การควบคุมถังตกตะกอน
Solid Contact Clarifier

โดย นายพรศักดิ์ สมรไกรสรกิจ
ผอ.กธผ.ฝพผ.

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบรูปแบบของถังตกตะกอนแบบ Solid Contact Clarifier

2. เพื่อให้ทราบหลักการทำงานของถังตกตะกอนแบบ Solid Contact Clarifier

3. เพื่อให้ทราบขั้นตอนการปรับการทำงานของถังตกตะกอนแบบ Solid Contact ให้เหมาะสมกับสภาพน้ำดิบ ณ เวลานั้นๆ

4. เพื่อให้ทราบข้อดี-ข้อเสียของถังตกตะกอนแบบ Solid Contact Clarifier

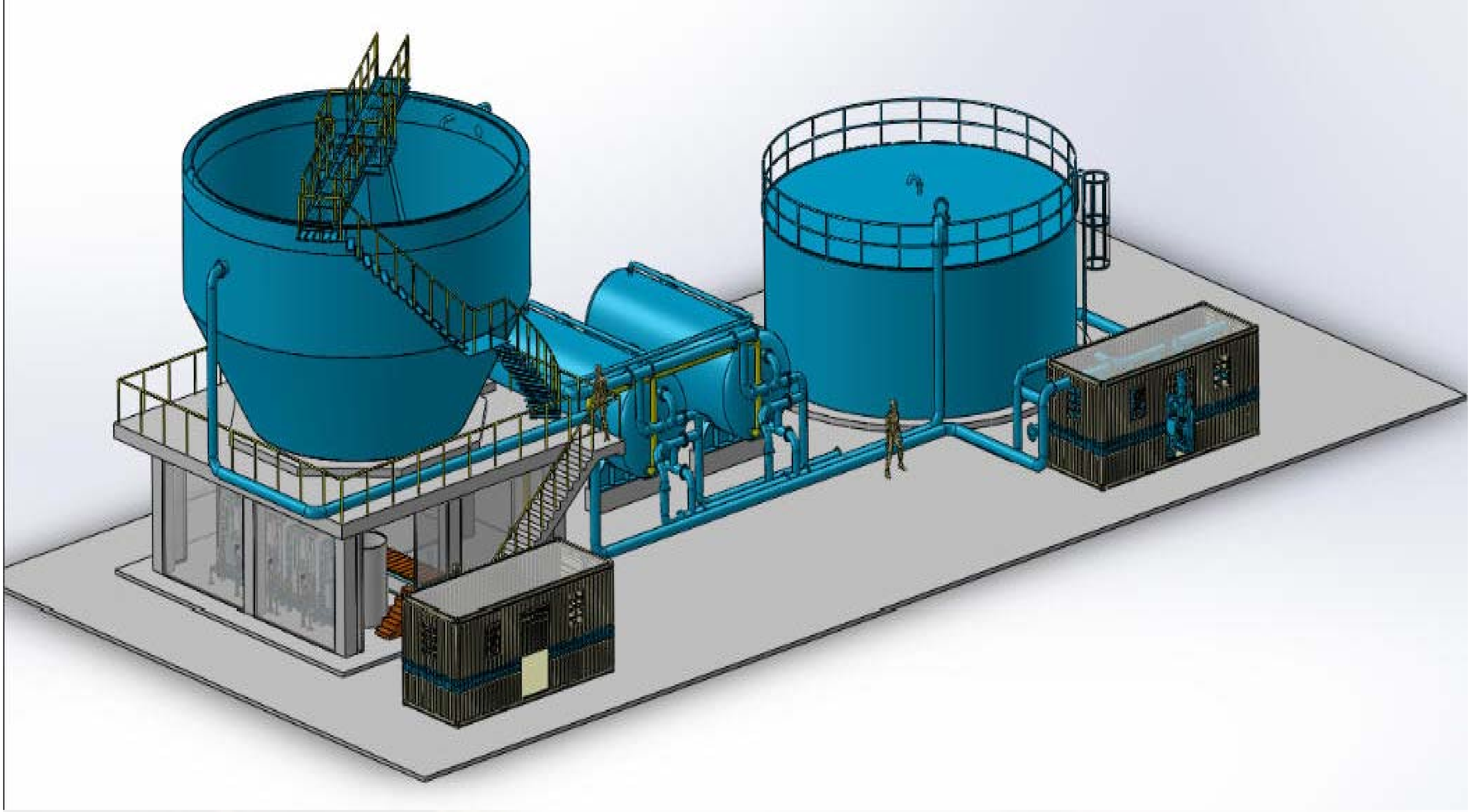
วัตถุประสงค์(ต่อ)

5. เพื่อให้ทราบพารามิเตอร์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมถังตกตะกอนแบบ Solid Contact Clarifier

6. เพื่อให้ทราบสภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอนแบบ Solid Contact Clarifier

ถังตกตะกอน Solid Contact Clarifier

ถังตกตะกอนแบบ Solid Contact Clarifier Tank ประเภท Sludge Recirculation เป็นถังกลม แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนบริเวณตรงกลางถังเป็นส่วนที่ใช้สมานตะกอน (วงกลมด้านใน) และส่วนวงกลมด้านนอก(รัศมีด้านนอกถัง) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับตกตะกอน หลักการคือท่อกระจายน้ำดิบเข้าบริเวณกลางถังมีใบพัดประเภท Turbine Blade (วิธีกลศาสตร์) อยู่บริเวณด้านล่างหรือด้านบนท่อน้ำดิบเพื่อทำหน้าที่ให้เกิดการสมานตะกอนให้รวมตัวกันและเกิดการหมุนเวียนสลัดจ์จากบริเวณตกตะกอนไปยังเขตกวนน้ำซึ่งเป็นทางเข้าของน้ำดิบและสารเคมี บริเวณเขตหมุนเวียนสลัดจ์จะช่วยให้ตะกอนใหม่เกิดขึ้นได้เร็วสลัดจ์จะอยู่ในสภาวะแขวนลอยและอยู่เป็นกลุ่มก้อนมากน้อยตามความถ่วงจำเพาะของมันหรืออัตราเร็วของการไหลขึ้นของน้ำ การอัดตัวของสลัดจ์ไม่ควรปล่อยให้มีขึ้น สลัดจ์ในบริเวณดังกล่าวจะไม่ถูกระบายทิ้งแต่จะใช้สำหรับหมุนเวียนน้ำจะเคลื่อนตัวลงด้านล่างถัง

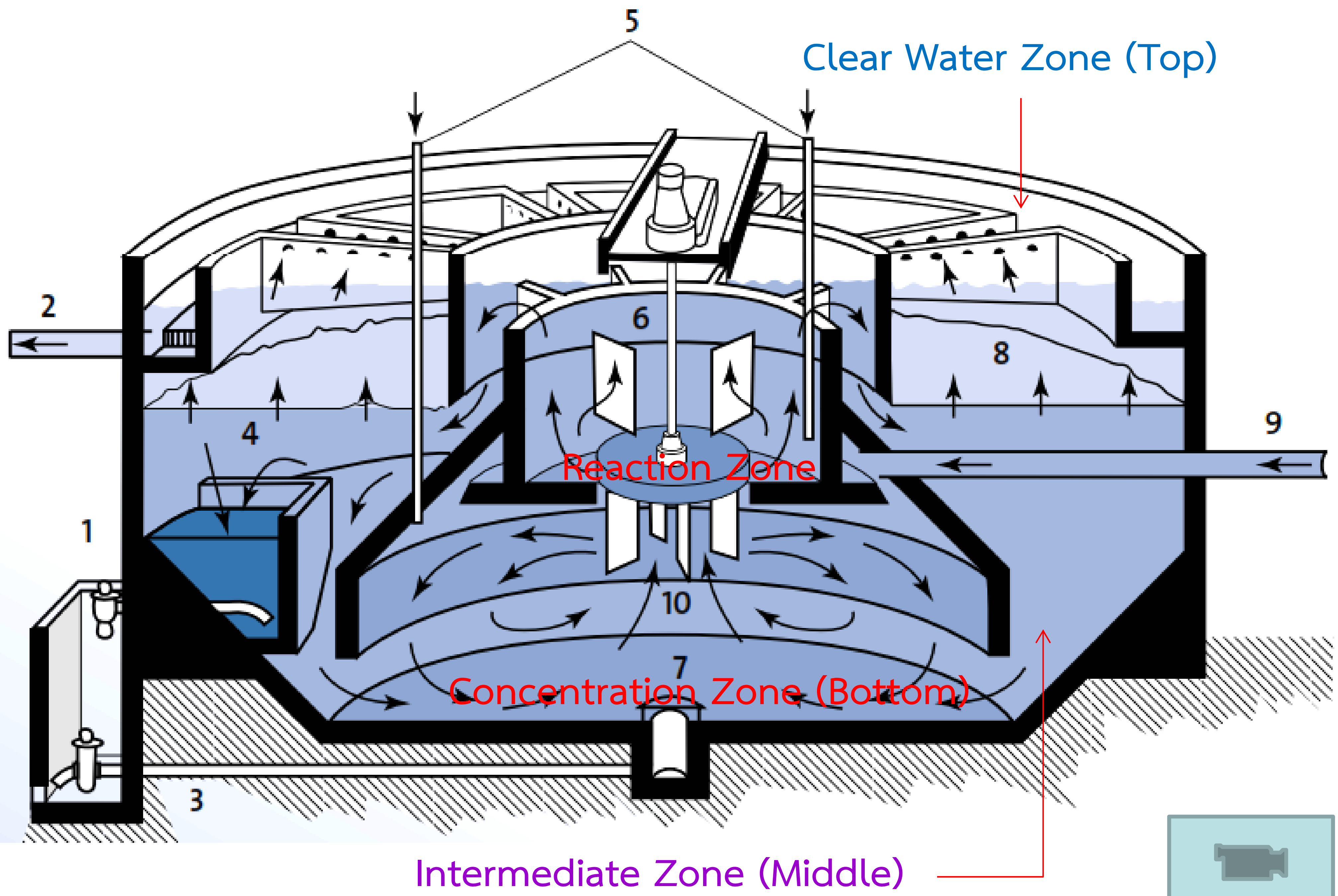


แสดงถังตกตะกอน Solid Contact Clarifier

หลักการทำงาน หลักการทำงานของถัง Solid Contact Clarifier แบบ Sludge Recirculation

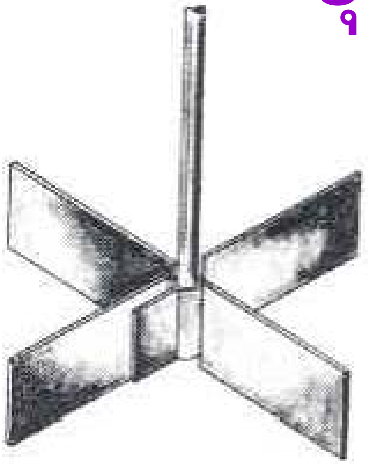
1. น้ำดิบผสมกับสารเคมีในท่อน้ำดิบก่อนเข้าสู่บริเวณกลางถังตกตะกอน (ช่องตรงกลางถัง) บริเวณส่วนด้านบนจะมีอุปกรณ์สำหรับสร้างพลังงาน เรียกว่า Drive Unit ประกอบด้วยชุดมอร์เตอร์(Motor Drive) และชุดเกียร์(Gear) เพื่อทดความเร็วรอบของมอร์เตอร์ และชุดมอร์เตอร์จะมีแกนเพลาประกอบติดกับใบพัดกวนประเภท Turbine Blade หรือแบบ Paddle อยู่บริเวณด้านล่างท่อน้ำดิบหรือสูงกว่าเพื่อกำหนดทิศทางการไหลของน้ำให้ขึ้นข้างบนหรือมุดลงด้านล่างถังเพื่อสร้างสภาพความปั่นป่วนให้เกิดพลังงานระดับหนึ่งทำให้เกิดการสมานตะกอนเกิดการรวมตัวกันของตะกอน

2. อนุภาคคอลลอยด์ที่ทำปฏิกริยากับสารสร้างตะกอนจะเคลื่อนตัวโดยกระจายออกจากบริเวณโซนตรงกลางถังผ่านลงด้านล่างเพื่อเข้าสู่โซนตกตะกอน(วงกลมรัศมีด้านนอก) การกระจายตัวของน้ำจะเป็นตามแนวรัศมีของถัง ตะกอนจะเคลื่อนตัวด้วยความเร็วระดับหนึ่งจากบริเวณด้านล่างถังจนขึ้นมาที่ความสูงของถังระดับหนึ่งของถังความเร็วของตะกอนจะค่อยๆ ลดลงเป็นศูนย์และตกลงไปบริเวณด้านล่างถังกลายเป็นกลุ่มตะกอนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

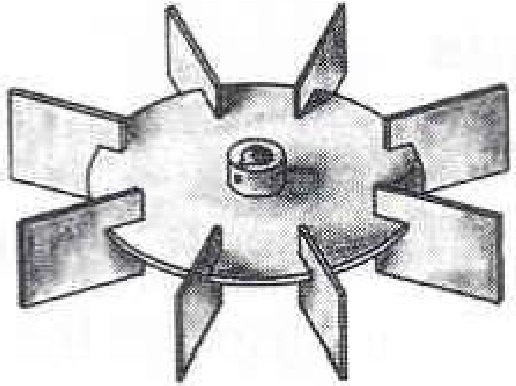


ที่มา : GRUNDFOS TECHNICAL DOCUMENTATION Pumps in water treatment , 2002

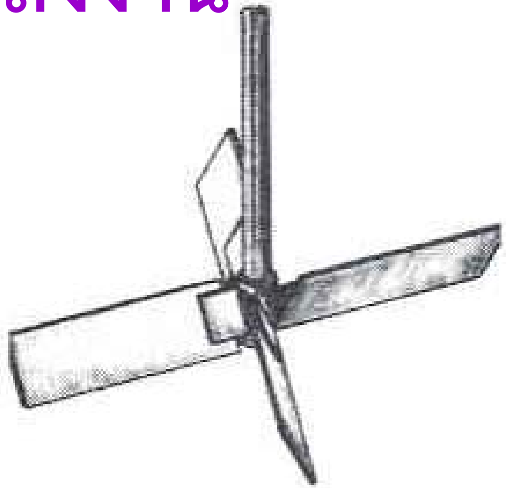
อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการสร้างพลังงาน



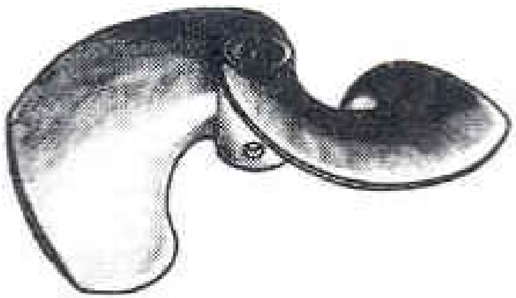
(a) - paddle(ใบพาย)



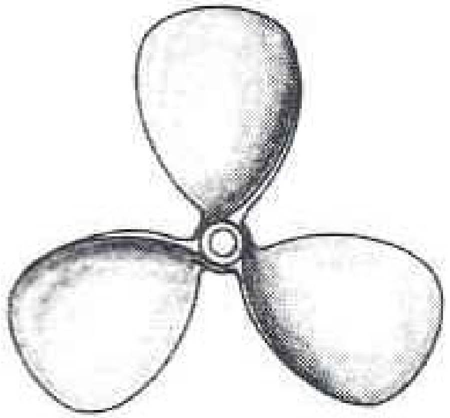
(b) - turbine(ใบจักร)



(c) - propeller(ใบจักร)

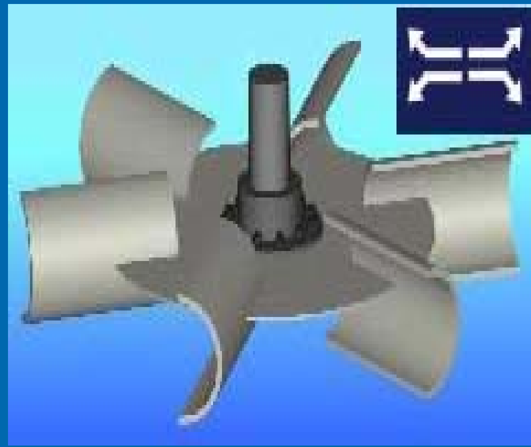


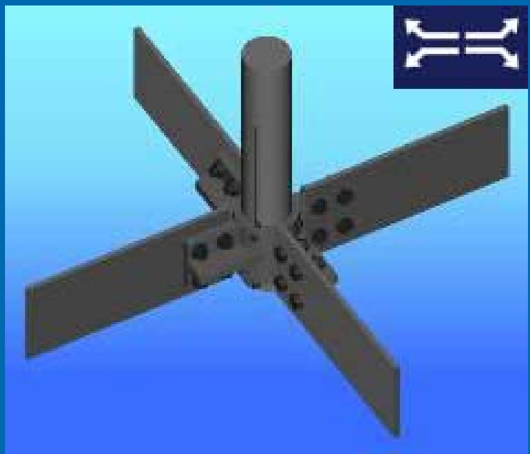
(d) - impeller(ใบพัด)



(e) - impeller(ใบพัด)

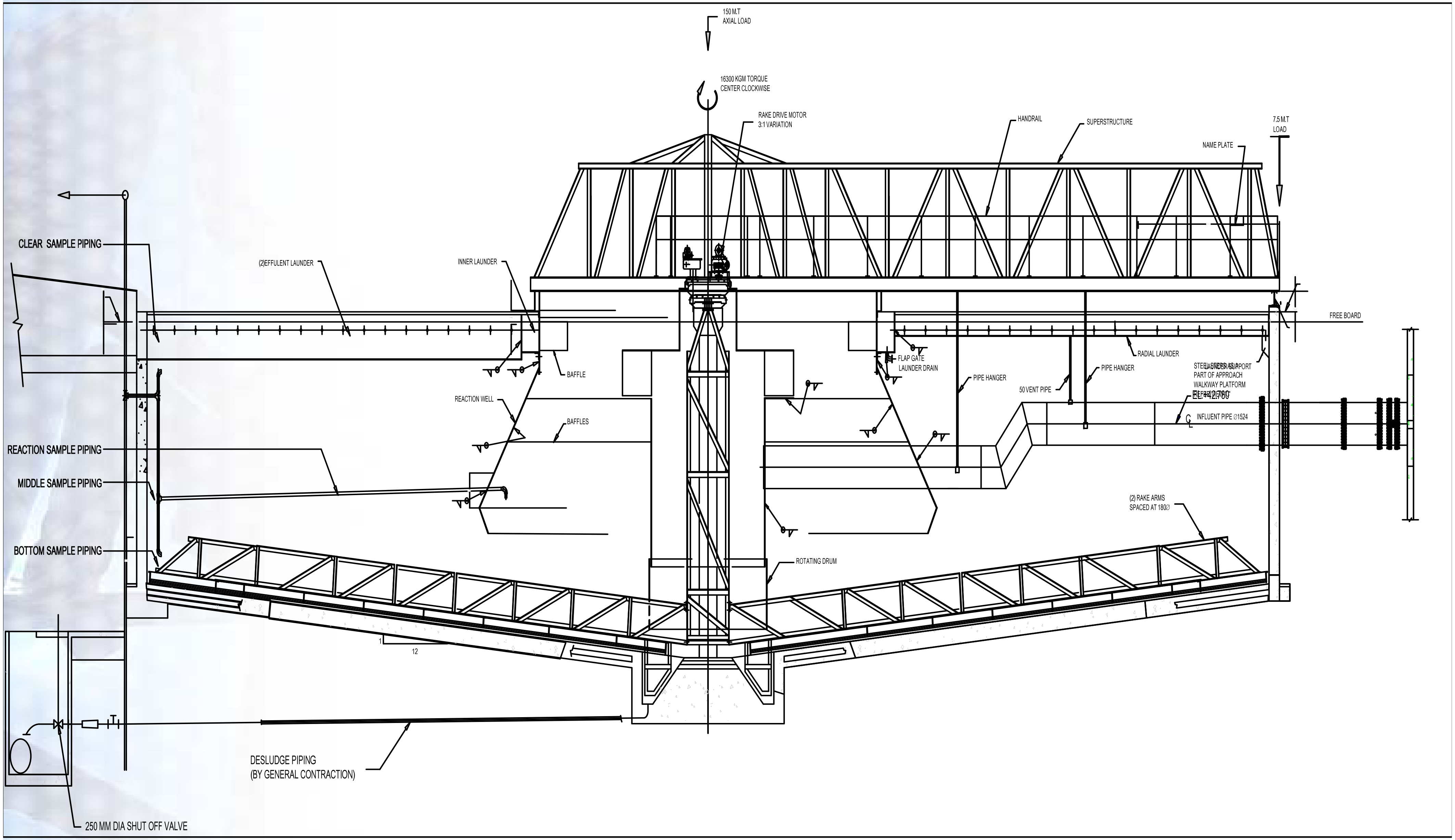
ที่มา : จากหนังสือ Water Works Engineering Planning,Design & Operation (2000)



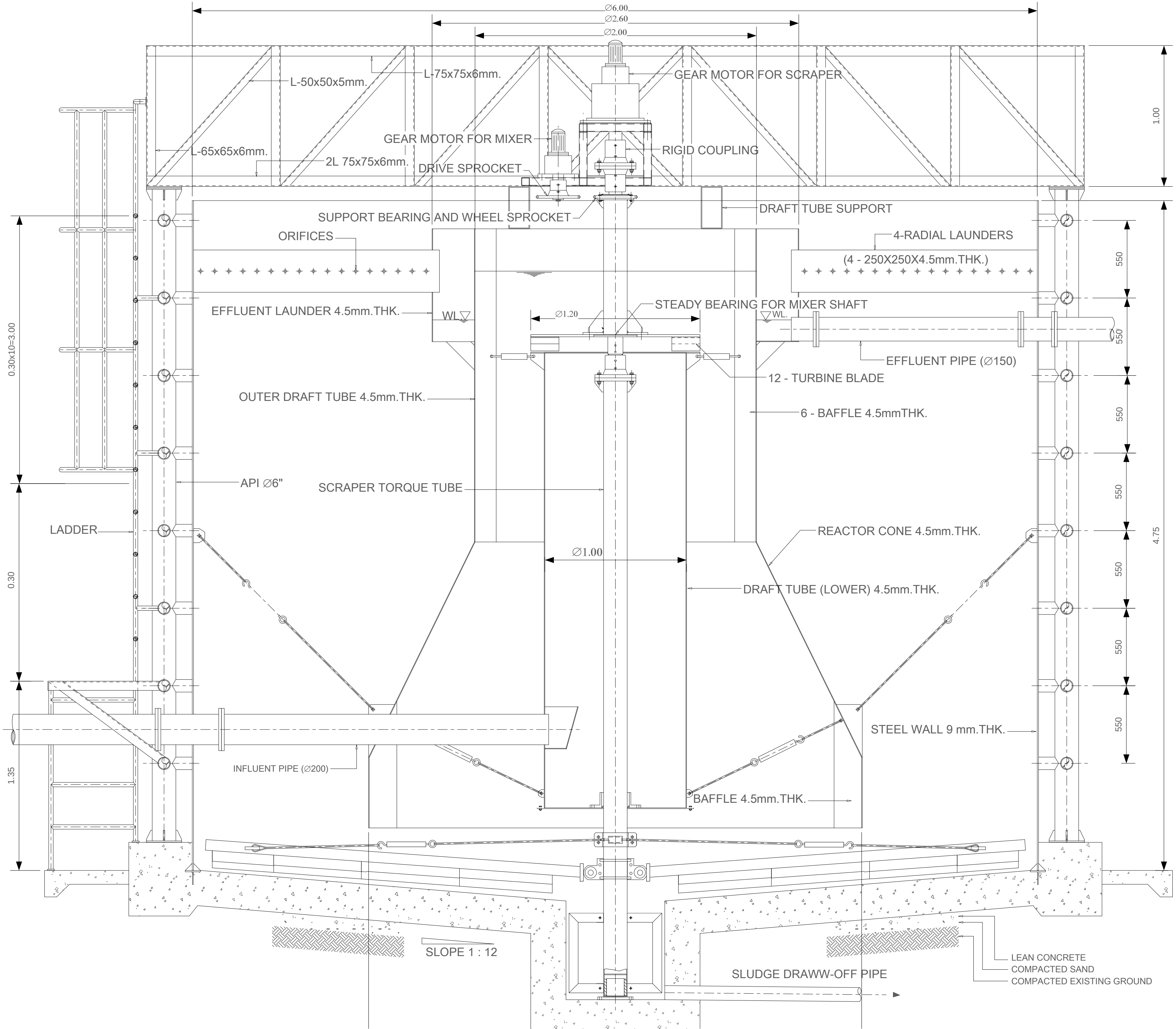


3. ตะกอนที่ตกลงมานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่ต้องกำจัดออกจากถัง(Sludge Disposal)และส่วนที่นำมาหมุนเวียนใหม่(Slurry circulation) ส่วนที่ต้องกำจัดออกจากถังจะตกลงไปในซองรับตะกอน(Sludge Hopper)หลังจากนั้นจะเกิดกลไกการอัดตัวกันของตะกอนซึ่งจะใช้ระยะเวลาหนึ่งจนได้ความเข้มข้นที่ต้องการแล้วจะถูกระบายออกจากถังต่อไป และยังมีตัวกวาดตะกอนบริเวณด้านล่างถังตกตะกอน (Sludge Scraper) เพื่อกำจัดตะกอนบริเวณด้านล่างถังออกไป ตะกอนส่วนที่นำมาหมุนเวียนใหม่(Slurry circulation) จะเคลื่อนตัวลงมาบริเวณด้านล่างถังและกลับเข้าไปบริเวณตรงกลางถังทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกริยาทำให้ตะกอนใหม่เกิดได้เร็ว โดยมีค่า Design Criteria ของอัตราการหมุนเวียนตะกอนที่นำมาหมุนเวียนใหม่เท่ากับ 3 – 5 เท่าของอัตราการไหลน้ำเข้าถัง, Kawamura (2000) น้ำส่วนใสเท่านั้นที่สามารถผ่านขึ้นไปบริเวณด้านบนของถังสู่ท่อรับน้ำสะอาด (Trough or Launder) เพื่อไปสู่ถังกรองต่อไป

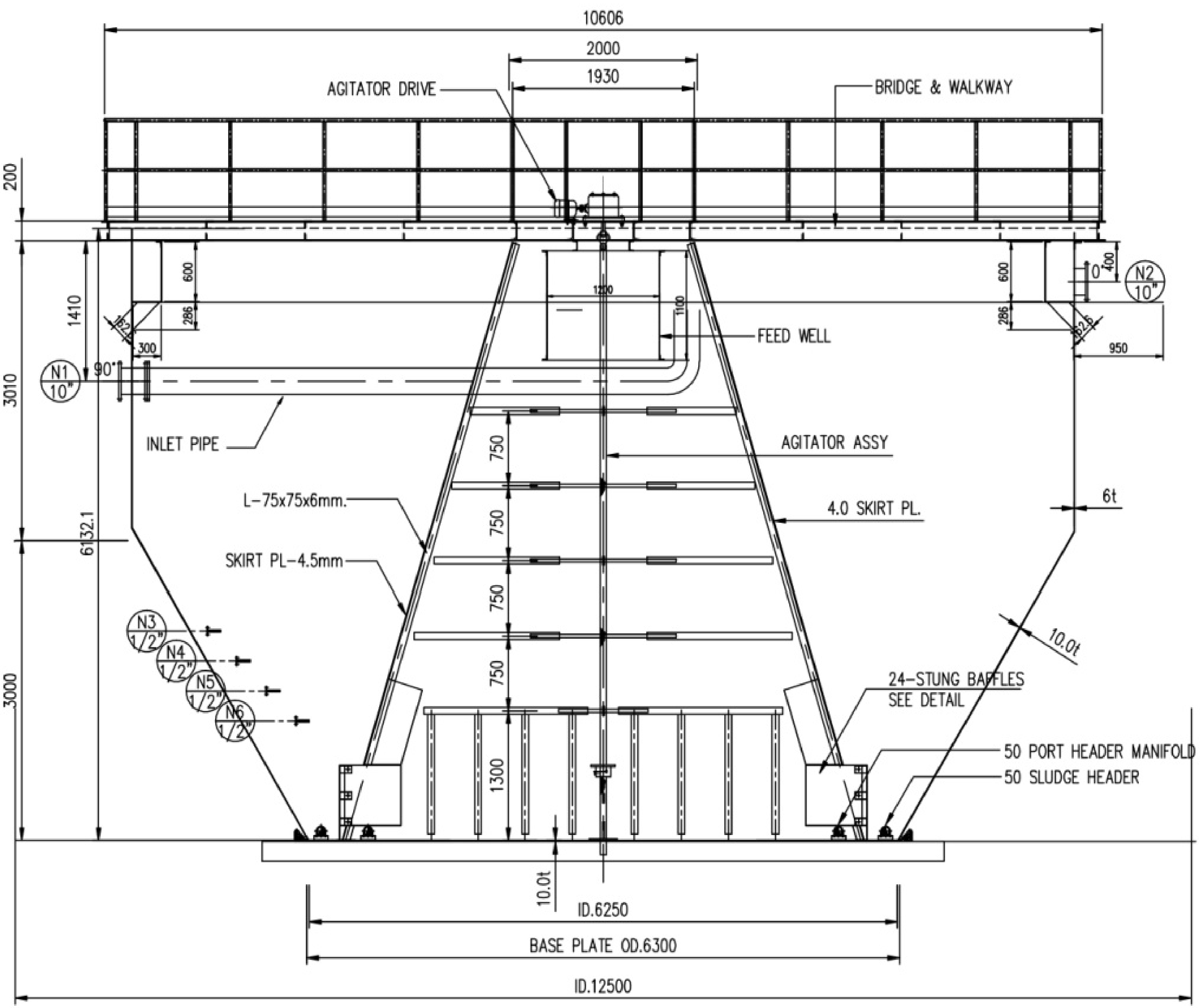
ระยะเวลาที่น้ำดิบอยู่บริเวณตรงกลางถัง(Flocculation Zone) ประมาณ 20 - 40 นาที โดยทั่วไปใช้ค่า 20 นาที Kawamura (2000)) และระยะเวลาของน้ำที่อยู่บริเวณ Sedimentation Zone ประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง ค่า Surface loading น้อยกว่า 2.5 เมตร/ชั่วโมง กรณีที่ต้องการตกตะกอนความกระด้าง(Softening) Surface Loading ระหว่าง 5 – 7 เมตร/ชั่วโมง ซึ่งทำให้สามารถลดพื้นที่หน้าตัดของถังลงได้ (Water Treatment Handbook, Degremont Volume 2, 1991)



ถังตกตะกอน Solid Contact Clarifier แบบ Sludge Recirculation



∅6.00
∅2.60
∅2.00
L-50x50x5mm.
L-75x75x6mm.
GEAR MOTOR FOR SCRAPER
1.00
GEAR MOTOR FOR MIXER
RIGID COUPLING
L-65x65x6mm.
2L 75x75x6mm.
DRIVE SPROCKET
SUPPORT BEARING AND WHEEL SPROCKET
DRAFT TUBE SUPPORT
ORIFICES
4-RADIAL LAUNDERS
(4 - 250X250X4.5mm.THK.)
550
STEADY BEARING FOR MIXER SHAFT
EFFLUENT LAUNDER 4.5mm.THK.
WL
∅1.20
WL.
EFFLUENT PIPE (∅150)
12 - TURBINE BLADE
0.30x10=3.00
OUTER DRAFT TUBE 4.5mm.THK.
6 - BAFFLE 4.5mmTHK.
API ∅6"
SCRAPER TORQUE TUBE
LADDER
REACTOR CONE 4.5mm.THK.
4.75
∅1.00
0.30
DRAFT TUBE (LOWER) 4.5mm.THK.
STEEL WALL 9 mm.THK.
INFLUENT PIPE (∅200)
1.35
BAFFLE 4.5mm.THK.
SLOPE 1 : 12
SLUDGE DRAWW-OFF PIPE
LEAN CONCRETE
COMPACTED SAND
COMPACTED EXISTING GROUND



SECTION "B"-"B"

SCALE: 1/100

ขั้นตอนการควบคุมระบบ

1. ขั้นเตรียมการก่อนการเดินเครื่อง

1.1 ประสานงานสถานีสูบน้ำดิบและสถานีสูบจ่ายสารเคมีเพื่อเตรียมความพร้อมในการเดินเครื่อง

1.2 เตรียมความพร้อมของถังตกตะกอนให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำดิบที่เข้าถังตกตะกอน

- เปิดวาล์วน้ำเข้า (Influent valve) 100 เปอร์เซ็นต์
- เปิดวาล์วจ่ายสารเคมีตกตะกอนเข้าถังตกตะกอนปรับอัตราการจ่ายเข้าถังตกตะกอนให้เหมาะสมกับสภาพน้ำในเวลานั้นๆ

1.3 เดินและปรับรอบ Turbine Speed และ Sludge Scraper ให้เหมาะกับสภาพน้ำดิบ

1.4 ตรวจสอบสภาพทั่วไปของถังตกตะกอน เช่น เสียงของเครื่องจักร น้ำมันหล่อลื่น ชุดควบคุมการระบายตะกอน

การเริ่มต้นเดินถังตกตะกอน Solid Contact Clarifie ครั้งแรก

การเริ่มใช้งานถังตกตะกอน จำเป็นต้องมีการสร้างเนื้อตะกอนขึ้นมาก่อน ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้อัตราการผลิตไม่เกิน 50 % ของอัตราการผลิตสูงสุด ถ้าใช้อัตราการผลิตสูงกว่านี้จะทำให้ตะกอนไม่มีการรวมตัวกันอยู่ในถังจะหลุดลอยไปกับน้ำ ระยะเวลาการสร้างเนื้อตะกอนขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำดิบและปริมาณสารเคมีที่ใช้อาจใช้เวลาตั้งแต่ 3 ชั่วโมงขึ้นไปแต่โดยทั่วไปมักไม่เกิน 24 ชั่วโมง หรืออัตราการผลิตเท่าเดิมแต่เพิ่มอัตราการจ่ายเคมีอีก 1 เท่า

การควบคุมถังตกตะกอน (กรณีเริ่มใช้งานครั้งแรก)

1. เปิดน้ำเข้าทาง Influent Valve ให้ได้ปริมาณ 50% ของอัตราการผลิตปกติ
2. ปิด Drain Valve ทั้งหมด (Sludge Drain valve และ Bottom Drain)

การควบคุมถังตกตะกอน (กรณีเริ่มใช้งานครั้งแรก) (ต่อ)

3. ปรับสารเคมีที่ใช้ในการสร้างตะกอนให้มากกว่าอัตราการจ่ายปกติ (ขึ้นอยู่กับสภาพและความขุ่นน้ำดิบขณะนั้น) ประมาณ 50 %

4. เดินเครื่องชุด Drive Unit ก่อนการเดินเครื่องให้ปรับ Speed ของ Turbine และ Sludge Scraper ไปที่ Minimum Speed และค่อยๆเพิ่มขึ้นช้าๆจนถึงระดับที่ออกแบบไว้ ส่วนหน้าจอควบคุมของ Drive Unit Control ขึ้นอยู่กับการออกแบบว่าต้องการแบบไหน (Turbine Drive ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ 300-1200 rpm เป็นความเร็วรอบของใบพัดประมาณ 3-5 rpm) และ (RAKE Drive ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ 300-1200 rpm เป็นความเร็วรอบของใบพัดประมาณ 0.008-0.033 rpm)

การควบคุมการระบายตะกอนส่วนเกินออกจากถังตกตะกอนบริเวณที่รวมตะกอน (internal concentrator) สามารถควบคุมโดย

1. การตั้งเวลา (Time Control) ระบายตะกอนโดยตั้งรอบเวลาการระบายตะกอนเป็นช่วงๆ

การควบคุมการระบายตะกอนส่วนเกินออกจากถังตกตะกอนบริเวณที่รวมตะกอน (internal concentrator) สามารถควบคุมโดย

2. ควบคุมโดยใช้วาล์วขับตะกอน (Meter Control) ถังตกตะกอนสามารถระบายตะกอนออกจากถังได้โดยตรงจากวาล์วขับตะกอนโดยใช้คนซึ่งขึ้นอยู่กับแผนการควบคุมระบบผลิตน้ำ

การหยุดการใช้งานชั่วคราวกรณีหยุดจ่ายน้ำดิบเข้าถังตกตะกอน

1. ให้รักษาระดับของชั้นตะกอน โดยการปิด Drain Valve ทั้งหมดเพื่อป้องกันไม่ให้ตะกอนถูกระบายทิ้ง ระหว่างที่ปิดใช้งานชั่วคราว

2. ชุด Drive Unit จำเป็นต้องทำงานอยู่เพียงแต่ลด Speed ของ Turbine ลงเพื่อยังคงรักษาค่าของ Concentration of Sludge ภายใน Reaction Zone

3. เมื่อมีการใช้งานครั้งต่อไปให้ปรับ Flow Rate ของน้ำดิบทาง Influent Valve ควรปรับช้าๆ เป็นช่วงๆ ประมาณ 5 ถึง 10 นาทีต่อครั้งอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการแตกตัวของตะกอนภายใน Reaction Zone

การหยุดเดินระบบ

ถ้ามีการหยุดเดินถังตกตะกอน Solid Contact Clarifier การรักษาตะกอนให้อยู่ในถังตกตะกอน ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเกิดตะกอนอีกครั้งและแนวโน้มของการหมัก แม้ว่ากฎข้างต้นจะสามารถใช้ได้แต่จะสมบูรณ์หลังจากเริ่มเดินระบบแล้ว

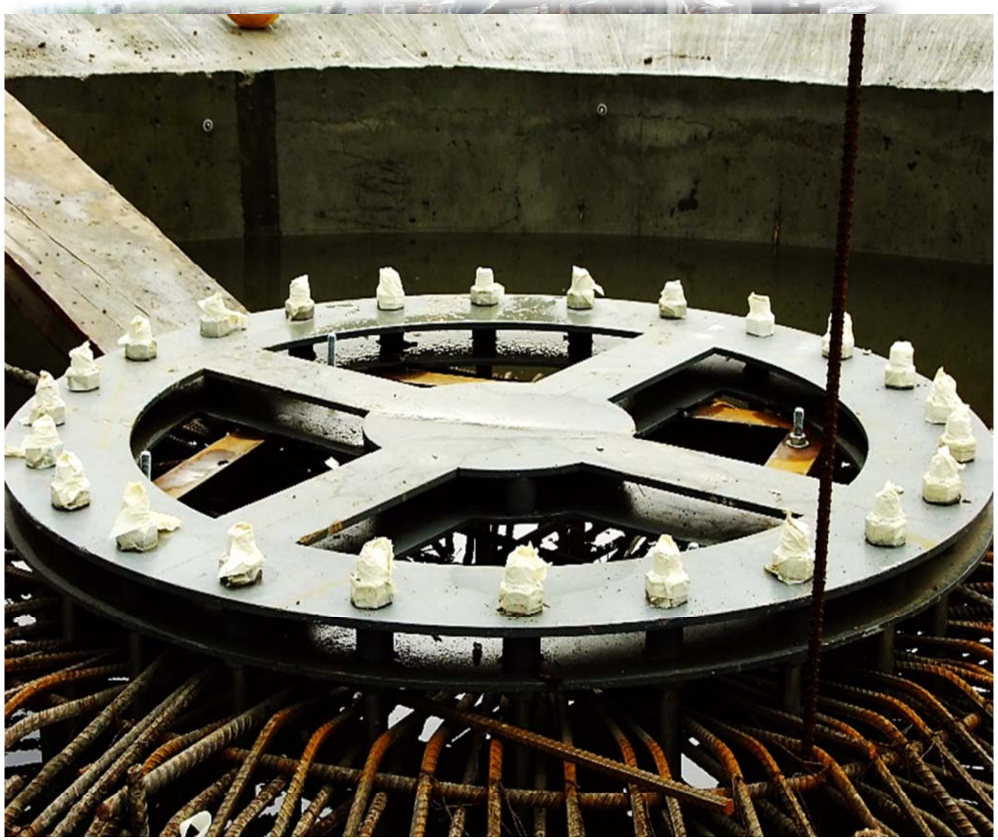
บริหารจัดการตะกอนในถังตกตะกอน Solid Contact Clarifier

เวลาที่หยุด	Turbine	การทิ้งตะกอนชั้นตะกอน
1. ไม่กี่ชั่วโมง	หยุด	เก็บไว้
2. น้อยกว่า 3 วัน	หยุด	เก็บไว้
3. มากกว่า 3 วัน	หยุด	ทิ้ง

ขั้นตอนการก่อสร้างถังตกตะกอน
Solid Contact Clarifier แบบหมุนเวียนสลัดจ์
(Sludge Recirculation)

Sludge Drain Pipe at Clarifier No.21,22,23,24

Sludge Drain Pipe at Clarifier No.21,22,23,24



การติดตั้งแท่นรองรับ Center Column

Center Column and Drive Unit Installation

Cage and Drive Unit Installation


TADANO
SUPER CRANE
160t
SUPER TERRAIN 1600
08-18497724
02-5744410
02-9808828-30
160t
TG-1600M

Cage and Drive Unit Installation

Clarifier No.21

Clarifier No.22

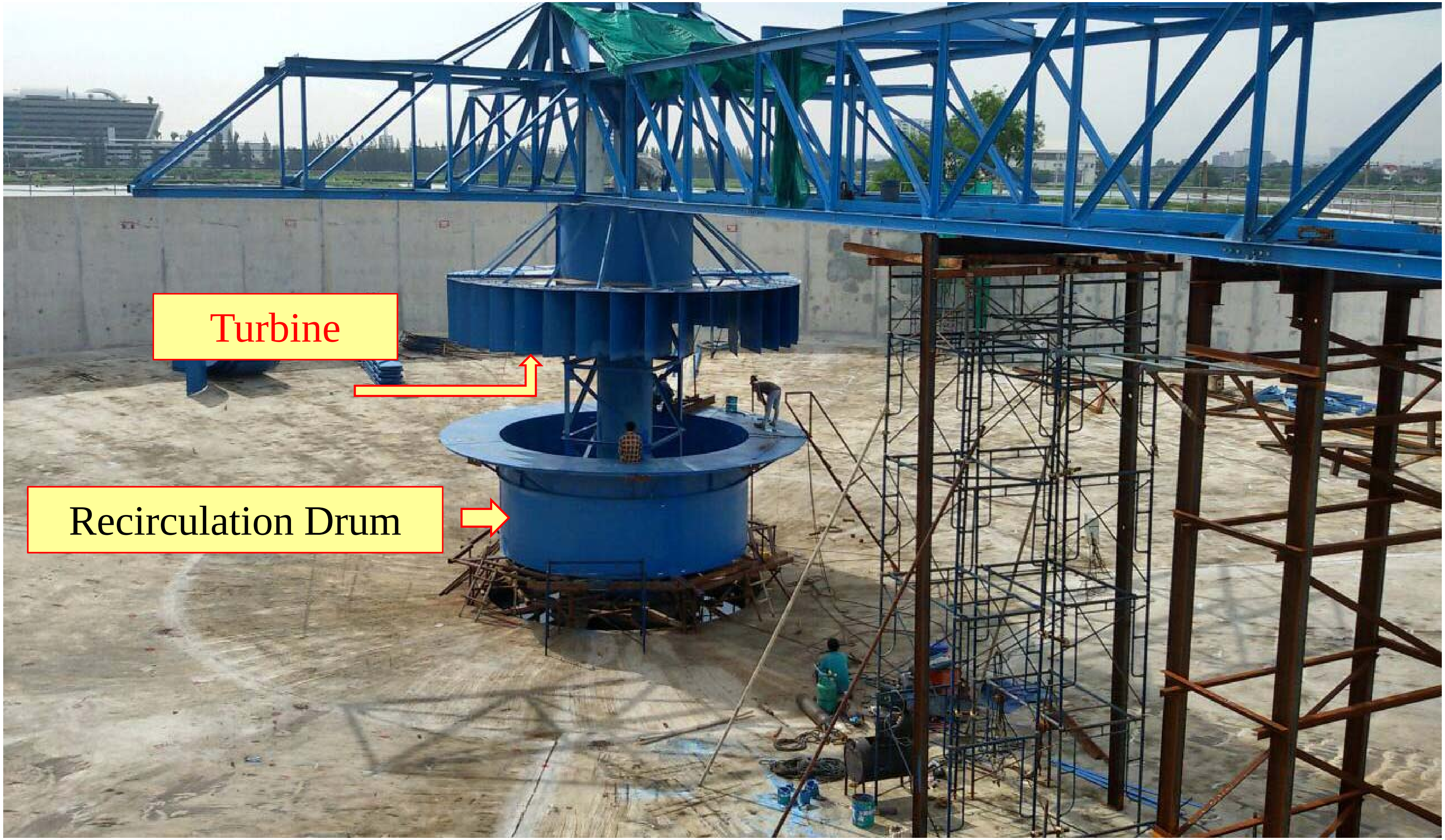
Clarifier No.23

Clarifier No.24

Center Column and Driver Unit

Super Structure

Turbine and Recirculation Drum


Turbine
Recirculation Drum


Turbine

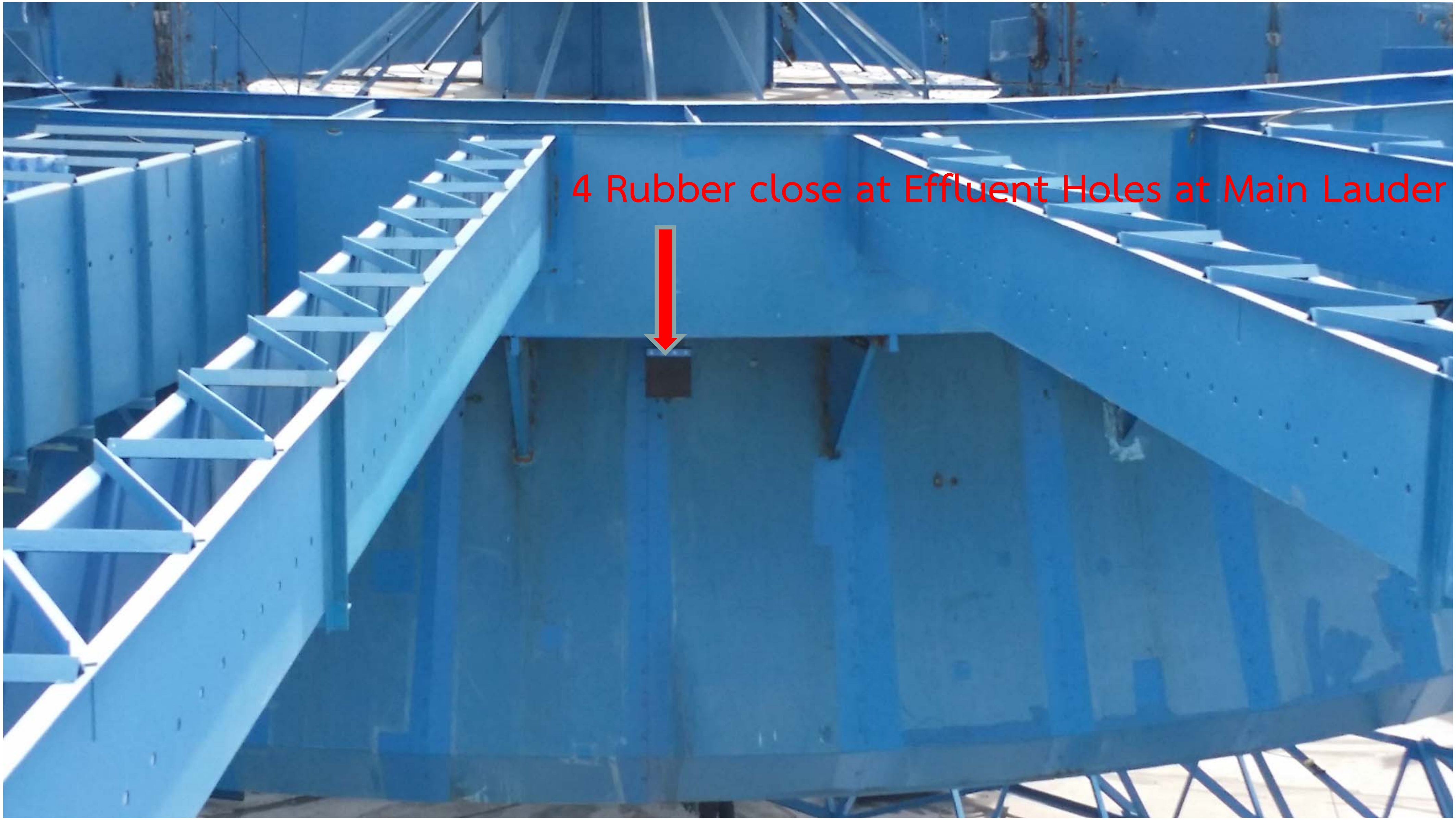

Recirculation Chamber


Reaction Well


Annular Lauder

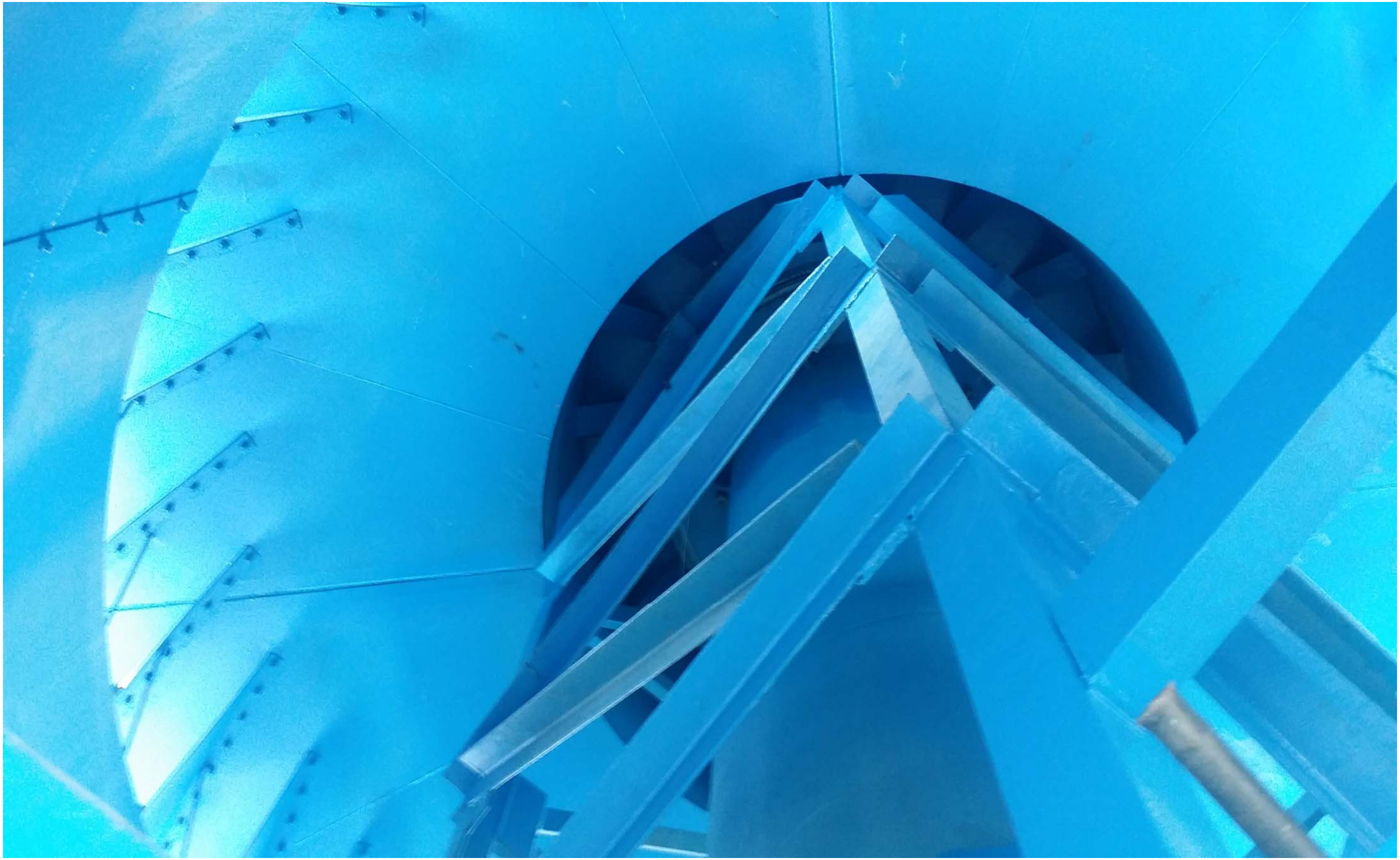

Main Lauder


Main Lauder
4 Holes at Main Lauder


4 Rubber close at Effluent Holes at Main Lauder


Effluent Lauder


Influent pipe Ø 1500 mm.



การเก็บตัวอย่างน้ำตะกอน

ควรมีการเก็บและบันทึกผลการวัดค่าตะกอนทุกๆ 3 ชั่วโมงทั้ง 4 จุดคือ

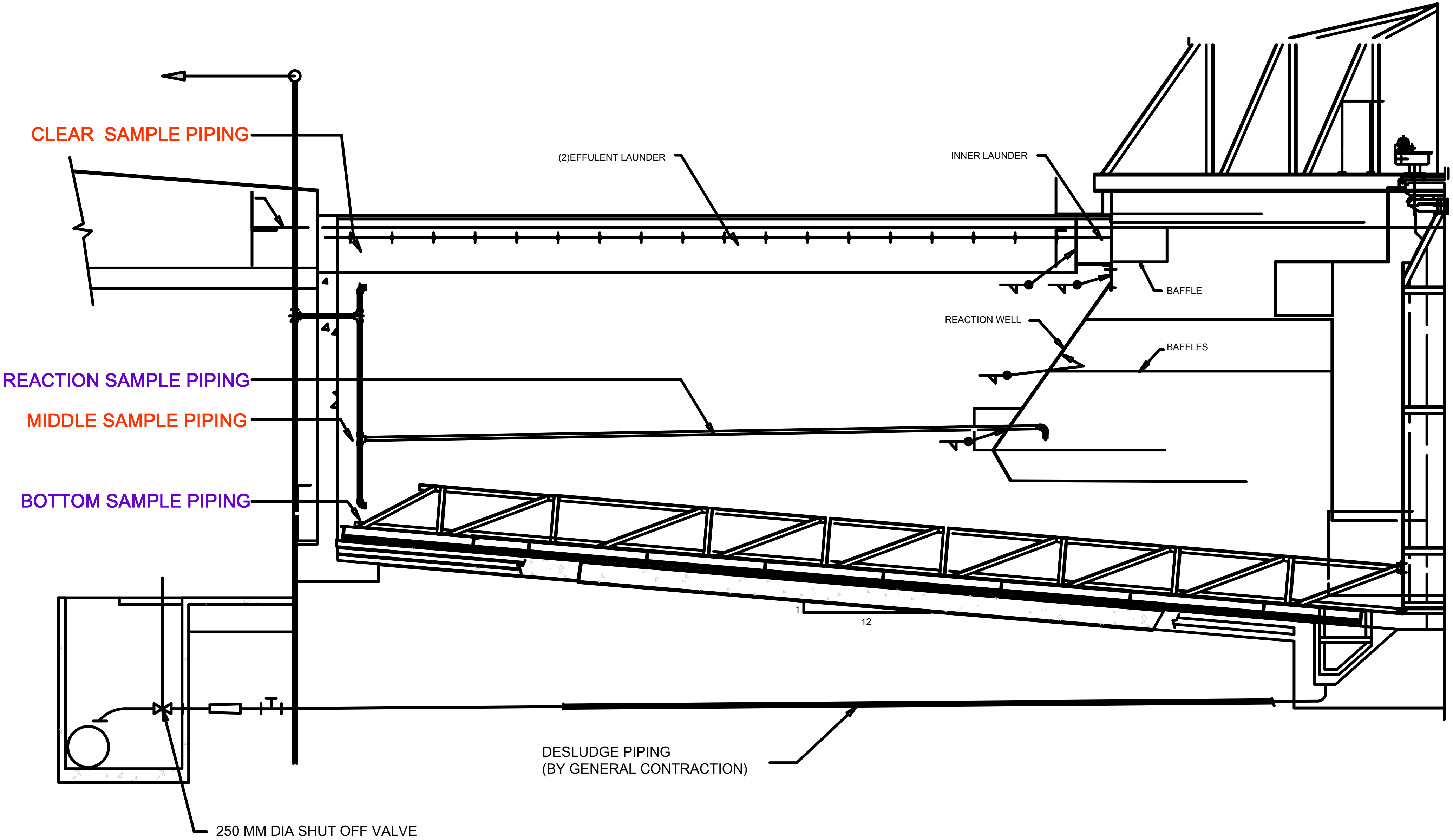
1. จุด Reaction Zone (บริเวณภายโซนด้านใน) หรือ Reaction Well ระดับที่วัดจากพื้นของถังประมาณ 2.2 เมตร (ขึ้นอยู่กับการออกแบบ)

2. จุด Concentration Zone(Bottom) ระดับที่วัดจากพื้นขอบถังประมาณ 0.3 เมตร (ขึ้นอยู่กับการออกแบบ)

3. จุด Intermediate Zone (Middle) ระดับที่วัดจากพื้นขอบถังประมาณ 0.825 เมตร (ขึ้นอยู่กับการออกแบบ)

4. จุด Clear Water Zone (Top) ระดับที่วัดจากพื้นขอบถังประมาณ 3.3 เมตร

ตำแหน่งติดตั้ง Sludge Sampling Cocks



Clear Sample Piping

Reaction Sample Piping

Middle Sample Piping

Bottom Sample Piping

Clear Sample Piping

Reaction Sample Piping

Middle Sample Piping

Bottom Sample Piping


Reaction Sample Piping


Reaction Sample Piping

Reaction Sample Piping at reaction well

การเก็บตัวอย่างตะกอน ใช้กระบอกตวงปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยเปิดวาล์ว Sample Sludge โดยต้องทำการระบายตะกอนที่อยู่ในท่อ Sample Sludge ทิ้งไปก่อนประมาณ 5 วินาที แล้วค่อยเก็บตัวอย่างตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อวัดเปอร์เซ็นต์ตะกอนแต่ละชั้นภายในถังตกตะกอนเพื่อเป็นแนวทางในการตั้งเวลาของการระบายตะกอน (Drain Sludge) ควรจะรักษาระดับชั้นของ Sludge ภายใน Reaction Zone และ Concentration Zone (Bottom) ให้คงมีอยู่

การรักษาเปอร์เซ็นต์ Sludge ใน Reaction Zone ประมาณ 1 – 20 %(ขึ้นอยู่กับสภาพน้ำดิบ ณ เวลานั้นๆ) และที่ Concentration Zone (Bottom) ประมาณ 1 – 10 % แต่ต้องควบคุมไม่ให้เกิดที่ Middle หรือ Top

ในกรณีที่ค่าเปอร์เซ็นต์ตะกอนที่ Reaction Zone และ Bottom เกินค่าที่กำหนดไว้หรือเกิดค่าที่จุด Middle จะต้องทำการเปิด Sludge Drain Valve เพื่อระบายตะกอนออกจากถังโดยการเปิด Sludge Drain Valve ทำได้ดังนี้

- เปิด Sludge Drain Valve เพื่อระบายตะกอน ไม่เกินครั้งละ 10 นาที หรือทำการ Manual Drain มากหรือน้อยตามสภาพความเหมาะสมของปริมาณตะกอนในถัง


Clear Water Zone
Reaction Zone

- การเปิด Sludge Drain Valve สามารถควบคุมได้ที่ตัว Valve หรือจากห้องควบคุมระยะไกลผ่านระบบ PLC

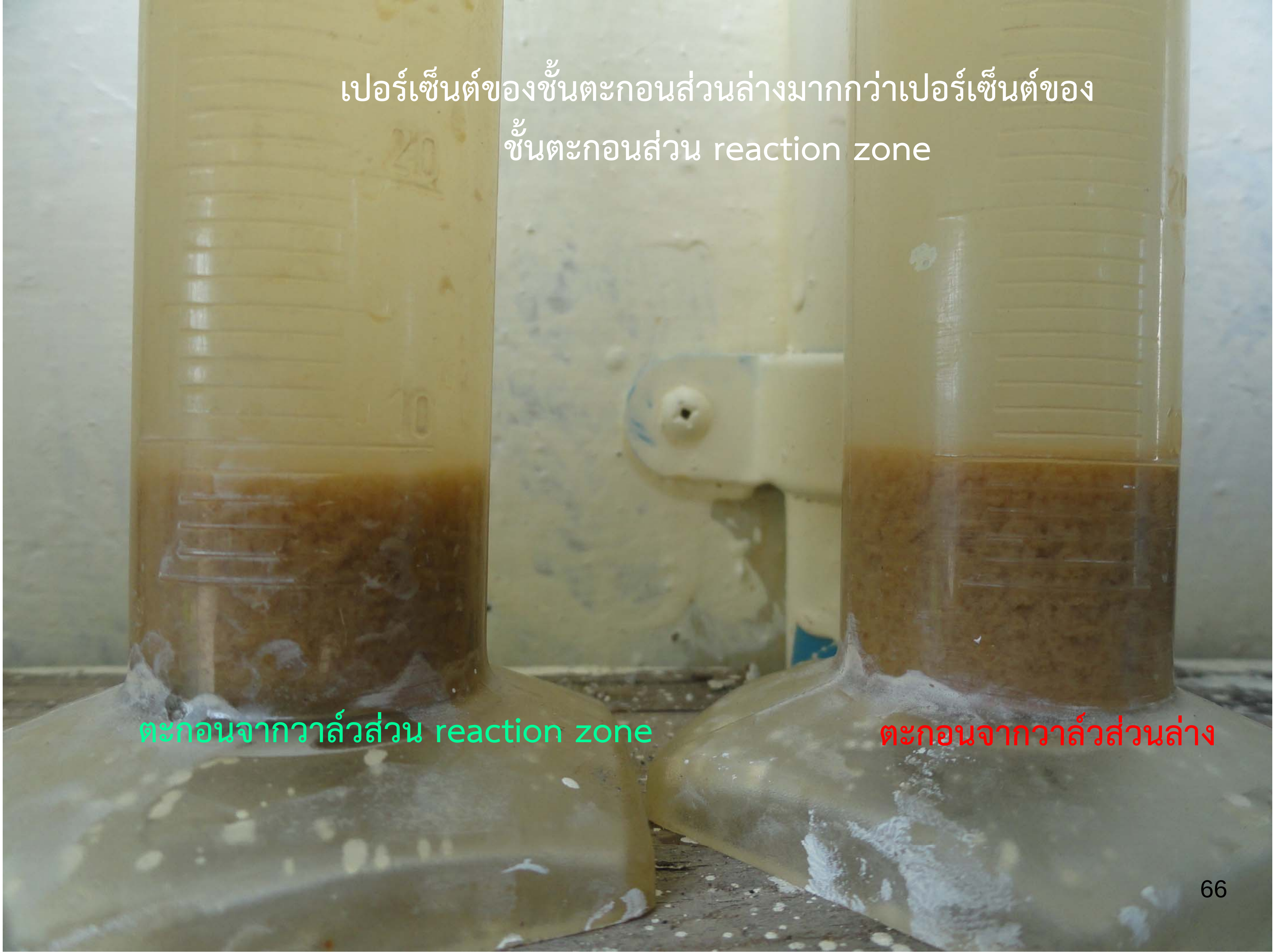
การควบคุมคุณภาพน้ำภายในถังตกตะกอน

1. Turbine Speed ควรอยู่ประมาณ ½ - ¾ ของ Maximum Speed ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของ Floc, เปอร์เซ็นต์ของ Sludge และ Concentration ของ Solid ภายใน Reaction Zone

2. Sludge ที่พื้นถังด้านล่างสุด (Bottom) ควรรักษาให้อยู่ในระดับ 0.3 ถึง 0.6 เมตร โดยสังเกตุจากการเก็บตัวอย่างตะกอนที่ Bottom และสังเกตุตะกอนที่ตกว่ามีขนาดเท่าใด

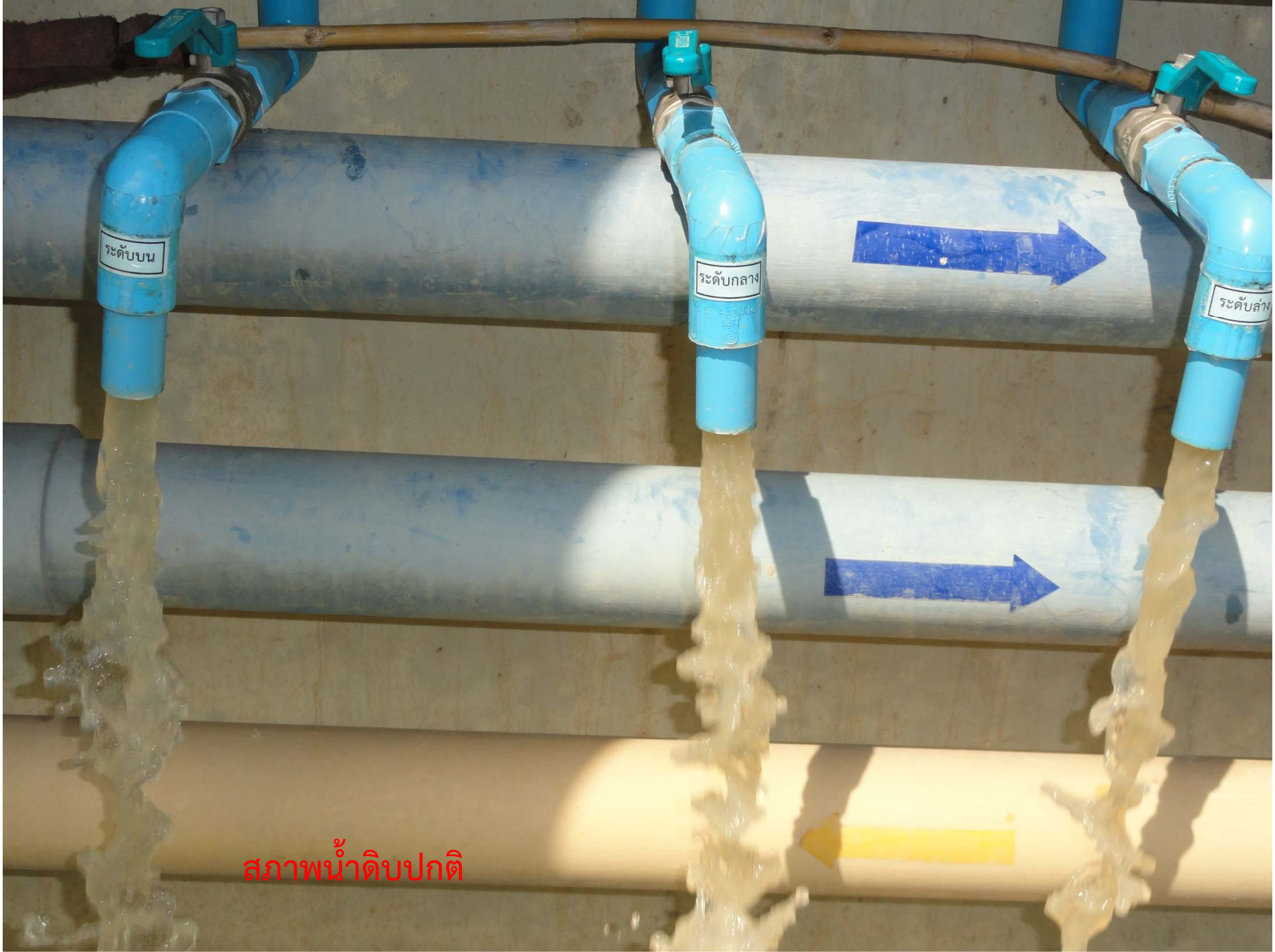
3. ควรรักษาเปอร์เซ็นต์ของ Sludge ภายใน Reaction Zone ประมาณ 1 – 20 % และรักษาเปอร์เซ็นต์ของ Sludge ที่ Bottom ประมาณ 1 – 10 % แต่ต้องไม่ให้เกิดขึ้นที่ Middle ซึ่งจะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของ Sludge ได้


เปอร์เซ็นต์ของชั้นตะกอนส่วนล่างใกล้เคียง
เปอร์เซ็นต์ของชั้นตะกอนส่วน reaction zone
ตะกอนจากวาล์วส่วน reaction zone
ตะกอนจากวาล์วส่วนล่าง


เปอร์เซ็นต์ของชั้นตะกอนส่วนล่างมากกว่าเปอร์เซ็นต์ของ
ชั้นตะกอนส่วน reaction zone
ตะกอนจากวาล์วส่วน reaction zone
ตะกอนจากวาล์วส่วนล่าง


เปอร์เซ็นต์ของชั้นตะกอนส่วนล่างมากกว่า
เปอร์เซ็นต์ของชั้นตะกอนส่วนกลาง
ระดับล่าง
ระดับกลาง
ระดับบน

สภาพน้ำดิบปกติ


ระดับบน
ระดับกลาง
ระดับล่าง
สภาพน้ำดิบปกติ

สภาพน้ำดิบมีน้ำเสียปนเปื้อน

สภาพน้ำดิบมีน้ำเสียปนเปื้อน


เปอร์เซ็นต์ของชั้นตะกอนส่วน reaction zone มากกว่า
เปอร์เซ็นต์ของชั้นตะกอนส่วนล่าง
ตะกอนจากวาล์วส่วน reaction zone
ตะกอนจากวาล์วส่วนล่าง

การสังเกตลักษณะทางกายภาพของตะกอนมีดังนี้

1. ลักษณะของสีตะกอนในแต่ละช่วงเวลา

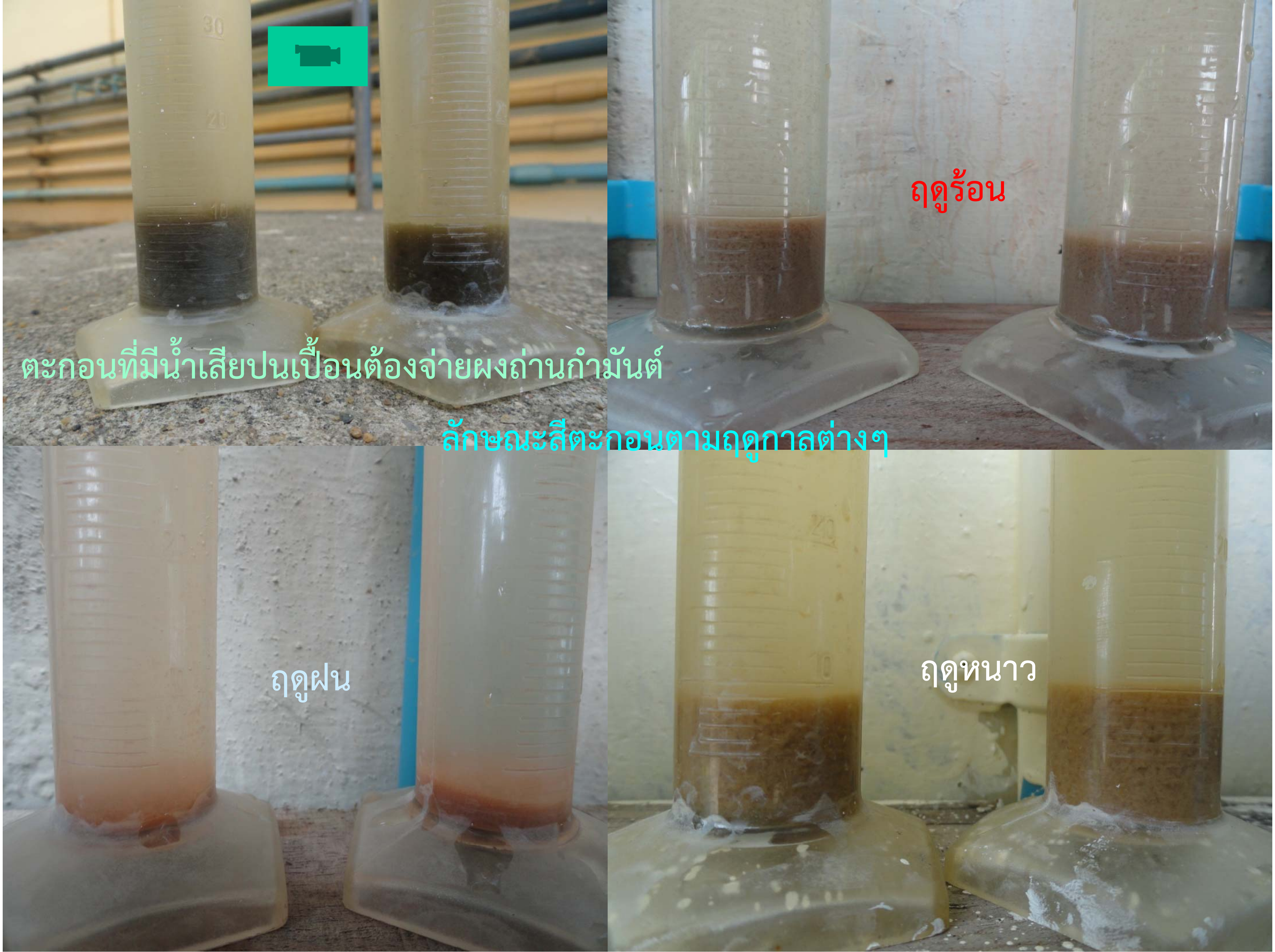
2. ลักษณะความหนาแน่นตะกอนในแต่ละช่วงเวลา

   2.1 ดูจากลักษณะการตกตะกอนว่าเร็วหรือช้า

   2.2 ดูจากลักษณะการอัดตัวของตกตะกอน

      2.2.1 ตะกอนมีช่องว่างหรือลักษณะฟู

      2.2.2 ตะกอนมีลักษณะอัดตัวกันแน่น


ตะกอนที่มีน้ำเสียปนเปื้อนต้องจ่ายผงถ่านกำมันต์
ฤดูร้อน
ลักษณะสีตะกอนตามฤดูกาลต่างๆ
ฤดูฝน
ฤดูหนาว

ลักษณะการอัดตัวของตกตะกอน

ลักษณะการตกตะกอนว่าเร็วหรือช้า

ตะกอนตกช้า

ตะกอนตกเร็ว

เปรียบเทียบลักษณะน้ำถังตกตะกอน Superpulsator และถังตกตะกอน Solid Contact Tank กรณีน้ำเสียปนเปื้อนในแหล่งน้ำดิบ

ถังตกตะกอน Superpulsator

ถังตกตะกอน Solid Contact Tank

ความเหมือน : 1. ความขุ่นที่ออกจากถังตกตะกอนทั้ง 2 ใกล้เคียงกัน

ความแตกต่าง :

1. ขนาดของตะกอนที่ลอยอยู่บนถังตกตะกอน Solid Contact จะใหญ่กว่าแบบ Pulsator ซึ่งมีขนาดเล็กและละเอียด

2. ความขุ่นที่ออกจากถังกรอง : น้ำที่ออกจากถังตกตะกอน Solid Contact ให้ค่าความขุ่นน้ำหลังกรองต่ำกว่าแบบ Superpulsator ซึ่งให้ค่าความขุ่นน้ำก่อนกรองและหลังกรองใกล้กัน ดังนั้นถ้าเจอสภาพน้ำดิบแบบนี้ควรกำหนดให้ค่าความขุ่นน้ำก่อนกรองให้ต่ำ(ระหว่าง 1 – 2 NTU)

3. การกำจัดสีออกจากน้ำของถังตกตะกอน Solid Contact Clarifier กำจัดได้ดีกว่าถังตกตะกอน Pulsator หรือ Superpulsator เนื่องจากความขุ่นที่ออกจากบ่อกรองที่รับน้ำจากถัง Solid Contact Clarifer จะต่ำกว่า บ่อกรองที่รับน้ำจากถัง Pulsator หรือ Superpulsator

การวัดความเข้มข้นของตะกอน

เก็บตัวอย่างตะกอนที่ระบายออกประมาณ 500 มิลลิลิตร หลังจากเปิดประตูน้ำ 2 วินาที และอีก 500 มิลลิลิตร หลังจากเปิดประตูน้ำ 3 วินาที กวนตะกอนให้เข้ากันแล้ววางทิ้งไว้ จดบันทึกเปอร์เซ็นต์ของตะกอนหลังวางทิ้งไว้ 5, 10 และ 30 นาที ตามลำดับ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ตะกอน(\%)} = \frac{\text{ปริมาตรตะกอน (มิลลิลิตร) x100}}{1000}$$

ค่าที่ได้ควรมีค่า :

- หลังตั้งทิ้งไว้ 5 นาที = 99 % (โดยประมาณ)
- หลังตั้งทิ้งไว้ 10 นาที = 90 % (เป็นอย่างน้อย)

ทั้ง 2 ตัวอย่างควรมีค่าใกล้เคียงกัน

สภาพน้ำดิบปกติ

สภาพน้ำดิบมีน้ำเสียปนเปื้อน

ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนการควบคุมถังตกตะกอน Solid Contact

กรณีคุณภาพน้ำดิบด้านความขุ่นเพิ่มขึ้น

ขั้นตอนที่ 1 : ปรับอัตราการจ่ายสารส้มและโพลีเมอร์เพิ่มขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 : ปรับความเร็วรอบ Turbine ให้สูงขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 : ปรับอัตราการระบายตะกอน(Drain)เพิ่มขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 : ปรับความถี่การระบายตะกอน(Freq)ลดลง

หากคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอนไม่เป็นไปตามเกณฑ์

ขั้นตอนที่ 5 : ลดอัตราการไหลของน้ำดิบลงและปรับอัตราการจ่ายสารเคมีให้สัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ ณ เวลานั้นๆ

หากคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอนเป็นไปตามเกณฑ์

ขั้นตอนที่ 6 : ค่อยๆเพิ่มอัตราการไหลของน้ำดิบขึ้น

ขั้นตอนที่ 7 : ปรับอัตราการระบายตะกอน(Drain)ลดลง

ขั้นตอนที่ 8 : ปรับความถี่การระบายตะกอน(Freq)เพิ่มขึ้น

- Sludge Sampling
    1. Bottom ต้องมีความเข้มข้นตะกอน 1 – 20 %
    2. Middle และ Top ต้องไม่มีชั้นตะกอน
    3. Reaction Zone ต้องมีความเข้มข้นตะกอน 1 – 20 %

ข้อดี-ข้อเสียของถังตกตะกอนแบบ Solid Contact

ข้อดี

1. เนื่องจากไม่มีชั้นตะกอน จะไม่เกิดลักษณะกระเพื่อมแบบ Pulsator

2. ขนาดกะทัดรัด (รวมกระบวนการ Coagulation Flocculation and Sedimentation)

3. สามารถรับ Shock loading ได้ดี (อัตราการไหลและความขุ่นน้ำดิบ)

4. ประสิทธิภาพระบบสามารถกำจัดความกระด้างได้ดีเนื่องจากมีใบพัดกวนตลอดเวลา

5. กรณีมีสาหร่ายสามารถชะลอการเคลื่อนตัวของสาหร่ายขึ้นด้านบนได้ดีกว่า Pulsator

6. กรณีมีน้ำเสียปนเปื้อนในแหล่งน้ำดิบการกำจัดสีออกจากน้ำทำได้ดีเนื่องจากตะกอนมีขนาดใหญ่

ข้อเสีย

1. อุณหภูมิของน้ำดิบเปลี่ยนแปลงมากๆจะมีผลทำให้เกิดการไหลรัดวงจร

2. ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงและค่าไฟฟ้าสูงกว่าแบบ Pulsator

3. มีโอกาสที่น้ำมันเกียร์และน้ำมันเครื่องที่ใช้หล่อลื่น Motor gear จะหลุดร่วงลงในถังได้สูง

4. ใช้ระยะเวลาในการรวมตะกอนนาน(ประมาณ 2 ชั่วโมง)

5. ต้องการผู้ควบคุมที่มีประสบการณ์และความชำนาญสูง

6. ระบบจะทำงานผิดพลาดถ้าระบบการจ่ายสารเคมีไม่ทำงาน

7. การปรับปรุงระบบเพื่อให้สามารถรับ loading ได้เพิ่มขึ้นทำได้ยาก

8. อัตราการไหลล้นของน้ำสะอาดออกจากถัง (rising rate) $\leq$ 2.5 m/hr

ข้อเสีย

9. บริเวณด้านล่างถังมีโอกาสเกิดการกัดกร่อนได้สูง

10. เนื่องจากระบบต้องอาศัย Motor gear ในการสร้างพลังงานถ้าหากชำรุดเสียหายระบบจะต้องหยุดทำงานเพื่อทำการซ่อมบำรุง

11. มีข้อจำกัดในด้านขนาดของถัง

12. ใช้ท่อต่อในระบบที่ค่อนข้างยาว

13. กรณีตะกอนที่มีความเข้มข้นเกินเกณฑ์ควบคุมจะเกิดปัญหากับเครื่องกวาดตะกอนทำงานหนัก มอเตอร์อาจทริปหรือเพลาเครื่องกวาดตะกอนชำรุดเสียหาย

ความเข้มข้นตะกอนเกินเกณฑ์ควบคุม

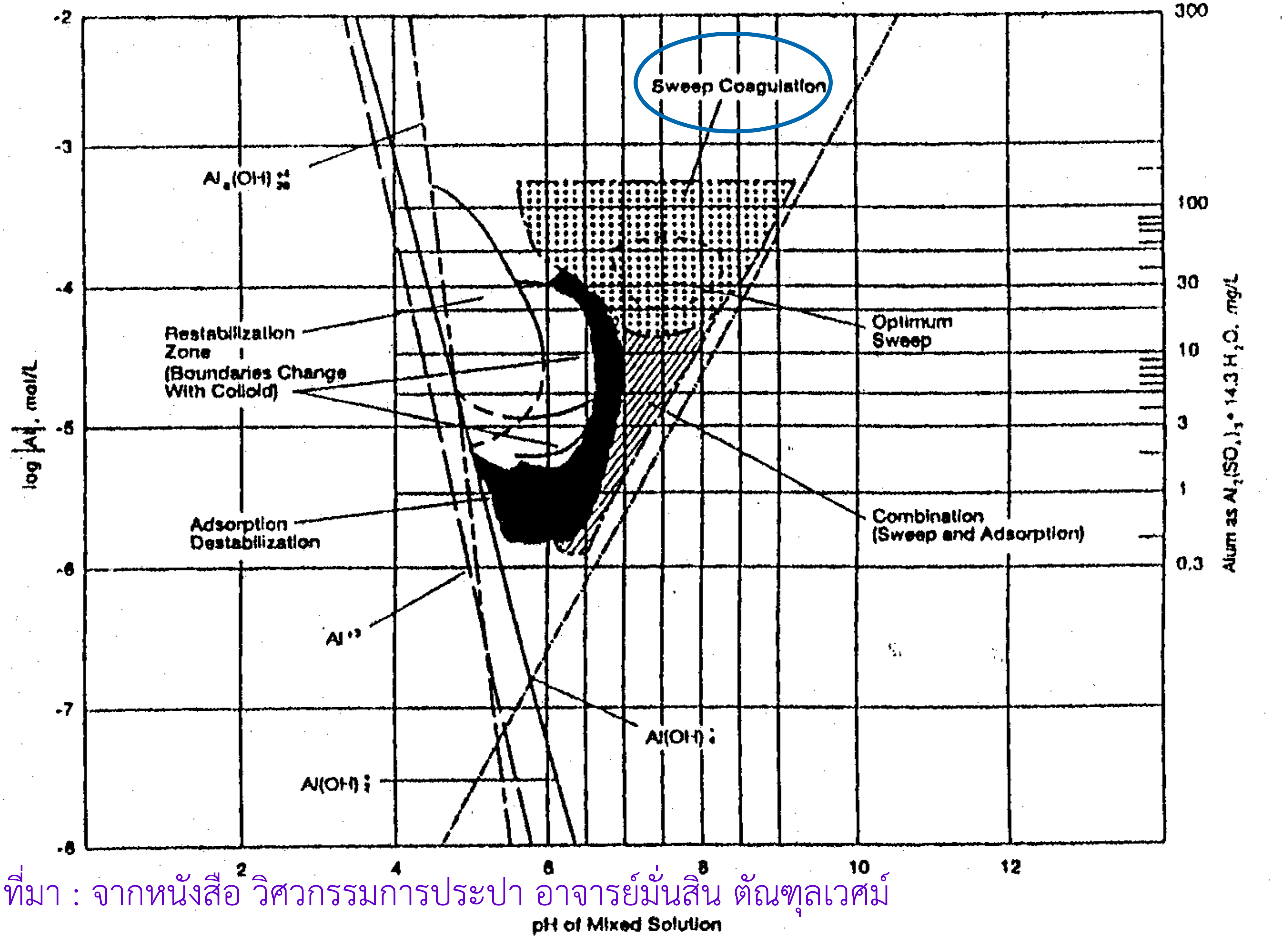

ความเข้มข้นตะกอนเกินเกณฑ์ควบคุม

พารามิเตอร์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมถังตกตะกอนแบบ Solid Contact Clarifier

1. ความขุ่น (Turbidity)
2. ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity)
3. ค่า pH

เงื่อนไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอน (Effluent Water Quality from Clarifier Tank)

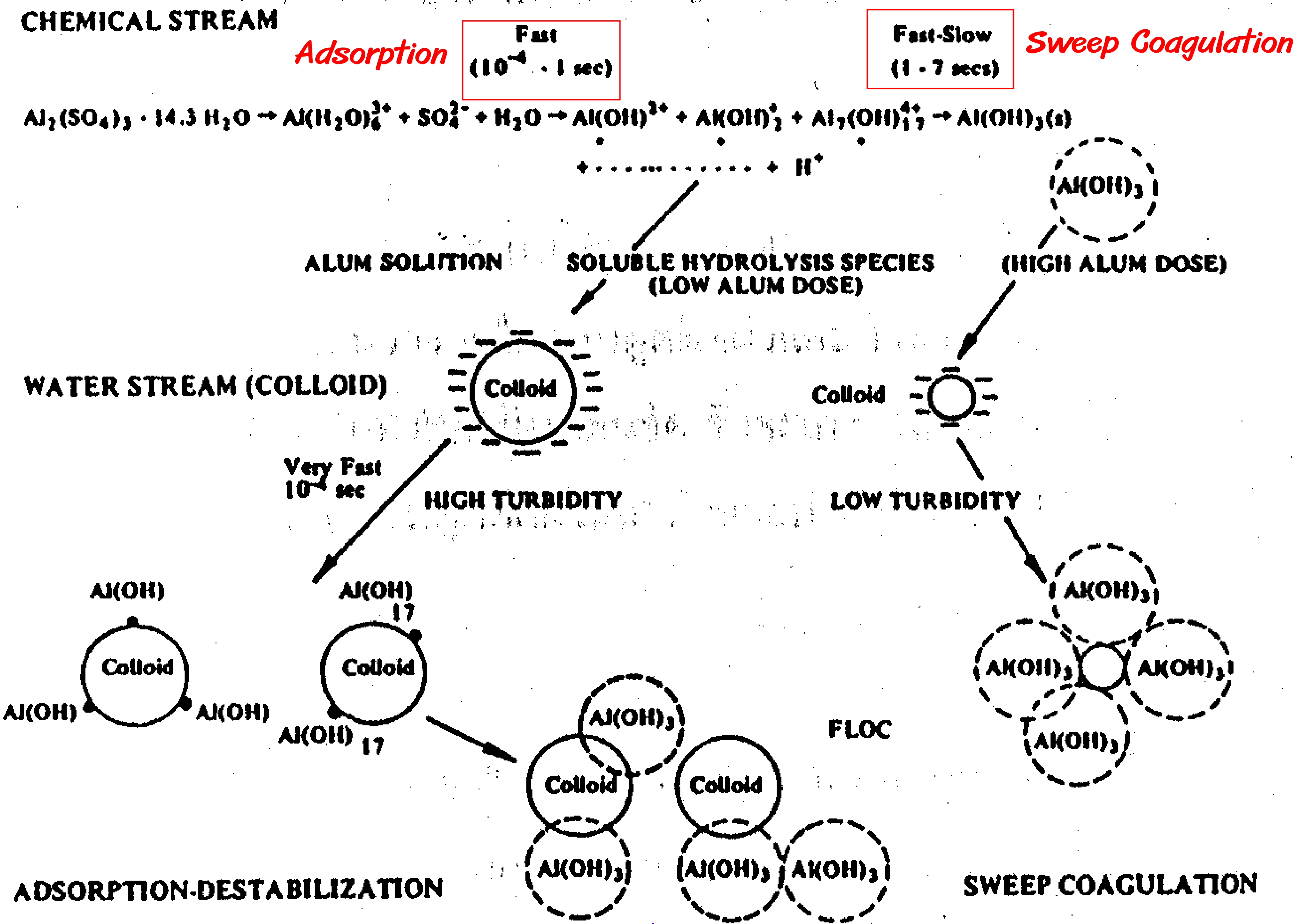
- Turbidity 7 $\pm$ 3 NTU
- pH 6.5 - 8.5
- Alkalinity $\geq$ 50 mg/l as $CaCO_3$



ที่มา : จากหนังสือ วิศวกรรมการประปา อาจารย์มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์

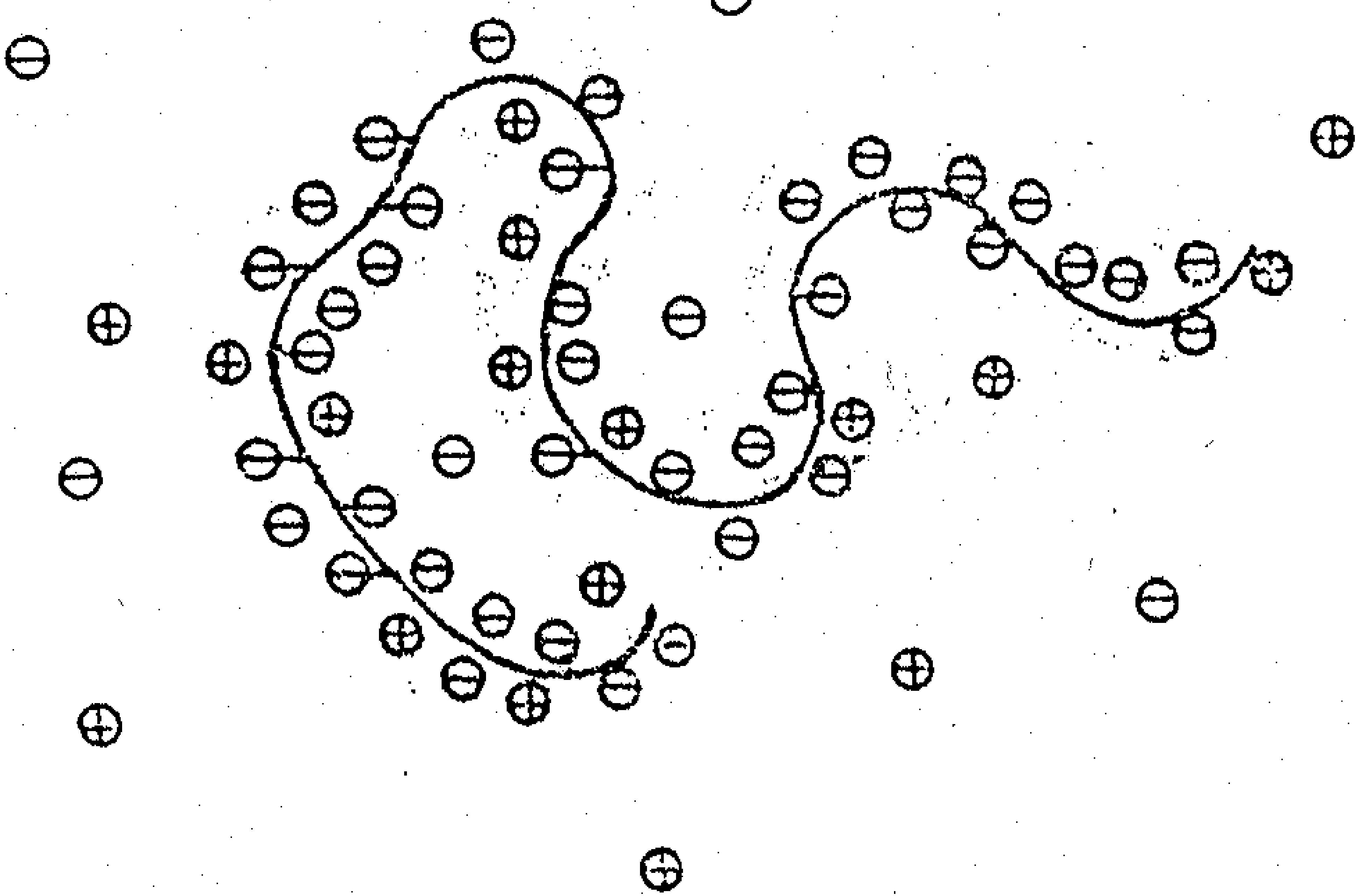
กลไกการสร้างผลึกขึ้นมาเพื่อให้อนุภาคคอลลอยด์มาเกาะจับ (Sweep Coagulation)

คือการเติมสารประกอบเกลือของโลหะบางชนิด(สารอนินทรีย์)ลงไปในน้ำในปริมาณที่พอเพียงจะมีการตกผลึกขึ้น เช่น การใส่สารส้มให้เกิดผลึก $Al(OH)_3$ เหมือนวุ้นสีขาว เพื่อให้อนุภาคมาเกาะแล้วรวมกันเป็นฟล็อค(Floc) ได้ กลไกนี้ขึ้นอยู่กับค่า pH ของน้ำ ในระบบผลิตน้ำประปามักใช้กลไกนี้ เนื่องจากกลไกนี้ไม่จำเป็น ต้องทำลายประจุที่ผิวอนุภาคคอลลอยด์



ที่มา : จากหนังสือ วิศวกรรมการประปา อาจารย์มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์

แสดงรูปร่างของโพลีเมอร์ประกอบด้วยน้ำหนักโมเลกุลในปริมาณล้านหน่วย



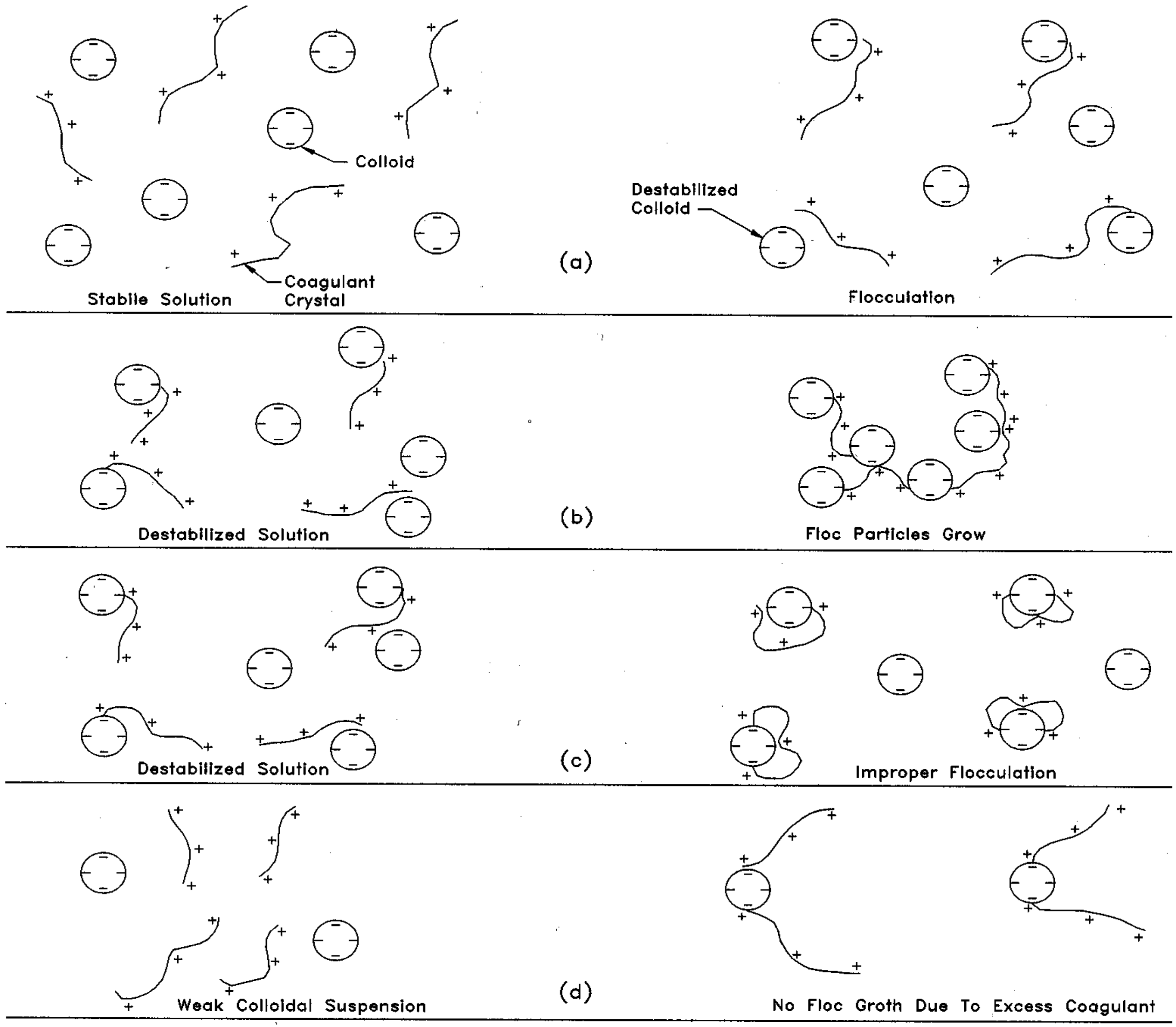


Figure 8-5 Schematic representation of the destabilization and restabilization of colloids by polymers. (a) Initial adsorption at optimum polymer dosage. (b) Floc formation. (c) Secondary adsorption. (d) Initial adsorption with excess polymer dosage.

ที่มา : จากหนังสือ Water Works Engineering Planning,Design & Operation (2000)

Slow Mix = 40 rpm

10 mg/l

15 mg/l

20 mg/l

25 mg/l

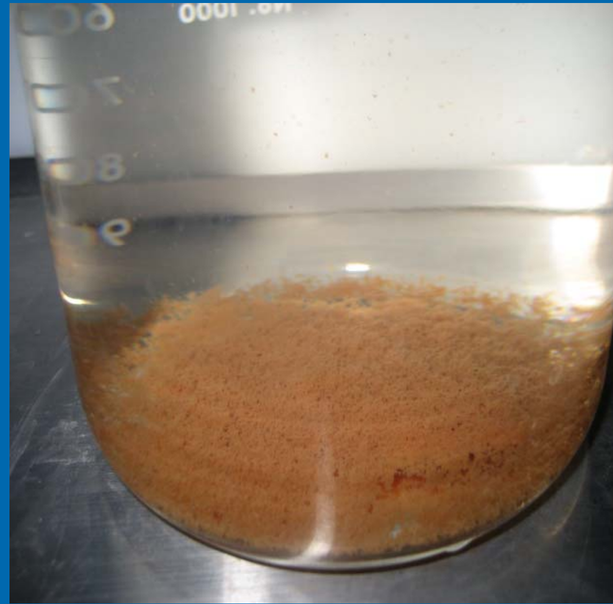
30 mg/l

35 mg/l

Settling = 0 rpm


10 mg/l


15 mg/l


20 mg/l


25 mg/l


30 mg/l


35 mg/l

วิธีการคำนวณความเข้มข้นสารส้มอย่างง่าย

สูตร :

$$\boxed{Alum\ Dose = (Alkalinity_{\text{น้ำดิบ}} - Alkalinity_{\text{น้ำออกจากถังตกตะกอน}})x2.5}$$

หมายเหตุ 1. Alum Dose หน่วย mg/l

2. Alkalinity หน่วย mg/l as $CaCO_3$

เมื่อได้ค่า Alum Dose ดังกล่าวแล้วให้ไปเทียบเคียงกับข้อมูลการทำ Jar Test ประจำวัน ของหน่วยงาน สคบ.ฝบข. ว่าให้ค่าใกล้เคียงกัน หรือไม่ ถ้าไม่ใกล้เคียงกันให้ปรับอัตราการจ่ายสารเคมีใหม่

ตารางเก็บตัวอย่างน้ำส่งห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาค่า Alum Dose

Date	Time	Station	pH	Alkalinity	Turbidity	Alum Dose
		Raw Water				
		น้ำถังตกตะกอน C1				
		น้ำถังตกตะกอน C2				
		Raw Water				
		น้ำถังตกตะกอน C1				
		น้ำถังตกตะกอน C2				
		Raw Water				
		น้ำถังตกตะกอน C1				
		น้ำถังตกตะกอน C2				
		Raw Water				
		น้ำถังตกตะกอน C1				
		น้ำถังตกตะกอน C2				
		Raw Water				
		น้ำถังตกตะกอน C1				
		น้ำถังตกตะกอน C2				

ตารางวัดเปอร์เซ็นต์ตะกอนถังตกตะกอน โรงงานผลิตน้ำสามเสน 4

วัน/เดือน/ปี	เวลา (น.)	% Sludge From Side Drain Valve				% Sludge From Sample Valve			% Sludge From Sample Valve		
		ถังตกตะกอน C1		ถังตกตะกอน C2		ถังตกตะกอน C1			ถังตกตะกอน C2		
		5 นาที	10 นาที	5 นาที	10 นาที	ระดับล่าง	ระดับกลาง	ระดับบน	ระดับล่าง	ระดับกลาง	ระดับบน

ตารางบันทึกค่า Turbidity น้ำหลังกรอง

วัน/เดือน/ปี	เวลา	บ่อกรอง A	บ่อกรอง B	บ่อกรอง C	บ่อกรอง D	บ่อกรอง E	บ่อกรอง F	บ่อกรอง G	บ่อกรอง H	บ่อกรอง I

ตารางบันทึกค่า Intermediate Chlorine

วัน/เดือน/ปี	เวลา	บ่อกรอง A		บ่อกรอง D		บ่อกรอง E		บ่อกรอง I	
		ก่อนกรอง	หลังกรอง	ก่อนกรอง	หลังกรอง	ก่อนกรอง	หลังกรอง	ก่อนกรอง	หลังกรอง

สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอน

1. เกิดการลอยตัวของตะกอนบนผิวน้ำ ลักษณะเป็นตะกอนเม็ดใหญ่แตกกระจายทั่วไป

สาเหตุเกิดจาก :

1.1 pH ของน้ำต่ำเกินไป

1.2 อัตราการไหลของน้ำดิบเข้าถังตกตะกอนสูงเกินไป

1.3 ตะกอนเกิดขึ้นเร็วมากเกินไป

1.4 การกระจัดกระจาย(แตกแยก)ของตะกอนที่มีค่า cohesion(เกาะเป็นก้อน) ต่ำเมื่อเปรียบ เทียบกับค่า cohesion ของตะกอนใหม่ที่ได้ทำ Jar Test

1.5 ที่รวมตะกอน(Concentrator) เต็ม ที่ทิ้งตะกอน (sludge draw off) เสีย ท่อน้ำทิ้ง (draw off pipe) อุดตัน วาล์วน้ำทิ้ง (draw off valve) ทำงานผิดปกติ

อัตราการไหลของน้ำดิบเข้าถังตกตะกอนสูงเกินไป

สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอน

สาเหตุเกิดจาก : (ต่อ)

1.6 ค่า pH ของน้ำในถังตกตะกอนในแต่ละโซนแตกต่างกัน

การแก้ไขปัญหา :

1.1 ตรวจวัดค่า pH ของน้ำดิบถ้าน้อยกว่า 6 ต้องเพิ่มค่า pH โดยการเติมปูนขาวในน้ำจนได้ค่า pH ประมาณ 7.2

1.2 ปรับวาล์วควบคุมอัตราการไหลก่อนเข้าถังตกตะกอนไม่ให้เกินกว่าที่ออกแบบไว้

1.3 เพิ่มอัตราการระบายตะกอนออกจากถังให้นานขึ้นและถี่ขึ้น โดยมือ(manual) เพื่อที่จะได้กำจัดตะกอนโดยเร็ว

1.4 ระบายน้ำในถังตกตะกอนทิ้ง

1.5 ให้ตรวจดูอัตราการไหลของวาล์วแต่ละตัวถ้าจำเป็นให้ระบาย น้ำในถังตกตะกอนสู่ท่อที่ไม่มีการอุดตัน

สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอน

1.6 ให้ตรวจระบบควบคุมอัตโนมัติและตรวจดูการทำงานของวาล์ว

1.7 ให้ตรวจดูปริมาณการเติมสารเคมี

1.8 ให้ตรวจดูว่าไม่มีการรวมตัวของตะกอนในโซนใดมากกว่ากันถ้ามีให้ทำการระบายทิ้งและทำความสะอาดถัง

ชั้นตะกอนเกิดขึ้นเร็ว

ตะกอนเกิดขึ้นเร็วมากเกินไป

สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอน

2. ลักษณะตะกอนเม็ดเล็กๆกระจายทั่วไป

สาเหตุเกิดจาก :

2.1 ปริมาณสารส้มหรือ PACl จ่ายน้อยเกินไป

การแก้ไขปัญหา :

2.1 เพิ่มอัตราการสูบจ่ายสารส้มหรือ PACl ให้สูงขึ้น ตามผลวิเคราะห์ JAR Test หรือ

2.2 เพิ่มความเข้มข้นของสารส้มหรือPACl ให้มากขึ้น

3. เกิดตะกอนลอยบริเวณด้านขอบถัง

สาเหตุเกิดจาก :

3.1 ขอบถังตกตะกอนดูดความร้อนจากแสงแดดทำให้อุณหภูมิของน้ำในถังตกตะกอนที่ระดับต่างๆแตกต่างกันทำให้ตะกอนเกิดการขยายตัว

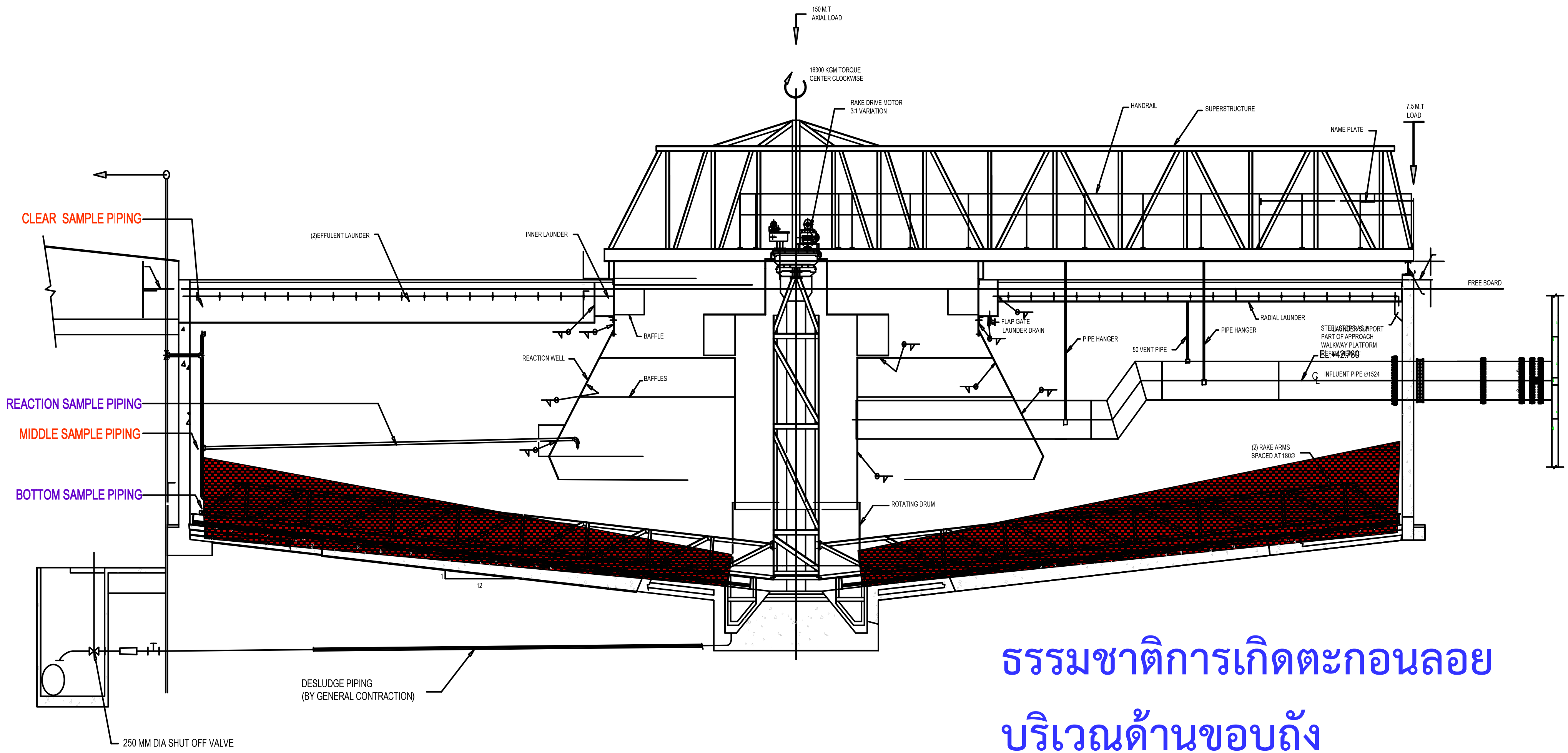
ลักษณะตะกอนเม็ดเล็กๆกระจายทั่วไป

ปริมาณสารส้มหรือ PACl จ่ายน้อยเกินไป

ลักษณะตะกอนเม็ดเล็กๆมัวๆกระจายไปทั่ว

ปริมาณสารส้มหรือ PACl จ่ายน้อยเกินไป

เกิดตะกอนลอยบริเวณด้านขอบถัง



ธรรมชาติการเกิดตะกอนลอย
บริเวณด้านขอบถัง

สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอน

การแก้ไขปัญหา :

3.1 อาการจะหายไปเองเมื่อแสงแดดเปลี่ยนทิศทางหรือป้องกันโดยใช้สีทาตัวถังด้วยสีอ่อนเพื่อลดการดูดความร้อน

4. ลักษณะตะกอนลอยมีฟองอากาศปนอยู่ด้วย

สาเหตุเกิดจาก :

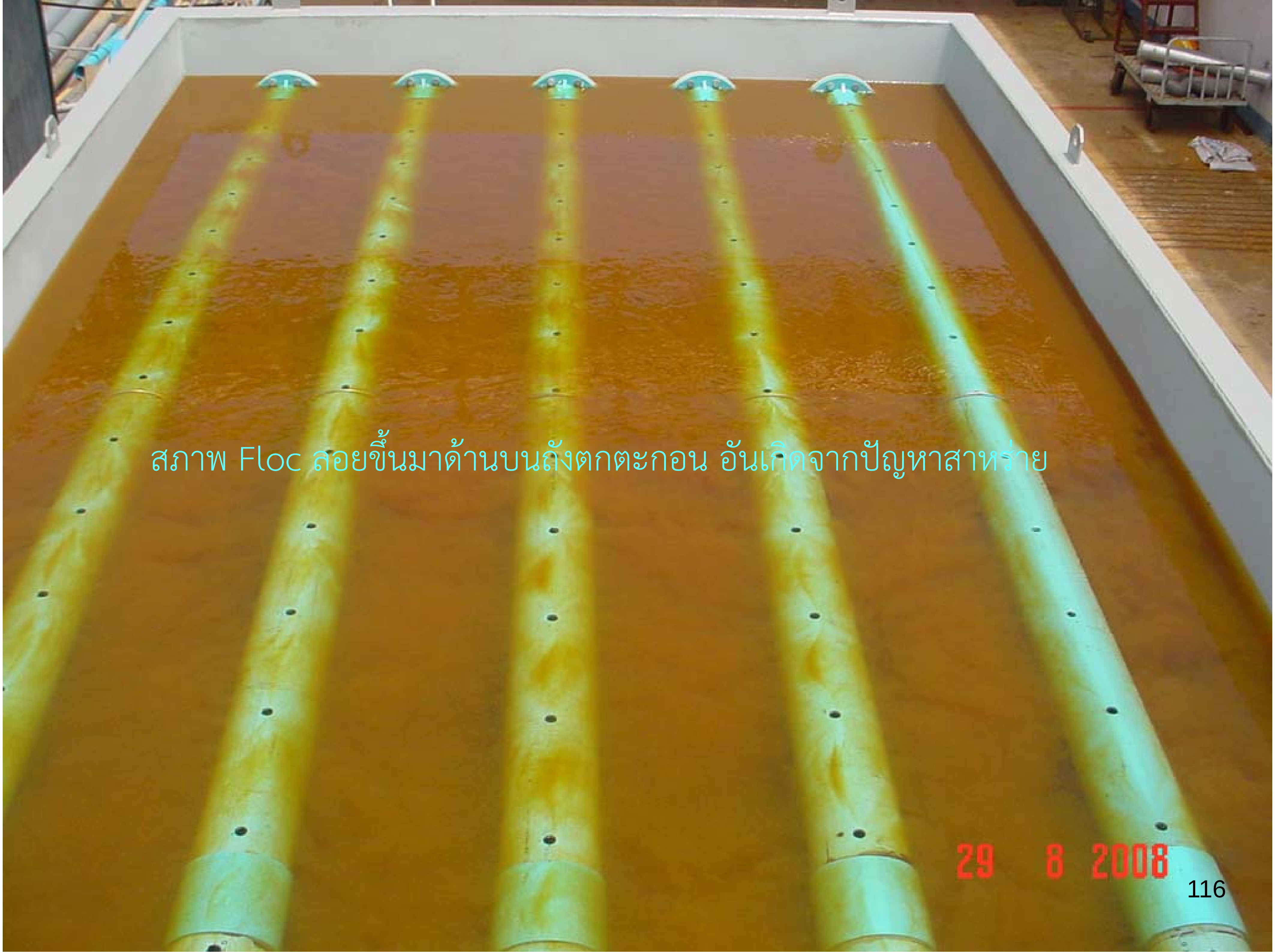
4.1 น้ำดิบมีปริมาณและชนิดสาหร่ายที่ก่อให้เกิดการสังเคราะห์แสงและผลิตก๊าซออกซิเจน

การแก้ไขปัญหา :

4.1 เพิ่มอุปกรณ์จ่ายดินตะกอนเพื่อสร้างความขุ่นให้กับน้ำดิบหรือหามาตรการฆ่าสาหร่ายก่อนเข้าระบบผลิตน้ำประปาโดยปรับปรุงชนิดสารเคมีและอัตราการจ่าย(ระบบผลิตน้ำประปาขนาดเล็ก)

มีฟองอากาศเล็กๆเกิดขึ้นในชั้นตะกอนทำให้พยุงตะกอนลอยขึ้นมาบนผิวน้ำ

$$CO_2 + 2H_2O \xrightarrow{\text{Sunlight}} (CH_2O) + O_2 + H_2O$$



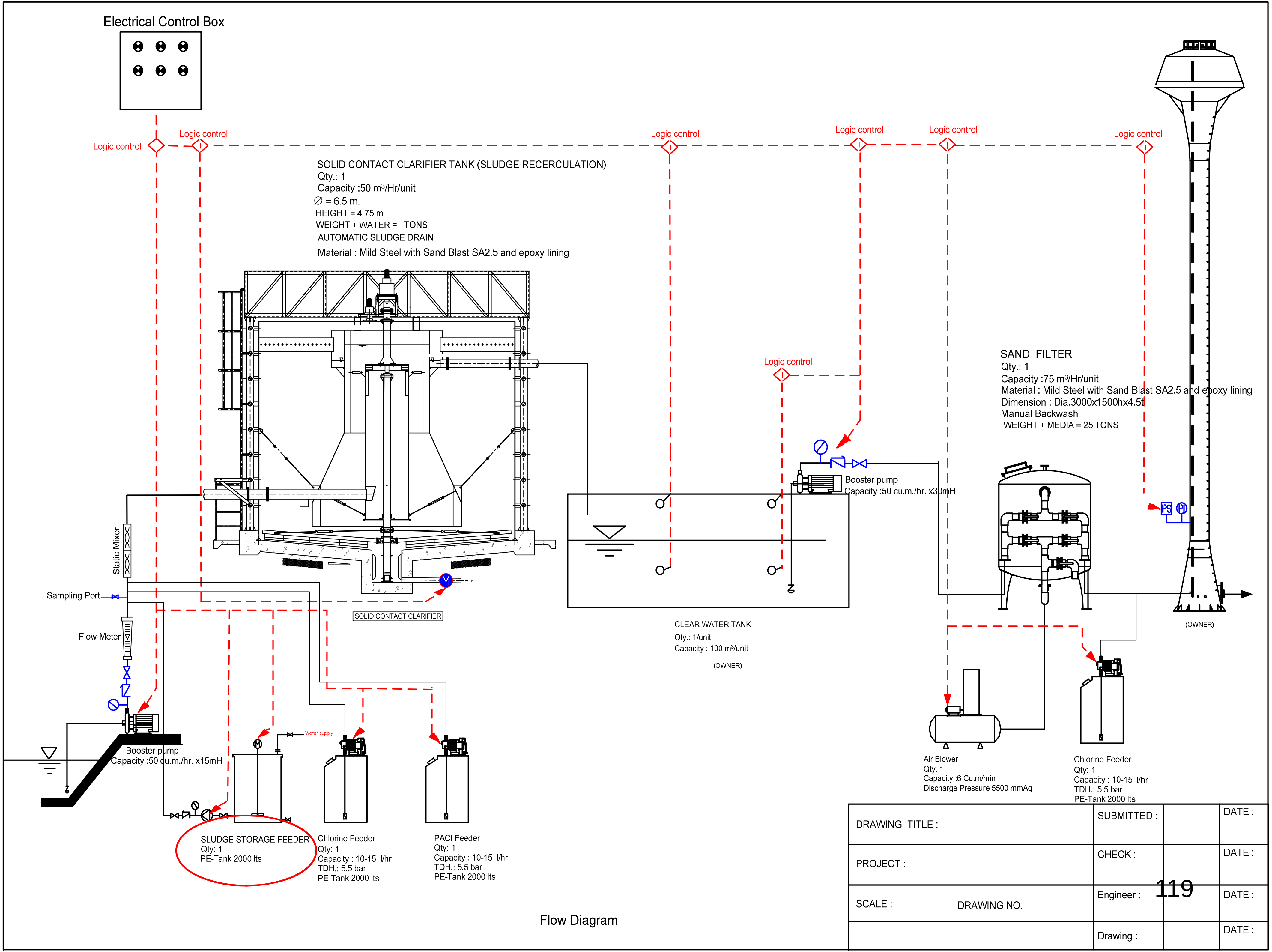
สภาพ Floc ลอยขึ้นมาด้านบนถังตกตะกอน อันเกิดจากปัญหาสาหร่าย


19/06/2010


19/06/2010


19/06/2010


19/06/2010



Flow Diagram

สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอน

5. ความขุ่นหลังจากการตกตะกอนสูง

สาเหตุเกิดจาก :

5.1 ไม่มีชั้นตะกอน

5.2 ความผิดปกติของสารเคมี

5.3 อายุของตะกอนหลังจากหยุดเดินระบบ(ปริมาณสารอินทรีย์ด้าน outlet สูงกว่าด้าน inlet) นานเกินไป

การแก้ไขปัญหา :

5.1 ให้เริ่มเดินระบบใหม่ หลังจากระบายชั้นตะกอนทิ้งไปหมดแล้ว การเดินเครื่องให้เดิน 50 % ของอัตราการไหล เติมจนกระทั่งเกิดชั้นตะกอนใหม่

5.2 ให้ทำ Flocculation Test และเปรียบเทียบค่า pH ที่ได้มาจากถังตกตะกอน ให้ปรับอัตราการจ่ายสารเคมีใหม่

5.3 ให้ระบายน้ำในถังตกตะกอนทิ้งให้หมดแล้วทำความสะอาดด้วยน้ำแรงดันสูง


ไม่มีชั้นตะกอน
21 11:06


อายุของตะกอนหลังจากหยุดเดินระบบหรือ
ตะกอนอยู่ในถังนานเกินไป


29 1 2003

สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอน

6. ตะกอนที่เก็บจากก๊อกตัวอย่างแตกต่างกันมากกว่า 7 เปอร์เซ็นต์

สาเหตุเกิดจาก :

6.1 ชั้นตะกอนไม่สม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน

การแก้ไขปัญหา :

6.1 ปรับแต่งการเดินระบบใหม่

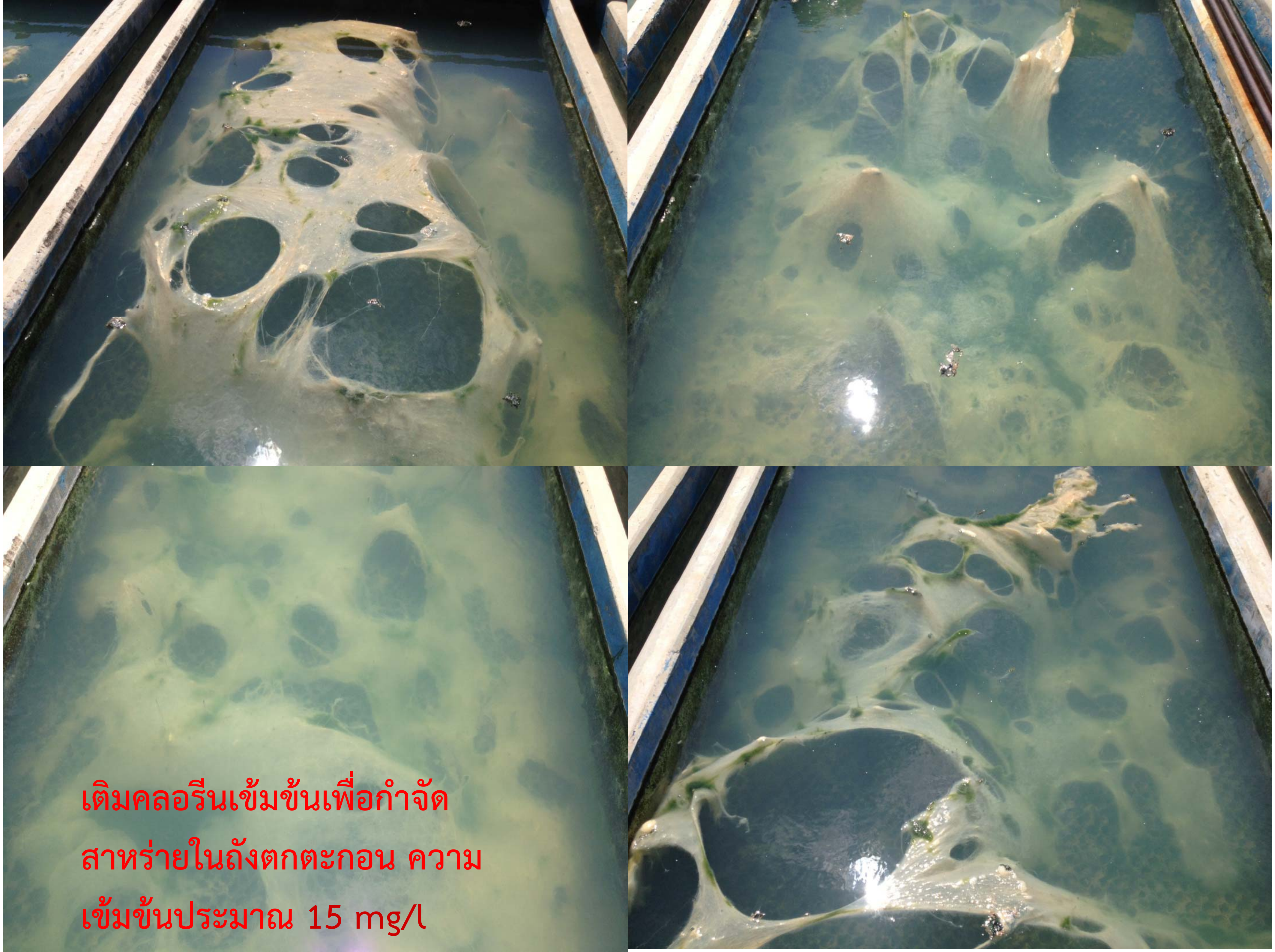
7. น้ำในถังตกตะกอนและบ่อกรองมีสีเขียวของสาหร่ายเกิดขึ้นหรือมีสาหร่ายเกาะอยู่บนถัง

สาเหตุเกิดจาก :

7.1 น้ำดิบที่เข้าถังตกตะกอนและบ่อกรองไม่มีคลอรีนประกอบกับน้ำดิบมีสารอาหารสูง

ตะกอนที่เก็บจากก๊อกตัวอย่างแตกต่างกันมากกว่า 7 เปอร์เซ็นต์

สาหร่ายเมื่อหลุดเข้าไปในระบบผลิตน้ำประปาก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ


เติมคลอรีนเข้มข้นเพื่อกำจัด
สาหร่ายในถังตกตะกอน ความ
เข้มข้นประมาณ 15 mg/l

เติมคลอรีนเข้มข้นเพื่อกำจัดสาหร่ายในบ่อกรอง
น้ำ ความเข้มข้นประมาณ 15 mg/l

สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอน

การแก้ไขปัญหา :

7.1 ปรับปริมาณคลอรีนจ่ายลงน้ำดิบให้เพิ่มขึ้น(Pre Chlorine Shock Dose)จนกว่าน้ำจากถังตกตะกอนจะไม่มีสีหรือสภาพสาหร่ายที่เกาะอยู่ให้เป็นสีน้ำตาล

7.2 หาสาเหตุแล้วแก้ไขตามสาเหตุ

8. คุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอนเปลี่ยนแปลงกระทันหัน

สาเหตุเกิดจาก :

8.1 คุณภาพน้ำดิบเปลี่ยนแปลง

8.2 อัตราการจ่ายสารเคมีผิดพลาดไม่เหมาะสม

การแก้ไขปัญหา :

8.1 ทำ Jar Test เพื่อหา Optimum dose ที่เหมาะสม

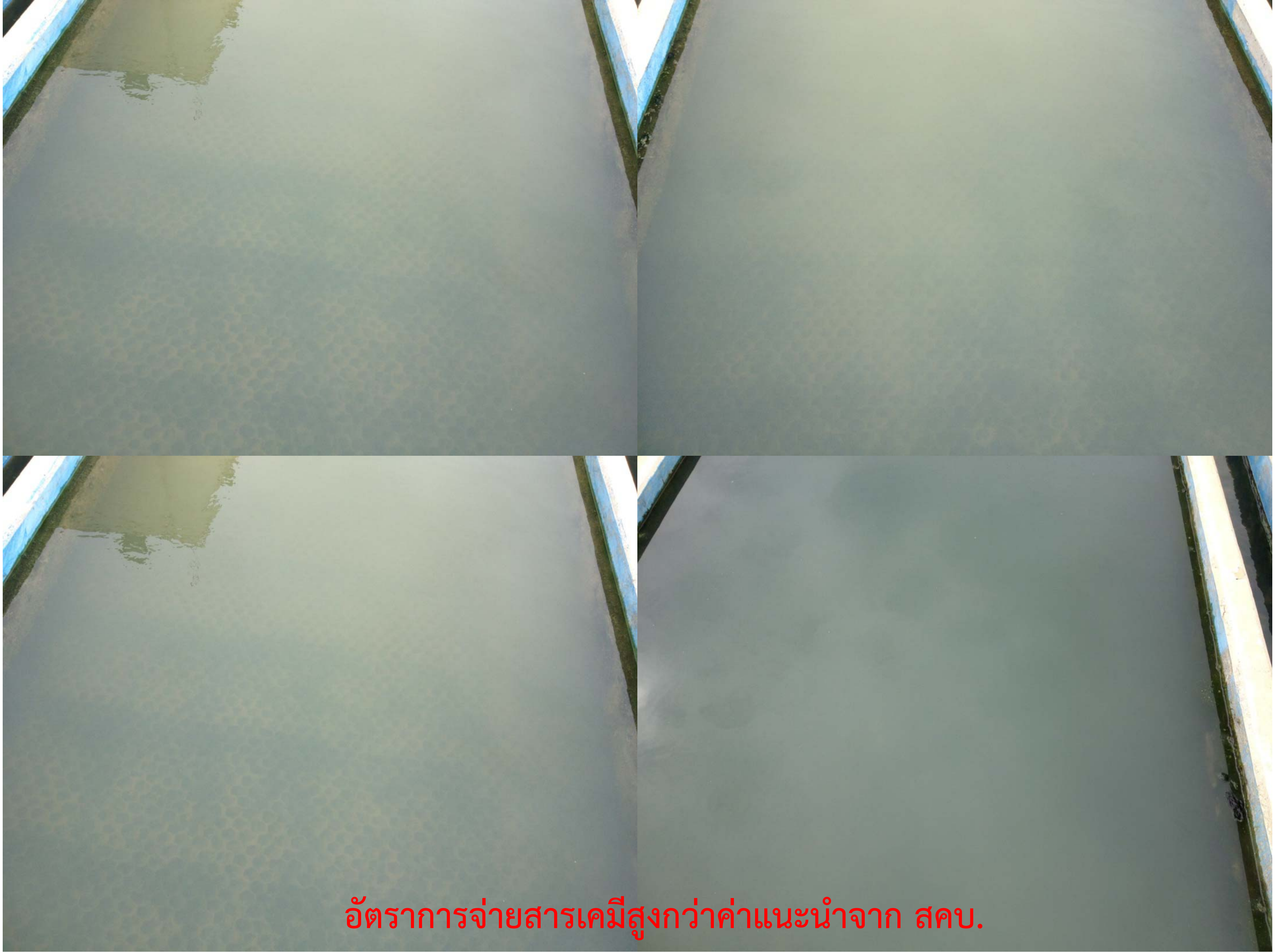
8.2 ปรับอัตราการจ่ายสารเคมีใหม่โดยการสอบเทียบ (Calibrate) metering pump ใหม่

คุณภาพน้ำดิบเปลี่ยนแปลงกระทันหัน

คุณภาพน้ำดิบเปลี่ยนแปลงกระทันหันทำให้ชั้นตะกอนเกิดเร็ว

คุณภาพน้ำดิบเปลี่ยนแปลงกระทันหัน


อัตราการจ่ายสารเคมีสูงกว่าค่าแนะนำจาก สคบ.



อัตราการจ่ายสารเคมีสูงกว่าค่าแนะนำจาก สคบ.

สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอน

9. ค่า pH ของถังตกตะกอนในแต่ละโซนแตกต่างกัน

สาเหตุเกิดจาก :

9.1 เกิดจากการรวมตัวของตะกอนของโซนใดโซนหนึ่งในถังมากกว่ากัน

การแก้ไขปัญหา :

9.1 ให้ตรวจสอบดูปริมาณการเติมและการจ่ายสารเคมี

9.2 ให้ตรวจสอบดูว่าไม่มีการรวมตัวของตะกอนของโซนใดโซนหนึ่งในถังตกตะกอนมากกว่ากันถ้ามีให้ทำการระบายทิ้งและทำความสะอาดถัง

สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขคุณภาพน้ำออกจากถังตกตะกอน

10. เกิดตะกอนเบาในถังตกตะกอน

สาเหตุเกิดจาก :

10.1 เกิดจากน้ำดิบมีความขุ่นต่ำกอปรกับมีสาหร่ายสูง การรวมตัวของตะกอน(floc) จึงเกิดได้ไม่ดีทำให้มีน้ำหนักเบา

การแก้ไขปัญหา :

10.1 พยายามฆ่าสาหร่ายในน้ำโดยการจ่ายสารเคมี Pre-Disinfectant

10.2 ควบคุมค่าความขุ่นของน้ำออกจากถังตกตะอนให้ต่ำกว่า 2 NTU โดยารปรับอัตราการจ่ายสารเคมี เช่น สารส้ม หรือ PACl

10.3 ควบคุมค่า Free Residual Chlorine ของน้ำออกจากถังตกตะอนให้มีค่ามากกว่า 0.5 mg/l โดยารปรับอัตราการจ่ายคลอรีนในน้ำดิบ

เกิดตะกอนเบาในถังตกตะกอน

Questions ?