2.0

= 3,350 ตร.ม.(ที่ครึ่งหนึ่งความลึกน้ำ)

กำหนดความกว้างของบ่อ = 47 เมตร (ที่ครึ่งหนึ่งความลึกน้ำ)

ดังนั้นความยาวของบ่อ = 3,350 / 47(ที่ครึ่งหนึ่งความลึกน้ำ)

= 71.3 เมตร

กำหนดความยาวบ่อ = 72 เมตร

กำหนดความลาดของขอบบ่อ = 1 : 2 (แนวดิ่ง : แนวราบ)

ความกว้างที่ขอบบ่อ = 47 + 2 x [2 x (2.0 / 2 + 0.5)]

= 53 เมตร

ความยาวที่ขอบบ่อ = 72 + 2 x [2 x (2.0 / 2 + 0.5)]

= 78 เมตร

ความกว้างที่ก้นบ่อ = 47 - 2 x 2 x (2.0 / 2)

= 43 เมตร

ความยาวที่ก้นบ่อ = 72 - 2 x 2 x (2.0 / 2)

= 68 เมตร

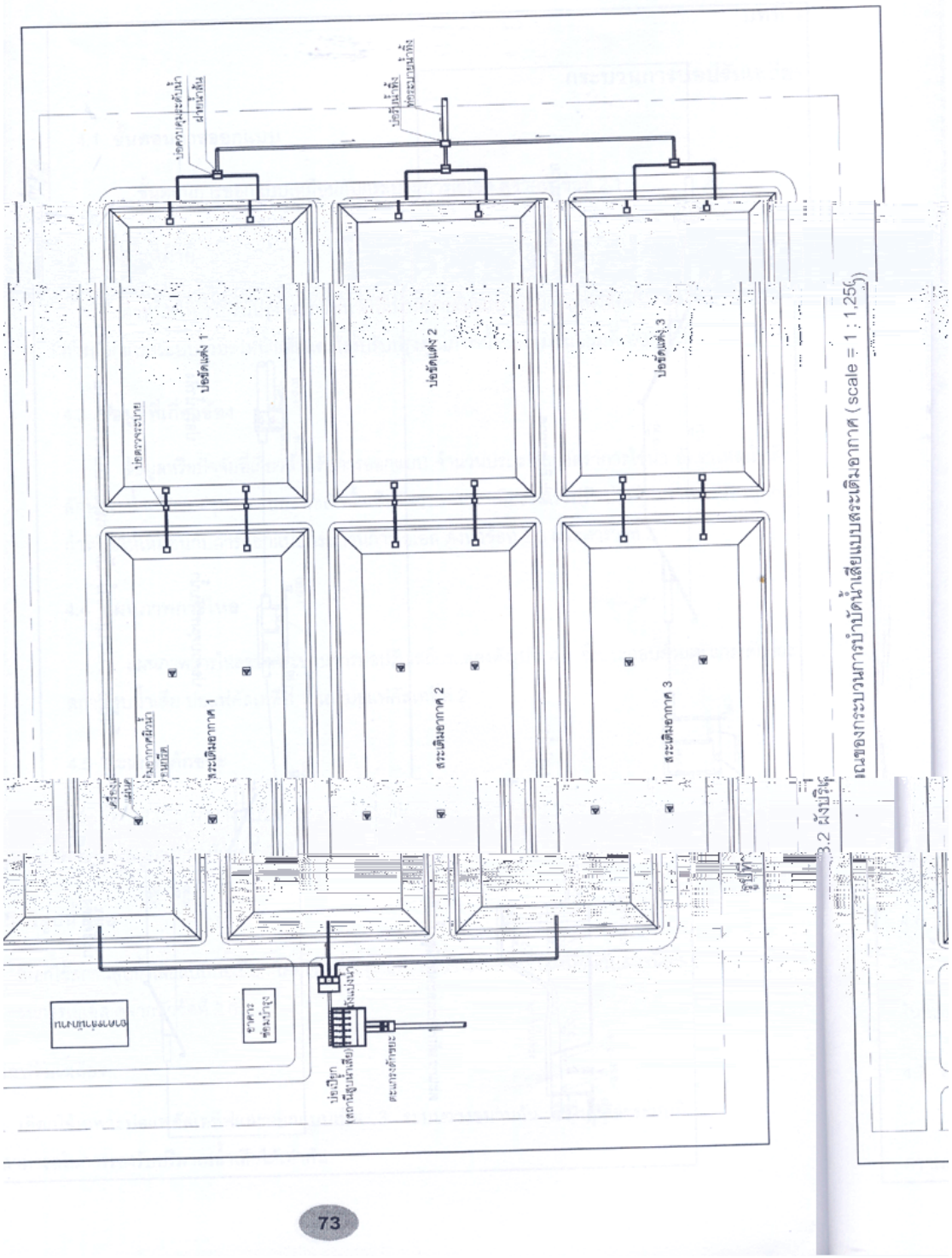
3.9

ผังบริเวณและโพร์ไฟล์ชลศาสตร์แสดงดังรูปที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ ซึ่งสมมติว่าพื้นที่บริเวณโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำมีความราบเรียบ และกำหนดให้มีระดับความสูงเท่ากับ + 0.00

ข้อพิจารณาสำหรับการวางผังบริเวณสามารถดูเพิ่มเติมได้ในหัวข้อที่ 5.9.2 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน เล่มที่ 1

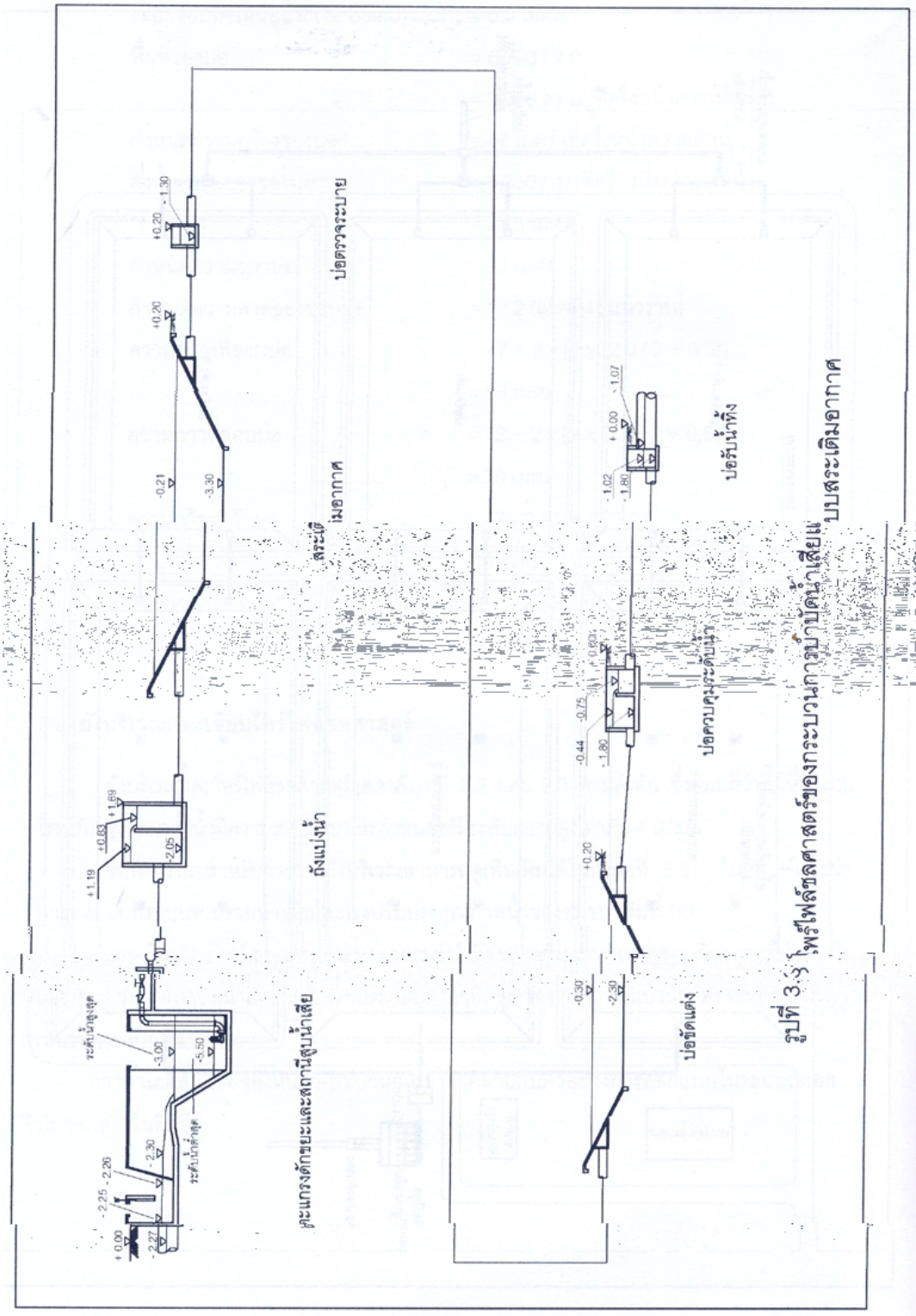
การเขียนโพร์ไฟล์ชลศาสตร์สามารถกระทำได้โดยการคำนวณหาเฮดสูญเสียสูงสุดที่เกิดขึ้นในหน่วยกระบวนการบำบัดน้ำเสีย และองค์ประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น ถังแบ่งน้ำ ท่อระหว่างหน่วยกระบวนการ เป็นต้น

การหาเฮดสูญเสียของหน่วยกระบวนการต่างๆคล้ายกับตัวอย่างการออกแบบในระบบเอเอส จึงไม่ขอกล่าวในที่นี้อีก



3.2 ผังบริเวณ

แสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ (scale = 1 : 1,250)



รูปที่ 3.3 โพรไฟล์ตลศาสตร์ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบระเหยอากาศ

4

4.1

ขั้นตอนการออกแบบเหมือนกับกระบวนการเอเอส ดูจากหัวข้อที่ 2.1

4.2

กำหนดให้โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำมีปีเป้าหมายเท่ากับ 20 ปี(จากหัวข้อที่ 2.4 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน เล่มที่ 1)

4.3

ข้อมูลหรือปัจจัยที่เกี่ยวสำหรับการออกแบบ จำนวนประชากร อัตราการใช้น้ำ อัตราไหลน้ำเสีย ลักษณะน้ำเสียของชุมชน และท่อดักน้ำเสียที่รวบรวมน้ำเสียเข้าโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน กำหนดให้เหมือนกับการออกแบบกระบวนการเอเอส ดังหัวข้อที่ 2.3 และตารางที่ 2.1

4.4

แผนภาพการไหลของกระบวนการบ่อปรับเสถียรแสดงดังรูปที่ 4.1 ซึ่งประกอบด้วยตะแกรงดักขยะ สถานีสูบน้ำเสีย บ่อแฟคัลเททีฟ 1 และบ่อแฟคัลเททีฟ 2

4.5

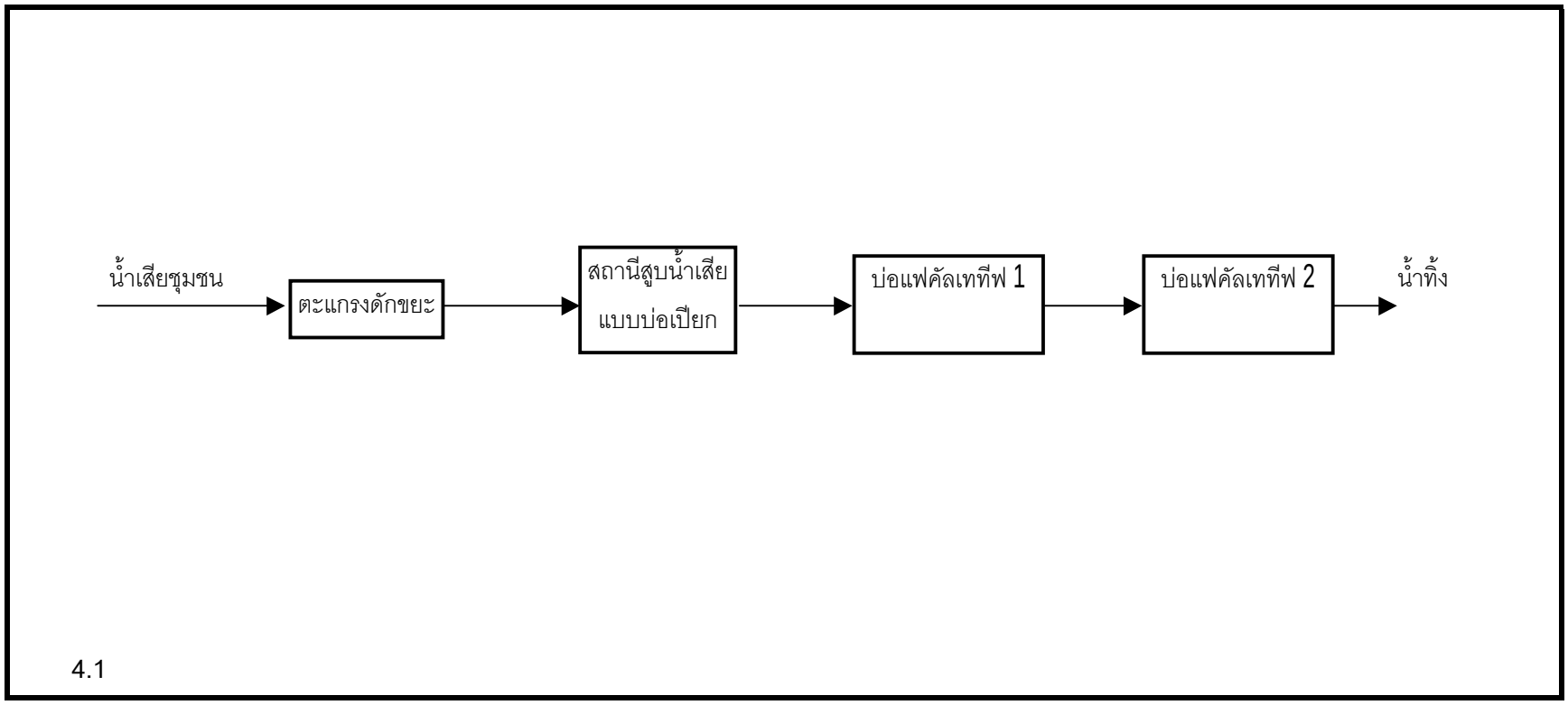
เลือกใช้ตะแกรงรางแบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกล ออกแบบเหมือนกับตะแกรงรางในกระบวนการเอเอสดูจากหัวข้อที่ 2.5

4.6

เลือกใช้สถานีสูบน้ำเสียแบบบ่อเปียก โดยใช้เครื่องสูบแบบแช่น้ำ ซึ่งออกแบบเหมือนกับสถานีสูบในกระบวนการเอเอส ดูจากหัวข้อที่ 2.6

4.7

เลือกใช้เฉพาะบ่อแฟคัลเททีฟและออกแบบเป็น 3 ระบบวางขนานกัน ซึ่งในแต่ละระบบมีความสามารถในการรองรับปริมาณน้ำเสียได้เท่ากัน


น้ำเสียชุมชน
ตะแกรงดักขยะ
สถานีสูบน้ำเสีย
แบบบ่อเปียก
บ่อแฟคัลเททีฟ 1
บ่อแฟคัลเททีฟ 2
น้ำทิ้ง

4.1

4.7.1

จากตารางที่ 7.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1 กำหนดค่ากำหนดการออกแบบบ่อปรับเสถียรดังนี้

อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่	
อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส	= 10 - 15 ก.บีโอดี/ตร.ม.-วัน
อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	= 15 - 20 ก.บีโอดี/ตร.ม.-วัน
อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	= 20 - 25 ก.บีโอดี/ตร.ม.-วัน
ความลึกน้ำ	$\geq$ 1.5 เมตร
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	= 65 - 75

4.7.2

บีโอดี$_5$, S	< 20 มก./ล.
ของแข็งแขวนลอย, SS	< 30 มก./ล.

4.7.3 1

อัตราไหลออกแบบ	= อัตราไหลรายวันเฉลี่ยในหน้าแล้งที่ปีเป้าหมาย (จากตารางที่ 5.1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)
	= 20,000 ลบ.ม./วัน
จำนวนของบ่อแฟคัลเททีฟ 1	= 3 บ่อ (ขนานกัน)
ดังนั้นอัตราไหลออกแบบต่อ 1 บ่อ	= 20,000 / 3
	= 6,667 ลบ.ม./วัน
กำหนดอัตราไหลออกแบบ(ต่อ 1 บ่อ)	= 6,700 ลบ.ม./วัน
อุณหภูมิน้ำ(ต่ำที่สุดในรอบปี)	= 25 องศาเซลเซียส
อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่, L_a	= 25 ก.บีโอดี/ตร.ม.-วัน
พื้นที่บ่อ	= $Q \times S_0 / L_a$ (จากสมการที่ 7 - 1 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)
	= 6,700 x 80 / 25
	= 21,440 ตร.ม.
ความลึกน้ำ	= 2.0 เมตร
เวลากักน้ำ	= (21,440 x 2) / 6,700
	= 6.4 วัน

สามารถแบ่งบ่อแฟคัลเททีฟเป็น 2 บ่อ ต่ออนุกรมกัน เพื่อป้องกันการไหลลัดวงจร ซึ่งจะเรียกบ่อแฟคัลเททีฟ 1/1 และ 1/2 ตามลำดับ

เวลากักน้ำอย่างต่ำ (ที่สาหร่ายจะเจริญพันธุ์ได้)
= 3 วัน
กำหนดเวลากักของบ่อแฟคัลเททีฟ 1/1 และ1/2
= 3.2 วัน(3.0 วัน OK.)
พื้นที่บ่อแต่ละบ่อ = (3.2 x 6,700) / 2
= 10,720 ตร.ม.
ความกว้างบ่อ = 80 เมตร (ที่ครึ่งหนึ่งของความลึกน้ำ)
ความยาวบ่อ(ที่ครึ่งหนึ่งของความลึกน้ำ) = 10,720 / 80
= 134 เมตร
ระยะขอบบ่อเหนือน้ำ(free board) = 0.5 เมตร (หัวข้อที่ 7.13 ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มที่ 1)
กำหนดความลาดของขอบบ่อ = 1 : 2 (แนวดิ่ง : แนวราบ)
ความกว้างที่ขอบบ่อ = 80 + 2 x [2 x (2.0 / 2 + 0.5)]
= 86 เมตร
ความยาวที่ขอบบ่อ = 134 + 2 x [2 x (2.0 / 2 + 0.5)]
= 140 เมตร
ความกว้างที่ก้นบ่อ = 80 - 2 x 2 x (2.0 / 2)
= 76 เมตร
ความยาวที่ก้นบ่อ = 134 - 2 x 2 x (2.0 / 2)
= 130 เมตร
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ = 75
น้ำออกมีค่าบีโอดี (S) = 80 x (100 - 75) / 100
= 20 มก./ล.

4.7.4 2
จำนวนของบ่อแฟคัลเททีฟ 2 = 3 บ่อ (ขนานกัน)
กำหนดอัตราไหลออกแบบ(ต่อ 1 บ่อ) = 6,700 ลบ.ม./วัน
อุณหภูมิน้ำ(ต่ำที่สุดในรอบปี) = 25 องศาเซลเซียส
อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่, L_a = 20 ก.บีโอดี/ตร.ม.-วัน (เท่ากับร้อยละ 80 ของบ่อแฟคัลเททีฟ 1)
น้ำเข้ามีค่าบีโอดี = 20 มก./ล.
พื้นที่บ่อ(ที่ครึ่งหนึ่งของความลึกน้ำ) = 6,700 x 20 / 20
= 6,700 ตร.ม.

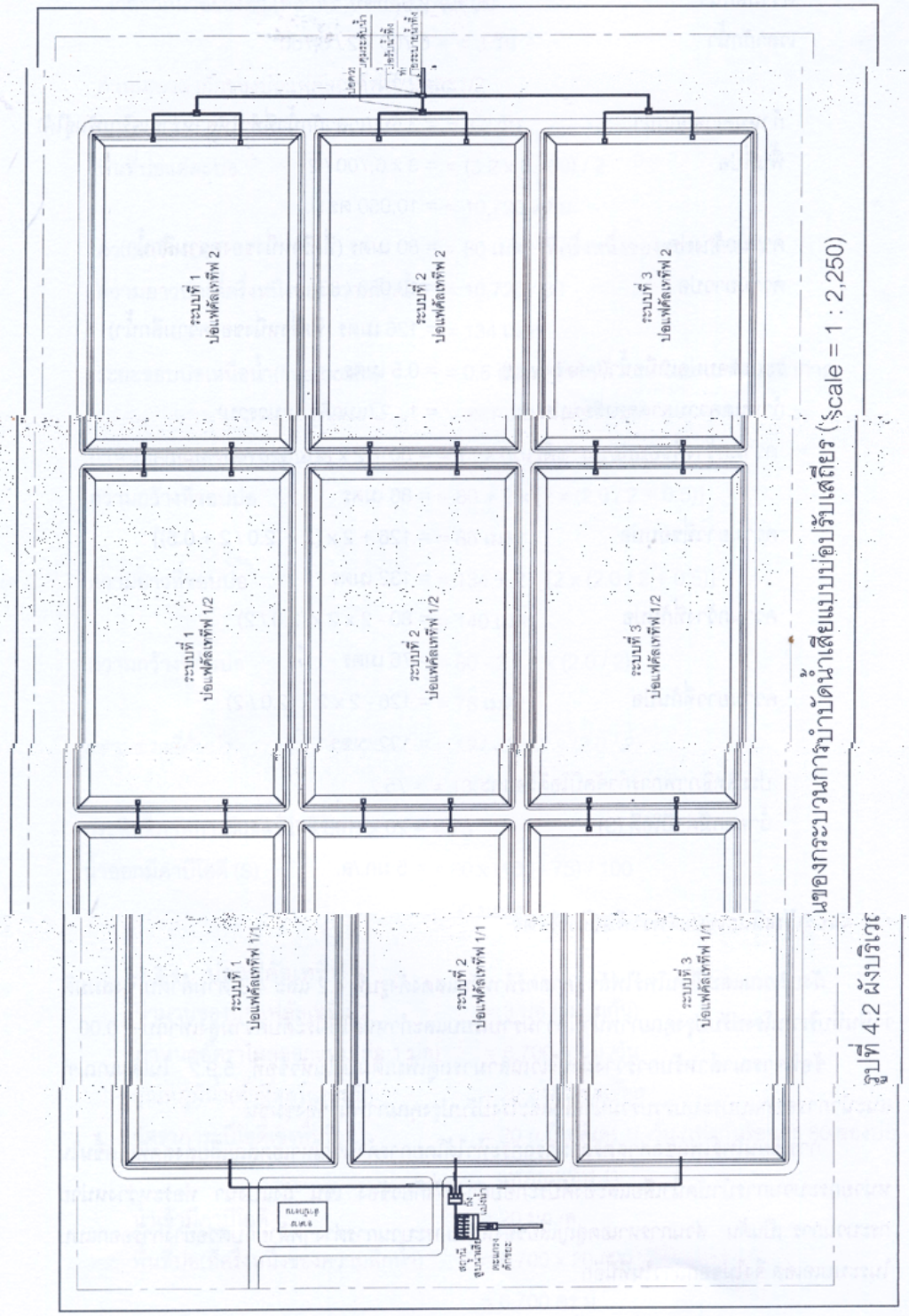
ความลึกน้ำ	= 2.0 เมตร
เวลากักน้ำ	= 6,700 x 2 / 6,700
	= 2 วัน
กำหนดเวลากักน้ำ	= 3 วัน (เวลากักน้ำที่ทำให้สาหร่ายเจริญพันธุ์ได้)
พื้นที่บ่อ	= 3 x 6,700 / 2
	= 10,050 ตร.ม.
ความกว้างบ่อ	= 80 เมตร (ที่ครึ่งหนึ่งของความลึกน้ำ)
ความยาวบ่อ	= 10,050 / 80
	= 126 เมตร (ที่ครึ่งหนึ่งของความลึกน้ำ)
ระยะขอบบ่อเหนือน้ำ(free board)	= 0.5 เมตร
กำหนดความลาดของขอบบ่อ	= 1 : 2 (แนวดิ่ง : แนวราบ)
ความกว้างที่ขอบบ่อ	= 80 + 2 x [2 x (2.0 / 2 + 0.5)]
	= 86 เมตร
ความยาวที่ขอบบ่อ	= 126 + 2 x [2 x (2.0 / 2 + 0.5)]
	= 132 เมตร
ความกว้างที่ก้นบ่อ	= 80 - 2 x 2 x (2.0 / 2)
	= 76 เมตร
ความยาวที่ก้นบ่อ	= 126 - 2 x 2 x (2.0 / 2)
	= 122 เมตร
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีร้อยละ	= 75
น้ำออกมีค่าบีโอดี (S)	= 20 x (100 - 75) / 100
	= 5 มก./ล.

4.8

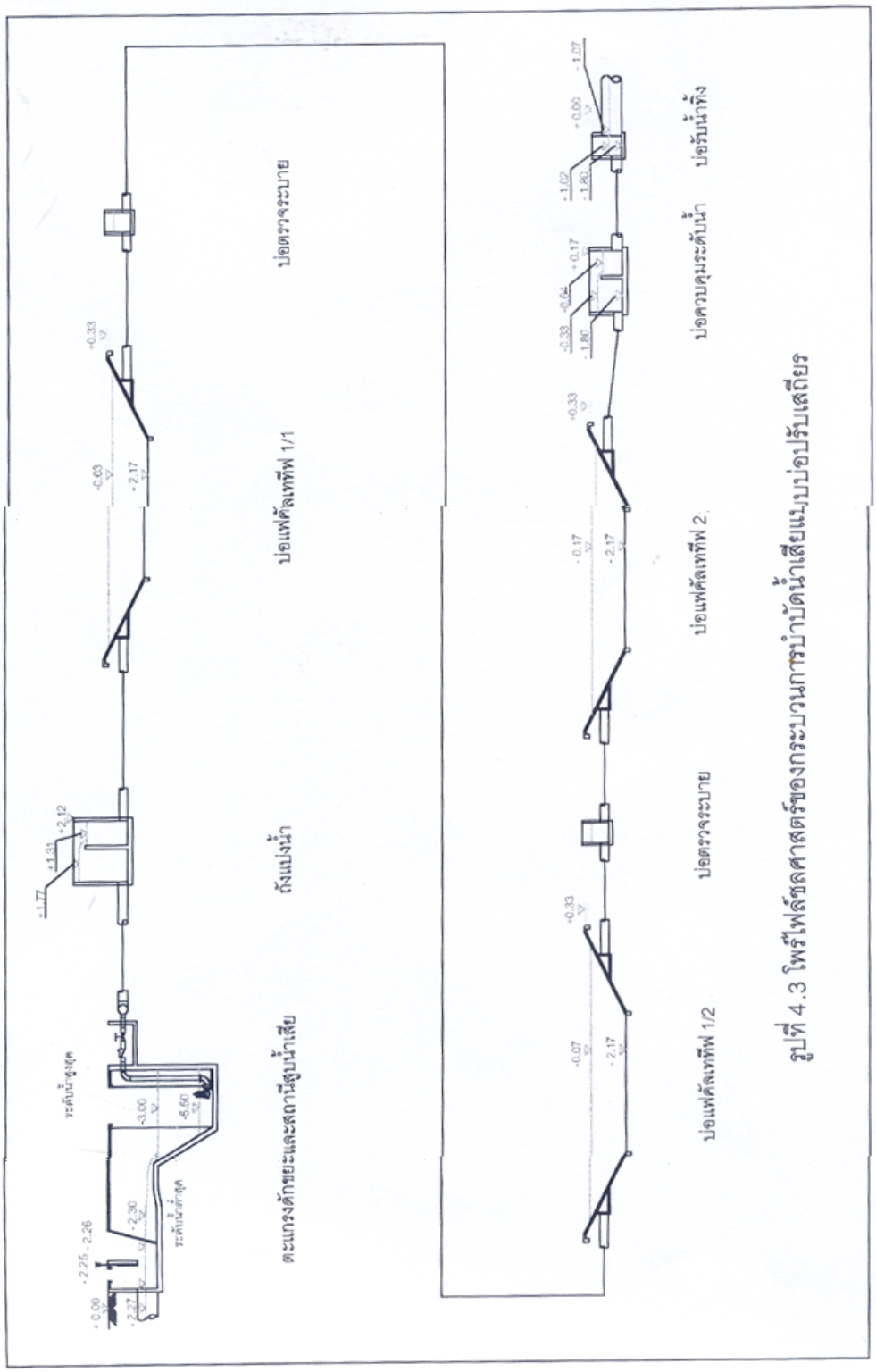
ผังบริเวณและเขียนโพร์ไฟล์ชลศาสตร์สำหรับแสดงดังรูปที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ ซึ่งสมมติว่าพื้นที่บริเวณโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำมีความราบเรียบและกำหนดให้มีระดับความสูงเท่ากับ + 0.00

ข้อพิจารณาสำหรับการวางผังบริเวณสามารถดูเพิ่มเติมได้ในหัวข้อที่ 5.9.2 ในเล่มเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน เล่มที่ 1

การเขียนโพร์ไฟล์ชลศาสตร์สามารถกระทำได้โดยการคำนวณหาเฮดสูญเสียสูงสุดที่เกิดขึ้นในหน่วยกระบวนการบำบัดน้ำเสียและองค์ประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น ถังแบ่งน้ำ ท่อระหว่างหน่วยกระบวนการ เป็นต้น ส่วนการหาเฮดสูญเสียของหน่วยกระบวนการต่างๆคล้ายกับตัวอย่างการออกแบบในระบบเอเอส จึงไม่ขอกล่าวในที่นี้อีก



รูปที่ 4.2 ผังบริเวณของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Scale = 1 : 2,250)



รูปที่ 4.3 โพรไฟล์ชลศาสตร์ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร