



การประปาส่วนภูมิภาค | 4.0
Provincial Waterworks Authority

สารเคมีที่ใช้ในระบบประปา

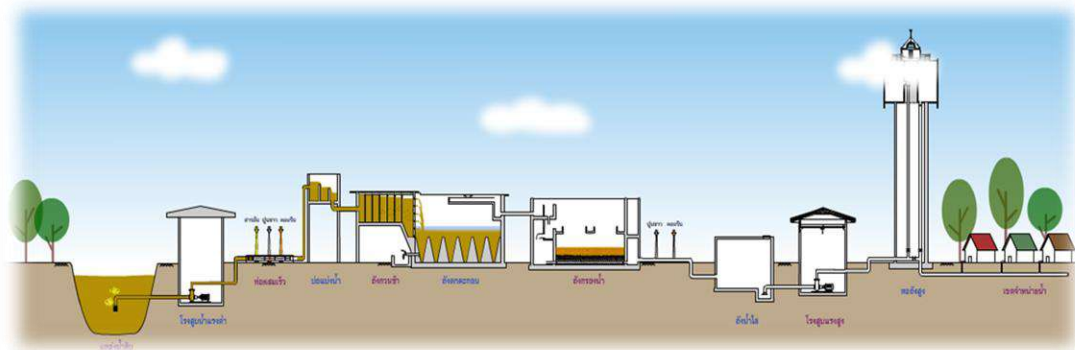
กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 1

วิสัยทัศน์ กปภ.

มุ่งสู่องค์กรที่เป็นเลิศและยั่งยืน ด้านการให้บริการและบริหารจัดการน้ำประปา

(Leading to be a high performing and sustainable organization with excellent waterworks services)





งานควบคุมคุณภาพน้ำ 1

กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ

การประปาส่วนภูมิภาคเขต 1



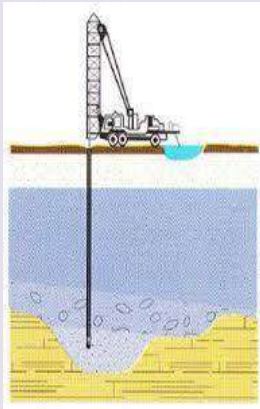


การเลือกใช้สารเคมีที่จำเป็นต่อระบบประปา



แหล่งน้ำดิบ

น้ำใต้ดิน (น้ำบาดาล)



น้ำผิวดิน

(แม่น้ำ ลำคลอง ห้วย หนอง บึง)



แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา

มี 2 ประเภท ได้แก่ น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน

น้ำผิวดิน = ส่วนของน้ำฝนที่ตกสู่พื้นดิน แล้วไหลลงแม่น้ำ + น้ำที่ไหลล้นจากใต้ดินเข้ามาสมทบปริมาณน้ำผิวดินที่เกิดจากฝนตก ขึ้นกับ ความเข้ม ความถี่ ระยะเวลาที่ฝนตก ลักษณะและขอบเขตของพื้นที่รองรับน้ำฝน เช่น แม่น้ำ ลำคลอง อ่างเก็บน้ำ ฯลฯ

น้ำใต้ดิน = น้ำฝนที่ตกลงมาแล้วซึมผ่าน ชั้นต่าง ๆ ของดินจนถึงชั้นดินซึ่งน้ำซึมผ่านไม่ได้ น้ำที่ขังอยู่บนชั้นดินนี้ เรียกว่า น้ำใต้ดิน น้ำฝนโดยตรงไม่อาจนับเป็นแหล่งน้ำดิบที่เชื่อถือได้ เนื่องจากปัญหาการกักเก็บไว้นาน ต้องการ

จำนวนผู้ให้บริการ

ระบบประปาแหล่งน้ำบาดาลแบบจ่ายตรง



บ่อบาดาลและ
เครื่องสูบน้ำ



โรงสูบน้ำ



หอถังสูง



ท่อจ่ายน้ำ

ข้อดี

แหล่งน้ำดิบดี ไม่ต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำมี
น้ำปริมาณมาก

ระบบประปาแหล่งน้ำบาดาลแบบจ่ายตรงแบบมีถังน้ำใส



บ่อบาดาลและเครื่องสูบน้ำดิบ



ถังน้ำใส



โรงสูบน้ำ



หอถังสูง



ท่อจ่ายน้ำ

ข้อดี

แหล่งน้ำดิบดี ไม่ต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำ
มีปริมาณน้ำไม่เพียงพอในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน



ระบบประปาแหล่งน้ำบาดาลแบบกรองน้ำบาดาล



บ่อบาดาลและเครื่องสูบน้ำดิบ



ถังกรองน้ำบาดาล



ถังน้ำใส



ท่อกำยน้ำ



หอถังสูง



โรงสูบน้ำ

คุณภาพน้ำดิบต้องมีการ
ปรับปรุงคุณภาพ เช่น
มีปริมาณสารเหล็ก
แมงกานีส หินปูนหรือ
ความกระด้างปริมาณสูง
ต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำ



• กระบวนการผลิตน้ำประปา:ระบบประปาบาดาล (ต่อ)

ระบบน้ำดิบ

บ่อน้ำบาดาล

สูบน้ำดิบจากบ่อน้ำบาดาลด้วยเครื่องสูบน้ำขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า

ระบบเติมอากาศ

เหล็ก, แมงกานีส, ความกระด้าง
ที่ละลายในน้ำดิบจับตัวเป็นตะกอน

ระบบผลิตน้ำ

ถังกรอง

น้ำผ่านการกรองไหลลงสู่ถังน้ำใส เติมสารละลายคลอรีน
ผสมกับน้ำที่ผ่านการกรองแล้ว

ถังน้ำใส

คลอรีน

สูบน้ำจากถังน้ำใสขึ้นหอถังสูงด้วยเครื่องสูบน้ำ

หอถังสูง

คลอรีน

จ่ายน้ำประปาเข้าสู่ท่อเมน จ่ายน้ำโดยผ่านมาตรวัดน้ำไป
ยังผู้ใช้น้ำ

ระบบจ่ายน้ำ

ผู้ใช้น้ำ



➤ ระบบน้ำดิบ ประกอบด้วย

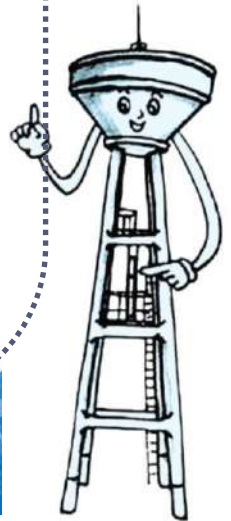
1. **บ่อน้ำบาดาล** เป็นแหล่งน้ำที่เกิดจากน้ำฝนหรือน้ำผิวดินไหลซึมลงสู่ใต้ดิน และมักจะละลายเอาแร่ธาตุเจือปนลงไปด้วย ดังนั้น บ่อน้ำบาดาลแต่ละแห่งจะมีคุณภาพน้ำดิบและปริมาณที่แตกต่างกัน โดยคุณภาพน้ำดิบมักขึ้นอยู่กับ pH เหล็ก แมงกานีส และความกระด้าง (หินปูน)
2. **เครื่องสูบน้ำดิบ** ใช้สำหรับสูบน้ำจากบ่อน้ำบาดาลส่งไปผลิตเป็นน้ำประปา โดยเครื่องสูบน้ำจะติดตั้งอยู่ภายในบ่อน้ำบาดาล ตัวเครื่องสูบน้ำจะประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ไฟฟ้า น้ำจะถูกสูบผ่านตามท่อเข้าระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เครื่องสูบน้ำบาดาลจะเป็นเครื่องสูบน้ำแบบจมใต้น้ำ (ซัมเมิสซิเบิล)
3. **ท่อส่งน้ำดิบ** ใช้สำหรับเป็นท่อส่งน้ำจากบ่อน้ำบาดาลมายังระบบผลิตประปาส่วนมากจะใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี



ระบบผลิตน้ำ

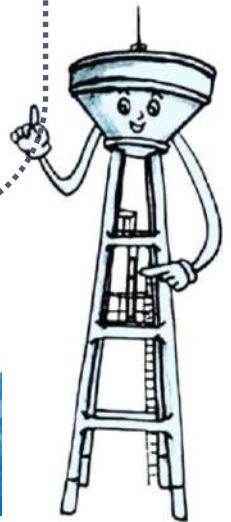
ประกอบด้วย

1. **ระบบเติมอากาศ** มีลักษณะเป็นท่อกระจายน้ำ ทำหน้าที่กระจายให้น้ำดิบได้สัมผัสกับอากาศเพื่อให้เหล็กที่ละลายในน้ำจับตัวเป็นตะกอนเหล็ก
2. **ถังกรอง** ทำหน้าที่รับน้ำจากระบบเติมอากาศ ภายในถังกรองจะบรรจุทราย กรองและกรวดกรองเรียงเป็นชั้นๆ เพื่อทำหน้าที่ช่วยในการกรองตะกอนเหล็กและเชื้อโรคบางส่วนออกจากน้ำดิบ
3. **ระบบฆ่าเชื้อโรค** โดยการเติมสารละลายคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา
4. **ถังน้ำใส** ทำหน้าที่กักเก็บน้ำที่ผ่านจากถังกรองมาเก็บไว้ในถังน้ำใส



➔ ระบบจ่ายน้ำ ประกอบด้วย

1. **เครื่องสูบน้ำดี** ใช้สำหรับสูบน้ำจากถังน้ำใต้ดินหรือถังสูง เพื่อจ่ายน้ำให้กับผู้ใช้ น้ำ เครื่องสูบน้ำดีจะเป็นเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง
2. **หอถังสูง** ทำหน้าที่สร้างแรงดันน้ำและรักษาแรงดันน้ำให้สม่ำเสมอ เพื่อจ่ายน้ำประปาให้แก่ผู้ใช้ น้ำ
3. **ท่อเมนจ่ายน้ำ** ทำหน้าที่จ่ายน้ำประปาจากหอถังสูงส่งไปให้ผู้ใช้ น้ำ โดยผ่านมาตรวัดน้ำ ท่อเมนจ่ายน้ำส่วนใหญ่จะเป็นท่อพีวีซี และท่อเหล็กอาบสังกะสี



ระบบประปาแหล่งน้ำผิวดิน



น้ำดิบ/โรงสูบน้ำดิบ/
เครื่องสูบน้ำ



ถังสร้างตะกอน/ถังรวมตะกอน
ถังตกตะกอน/ถังกรอง



ถังน้ำใส



เครื่องสูบน้ำดี



หอถังสูง



ท่อจ่ายน้ำ

แหล่งน้ำผิวดินมีความซับซ้อน ต้องมีการสร้างตะกอน รวมตะกอน และตกตะกอน เพื่อกำจัดสารในน้ำ เช่น เหล็ก แมงกานีส สี ความขุ่น แมงกานีส ฯลฯ

• กระบวนการผลิตน้ำประปาผิวดิน (ต่อ)

ระบบน้ำดิบ

แหล่งน้ำผิวดิน

ปูนขาว

ระบบสร้างตะกอน

สารส้ม

ถังรวมตะกอน

พอลิเมอร์

ถังตกตะกอน

ระบบผลิตน้ำ

ถังกรอง

คลอรีน

ถังน้ำใส

ระบบจ่ายน้ำ

หอถังสูง

คลอรีน

ผู้ใช้น้ำ

สูบน้ำดิบจากแหล่งผิวดินด้วยเครื่องสูบน้ำ
เติมสารละลายสารส้ม และสารละลายปูนขาว

การเติมสารเคมีให้ ความขุ่น/สารในน้ำดิบถูกทำลายเสียสภาพ

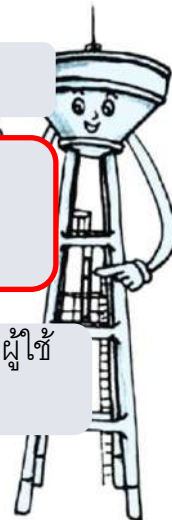
น้ำดิบที่ความขุ่นถูกทำลายเสียสภาพ รวมตัวกันเป็นตะกอน
ขนาดใหญ่เข้าสู่ถังตกตะกอน

น้ำใสที่ผ่านการตกตะกอนไหลออกจากถังตกตะกอนเข้าสู่ถังกรอง

น้ำที่ผ่านการกรองไหลลงสู่ถังน้ำใส

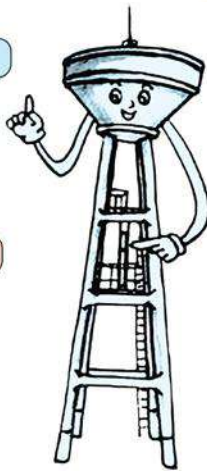
สูบน้ำจากถังน้ำใสขึ้นหอถังสูงด้วยเครื่องสูบน้ำพร้อมจ่าย
สารละลายคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค

จ่ายน้ำประปาเข้าสู่ท่อเมน จ่ายน้ำโดยผ่านมาตรวัดน้ำไปยังผู้ใช้น้ำ



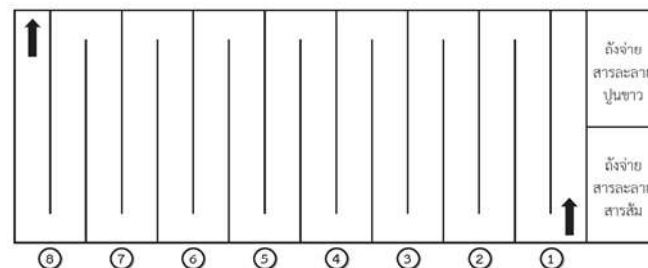
➔ ระบบน้ำดิบ ประกอบด้วย

1. แหล่งน้ำผิวดิน โดยคุณภาพน้ำดิบมักขึ้นอยู่กับค่า pH, ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) ความขุ่น เหล็ก แมงกานีส และความกระด้าง
2. เครื่องสูบน้ำดิบ ส่วนใหญ่เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง อาจติดตั้งอยู่ในโรงสูบน้ำบนพื้นดินหรือติดตั้งในโรงสูบแพลอยแล้วแต่ความเหมาะสม ในบางครั้งเครื่องสูบน้ำดิบของระบบประปาอาจเป็นเครื่องสูบน้ำซับเมสซิเบิล ซึ่งติดตั้งในระบบรับน้ำดิบที่เรียกว่า ถังกรองไต้ น้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแหล่งน้ำ และพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้าง
3. ท่อส่งน้ำดิบ เป็นท่อส่งน้ำจากแหล่งน้ำดิบมายังระบบผลิตประปาส่วนมากจะใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี



➤ ระบบผลิตน้ำ ประกอบด้วย

1. **ระบบสร้างตะกอน** ออกแบบโดยใช้ไฮดรอลิคจัม ทำหน้าที่กวนเร็วน้ำดิบ เพื่อให้สารเคมี (ปูนขาว สารส้มและอื่นๆ) เข้าผสมกับน้ำดิบที่ไหลผ่าน เพื่อให้ตะกอนน้ำดิบถูกทำลายเสียสภาพ
2. **ระบบรวมตะกอน** ออกแบบโดยใช้คลองวนเวียน เพื่อให้ตะกอนของน้ำดิบ ทำหน้าที่กวนช้า น้ำดิบให้น้ำที่ผสมสารละลายสารส้มและสารละลายปูนขาวแล้วไหลผ่านคลองวนเวียน เพื่อให้ตะกอนของน้ำดิบรวมตัวกันมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้น
3. **ถังตกตะกอน** ทำหน้าที่รับน้ำจากระบบรวมตะกอน ความเร็วของน้ำที่ไหลเข้าถังตกตะกอนจะลดลง จึงทำให้ตะกอนน้ำดิบที่มีน้ำหนัก ตกตะกอนลงก้นถัง
4. **ถังกรอง** ทำหน้าที่รับน้ำจากถังตกตะกอน
ภายในถังกรองจะบรรจุทรายกรองและกรวดกรองเรียงเป็นชั้นๆ เพื่อช่วยในการกรองตะกอน ความขุ่นขนาดเล็กของน้ำดิบที่หลุดมาจากถังตกตะกอน ให้ติดค้างบริเวณชั้นทรายกรอง
5. **ระบบฆ่าเชื้อโรค** โดยการเติมสารละลายคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา
6. **ถังน้ำใส** ทำหน้าที่กักเก็บน้ำที่ผ่านจากถังกรองมาเก็บไว้ในถังน้ำใส



รูปที่ 3-3 ลักษณะรูปแบบคลองวนเวียน



➔ ระบบจ่ายน้ำ ประกอบด้วย

1. **เครื่องสูบน้ำดี** เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง ใช้สูบน้ำจากถังน้ำใต้ดินหรือถังสูง เพื่อจ่ายน้ำแก่ผู้ใช้น้ำ
2. **หอถังสูง** ทำหน้าที่สร้างแรงดันน้ำและรักษาแรงดันน้ำให้สม่ำเสมอ เพื่อจ่ายน้ำประปาให้แก่ผู้ใช้น้ำ
3. **ท่อเมนจ่ายน้ำ** ทำหน้าที่จ่ายน้ำประปาจากหอถังสูงส่งไปให้ผู้ใช้น้ำโดยผ่านมาตรวัดน้ำ ท่อเมนจ่ายน้ำส่วนใหญ่จะเป็นท่อพีวีซี และท่อเหล็กอาบสังกะสี





การควบคุมระบบผลิตน้ำประปา

1. การสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำดิบควรมีการตรวจสอบ pH ของน้ำดิบ หาก pH ไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมจะได้ทำการปรับสภาพก่อน เช่น การเติมปูนขาว หรือ การเติมอากาศ เพื่อลดความกระด้าง (หินปูน) เหล็ก แมงกานีส
2. กรณีเป็นการผลิตน้ำแบบผิวดิน การเติมสารเคมี ควรละลายสารเคมีก่อนทำการเติม สังเกตเกิดตะกอนในช่วงของการกวนช้า เพิ่มขึ้น จากต้นถึงกวนช้า จนถึงปลายถึงก่อนการตกตะกอน
3. การเติมอากาศ มีความสำคัญในการทำให้เหล็ก แมงกานีส หรือความกระด้าง ที่ละลายน้ำ สัมผัสกับอากาศ และเปลี่ยนเป็นตะกอน
4. ระบบกรอง เมื่อทำการกรองไปได้ระยะเวลาหนึ่ง ทrayกรองจะเกิดการอุดตันและประสิทธิภาพการกรองลดน้อยลง ต้องทำความสะอาดผิวหน้าทrayและล้างย้อนขึ้นทray โดยต้องทำการล้างทrayกรองทุก ๆ 24 ชั่วโมง
5. การระบายตะกอนในถัง โดยการเปิดประตูน้ำระบายตะกอน หลังจากผลิตน้ำในแต่ละวัน เพื่อกำจัดตะกอนก้นถังตกตะกอน ต้องทำเป็นประจำวัน ๆ วัน
6. การจ่ายคลอรีนในการฆ่าเชื้อโรค เป็นสิ่งสำคัญมาก ๆ เพราะในน้ำดิบมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อก่อโรคต่าง ๆ การฆ่าเชื้อโรคจึงถือเป็นความปลอดภัยให้กับผู้ใช้น้ำ





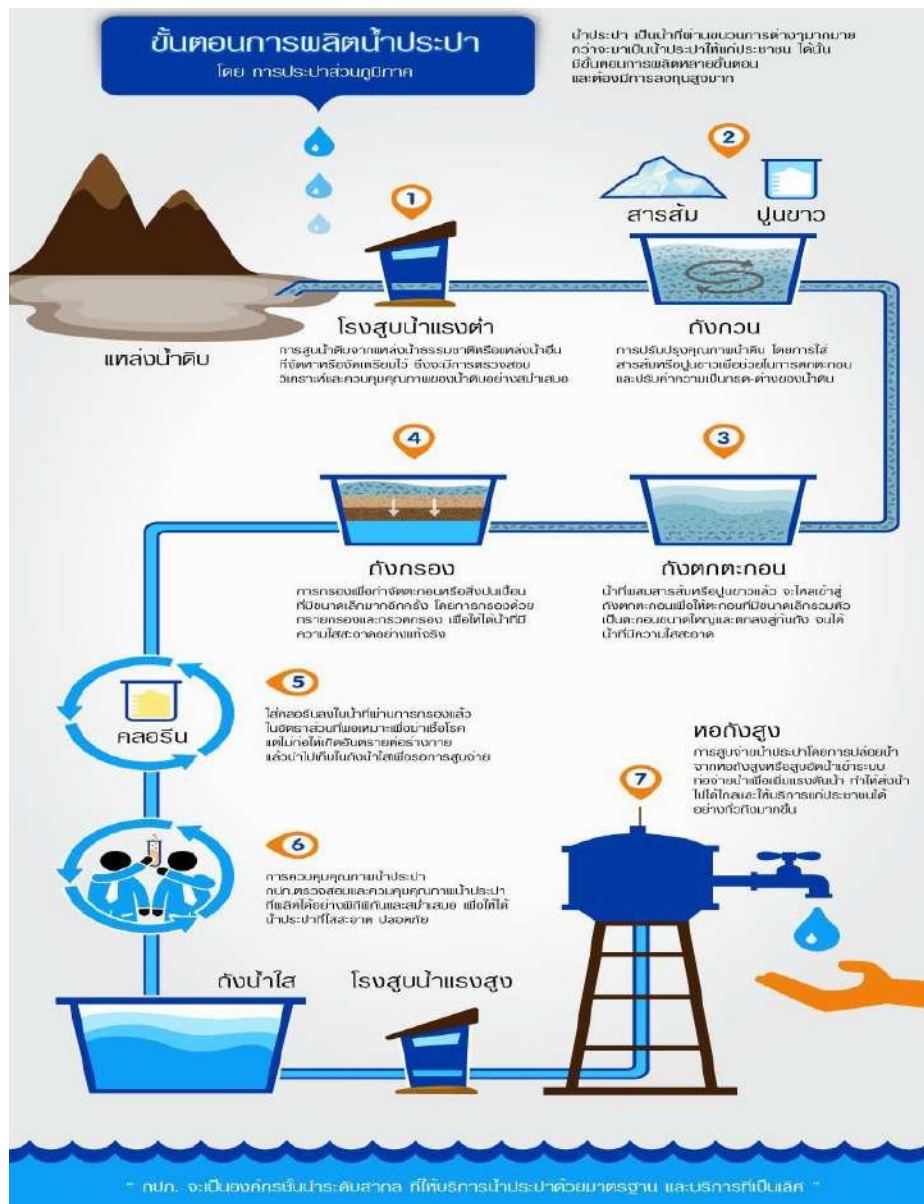
การประปาส่วนภูมิภาค 4.0
Provincial Waterworks Authority

การเติมสารเคมีในระบบประปา

กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 1



กระบวนการผลิตน้ำประปา



การสร้างตะกอน (Coagulation)

คือ กระบวนการเติมสารเคมีลงไปในน้ำเพื่อทำลายเสถียรภาพอนุภาคคอลลอยด์ (destabilization) และตะกอนต่างๆ เคลื่อนที่มาสัมผัสกันให้มากที่สุด (Transport of Colloidal Particles) โดยกวนเร็ว ๆ ให้เกิดการสัมผัสกันระหว่างสารเคมีและอนุภาคคอลลอยด์ในน้ำ หรือเรียกว่า **ระบบการกวนเร็ว**

ระบบการกวนเร็ว (Flash Mixer)

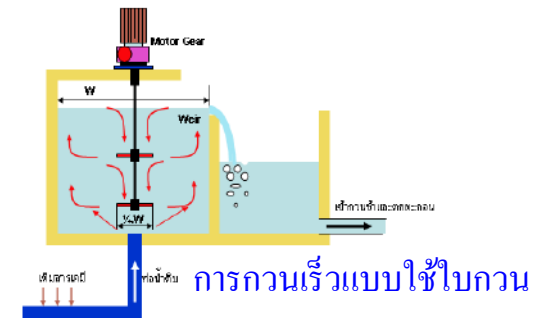
1. มีหน้าที่ กระจายสารส้ม/PACl อย่างรวดเร็ว ให้ทั่วถึง/สม่ำเสมอ ในน้ำดิบ เพื่อให้คอลลอยด์รวมตัวเป็นตะกอน

2. ผลสำเร็จคือได้ตะกอนขนาดเล็กกระจายน้ำอย่างทั่วถึงในน้ำดิบ

หากการเติมสารเคมีและกวนเร็วทำได้สมบูรณ์ เราจะได้ตะกอนเม็ดเล็กกระจายอย่างทั่วถึงในน้ำดิบแต่ตะกอนที่ได้มีน้ำหนักที่เบาไป ไม่สามารถตกตะกอนได้ตามที่ต้องการ จึงต้องส่งตะกอนที่ได้ไปรวมให้ใหญ่/หนักขึ้นในขั้นตอนการกวนช้า



การกวนเร็วในเส้นท่อ



การกวนเร็วแบบใช้ใบกวน

การกวนเร็วใช้แบบ Hydraulic Jump



การสร้างตะกอน (Coagulation)

สารสร้างตะกอน
-สารส้ม (Alum) -แพคผง (PACl)

ตัวอย่างขนาดตะกอน
การทดสอบจาร์เทสต์ Jar Test

จุดจ่ายสารเคมี

จุดจ่ายสารเคมี

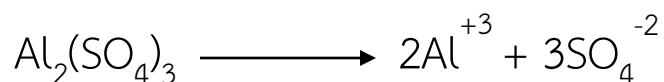
จุดจ่ายสารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการสร้างตะกอน หรือ กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation)

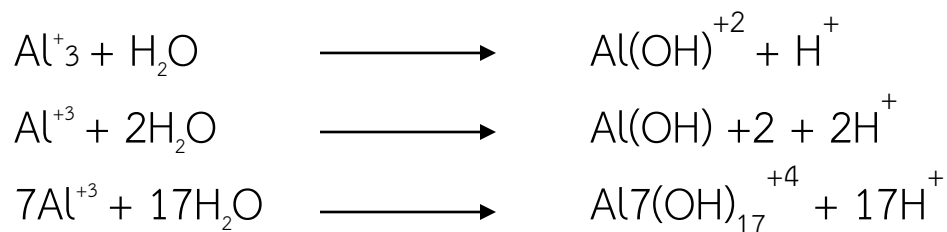
1.สารสร้างตะกอน (Coagulant) คือ สารเคมีชนิดสารอนินทรีย์ที่ใช้ใน

การทำลายเสถียรภาพอนุภาคคอลลอยด์และสามารถรวมตัวกันเป็น floc ขนาดใหญ่ขึ้น

- **สารส้ม** ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) สำหรับในรูปของแข็งนั้นมีทั้งชนิดก้อนและชนิดผง (Grains and Powder) มีสูตรทางเคมี $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ เตรียมสารเคมีที่ 10 ถึง 20% (10 ถึง 20 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร) เมื่อเติมสารส้มลงในน้ำจะแตกตัวให้อิออนบวกและลบ ดังปฏิกิริยา



เมื่อเติมสารส้มในน้ำ อลูมิเนียมไอออนจาก $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ จะถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำได้ $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{+3}$ หรือ Al^{+3} ไฮโดรไลซิสโดยเฉพาอย่างยิ่ง OH^- จะเข้าแทนที่โมเลกุลของน้ำเกิดเป็น สารประกอบเชิงซ้อน ดังสมการ



ในกรณีที่ความเข้มข้นของสารส้มสูงกว่าความเข้มข้นที่จุดอิ่มตัวผลของปฏิกิริยาสุดท้ายเป็นผลึก $\text{Al}(\text{OH})_3$

สารเคมีที่ใช้ในการสร้างตะกอน หรือ กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation)

2. โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Polyaluminium Chloride) ชื่อย่อ PACl การผลิตและการนำเข้ามาจำหน่ายแต่ยังไม่นิยมแพร่หลายเท่ากับสารส้ม PACl มีคุณสมบัติในการช่วยตกตะกอนได้ดีกว่าการใช้สารส้มในหลายด้าน

- ☐ PACl ถูกเตรียมขึ้นโดยอลูมิเนียมในรูป Al_2O_3 ทำปฏิกิริยากับ HCl ที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้รวมตัว เป็น $AlCl_3$ หรือเป็นเกลืออะลูมิเนียมที่มีสูตรเคมี คือ $Al_n(OH)_mCl_{(3n-m)}$
- ☐ PACl เหมาะสำหรับสร้างตะกอนในแหล่งน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นสูง ๆ
- ☐ เมื่อ PACl ละลายน้ำจะเกิดไฮโดรไลซ์ทันทีเป็นอลูมิเนียมเชิงซ้อน สามารถตกตะกอนทำให้ค่า pH ของน้ำหลังการตกตะกอนเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จึงเหมาะกับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นสูง แต่ความเป็นด่างต่ำ
- ☐ ความเข้มข้นของสารละลายอลูมิเนียมคลอไรด์ เป็นสารที่มีค่า Basicity สูง ไม่มีผลกระทบต่อค่าความเป็นด่างในน้ำ



การเกิดเสถียรภาพของอนุภาค

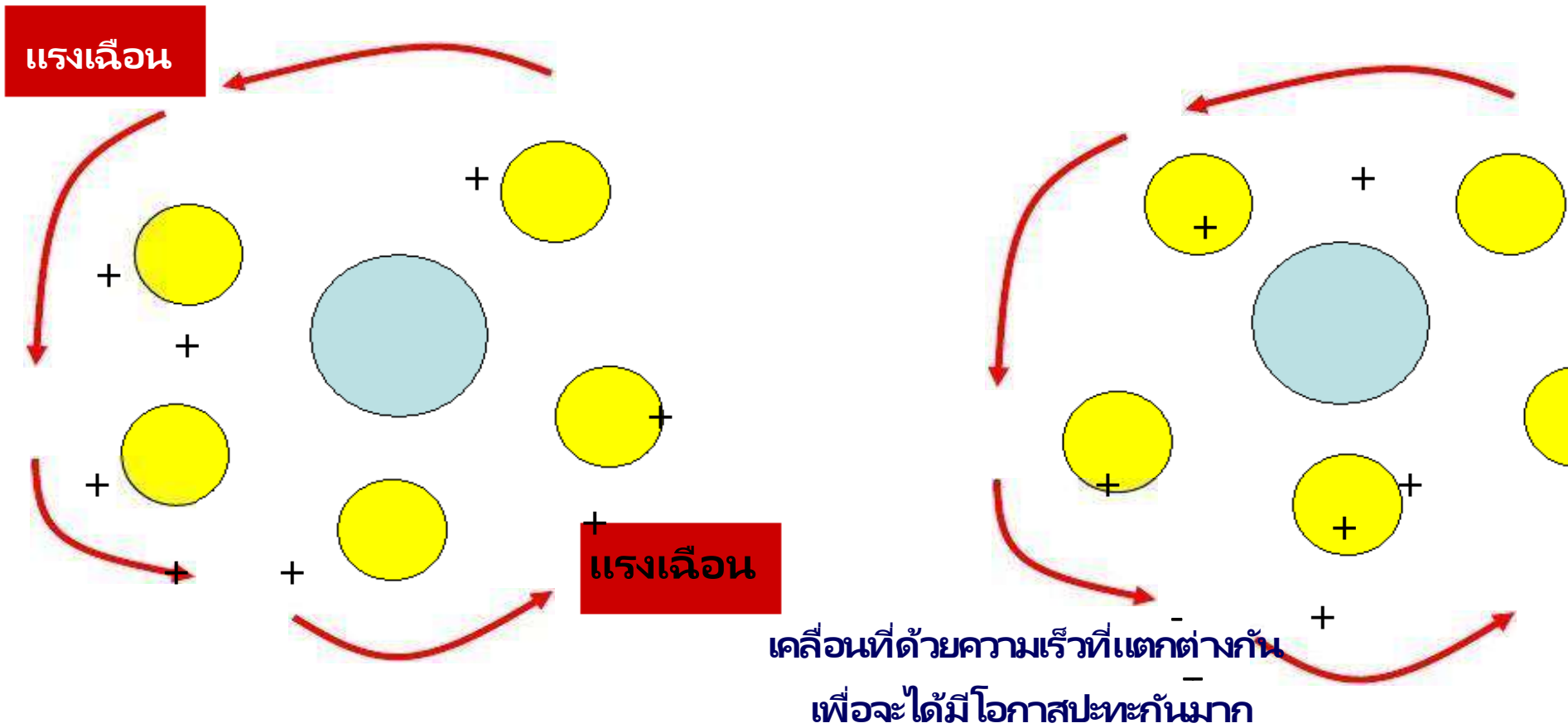
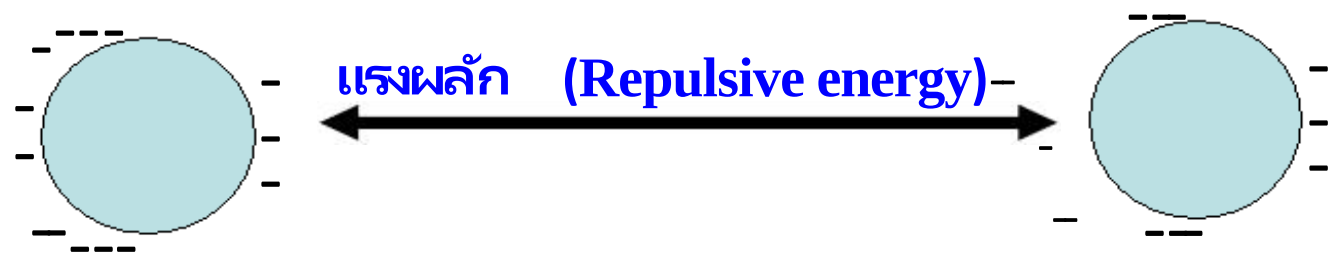
สารคอลลอยด์มีเสถียรภาพเมื่ออยู่ในสถานะแขวนลอยในน้ำได้โดยไม่ตกตะกอน หากทำให้อนุภาคแขวนลอยตกตะกอนและแยกตัวจากน้ำก็ถือว่าเสถียรภาพของคอลลอยด์ถูกทำลาย

เสถียรภาพของคอลลอยด์จึงขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างกัน ถ้าแรงดึงดูดมากกว่าแรงผลัก อนุภาคคอลลอยด์ต่างๆ สามารถจับกันเป็นกลุ่มก้อนหรือฟล็อกได้

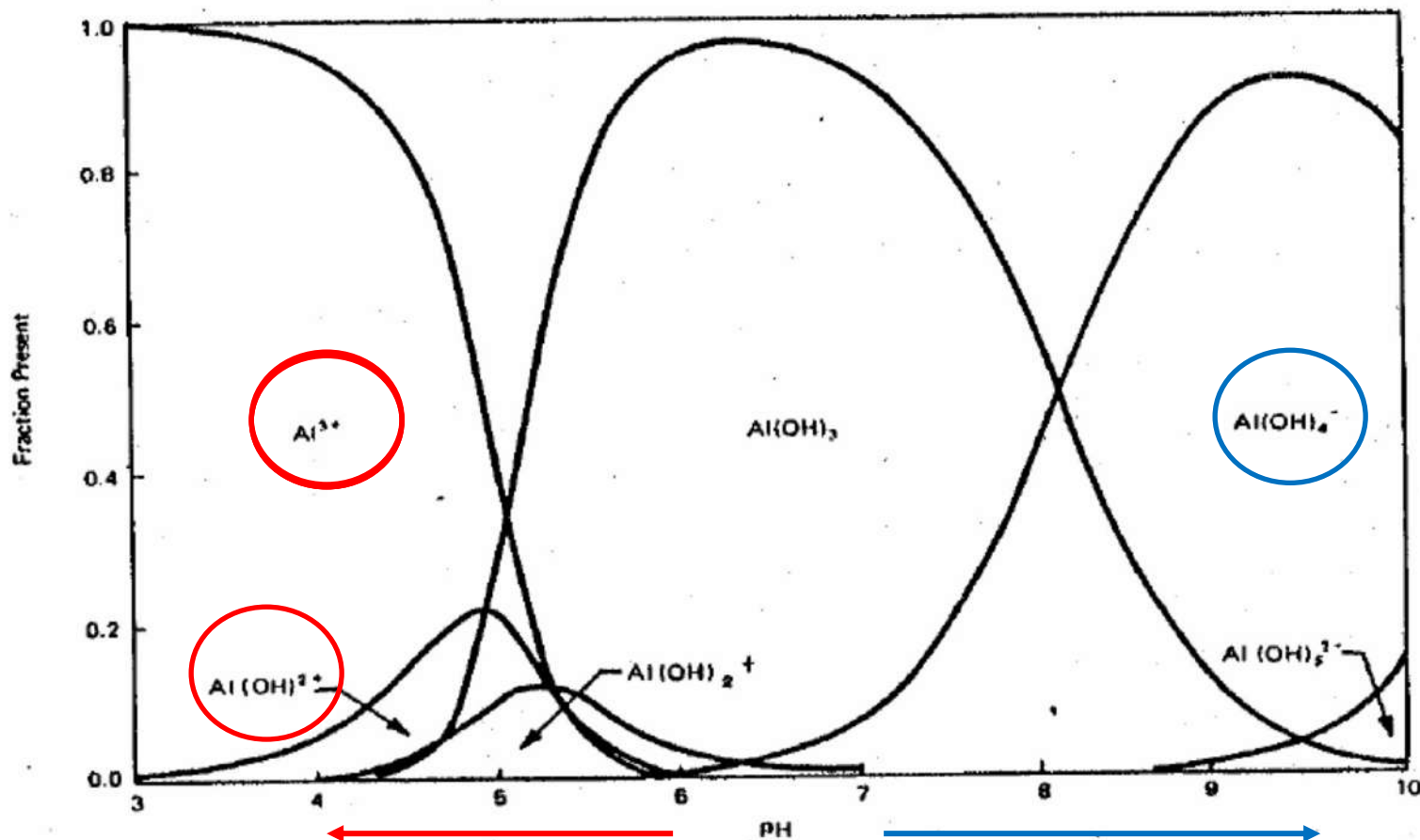
การทำลายเสถียรภาพของอนุภาคสารแขวนลอยเกิดโดยกลไก 4 แบบ คือ

- ❖ กลไกลดความหนาของชั้นกระจาย (Diffuse Layer) ด้วยการเพิ่มประจุตรงข้ามกับประจุของอนุภาคในชั้นกระจายให้เพิ่มมากขึ้น
- ❖ กลไกการดูดติดผิวและทำลายประจุไฟฟ้าของอนุภาคสารแขวนลอย (Absorption and Charge Neutralization) ด้วยการเติมสารเคมีบางชนิดที่สามารถแตกตัวให้ประจุตรงข้ามกับประจุของอนุภาคสารแขวนลอยและสามารถดูดติดผิวได้
- ❖ กลไกการสร้างผลึกขึ้นมาเพื่อให้อนุภาคสารแขวนลอยมาเกาะจับ (Sweep Coagulation) เช่น การใส่สารส้มให้เกิดผลึก $Al(OH)_3$ เหมือนวุ้นสีขาว เพื่อให้อนุภาคมามากเกาะแล้วรวมกันเป็นฟล็อกได้
- ❖ กลไกการสร้างสะพานเชื่อมต่ออนุภาคสารแขวนลอย โดยใช้สารโพลีเมอร์ที่มีขนาดโมเลกุลที่ใหญ่ และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง มาเป็นตัวเชื่อมต่ออนุภาคของสารแขวนลอยเข้าด้วยกัน

หลักการของถังกวนเร็ว (Rapid Mixing)



สารเคมีที่ใช้ในการสร้างตะกอน หรือ กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation)

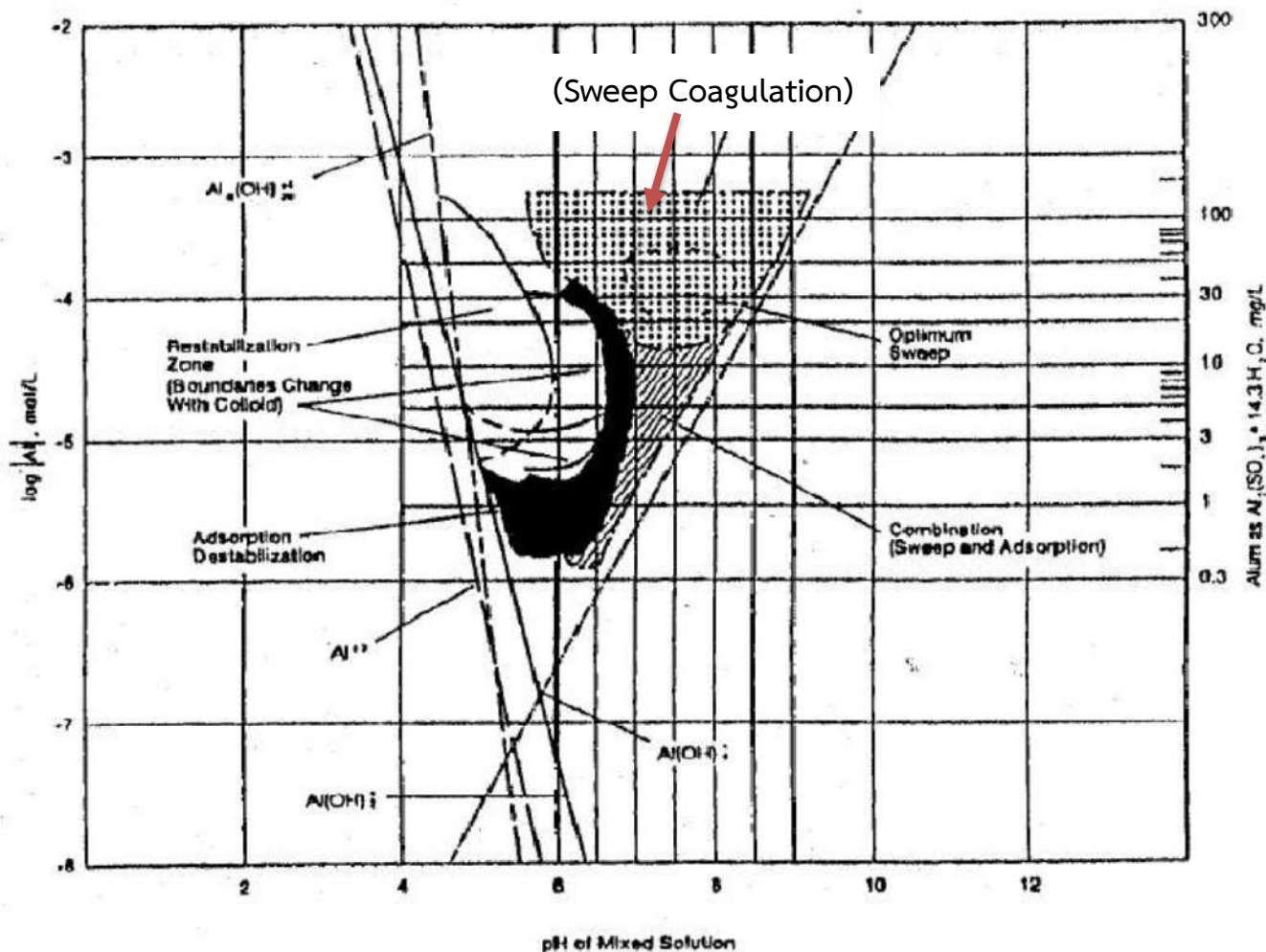


ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบเชิงซ้อนกับค่า pH



สารเคมีที่ใช้ในการสร้างตะกอน

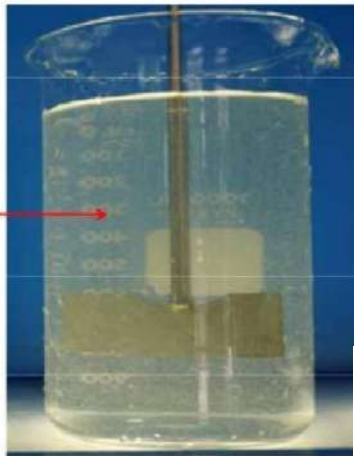
การเกิดเสถียรภาพของอนุภาค



การสร้างตะกอน (Coagulation)

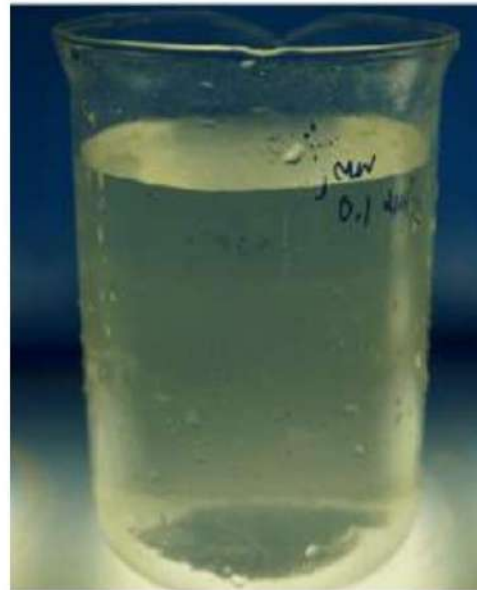
การสร้างตะกอน (Coagulation)

ต้องมีตะกอนเม็ด
เล็กและกระจายทั่ว
ทั้งน้ำดิบ

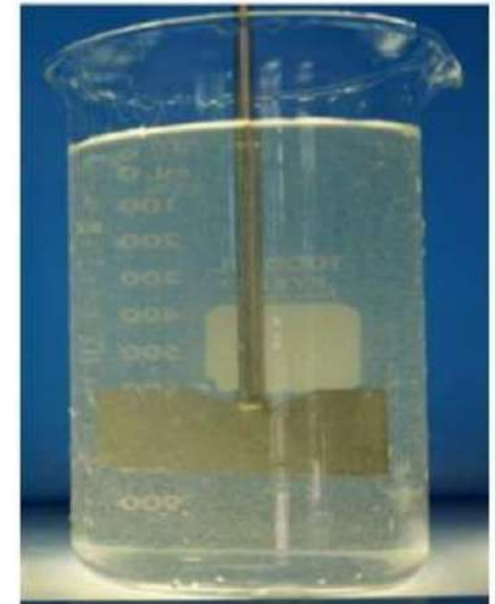


ข้อสังเกตในการสร้างตะกอน คือ
Micro Floc หรือตะกอนขนาดเล็ก ๆ

การกวนเร็วและจุดเติมสารเคมี
ที่เหมาะสมจะทำให้ได้
ตะกอนเม็ดเล็กที่ดี



น้ำดิบ



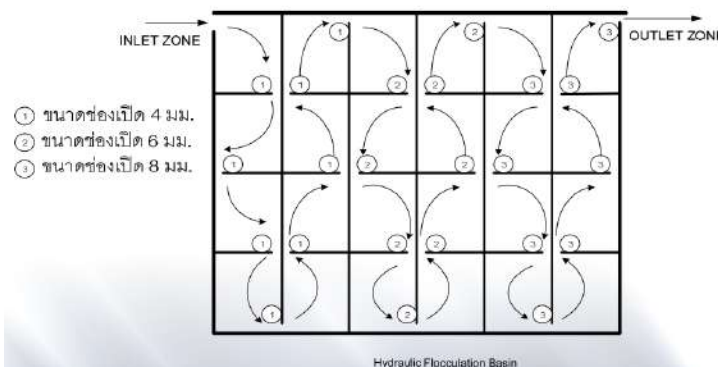
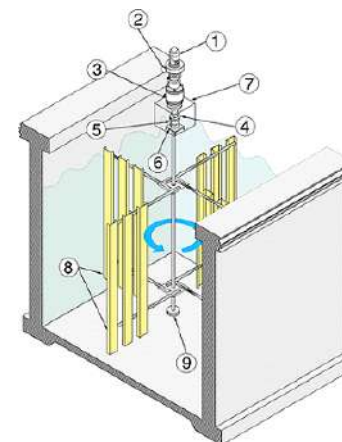
น้ำดิบ+เติมสารส้ม+กวนเร็ว

การรวมตะกอน (Flocculation)

Flocculation คือกระบวนการรวมตัวกันของตะกอนขนาดเล็ก ๆ ที่ได้จากการกวนเร็ว ให้เคลื่อนที่มากระทบหรือสัมผัสกันเพื่อรวมตัวเป็นกลุ่มตะกอนขนาดใหญ่ที่สามารถตกตะกอนได้ง่ายหรือเรียกว่า **ขั้นตอนการกวนช้า** กระบวนการนี้เกิดหลังจากกระบวนการ Coagulation

การกวนช้า ประเภทแบบใช้ แผ่นกั้น (Baffle type)

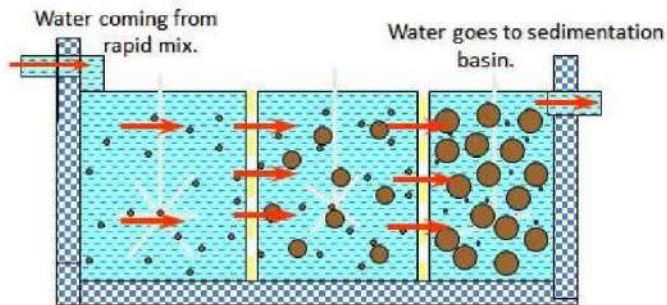
คือ แบบที่การบังคับให้น้ำไหลวน ไปมา โดยใช้แผ่นกั้นบังคับทิศทางการไหลของน้ำ ก็สามารถที่จะทำให้เกิดการรวมตัวเป็นตะกอนขนาดเล็กได้



การรวมตะกอน (Flocculation)

การควบคุมขนาดตะกอนในการกวนช้า ให้มีขนาดที่เหมาะสมในการตกตะกอน

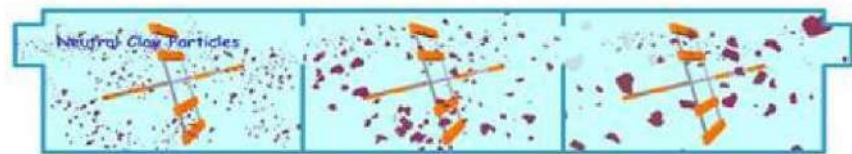
Flocculation process



ตะกอนในถังกวนช้าต้องมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ

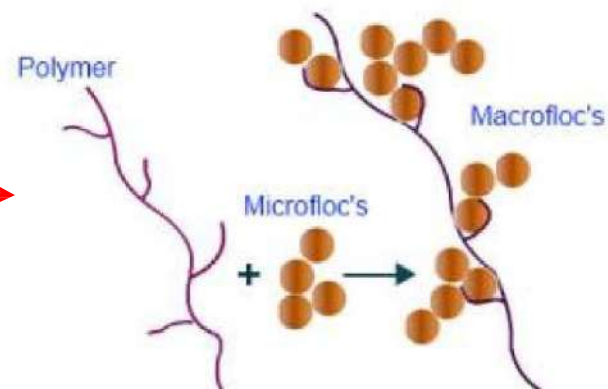
The floc is getting larger and larger as it passes from stage to stage.

Flocculation



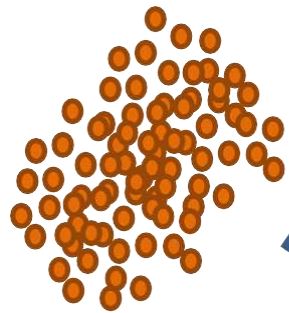
The mixing intensity is generally reduced as flow passes through the compartments.

2. หากตะกอนมีขนาดเบาหรือขนาดเล็ก ให้ใช้ Polymer ร่วมในการเพิ่มขนาดตะกอน

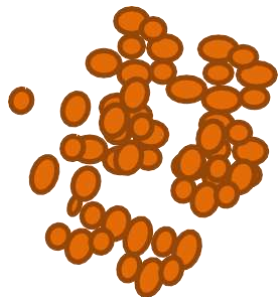


ระบบกวนช้า

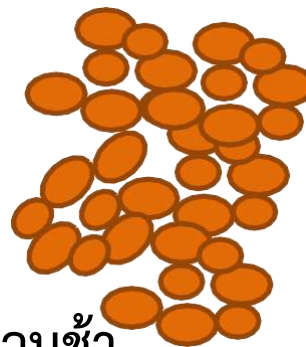
หน้าที่ การรวมตะกอนขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และ
น้ำหนักรวมมากกว่าน้ำ



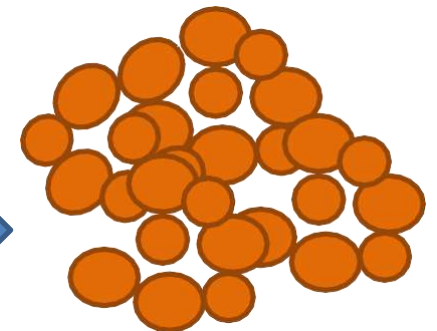
หลังกวนเร็ว



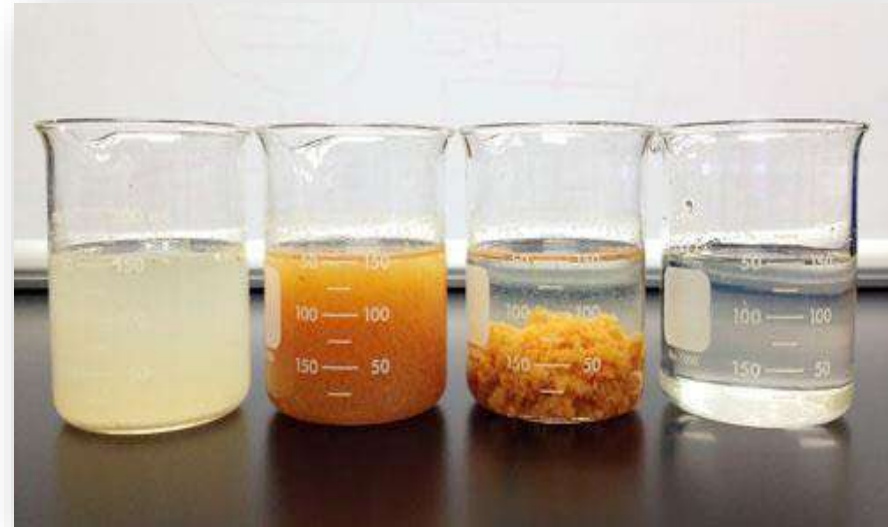
กวนช้า
stage 1



กวนช้า
stage 2



กวนช้า
stage 3



สารรวมตะกอน (Coagulant Aid) คือ สารเคมีชนิดสารอนินทรีย์ประเภทสารอนินทรีย์ที่เติมลงในน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับ สาร Coagulant โดย **Coagulant Aid** จะต้องใช้ควบคู่กับ Coagulant ไม่สามารถใช้อย่างเดียว ได้

องค์ประกอบและรูปแบบทางด้านกายภาพของโพลีเมอร์รูปร่างเป็นโซยาว (Long Chain) เป็นสารเคมีชนิดพิเศษ สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้อย่างสมบูรณ์จาก Monomers หลายๆ อันรวมกันแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1) Cationic Polymer มีประจุบวกบนสวนของสารอินทรีย์ระดับของประจุบนโพลีเมอร์ขึ้นอยู่กับจำนวนอิออน ของ Nitrogen Groups สามารถรวมตะกอนที่มี ประจุลบได้เป็นอย่างดี นิยมใช้ในการปรับสภาพตะกอนตัวอย่างเช่น Polydiallyldimethyl Ammonium สารรวมตะกอน Polyacrylamide CationPolymer จะนิยมใช้ในงานปรับสภาพ ตะกอน เนื่องจากตะกอนในน้ำมีประจุลบ

2) Anionic Polymer มีประจุลบบนสวนที่เป็นสารอินทรีย์ จำนวนประจุลบขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มของ Acrylamide ที่ละลายอยู่ใน Acrylic Acid ชนิดของ Anionic Polymer เช่น Polyacrylamide Acid(PAA), Hydrolyzed Polyacrylamide (HPAM) และ Polystyrene Sulfate (PSS) สารรวมตะกอนPolyacrylamide ประเภท Anionic มีประจุไฟฟ้าลบเมื่อละลายน้ำและทำให้เกิดกลุ่ม Amide Group (NH₂-) หรือเกิดจากการรวมกลุ่มของ anionic monomer จนเป็นAcrylamide Polymer

3) Nonionic Polymer ไม่ละลายน้ำแต่มีประสิทธิภาพในการเชื่อมอนุภาคของตะกอนให้เกิดการรวมกลุ่มกันได้ ดี ในทางปฏิบัติ Nonionic Polymer อาจเกิดจากการรวมกันของสารอนินทรีย์โพลีเมอร์และสารอินทรีย์โพลีเมอร์ซึ่งจะเพิ่ม ความแข็งแรงของฟล็อก

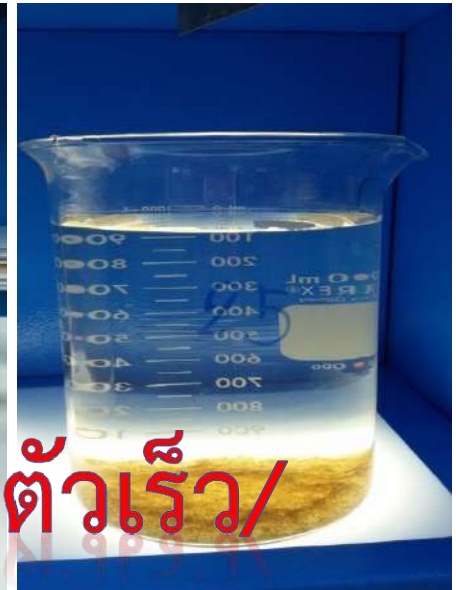




แขวนลอย/
FLOATING/PIN



ปุยพูน/
FLUFFY



หนักจมตัวเร็ว/
CONDENSED



การตรวจสอบขนาดตะกอนบน
ช่องกวนช้า





ถ้าความขุ่นสูงต้องทำอย่างไร ?



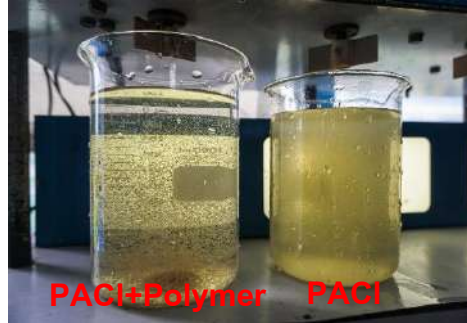


กระบวนการผลิตน้ำประปา

ความขุ่นน้ำดิบเกิน
1,000 NTU



กระบวนการผลิตน้ำประปา

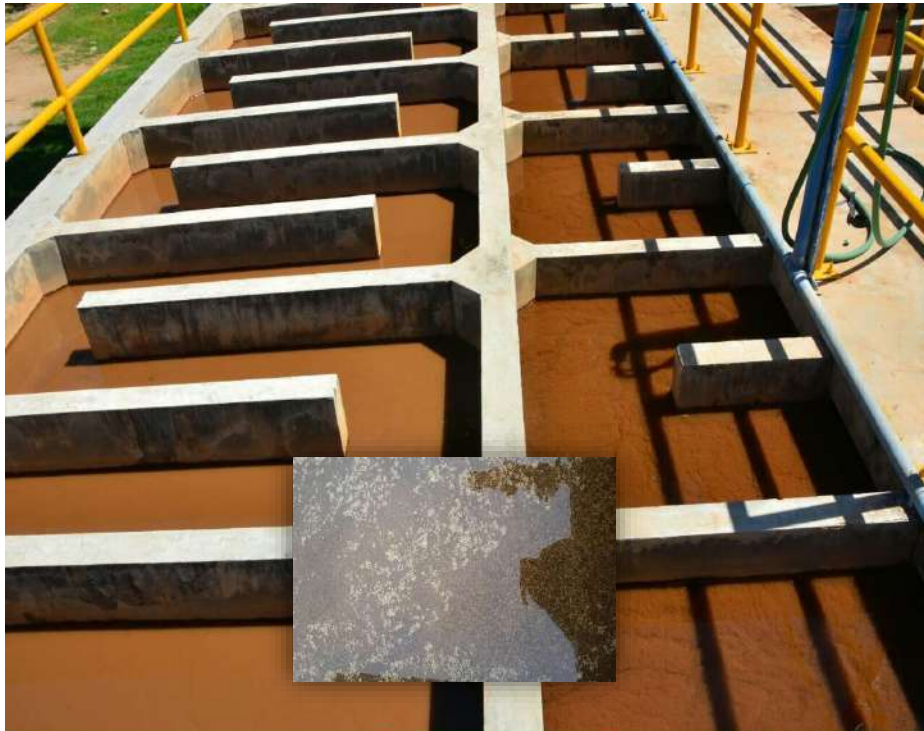


เติมสารช่วยรวมตะกอน

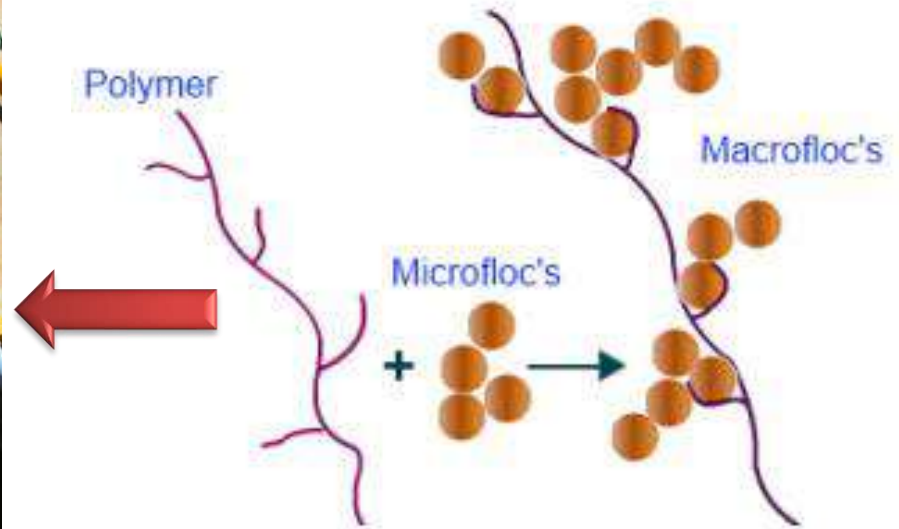


สารโพลิเมอร์

ความเข้มข้นประมาณ 0.1-0.2 mg/L



จ่ายสารโพลิเมอร์ในกวนช้า



การเติม Polymer รวมตะกอนให้ใหญ่/หนักมากขึ้น

ผลสำเร็จของการเติมสารเคมี+กวนเร็ว+
กวนช้า คือได้ตะกอนที่หนักมากกว่าน้ำ มี
ความเร็วในการตกตะกอนตามที่ตั้งตกตะกอน
ต้องการ

เพราะถึงตกตะกอนจะมีหน้าที่แยกตะกอน
ออกจากน้ำ

หากตะกอนเบาไป ถึงตกตะกอนจะไม่
สามารถแยกตะกอนออกตามที่ต้องการได้

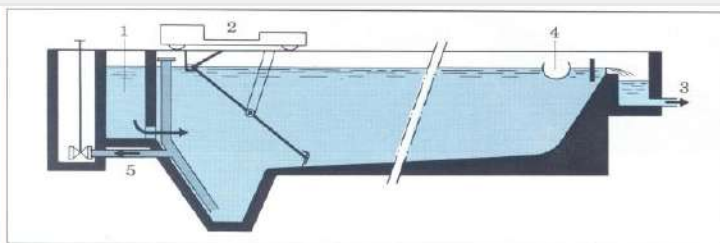


การตกตะกอน

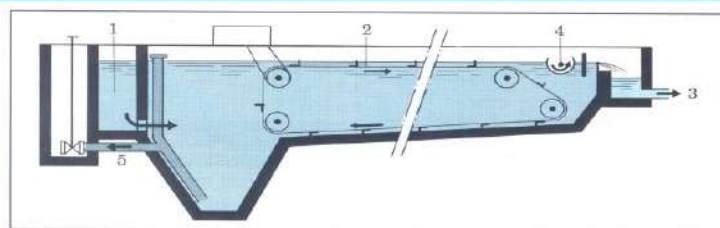
Sedimentation คือ กระบวนการที่แยกตะกอนที่อยู่ในน้ำออกจากของเหลวด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกโดยการลดความเร็วการไหลให้ต่ำลงจนถึงจุดที่สารแขวนลอยนั้นจะจมลงได้

ชนิดของระบบตกตะกอน

1. ระบบตกตะกอนแบบถังสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช้กับระบบผลิตน้ำแบบ Conventional หรือถังกลม ตามแบบการผลิตน้ำของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล หรือการชลประทาน
2. ระบบตกตะกอนแบบสัมผัส (Solid Contact Clarifier)



1 - Raw water inlet.
2 - Scraper bridge.
3 - Settled water outlet.
4 - Recovery of floating matter.
5 - Sludge removal.

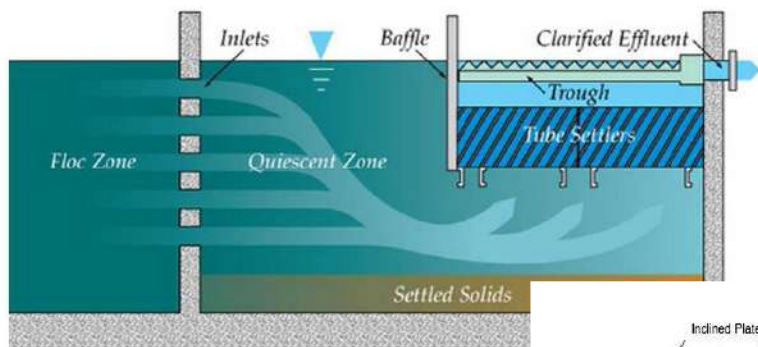


1 - Raw water inlet.
2 - Scraper chain.
3 - Settled water outlet.
4 - Recovery of floating matter.
5 - Sludge removal.

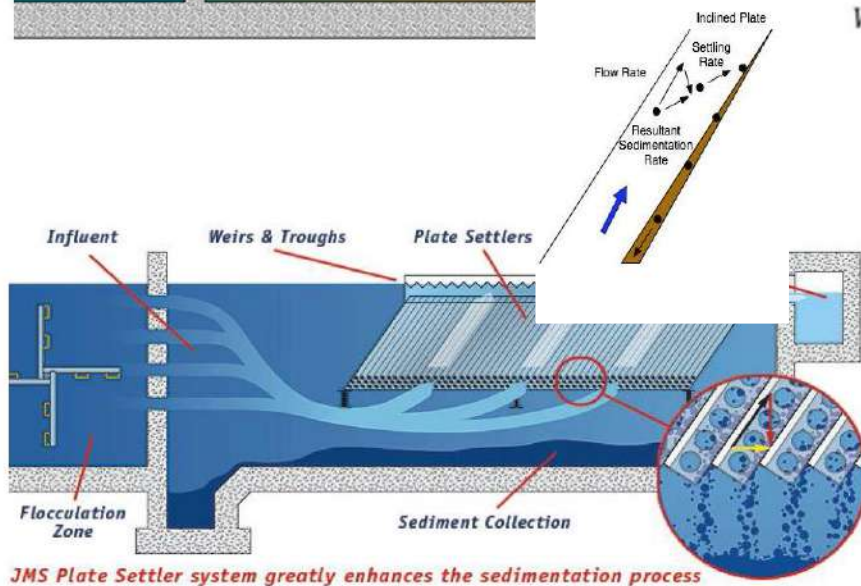
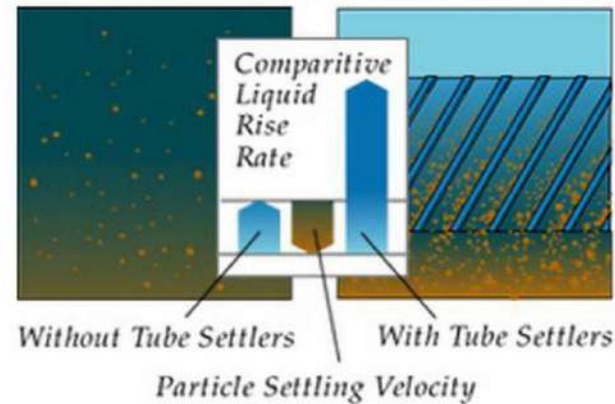


การตกตะกอน: Sedimentation

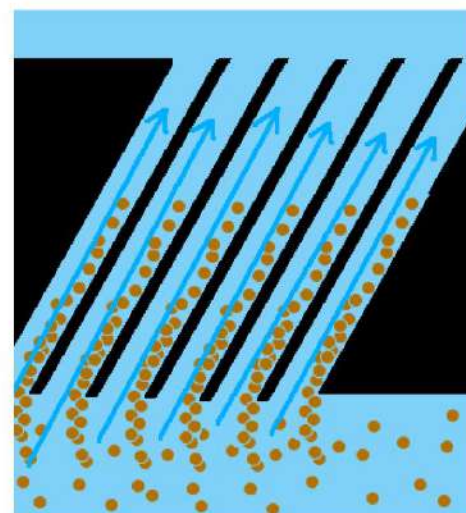
การติดตั้ง TUBE SETTLER



Tube Settlers vs. Conventional Settling



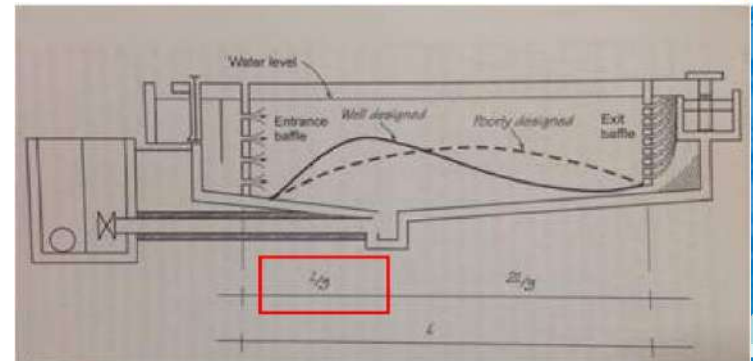
JMS Plate Settler system greatly enhances the sedimentation process



ตักสาหร่าย/ตะกอนเบาทิ้งเพื่อป้องกันสาหร่ายอุดตันทรายกรอง

การปฏิบัติงาน (Operation) สำหรับกระบวนการตกตะกอน(Sedimentation)

1. ในช่วงที่น้ำดิบมีค่าความขุ่นสูงให้สังเกตตะกอนหากตะกอนมี ระดับสูง ให้เพิ่มความถี่ในการระบายตะกอน
2. ในช่วงความขุ่นต่ำให้สังเกตลักษณะตะกอนว่ามีการสะสมของสาหร่าย หรือน้ำมีสีหรือไม่ เนื่องจากหากไม่มีการระบายตะกอนจะเกิดการสะสมของ จุลินทรีย์ในน้ำเกิดกลิ่น สี และตะกอนลอย
3. หากมีการสะสมของตะกอนไม่สามารถระบายทิ้งได้ ให้ทำการล้างถังตกตะกอนเพื่อกำจัดตะกอนสะสมลดการ สะสมของจุลินทรีย์

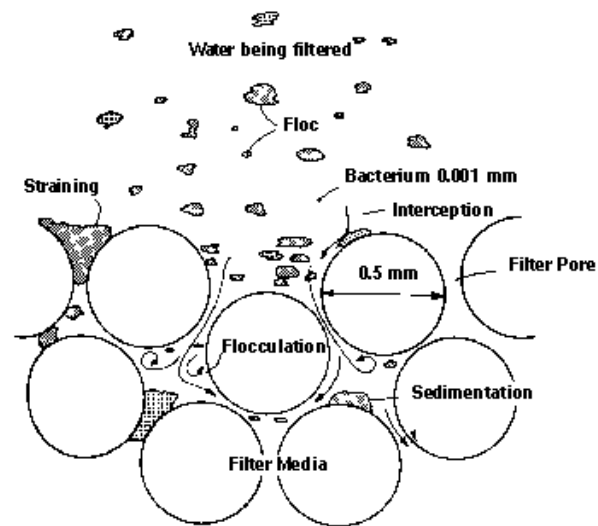


การกรอง (Filtration)

Filtration คือกระบวนการที่แยกอนุภาคแขวนลอยขนาดเล็กออกจากน้ำโดยผ่านน้ำเข้าไปยังชั้นกรองซึ่งมีรูพรุน วัสดุกรองที่นิยมใช้ได้แก่ ทรายแม่น้ำหรือแอนทราไซต์ ถังกรอง (Filter Tank) เป็นแบบแรงโน้มถ่วง (Gravity Filter)

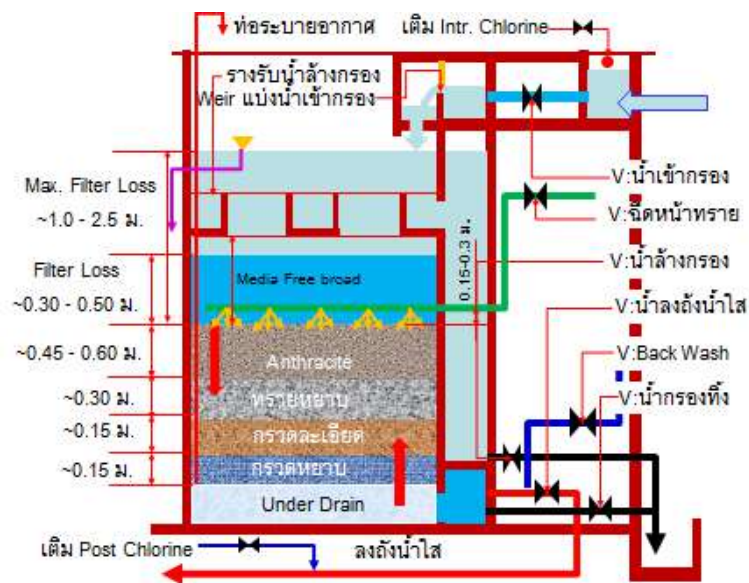
หน้าที่

- เป็นกระบวนการขั้นสุดท้ายในการกำจัดความขุ่น
- ลดจำนวนจุลินทรีย์ เช่น กำจัดแบคทีเรีย > 99% (แต่ยังคงต้องการการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน), กำจัดไวรัส > 98%
- ทำให้ทรายกรองเป็นเมกกานีสกรีนแซนด์ช่วยการกำจัดเหล็กและเมกกานีส โดยการเติม Cl_2 ก่อนน้ำเข้าถังตกตะกอน ให้ค่าคลอรีนคงเหลือหลังการกรองให้ไม่เกิน 1 mg/L
- ผลสำเร็จของการกรอง ความขุ่นน้ำที่ผ่านกรองไม่เกิน 4 NTU



Schematic diagram illustrating straining, flocculation, and sedimentation actions in a granular-media filter.

การกรอง (Filtration)





Filter Sand



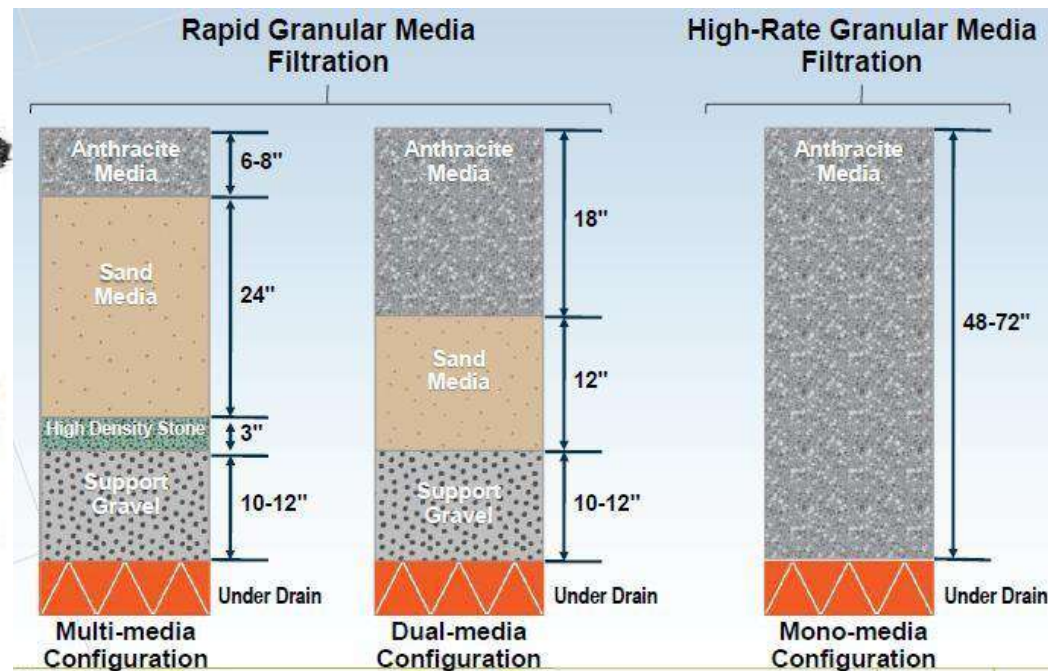
Anthracite



GAC Media



Garnet Sand



1. Sand เป็นสารกรองที่ใช้กันทั่วไป ราคาถูก
2. Garnet Sand อัตราการกรองเท่ากับ Filter Sand แต่ระยะเวลาการกรองได้นานกว่าและราคาสูงกว่าประมาณ 5 เท่าหรือมากกว่า
3. GAC Media คือสารกรอง Activate Carbon สำหรับลดปริมาณคลอรีนและกลิ่นเป็นส่วนใหญ่
4. Anthracite อัตราการกรองสูงกว่า Filter Sand และ Garnet Sand แต่ Density ต่ำกว่า ดังนั้นอัตราการล้างกรองต้องต่ำกว่า

ตัวอย่างชั้นทรายกรองในระบบกรอง

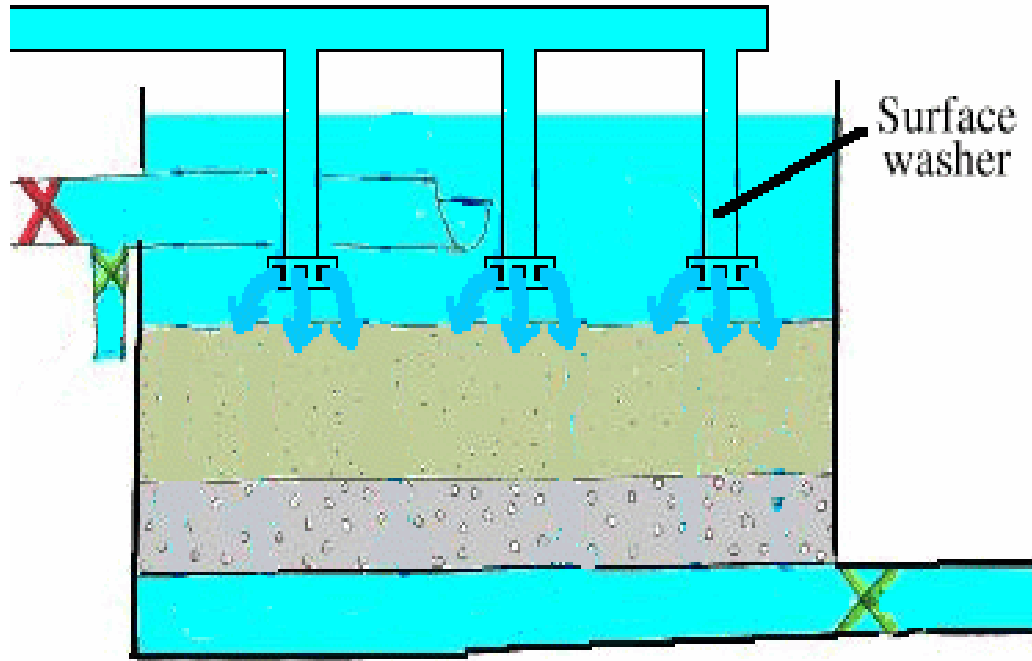




ตัวอย่างชั้นทรายกรองในระบบกรอง



การล้างหน้าทรายโดยน้ำฉีดหน้าทราย



ฉีดน้ำให้ตะกอนแตกตัวมีขนาดเล็ก
(specific gravity, SG) น้อยกว่าทราย
กรอง เพื่อให้ น้ำล้างย้อนพัดพาไปทิ้งได้

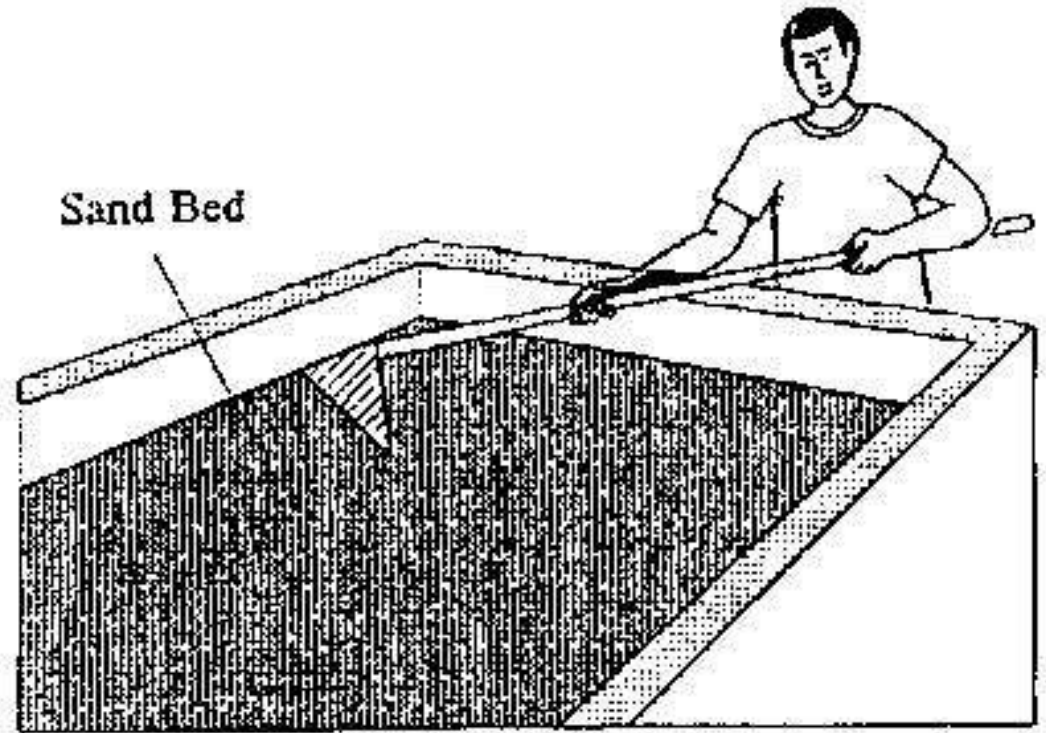
ตะกอนติดที่ผิวทรายกรอง ตะกอนจะยึด
ติด/จับยึดกันเป็นแผ่น ต้องทำให้ตะกอน
แตกตัวเป็นขนาดเล็ก หลุดออกจากทราย
กรอง และแตกตัวมีน้ำหนักน้อยกว่าทราย
กรอง น้ำล้างย้อนจึงจะพัดออกไปได้

เรียกว่า “ ล้างหน้าทราย ”

หากตะกอนไม่แตกตัวเล็กลง อาจจะหนัก
เท่าหรือหนักมากกว่าทรายกรอง จะไม่
สามารถล้างย้อน ออกไปได้ หากทิ้งไว้
นานๆ ตะกอนจะรวมตัวเป็น Mudball
หนักกว่าทราย ติดอยู่ในทรายขวางทางน้ำ
ลอด พื้นที่หน้าตัดของการกรอง

การล้างหน้าทราย

หากระบบล้าง/ฉีดหน้าทรายเสีย ให้ใช้คลาดหน้าทรายให้ตะกอนแตกตัว ก่อนล้างย้อน (Backwash)

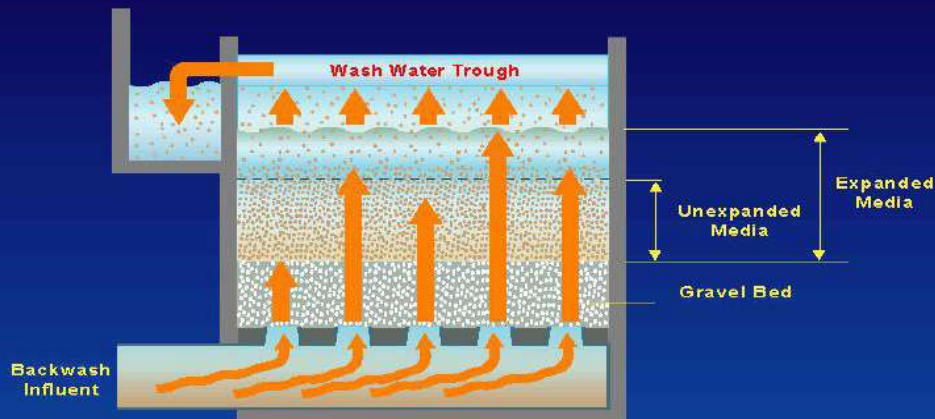


ตะกอนส่วนใหญ่จะติดที่ผิวทรายกรอง การล้างหน้าทราย จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

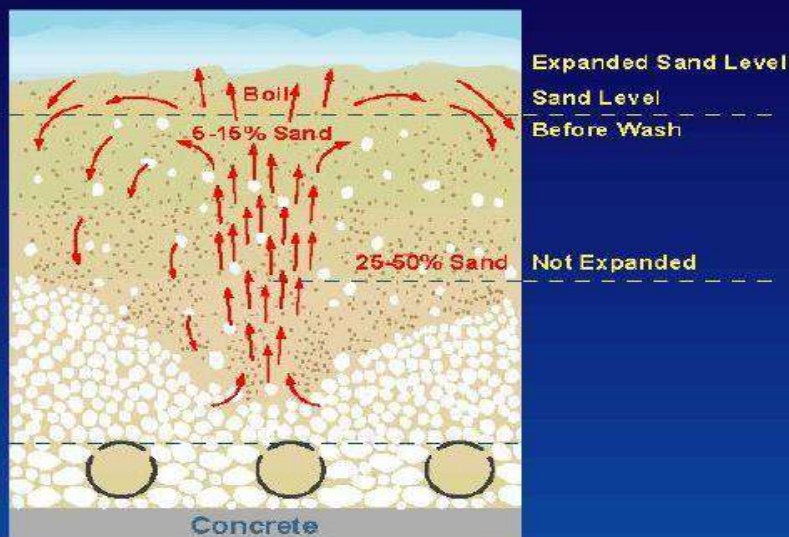


การล้างย้อน (Backwash)

Filter Bed Expansion



Sand Boil in a Filter Bed

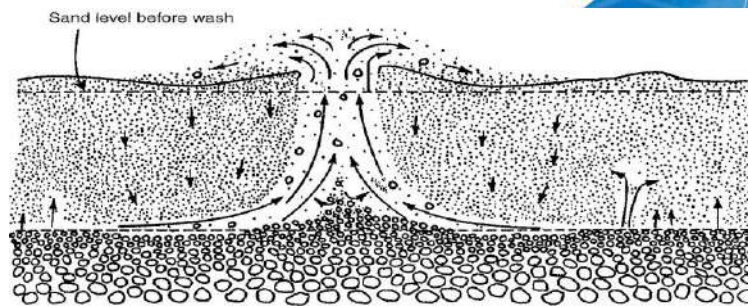


➡ ตะกอนที่ติดในทราย เป็นตะกอนที่ติด/จับยึดในช่องว่างระหว่างเม็ดทราย กรองBackwash ให้ทรายขยายตัว 20 – 30 %

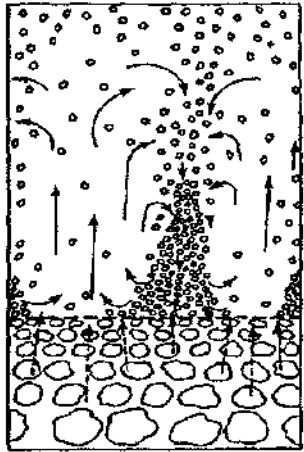
➡ การล้างย้อนให้ทรายสะอาด ทรายต้องขยายตัวพร้อมกันทุกๆ จุด

➡ ค่อยๆ ลดอัตราการน้ำล้างย้อน เพื่อให้ทรายกรองเรียงตัว/แยกชั้น

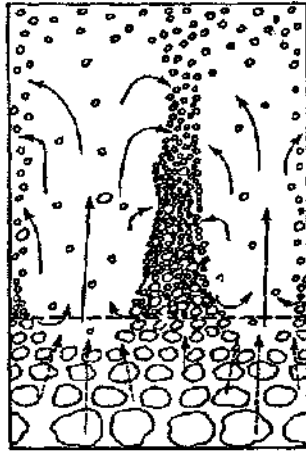
➡ การล้างย้อนไม่ดี ทรายกรองจะไม่ขยายตัวทั่วทุกพื้นที่ เกิดเป็นหลุมภูเขาไฟ



BackWash เมื่อสารกรองเกิด Mud ball



(a)
Newly constructed bed



(b)
After several washes



(c)
Mudballs forming
clogged area



ปัญหาที่เกิด จาก Mud Ball

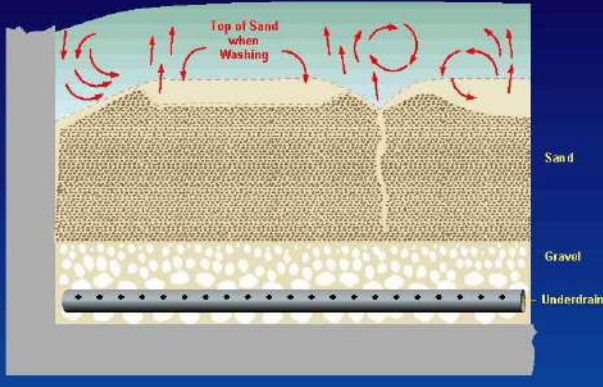
1. กรองจะตันเร็ว และน้ำกรองแล้วมีความขุ่นสูง
2. หลังจากเกิด Mud Ball แล้ว จะล้างกรองจะไม่สะอาดเพราะ Mud Ball จะขวางทางน้ำ Back Wash

สาเหตุของการเกิด Mud Ball

1. ล้างกรองไม่สะอาด ไม่ถูกวิธี อัตราน้ำล้างกรองไม่พอ (ไม่ใช่สาเหตุหลัก)
2. เติมสารเคมีมากเกินไป เช่น สารลัม Polymer
3. น้ำดิบความขุ่นสูงต้องเติม สารเคมีตามข้อ 2. มาก

Back Wash เมื่อสารกรองเกิด Mud ball

Clogged Filter Bed



Cracks in the media มี mudballs ในทรายล่างทรายกรองไม่สะอาดเป็นเวลานาน

ปัจจัยที่มีผลต่อการกรอง

- การเตรียมน้ำก่อนกรอง (Pretreatment) ทำ Coagulation โดยเติมสารเคมี เพื่อทำลายประจุลบของสารแขวนลอย และเปลี่ยนเป็นประจุบวก เพื่อให้เกิดกระบวนการดูดติดผิว
- **ขนาดของสารกรอง** คุณภาพของน้ำที่กรองได้ขึ้นกับขนาดของสารกรอง สารกรองขนาดเล็กก็คุณภาพน้ำที่กรองได้จะมีคุณภาพสูง แต่จะตันเร็ว หากต้องการจะใช้สารกรองหยาบในการกรองน้ำจำต้องปรับปรุงให้สารแขวนลอยมีขนาดใหญ่ขึ้น
- ความแปรปรวนของอัตราการกรอง อัตราการกรองที่เพิ่มขึ้นอย่างกะทันหัน จะทำให้คุณภาพของน้ำที่กรองได้ลดต่ำลง
- อัตราการล้างย้อนต้องใช้อัตราการล้างย้อนที่เหมาะสม เครื่องกรองที่ล้างไม่ดีพอ จะทำให้ประสิทธิภาพการกรองจะลดลง
- คุณภาพของน้ำดิบ น้ำดิบที่มีความขุ่น สูงควรลดความขุ่น โดยกระบวนการกวนและตกตะกอนก่อนเข้า ถังกรอง เพื่อลดภาระของถังกรอง



สารเคมีสำหรับฆ่าเชื้อโรค

สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค เช่น คลอรีน โอโซน เป็นต้น ที่นิยมใช้คือ คลอรีน (คลอรีนมีแบบชนิดผง ชนิดน้ำ และก๊าซ) แม้ว่าแก๊ส คลอรีนจะถือว่าเป็นก๊าซพิษชนิดหนึ่งแต่ก็หาง่าย ราคาถูก

การควบคุมค่าคลอรีนก่อนการสูบจ่าย 0.6-2.5 ม.ก. ต่อลิตร และควบคุมจนถึงบ้านผู้ใช้น้ำ หรือลูกค้ำ ไม่น้อยกว่า 0.2 ม.ก.ต่อลิตร



คลอรีนผง



การฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา (Disinfection)



การฆ่าเชื้อโรคในถังน้ำใส

สารเคมีสำหรับฆ่าเชื้อโรค

สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค เช่น คลอรีน โอโซน เป็นต้น ที่นิยมใช้คือ คลอรีน (คลอรีนมีแบบชนิดผง ชนิดน้ำ และ**ก๊าซ**) แม้ว่าแก๊สคลอรีนจะถือว่าเป็น**ก๊าซ**พิษชนิดหนึ่ง แต่ก็หาง่าย ราคาถูก

☐ **คลอรีนก๊าซ** ในสภาวะอุณหภูมิและความดันปกติจะอยู่ในรูปก๊าซสีเขียวตองอ่อน ในสภาวะภายใต้ความดันสูง จะเปลี่ยนเป็นของเหลวสีเหลืองอำพัน ความเข้มข้น คลอรีน 99% ในสภาพแห้งคลอรีนจะไม่กัดกร่อนโลหะ แต่ถ้ามีความชื้นอยู่ด้วยการ กัดกร่อนจะรุนแรงไม่ระเบิดและติดไฟ แต่ช่วยให้ไฟติดเหมือนก๊าซออกซิเจน

☐ **คลอรีนน้ำ** (NaClO) หรือโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความหมายต่างจากคลอรีนก๊าซที่ อยู่ในรูปของเหลว มีลักษณะเป็นสารละลายสีเขียวตองมีปริมาณเนื้อคลอรีนในช่วง 7–15% คลอรีนประเภทนี้ใช้งานง่าย แต่ราคาค่อนข้างแพงเมื่อเทียบกับคลอรีนก๊าซ



สารเคมีสำหรับฆ่าเชื้อโรค

- ☐ **คลอรีนผง ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$)** หรือ แคลเซียมไฮโปคลอไรด์มีลักษณะเป็นผง เม็ด หรือเกล็ดสีขาว ปริมาณเนื้อคลอรีนในช่วง 60–70% ใช้งานไม่สะดวกเหมือนคลอรีนน้ำ ต้องนำมาละลายน้ำแล้วน้ำ ส่วนที่เป็นของเหลวไปใช้งาน เหมาะสำหรับงานประปาขนาดเล็ก เนื่องจากขนส่งง่าย มีความปลอดภัย
- ☐ **คลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2)** ใช้เป็นสารควบคุมกลิ่น-รส และกำจัดเชื้อโรคเมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายสีเหลืองมีประสิทธิภาพในการออกซิไดซ์มากกว่าคลอรีนก๊าซ (Cl_2) 2.5 เท่าแต่เนื่องจากคลอรีนไดออกไซด์ไม่สามารถเก็บรักษาได้อย่างปลอดภัย ไม่สะดวกในการขนส่งจำเป็นต้องมีการผลิตขึ้นในพื้นที่ที่ใช้งาน



การเติมคลอรีน

การเติมคลอรีนในระบบประปา กปภ. มี 4 วิธี คือ

- 1) Pre-chlorination เป็นการเติมคลอรีนในน้ำดิบ เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบให้ดีขึ้นก่อนเติมสารตกตะกอน เช่น การควบคุมการเติบโตสาหร่ายหรือ แบคทีเรีย ที่ทำให้เกิด กลิ่น สี สารอินทรีย์ปนเปื้อนต่างๆ ออกซิไดซ์ เหล็ก แมงกานีส
- 2) Intermediate-chlorination เป็นการเติมคลอรีนในน้ำก่อนเข้าสู่ระบบการกรองเพื่อกระตุ้นให้ทรายกรองเป็น Mn-Sand เพื่อกำจัดแมงกานีส และเหล็กในน้ำได้
- 3) Post-Chlorination เป็นการเติมคลอรีนในน้ำที่ผ่านการกรองแล้ว เพื่อกำจัดเชื้อโรคในน้ำหลังกรอง ก่อนสูบจ่ายบริการไปยังผู้ใช้น้ำ
- 4) Re-chlorination เป็นการเติมคลอรีนระหว่างกลางโดยติดตั้งสถานีสำหรับเติมคลอรีนอีกเพื่อรักษาระดับปริมาณคลอรีนคงเหลือให้ครอบคลุมทั่วทุกพื้นที่ในระบบจ่ายน้ำ





ถังเก็บน้ำสะอาด (Clear water Tank)

เป็นถังคอนกรีตหรือถังเหล็กนิยมนำมาวางไว้บนพื้น เพื่อให้สามารถทำความสะอาดและซ่อมบำรุงได้สะดวก ทำหน้าที่เก็บกักน้ำที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อโรคแล้ว





มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาจากสถานีผลิตน้ำ

รายการ	ค่าควบคุม	ความถี่
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.5 – 8.5	3 ครั้งต่อวัน
สีปรากฏ	ไม่เกิน 15 unit	3 ครั้งต่อวัน
ความขุ่น	ไม่เกิน 4.0 NTU	3 ครั้งต่อวัน
แมงกานีส	ไม่เกิน 0.3 mg/L	1 ครั้งต่อวัน
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	ไม่พบ	1 ครั้งต่อวัน
คลอรีน	ไม่น้อยกว่า 0.6-2.5 mg/L	3 ครั้งต่อวัน



คุณภาพน้ำประปาของ กปภ. แบ่งเป็น 4 ด้าน

1. คุณลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics)

2. คุณลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics)

3. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา (Microbiological Characteristics)

4. คุณลักษณะทางด้านสารเป็นพิษ (Heavy Metal Characteristics)

5. สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช (Heavy Metal Characteristics)

6. ไตรฮาโลมีเทน (Trihalomethanes Characteristics)

7. สารกัมมันตภาพรังสี (Radioactivity Characteristics)



มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา

รายการ	กปภ. 2563	
	มาตรฐาน คุณภาพ น้ำประปา	ความถี่ในการ ทดสอบ

1.คุณลักษณะทางกายภาพ

สี (colour) , Pt-Co unit	15	1 ครั้ง/เดือน
รส (taste)	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ	1 ครั้ง/เดือน
กลิ่น (odour)	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ	1 ครั้ง/เดือน
ความขุ่น (turbidity) , NTU	4	1 ครั้ง/เดือน
ความเป็นกรด-ด่าง (pH range)	6.5-8.5	1 ครั้ง/เดือน

2.คุณลักษณะทางเคมี (mg/l)

ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (total Dissolved solids)	600	1 ครั้ง/เดือน
เหล็ก (Fe)	0.3	1 ครั้ง/เดือน
แมงกานีส (Mn)	0.3	1 ครั้ง/เดือน
เหล็กและแมงกานีส	—	—
ทองแดง (Cu)	2.0	1 ครั้ง/เดือน
สังกะสี (Zn)	3.0	1 ครั้ง/เดือน
ความกระด้างทั้งหมด (total Hardness) as CaCO ₃	300	1 ครั้ง/เดือน
แคลเซียม (Ca)	—	—
แมกนีเซียม (Mg)	—	—
ซัลเฟต (SO ₄)	250	1 ครั้ง/เดือน
คลอไรด์ (Cl)	250	1 ครั้ง/เดือน
ฟลูออไรด์ (F)	0.7	1 ครั้ง/เดือน
ไนเตรท (NO ₃) as NO ₃	50	1 ครั้ง/เดือน
ไนเตรท์ (NO ₂) as NO ₂	3	1 ครั้ง/เดือน

รายการ	กปภ. 2563	
	มาตรฐาน คุณภาพ น้ำประปา	ความถี่ในการ ทดสอบ

3. คุณลักษณะทางด้านสารเป็นพิษ: โลหะหนัก

(mg/l)		
ปรอท (Hg)	0.001	1 ครั้ง/ปี
ตะกั่ว (Pb)	0.01	1 ครั้ง/ปี
สารหนู (As)	0.01	1 ครั้ง/ปี
ซีลีเนียม (Se)	0.01	1 ครั้ง/ปี
โครเมียม (Cr)	0.05	1 ครั้ง/ปี
ไซยาไนด์ (CN)	0.07	1 ครั้ง/ปี
แคดเมียม (Cd)	0.003	1 ครั้ง/ปี
แบเรียม (Ba)	0.7	1 ครั้ง/ปี

4. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total Coliform bacteria), MPN/ml	ไม่พบ	1 ครั้ง/เดือน
อี โคไล (E. coli)	ไม่พบ	1 ครั้ง/เดือน
สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus)	ไม่พบ	2 ครั้ง/ปี
ซาลโมเนลลา (Salmonella)	ไม่พบ	2 ครั้ง/ปี
คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringens)	ไม่พบ	2 ครั้ง/ปี

อ้างอิง คุณภาพน้ำประปาตาม
WHO 2017

รายการ	กปภ. 2563	
	มาตรฐาน คุณภาพ น้ำประปา	ความถี่ใน การทดสอบ

5.สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ดีลตรินและ ออลตริน	ไม่เกิน 0.03	1 ครั้ง/ปี
กลอร์เดน	ไม่เกิน 0.2	1 ครั้ง/ปี
ดีดีที (DDT)	ไม่เกิน 0	1 ครั้ง/ปี
เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอร์อีพอกไซด์	ไม่เกิน 0.02	1 ครั้ง/ปี
เฮกซะคลอโรเบนซีน	ไม่เกิน 1	1 ครั้ง/ปี
ลินเดน	ไม่เกิน 2	1 ครั้ง/ปี
เมรอกซีคลอร์	ไม่เกิน 20	1 ครั้ง/ปี

6. ไตรฮาโลมีเทน

โครโรฟอร์ม (Chloroform)	ไม่เกิน 300	1 ครั้ง/ปี
โบโรโมไดโครโรมีเทน (Bromodichloromethane)	ไม่เกิน 60	1 ครั้ง/ปี
ไดโบโรโมโครโรมีเทน (Dibromochloromethane)	ไม่เกิน 100	1 ครั้ง/ปี
โบโรโมฟอร์ม (Bromoform)	ไม่เกิน 100	1 ครั้ง/ปี
ผลรวมอัตราส่วนไตรฮาโลมีเทน (Sum of ratio)	ไม่เกิน 1	1 ครั้ง/ปี

7.สารกัมมันตภาพรังสี

ความแรงรวมรังสีแอลฟา (Gross alpha activity)	ไม่เกิน 0.4	10 ครั้ง/ปี
ความแรงรวมรังสีเบต้า (Gross beta activity)	ไม่เกิน 0	10 ครั้ง/ปี



สารเคมีหลักที่ กปภ.ใช้ในการผลิตน้ำประปา

สารเคมี	คุณสมบัติ
สารส้ม / PACl	สารที่ใช้ในการสร้างตะกอน
ปูนขาว โซดาแอช โซดาไฟ	สารที่ใช้ในการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
คลอรีน มีอยู่ 3 แบบด้วยกัน คือ แก๊สคลอรีน, ผงปูนคลอรีน และคลอรีนน้ำ	สารที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค ยับยั้งการเจริญเติบโต สาหร่าย การกำจัด
โพลิเมอร์ ทั้งแบบประจุบวก และประจุลบ	สารที่ช่วยในการรวมตะกอนให้มีขนาดใหญ่
ผงถ่านกัมมันต์	สารที่ช่วยในการดูดซับกลิ่นและสี
ด่างทับทิม	สารที่ใช้ในการตกตะกอนเหล็กและแมงกานีส

สารเคมีปรับสภาพน้ำดิบในกระบวนการผลิตน้ำประปา

☐ ปูนขาว (lime)(Ca(OH)_2) และปูนสุก (CaO)

- ปูนขาวจะมีปริมาณเนื้อปูนเทียบเป็น Ca(OH)_2 ไม่น้อยกว่า 82% (ขึ้นกับชนิดของปูนขาว)และเทียบเป็นเนื้อ CaO ไม่น้อยกว่า 62%
- ปูนสุก จะมีปริมาณเนื้อปูนเทียบเป็น CaO ไม่น้อยกว่า 85% (ขึ้นกับชนิดของปูนขาว) ปูนสุกเมื่อละลายน้ำจะเกิดความร้อน

☐ โซดาแอช (Soda Ash) หรือ (Sodium Carbonate)

โซดาแอช (Na_2CO_3) เปAnสารประกอบเกลือของกรดคาร์=บอนิก มีลักษณะเปAnผงสีขาว ไม่มีกลิ่น ดูดความชื้นจากอากาศได้ละลายน้ำได้ดี เมื่อละลายน้ำมีฤทธิ์เป็นด่างเป็นสารช่วยปรับความเป็นด่างในน้ำ

☐ โซเดียมไฮดรอกไซด์: (โซดาไฟ)

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ดูดความชื้นดีมาก ละลายน้ำได้ดีมักใช้แทนที่ปูนขาว เพื่อเพิ่ม Alkalinity และความเป็นด่างในน้ำ

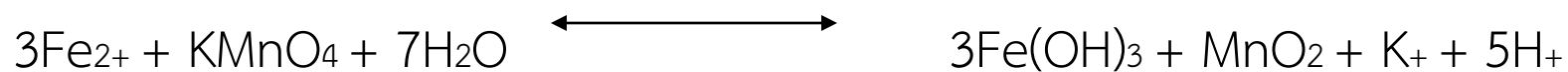
สารเคมีปรับสภาพน้ำดิบในกระบวนการผลิตน้ำประปา

☐ กรดเกลือ (Hydrochloric Acid)

กรดเกลือ (HCl) เป็นของเหลวที่มีค่าความเข้มข้นต่างๆ เช่น กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 35% และ 37% จัดเป็นกรดแก่ ใช้ปรับความเป็นกรดในน้ำ

☐ ด่างทับทิม (Potassium Permanganate, KMnO_4)

มีลักษณะเป็นผลึกสีม่วง ละลายได้ดี เป็นเกลือชนิดหนึ่ง มีฤทธิ์เป็นด่างอ่อนๆ และมีคุณสมบัติเป็นสารออกซิเดชัน (Oxidation) อย่างแรง เช่น การกำจัดเหล็กและแมงกานีสในน้ำเป็นต้น โดยเติมในน้ำดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการตกตะกอน ด่างทับทิมจะทำปฏิกิริยาเปลี่ยนไอออนที่อยู่ในรูปละลายน้ำให้อยู่ในรูปผลึกปฏิกิริยาตามสมการดังนี้



☐ ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วที่ pH สูงกว่า 7.0 ทำลายคาอัลคาไลไนตีในน้ำ ควรหาเวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่เหมาะสม เพื่อให้แน่ใจว่าทั้งเหล็กและแมงกานีสได้ถูกเปลี่ยนสภาพ

❑ ถ่านกัมมันต์: (Activated Carbon)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วย คาร์บอน ที่ได้จากถ่าน เป็นวัสดุที่มีโครงสร้างรูพรุนขนาดเล็ก (Microporosity) เกิดขึ้นจำนวนมากและขนาดรูพรุนแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต และวัตถุประสงค์การใช้งาน มีพื้นที่ผิวการดูดซับสูงมากทำให้มีคุณสมบัติดูดซับที่ดีโดยเฉพาะในสารประกอบอินทรีย์ต่างๆที่ปนเปื้อนอยู่ในของเหลวหรือก๊าซไว้ได้ในปริมาณสูง สามารถกำจัดสี กลิ่น ก๊าซได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการดูดซับเกิดขึ้นเมื่อสารต่าง ๆ มีการเคลื่อนที่โดยการแพร่กระจายไปเกาะบนผิวรอบนอกของตัวกลางก่อน ตัวกลางที่ดีจะมีลักษณะเป็นรูพรุน ภายในรูจะมีช่องเป็นโพรงลดเลี้ยวไปมา ซึ่งโมเลกุลของสารต่างๆ สามารถเคลื่อนที่ลึกลงไปในช่องโพรง มีพื้นที่ผิวสัมผัสได้มากทำให้ดูดซับได้มากขึ้น

❑ คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper Sulfate)

คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) หรือจุนสีเป็นสารประกอบของทองแดง กำมะถันและออกซิเจน พบได้หลายรูปแบบตามจำนวนโมเลกุลน้ำที่ประกอบอยู่ในผลึก จุนสีที่ปราศจากน้ำ (Anhydrous) เป็นผงสีฟ้าสามารถใช้ป้องกันตะไคร่และสาหร่ายในแหล่งน้ำดิบ





การคำนวณปริมาณการใช้สารเคมี การเก็บสารเคมี และการใช้อย่างปลอดภัย



JAR test คือการหาเงื่อนไขหรือสถานะที่เหมาะสมในการตกตะกอน ได้แก่

1. การเปรียบเทียบชนิดของโคแอกกูแลนต์
2. การเปรียบเทียบค่าพีเอช (pH) ที่ทำให้การตกตะกอนดีที่สุด
3. หาปริมาณของโคแอกกูแลนต์ที่เลือกใช้เพื่อไม่ให้เดิมใน ปริมาณที่สูงเกินไป เป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย และอื่น ๆ อีกได้แก่การหาอัตราการกวนเร็ว กวนช้า เป็นต้น เงื่อนไขเหล่านี้ มีประโยชน์อย่างมากเมื่อนำไปใช้กับระบบใหญ่ ๆ เช่นการผลิตน้ำประปา และการกำจัดสีในน้ำเสีย โรงงานอุตสาหกรรม

อุปกรณ์ที่ใช้สร้างตะกอนซึ่งประกอบด้วย

1. เครื่องจาร์เทสต์ใบพัด 4-6 หน่วย (ดังภาพที่ 1)
2. บีกเกอร์ความจุ 1 หรือ 2 ลิตร
3. ปิเปต ขนาด 10 มล. พร้อมลูกยาง
3. นาฬิกาจับเวลา



การทดสอบจาร์เทสต์ คือการหาปริมาณที่เหมาะสมของสารเคมีในการตกตะกอน

การเก็บตัวอย่างน้ำ

เปิดก๊อกน้ำดิบโดยเปิดน้ำที่ค้างท่อทิ้งไปประมาณ 2–5 นาที แล้วรองน้ำดิบไว้ประมาณ 15–20 ลิตร
บันทึกวันที่ เวลา และสถานที่เก็บตัวอย่างน้ำดิบ

ตรวจสอบค่า pH และค่าความขุ่น บันทึกค่าในแบบฟอร์ม

ตวงน้ำดิบให้มีปริมาตร 1 ลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร จำนวน 6 ใบ (ขึ้นอยู่กับจำนวนใบพัดของ
เครื่องจาร์เทสต์แต่ละรุ่น)

เลือกชนิดของสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน (กปภ.ใช้สารส้มเป็นหลัก) และช่วงของการใช้สารเคมี
(สารส้ม) เช่น 10 – 50 ppm (มิลลิกรัมต่อลิตร)

นำบีกเกอร์ที่ใส่น้ำดิบ ไปตั้งในเครื่องทำจาร์เทสต์ กดใบพัดให้จุ่มในบีกเกอร์จัดให้ใบพัดอยู่ตรงกลาง
และสูงจากก้นบีกเกอร์ประมาณ 1-2 นิ้ว

การทดสอบจาร์เทสต์ คือการหาปริมาณที่เหมาะสมของสารเคมีในการตกตะกอน



เขย่าสารละลายสารส้ม 1% (สารส้ม 10 กรัมผสมน้ำ 1 ลิตร) ให้เข้ากัน ใช้ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร หยดสารละลายสารส้มลงในหลอดทดลองตามตัวอย่าง ดังนี้

หลอดที่ 1 ไม่ใส่สารส้มหรือสารเคมีใดๆ

หลอดที่ 2 ใส่สารส้มลงไป 1 มิลลิลิตร (เท่ากับ 10 ppm หรือ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร)

หลอดที่ 3 ใส่สารส้มลงไป 2 มิลลิลิตร (เท่ากับ 20 ppm หรือ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร)

หลอดที่ 4 ใส่สารส้มลงไป 3 มิลลิลิตร (เท่ากับ 30 ppm หรือ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร)

หลอดที่ 5 ใส่สารส้มลงไป 4 มิลลิลิตร (เท่ากับ 40 ppm หรือ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร)

หลอดที่ 6 ใส่สารส้มลงไป 5 มิลลิลิตร (เท่ากับ 50 ppm หรือ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร)



เปิดเครื่องจาร์เทสต์แล้วปรับความเร็วรอบให้ได้ 100 รอบต่อนาที (เรียกว่าการกวนเร็ว) เทสารละลายสารส้มในหลอดทดลองลงในบีกเกอร์เรียงตามลำดับ พร้อมๆ กัน กวนต่อไปเป็นเวลา 30 วินาที



เมื่อครบเวลา 30 วินาที ให้ปรับความเร็วรอบเหลือ 60 รอบต่อนาที (เรียกว่าการกวนช้า) กวนต่อไปเป็นเวลา 7 นาที 30 วินาที สังเกตตะกอนที่เกิดขึ้น



ปรับความเร็วรอบเหลือ 40 รอบต่อนาที (เรียกว่าการกวนช้า) กวนต่อไปเป็นเวลา 7 นาที 30 วินาที
สังเกตตะกอนที่เกิดขึ้น



ปรับความเร็วรอบเหลือ 25 รอบต่อนาที (เรียกว่าการกวนช้า) กวนต่อไปเป็นเวลา 5 นาที
สังเกตตะกอนที่เกิดขึ้น



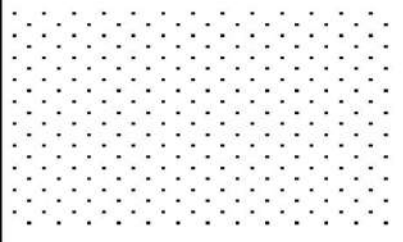
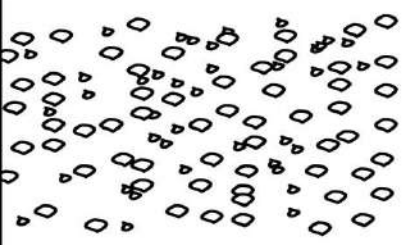
เมื่อครบเวลา 5 นาที ให้หยุดเครื่องทำจาร์เทสต์ยกใบพัดขึ้น จับเวลา 30 นาที สังเกตตะกอนในบีกเกอร์เปรียบเทียบกับตะกอนในรูปที่ 1 แล้วจดบันทึก



เมื่อครบเวลา 30 นาที เทน้ำส่วนใสในแต่ละบีกเกอร์ไปวัดค่า pH และค่าความขุ่น แล้วจดบันทึก



ความขุ่นต่ำกว่า 10 NTU

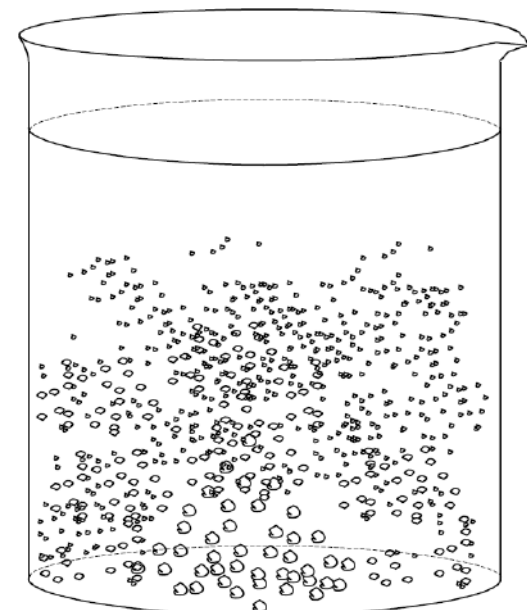
size 0 (ไม่เกิดตะกอน)	
size I (เป็นปุยเล็กๆ)	
size II (เล็ก)	
size III (กลาง)	
size IV (ใหญ่)	

FLOC SIZE CHART Potable Water Treatment

Size Ranges

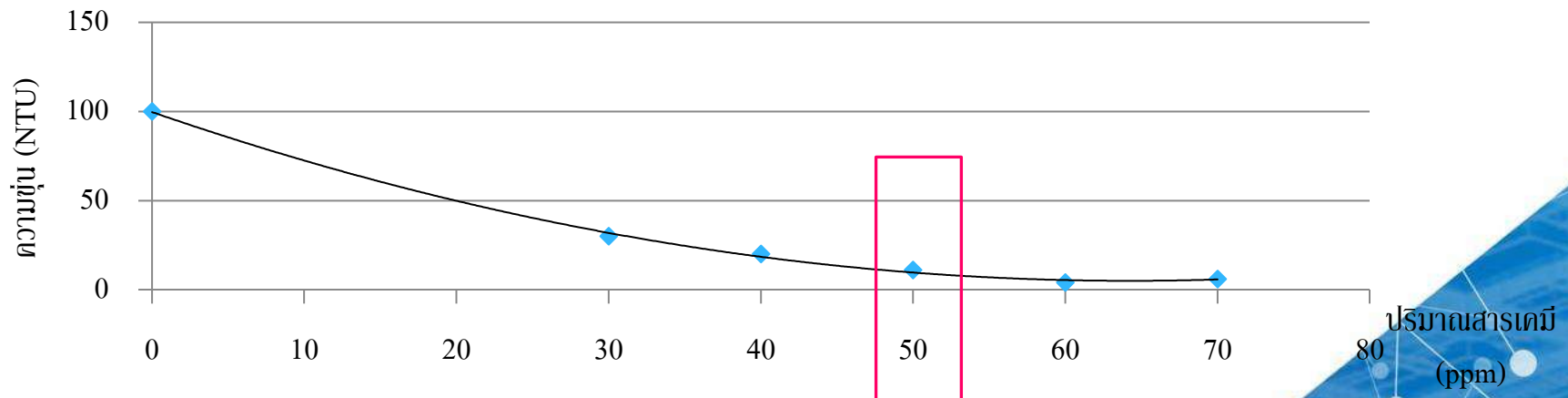
Floc Type

- 0.3 - 0.5 mm "PP" Pinpoint
- 0.5 - 0.75 mm "F" Fine
- 0.75 - 1.0 mm "S" Small
- 1.0 - 1.5 mm "M" Medium
- 1.5 - 2.25 mm "L" Large
- 2.25+ mm "VL" Very Large



บีกเกอร์ที่ 1	ปริมาณสารส้มที่ใช้(ppm)	ตย. ค่าความขุ่น (NTU)	ค่า pH
1	0	60	7.0
2	30	30	6.8
3	40	15	6.7
4	50	8	6.5
5	60	3	6.5
6	70	1	6.2

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นกับปริมาณสารเคมี





สูตรที่ 1

$$\text{อัตราจ่ายสารเคมี(ลิตร/ชม.)} = \frac{\text{ผลการทำจาร์เทสต์ (มก./ลบ.ม.)} \times \text{อัตราการผลิต (ลบ.ม./ชม.)}}{10 \times \% \text{ สารเคมี}}$$

สูตรที่ 2

$$\% \text{ สารเคมี} = \frac{\text{น้ำหนักสารเคมี (กก.)} \times 100}{\text{ปริมาตรน้ำ (ลิตร)}}$$

สูตรที่ 2

$$\text{ปริมาณสารส้มต่อวัน (ก.ก.)} = \frac{\text{ความเข้มข้นที่เลือก(ก/ลบ.ม.)} \times \text{ปริมาณน้ำผลิตต่อวัน(ลบ.ม.)}}{1,000}$$



ตัวอย่างที่ 1 นำสารส้มมา 20 กิโลกรัมมาละลายในน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร จงหาว่าสารละลายสารส้มมีความเข้มข้นกี่เปอร์เซ็นต์ ต้องทำให้หน่วยที่จะมาหาเปอร์เซ็นต์มีหน่วยเท่ากันก่อน นำมาคิดเปอร์เซ็นต์โดยเทียบกับน้ำ 100 ลิตร

โจทย์กำหนดให้ สารส้มมีหน่วยเป็นกิโลกรัม = 10 กิโลกรัม

น้ำมีหน่วยเป็นลิตร น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร = น้ำ 1,000 ลิตร

วิธีที่ 1 เทียบบัญญัติไตรยางค์

ในน้ำ	1,000	ลิตร มีสารส้มละลายอยู่	20	กิโลกรัม
ถ้า น้ำ	100	ลิตร จะมีสารส้มละลายอยู่	$\frac{20 \times 100}{1000}$	กิโลกรัม

ดังนั้น สารส้มมีความเข้มข้น 2 %

ตัวอย่างที่ 2 สถานีผลิตน้ำแห่งหนึ่งสูบน้ำดิบผลิต 50 ลบ.ม./ชม. หมักสารส้มไว้ในถังด้วยความเข้มข้น 2% ทำการทดสอบผลปรากฏว่าต้องใช้สารส้มในการตกตะกอน 30 ppm จงหาอัตราจ่ายสารส้ม(ลิตร/ชม.)

วิธีที่ 1 เทียบบัญญัติไตรยางค์

โจทย์กำหนดให้อัตราสูบน้ำดิบ

=50 ลบ.ม./ชม.

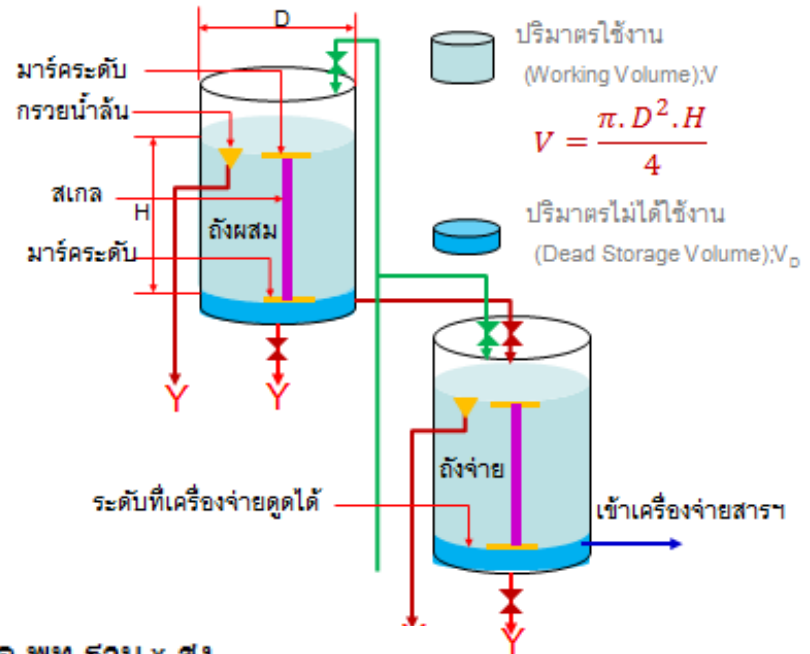
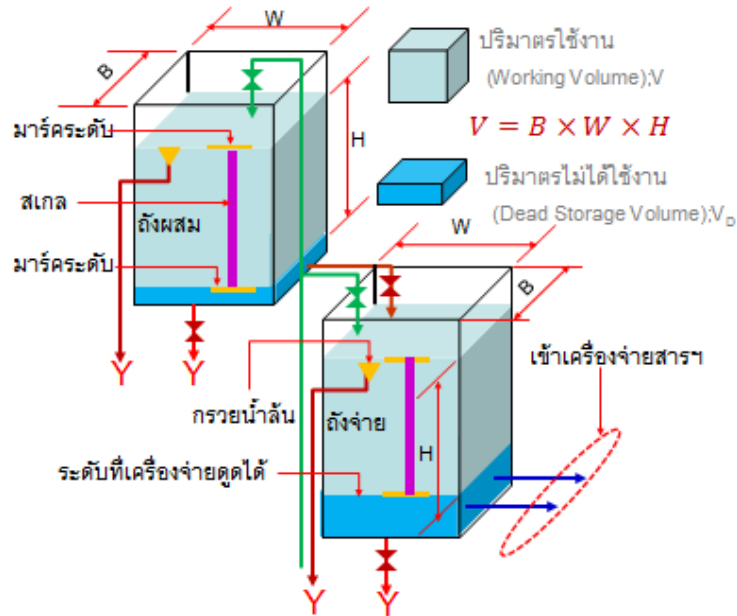
ผลการทำการทดสอบ

=30 ppm หรือใช้สารส้ม 30 กรัมต่อการผลิตน้ำ 1 ลบ.ม.

$$\text{อัตราจ่ายสารเคมี(ลิตร/ชม.)} = \frac{30 \text{ (ppm)} \times 50 \text{ (ลบ.ม./ชม.)}}{10 \times 2\%} = 75 \text{ ลิตร/ชม.}$$

ดังนั้น ตามผลการทำการทดสอบ ต้องจ่ายสารละลายสารส้ม 75 ลิตรในเวลา 1 ชั่วโมง

การคำนวณปริมาตรถังผสมจ่ายสารเคมี



ปริมาณใช้งาน (Working Volume; V) หรือความจุถังผสมสารเคมี คือ พท.ฐาน x สูง

- ถังเหลี่ยม; $V = B \times W \times H$ ----- (1)

- ถังกลม; $V = \frac{\pi \times D^2 \times H}{4}$ ----- (2)

เมื่อ B = ความกว้าง

W = ความยาว

D = เส้นผ่าศูนย์กลาง

H = คือระดับความสูงตั้งแต่ระดับสารเคมีต่ำสุดที่เครื่องจ่ายสารดูดได้ ถึงระดับท่อน้ำล้น

หมายเหตุ สเกลมี

2 แบบ

- 1.แบบหน่วยเป็น ม. ของความยาวหรือสูง
- 2.แบบหน่วยปริมาตรเป็น ลบ.ม. แบบนี้ ไม่ต้องคำนวณปริมาตรแต่ต้องทำขึ้นเอง (ไม่แนะนำเพราะจะทำให้คำนวณไม่เป็น)

ตัวอย่างคำนวณปริมาตรถังผสม / จ่ายสารเคมี

ตัวอย่างที่ 1. ถังกลม

ถังผสมสารเคมีเป็นถังกลมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ; D = 1.2

ความสูง(ระดับตั้งแต่เครื่องจ่ายสารดูดได้ถึงระดับน้ำล้น) ; H = 1.4

คำนวณปริมาตร; $V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4}$

= $\frac{\pi \times 1.2^2 \times 1.4}{4}$

= 1.583

ตัวอย่างที่ 2. ถังเหลี่ยม

ถังผสมสารเคมีเป็นถังเหลี่ยมกว้าง; B = 1.5

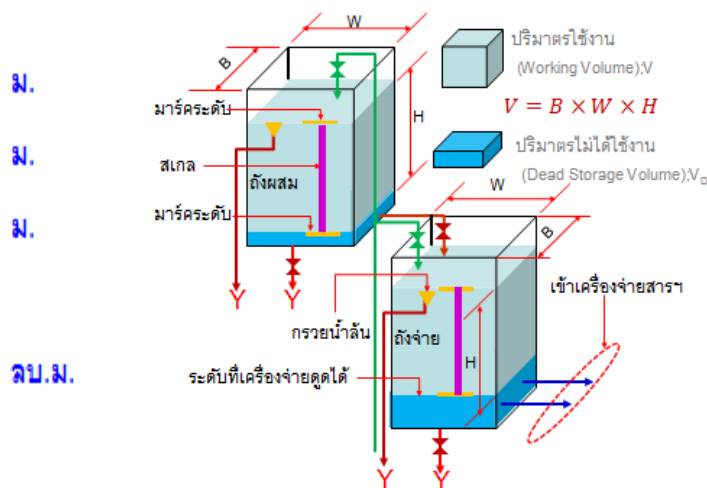
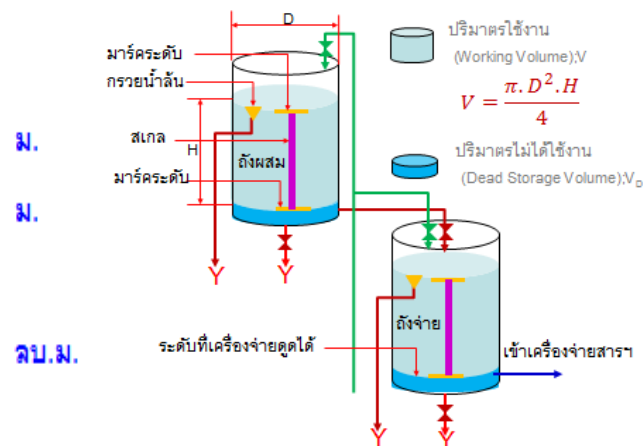
ถังผสมสารเคมีเป็นถังเหลี่ยมยาว; W = 2

ความสูง(ระดับตั้งแต่เครื่องจ่ายสารดูดได้ถึงระดับน้ำล้น) ; H = 1.2

คำนวณปริมาตร; $V = B \times W \times H$

= $1.5 \times 2 \times 1.2$

= 3.6



สมการหาน้ำหนักของสารเคมีที่ถือว่าไม่บริสุทธิ์ (เช่น ปูนคลอรีนมีเนื้อคลอรีนประมาณ 65 % และอย่างอื่นอีก 35 %)

$$\text{นน. (ดิบ)} = \frac{1000 \times \% \times \text{ป}}{\%_R} \quad \text{หรือ} \quad W_{CMR} = \frac{1000 \times P_{\%} \times V}{P_{\%R}} \quad \text{----- (4)}$$

เมื่อ

นน. หรือ W_{CMR} = นน. สารเคมีดิบที่เติมในถังผสม; kg

$\%$ หรือ $P_{\%}$ = % ส่วนผสมที่ต้องการ; %

$\%_R$ หรือ $P_{\%R}$ = % เนื้อคลอรีนในปูนคลอรีน; %

ป หรือ V = ปริมาตรใช้งานของถังผสมสารเคมี; m^3

ตัวอย่าง 3

ต้องการเตรียมสารละลายปูนคลอรีนเพื่อสำหรับจ่าย ลงในถังผสมสารเคมีขนาด $1 m^3$ (ลบ.ม.) ให้มีเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมเท่ากับ 5 % แล้ว อยากรู่ว่าจะต้องเติมปูนคลอรีนดิบลงในถังผสมกี่กิโลกรัม ในกรณีดังต่อไปนี้

1. ในกรณีที่ถือว่าปูนคลอรีนบริสุทธิ์ (ปูนคลอรีนดิบมีเนื้อคลอรีน 100 %)
2. ในกรณีที่ถือว่าปูนคลอรีนไม่บริสุทธิ์ (ปูนคลอรีนดิบมีเนื้อคลอรีน 65 %)



ตัวอย่างการคำนวณ

ปูนคลอรีนดิบมีเนื้อคลอรีน 100 %			ปูนคลอรีนดิบมีเนื้อคลอรีน 65 %		
ป หรือ V	=	1 m ³	ป หรือ V	=	1 m ³
% หรือ P _%	=	5 %	% หรือ P _%	=	5 %
% _R หรือ P _{%R}	=	100 %	% _R หรือ P _{%R}	=	65 %
จากสมการที่ 3			จากสมการที่ 4		
นน. = 10 × % × ป หรือ W _{CM} = 10 × P _% × V			นน. (ดิบ) = $\frac{1000 \times \% \times \text{ป}}{\%_R}$ หรือ W _{CMR} = $\frac{1000 \times P_{\%} \times V}{P_{\%R}}$		
นน.	=	10 × 5 × 1	นน. (ดิบ)	=	$\frac{1000 \times 5 \times 1}{65}$
		50 kg		=	76.9 kg
จากสมการที่ 4					
นน. (ดิบ) = $\frac{1000 \times \% \times \text{ป}}{\%_R}$					
นน. (ดิบ)	=	$\frac{1000 \times 5 \times 1}{100}$			
	=	50 kg			

การหาน้ำหนักสารเคมีเหลวที่ต้องเติมในถังผสมสารเคมี

การผสมสารเคมีที่เป็นของเหลว

สารเคมีเหลวผสมเสร็จที่มีจำหน่ายสำหรับระบบผลิตประปา จะมีอัตราส่วนผสมเป็น % (เปอร์เซ็นต์) โดยน้ำหนัก เช่น สารละลายคลอรีนเหลว 50 % หมายความว่า สารละลายคลอรีนเหลวจำนวน 100 kg มีเนื้อคลอรีน 50 kg

ปรกตีสารเคมีเหลวสำเร็จที่จำหน่ายในท้องตลาดจะมีความเข้มข้นสูง เพื่อประหยัดภาชนะบรรจุและการขนส่ง ยกเว้นสารเคมีที่เป็นอันตรายความเข้มข้นจะไม่สูง สำหรับสารเคมีที่มีความเข้มข้นสูงก่อนนำมาใช้งานอาจจำเป็นต้องทำให้เจือจาง ดังนั้นน้ำหนัก และปริมาตรของสารเคมีที่ใช้ผสมสำหรับเจือจางหาได้จาก

$$\text{นน. (ดิบ)} = \frac{1000 \times \% \times \text{ป}}{\%_R} \quad \text{หรือ} \quad W_{CMR} = \frac{1000 \times P_{\%} \times V}{P_{\%R}} \quad \text{----- (5)}$$

$$V_{CMR} = \frac{W_{CMR}}{\rho \times S.G} \quad \text{----- (6)}$$

เมื่อ

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ = 1000 kg/m³

S.G = ความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ.) ของสารเคมีดิบ (ผู้ขายต้องแจ้ง % ส่วนผสม และ ถ.พ.)

V_{CMR} = ปริมาตรสารเคมีเหลวดิบที่สั่งซื้อมาใช้; m³

ตัวอย่างการคำนวณ

คลอรีนเหลวมีความเข้มข้น 50 % เมื่อนำมาใช้งานต้องทำให้เจือจางลงเหลือความเข้มข้น 5 % โดยผสมกับน้ำในถังผสมขนาด 1 m³ อ่างทราบจะเติมคลอรีนเหลวความเข้มข้น 50 % กี่กิโลกรัม

$$\% \text{ หรือ } P_{\%} = 5 \%$$

$$\%_R \text{ หรือ } P_{\%R} = 50 \%$$

$$V = 1 \text{ m}^3$$

จาสมการที่ 5

$$\text{นน. (ดิบ)} = \frac{1000 \times \% \times \text{ป}}{\%_R} \text{ หรือ } W_{CMR} = \frac{1000 \times P_{\%} \times V}{P_{\%R}}$$

$$\text{นน. (ดิบ)} = \frac{1000 \times 5 \times 1}{50}$$

$$\text{ต้องเติมคลอรีนเหลว} = 100 \text{ kg}$$

m_1 = มวลของสารละลายดิบที่ส่งเข้ามา: กก.

m_2 = มวลของสารละลายที่เจือจาง: กก.

m_W = มวลของน้ำ: กก.

ρ_W = ความหนาแน่นของน้ำ: กก./ลบ.ม.

$P_{\%}$ = % ความเข้มข้นสารละลายที่เจือจางแล้ว: %

$P_{\%R}$ = % ความเข้มข้นสารละลายดิบที่ส่งเข้ามา: %

S_1 = ถ.พ. สารละลายดิบที่ส่งเข้ามา

S_W = ถ.พ. ของน้ำที่ทำให้เจือจาง มีค่าเท่ากับ 1

V_{CMR} = ปริมาตรสารละลายดิบที่ส่งเข้ามา: ลบ.ม.

V_W = ปริมาตรของน้ำที่ต้องการผสมทำให้เจือจาง: ลบ.ม.

เปอร์เซ็นต์ส่วนผสม

% ส่วนผสม คือ น้ำหนักสารเคมีแข็งที่ถือว่าเป็นสารบริสุทธิ์ หรือไม่บริสุทธิ์ และสารเคมีเหลวที่เติมในถังผสม สารเคมีในสัดส่วนที่แน่นอน เช่น 1, 2, 3, 5 หรือ 10 % (สูงสุดไม่ควรเกิน 10 %) การกำหนด % ส่วนผสม ขึ้นอยู่กับ ความหนักของสารเคมีที่ผสมตาม % ส่วนผสม คุณสมบัติเครื่องจ่าย ขนาดเครื่องจ่าย และความจุถังสารเคมี

สารเคมีที่เป็นของแข็ง

เมื่อ

นน.หรือ W_{CMR} = นน.สารเคมีดิบที่เติมในถังผสม; kg

% หรือ $P_{\%}$ = % ส่วนผสมที่ต้องการ; %

%_R หรือ $P_{\%R}$ = % เนื้จคลอรีนในปูนคลอรีน; %

ป หรือ V = ปริมาตรใช้งานของถังผสมสารเคมี; m^3

สมการหา % ของสารเคมีที่ถือว่าเป็นบริสุทธิ์

จากสมการที่ 3

$$\text{นน.} = 10 \times \% \times \text{ป} \quad \text{หรือ} \quad W_{CM} = 10 \times P_{\%} \times V$$

$$\% = \frac{\text{นน.}}{10 \times \text{ป}} \quad \text{หรือ} \quad P_{\%} = \frac{W_{CM}}{10 \times V} \quad \text{----- (7)}$$

หมายเหตุการกำหนด % ส่วนผสมขึ้น อยู่กับ

- 1.คุณสมบัติสารเคมี เช่นสารเคมีละลายน้ำ มีความหนักสูง ต้องผสม % ต่ำ
- 2.ขนาดถังผสมจ่าย (ต้องจ่ายได้ ~8 ซม.) เช่นถังเล็ก ต้องผสม % สูง แต่ต้องไม่ขัดแย้งกับข้อ 1.
- 3.ชนิดและขนาดเครื่องจ่ายสาร เช่นเครื่องเล็ก ต้องผสม % สูง แต่ต้องไม่ขัดแย้งกับข้อ 1

เปอร์เซ็นต์ส่วนผสม

% ส่วนผสม คือ น้ำหนักสารเคมีแข็งที่ถือว่าเป็นสารบริสุทธิ์ หรือไม่บริสุทธิ์ และสารเคมีเหลวที่เติมในถังผสม สารเคมีในสัดส่วนที่แน่นอน เช่น 1, 2, 3, 5 หรือ 10 % (สูงสุดไม่ควรเกิน 10 %) การกำหนด % ส่วนผสม ขึ้นอยู่กับ ความหนักของสารเคมีที่ผสมตาม % ส่วนผสม คุณสมบัติเครื่องจ่าย ขนาดเครื่องจ่าย และความจุถังสารเคมี

สารเคมีที่เป็นของแข็ง

เมื่อ

นน. หรือ W_{CMR} = นน. สารเคมีดิบที่เติมในถังผสม; kg

% หรือ $P_{\%}$ = % ส่วนผสมที่ต้องการ; %

$\%_R$ หรือ $P_{\%R}$ = % เนื้อคลอรีนในปูนคลอรีน; %

ป หรือ V = ปริมาตรใช้งานของถังผสมสารเคมี; m^3

สมการหา % ของสารเคมีที่ถือว่าเป็นบริสุทธิ์

จากสมการที่ 3

$$\text{นน.} = 10 \times \% \times \text{ป} \quad \text{หรือ} \quad W_{CM} = 10 \times P_{\%} \times V$$

$$\% = \frac{\text{นน.}}{10 \times \text{ป}} \quad \text{หรือ} \quad P_{\%} = \frac{W_{CM}}{10 \times V} \quad \text{----- (7)}$$





สมการหา % ของสารเคมีที่ถือว่าไม่บริสุทธิ์

สูตรคำนวณหาน้ำหนักสารเคมีดังกล่าวมาแล้ว ใช้สำหรับสารเคมีค่อนข้างบริสุทธิ์ หากไม่บริสุทธิ์ เช่น ปูนคลอรีน จะมีเนื่อปูนคลอรีนประมาณ 65 % สมการจะเปลี่ยนแปลงเป็น

จากสมการที่ 4

$$\text{นน. (ดิบ)} = \frac{1000 \times \% \times \text{ป}}{\%_R} \quad \text{หรือ} \quad W_{CMR} = \frac{1000 \times P_{\%} \times V}{P_{\%R}}$$

เมื่อ

นน. หรือ W_{CMR} = นน. สารเคมีดิบที่เติมในถังผสม; kg

% หรือ $P_{\%}$ = % ส่วนผสมที่ต้องการ; %

$\%_R$ หรือ $P_{\%R}$ = % เนื่อคลอรีนในปูนคลอรีน; %

ป หรือ V = ปริมาตรใช้งานของถังผสมสารเคมี; m^3

$$\% = \frac{\text{นน(ดิบ)} \times \%_R}{1000 \times \text{ป}} \quad \text{หรือ} \quad P_{\%} = \frac{W_{CMR} \times P_{\%R}}{1000 \times V} \quad \text{----- (8)}$$

สารเคมีที่เป็นของเหลว

สมการหา % ของสารเคมีเหลว

จากสมการที่ 5

$$\text{นน. (ดิบ)} = \frac{1000 \times \% \times \text{ป}}{\%_R} \quad \text{หรือ} \quad W_{CMR} = \frac{1000 \times P_{\%} \times V}{P_{\%R}}$$

$$\% = \frac{\text{นน(ดิบ)} \times \%_R}{1000 \times \text{ป}} \quad \text{หรือ} \quad P_{\%} = \frac{W_{CMR} \times P_{\%R}}{1000 \times V} \quad \text{----- (9)}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 5

สาร PACL ซึ่งถือว่าเป็นสารบริสุทธิ์

ถังผสมสารเคมีเป็นถังเหลี่ยมมีปริมาตร; V

กำหนด % ส่วนผสม; $P_{\%}$

ต้องเติมสารเคมีลงถังผสม; $W_{CM} = 10 \times P_{\%} \times V$

สาร PACLหนักถังละ

ดังนั้นต้องเติมสาร PACL จำนวน

จะเห็นว่าไม่ลงตัวเหลือเศษ ทางปฏิบัติควรลงตัว เช่น 3 หรือ 4 ถัง

สมมติว่าเลือกสาร PACL เหลืองไป

จะได้น้ำหนักของสาร PACL ที่เติมลงถังผสม

ดังนั้นต้องคำนวณกลับหา % ส่วนผสม

ดังนั้นสารละลายสารเคมี มีส่วนผสม

% ส่วนผสมสำหรับนำไปคำนวณอัตราการจ่าย

เมื่อ

นน. หรือ W_{CMR} = นน.สารเคมีดิบที่เติมในถังผสม; kg

% หรือ $P_{\%}$ = % ส่วนผสมที่ต้องการ; %

%_R หรือ $P_{\%R}$ = % เนื้อคลอรีนในปูนคลอรีน; %

ป หรือ V = ปริมาตรใช้งานของถังผสมสารเคมี; m^3

= 3.6 ลบ.ม.

= 5 %

= $10 \times 5 \times 3.6$ กก.

= 180 กก.

= 50 กก.

= $\frac{180}{50}$

= 3.6 ถัง

= 4 ถัง

= 4×50

= 200 กก.

= $\frac{200}{10 \times 3.6}$

= 5.556 %



ตัวอย่างการคำนวณ

ปูนคลอรีน ซึ่งถือว่าเป็นสารไม่บริสุทธิ์

ถังผสมสารเคมีเป็นถังเหลี่ยมมีปริมาตร; V

กำหนด % ส่วนผสม; P_%

ปูนคลอรีนมีเนื้อคลอรีน

ต้องเติมปูนคลอรีนลงถังผสม; $W_{CMR} = \frac{1000 \times P_{\%} \times V}{P_{\%R}}$

ปูนคลอรีนหนักถังละ

ดังนั้นต้องเติมปูนคลอรีน จำนวน

จะเห็นว่าไม่ลงตัวเหลือเศษ ทางปฏิบัติควรลงตัว เช่น 5 หรือ 6 ถัง

สมมติว่าเลือกปูนคลอรีน เเทลงไปผสม

จะได้น้ำหนักของสาร PACL ที่เติมลงถังผสม

ดังนั้นต้องคำนวณกลับมาหา % ส่วนผสม $P_{\%} = \frac{W_{CMR} \times P_{\%R}}{1000 \times V}$

ดังนั้นสารละลายเคมี มีสัดส่วนผสม

% ส่วนผสมสำหรับนำไปคำนวณอัตราการจ่าย

เมื่อ

นน.หรือ W_{CMR} = นน.สารเคมีที่เติมในถังผสม; kg

% หรือ $P_{\%}$ = % ส่วนผสมที่ต้องการ; %

% หรือ $P_{\%R}$ = % เนื้อคลอรีนในปูนคลอรีน; %

ป หรือ V = ปริมาตรใช้งานของถังผสมสารเคมี; m³

= 3.6 ลบ.ม.

= 5 %

= 65 %

= $\frac{1000 \times 5 \times 3.6}{65}$ กก.

= 276.9 กก.

= 50 กก.

= $\frac{276.9}{50}$

= 5.538 ถัง

= 6 ถัง

= 6X50

= 300 กก.

= $\frac{300 \times 65}{1000 \times 3.6}$

= 5.417 %

คลอรีนเหลว

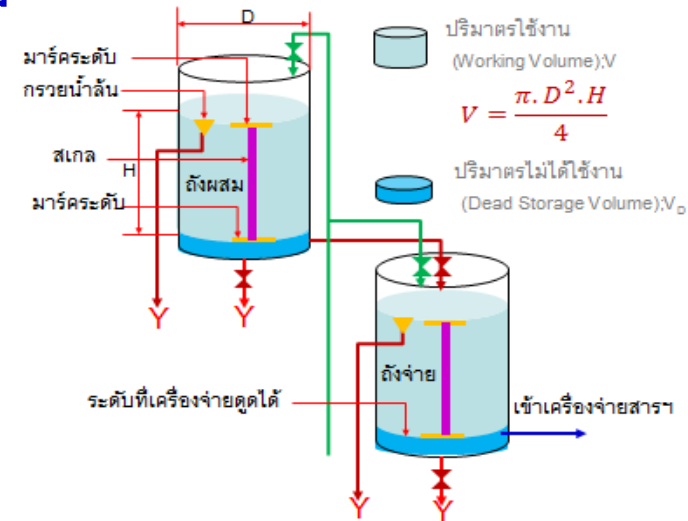
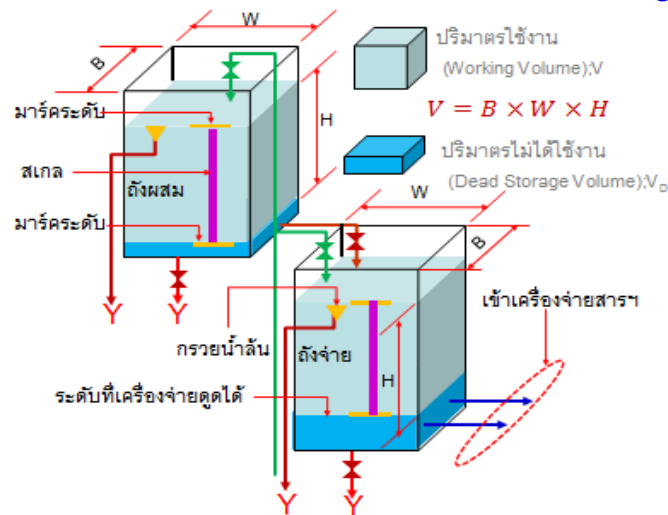
ถังผสมสารเคมีเป็นถังเหลี่ยมมีปริมาตร; V_T	=	3.6	ลบ.ม.
ปริมาตรน้ำที่ใช้เติม; V	=	2.5	ลบ.ม.
% ส่วนผสมคลอรีนเหลว (ดิบ); $P_{\%R}$	=	50	% ค่าสมมติ
ถ.พ.คลอรีนเหลว (ดิบ); $S.G$	=	1.2	ค่าสมมติ
% ส่วนผสมที่ต้องการใช้จ่ายใช้งาน หรือ % เจือจาง	=	20	%
ต้องเติมคลอรีนเหลวลงถังผสม; $W_{CMR} = \frac{1000 \times P_{\%} \times V}{P_{\%R}}$	=	$\frac{1000 \times 20 \times 2.5}{50}$	กก.
	=	1000	กก.
ปริมาตรคลอรีนเหลวดิบที่ใช้ผสม; $V_{CMR} = \frac{W_{CMR}}{\rho \times S.G}$	=	$\frac{1000}{1000 \times 1.2}$	
	=	0.833	ลบ.ม.
ปริมาตรสารที่เจือจาง; $V_{Di} = V + V_{CMR}$	=	$2.5 + 0.833$	
	=	3.333	ลบ.ม. $< V_T$ ok

% ส่วนผสมสำหรับนำไปคำนวณอัตราการจ่าย

หมายเหตุสารเคมีทุกชนิดที่ต้องทำหรือไม่ทำ Jar Test

1. พนักงานผลิตก่อนเปลี่ยนกะ ต้องแจ้งผลการทำ Jar Test (ค่าของ ppm) และ % ส่วนผสมสารเคมีเสมอ เพื่อให้พนักงานผลิตกะต่อไป คำนวณอัตราการจ่ายสารเคมี

ขนาดถังผสมจ่ายสารเคมี



ถังผสมหรือถังจ่ายสารเคมี จะสรุปว่ามีขนาดเล็กเกินไปก็ต่อเมื่อ (ครบทั้ง 4 ข้อ)

- จ่ายได้ไม่ถึง 8 ชม. (ทำงาน 3 กะๆ ละ 8 ชม.)
- % ส่วนผสมสูงสุด (สารเคมีทั่วไป 10 % , Polymer 0.1 %) แล้ว เมื่อใช้เครื่องสารเคมีแบบ Metering Pump
- ปรับ Stroke เครื่องจ่ายแบบ Metering Pump 100 % แล้ว
- ระบบจ่ายสารเคมีต้องไม่รั่ว

หมายเหตุ

- 1.เครื่องจ่ายต้องมีขนาดพอดีกับระบบผลิต
- 2.หากเครื่องจ่ายมีขนาดใหญ่กว่าระบบผลิตต้องการ ให้ถือว่าที่ปรับอัตราการจ่ายที่ระบบผลิตต้องการสูงสุดแล้ว (ปรับ Stroke อาจไม่ถึง100 %)



กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบและการผลิตน้ำประปา





คุณภาพน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา

คุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
1. สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)	-	-	✓	✓	✓	✓	-	16. โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.05	-	-
2. อุณหภูมิ (Temperature)	-	°ซ	✓	✓	✓	✓	-	17. ตะกั่ว (Pb)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.05	-	-
3. ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	-	✓	5-9	5-9	5-9	-	18. ปรอททั้งหมด (Total Hg)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.002	-	-
4. ออกซิเจนละลาย (DO) ^{2/}	P20	มก./ล.	✓	6.0	4.0	2.0	-	19. สารหนู (As)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.01	-	-
5. บีโอดี (BOD)	P80	มก./ล.	✓	1.5	2.0	4.0	-	20. ไซยาไนด์ (Cyanide)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.005	-	-
6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P80	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล.	✓	≤5,000	≤20,000	-	-	21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)	-	เบคเคอเรล/ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.1 มีค่าไม่เกินกว่า 1.0	-	-
7. แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria)	P80	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล.	✓	≤1,000	≤4,000	-	-	22. สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.05	-	-
8. ไนเตรต (NO ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 5.0			-	23. ดีดีที (DDT)	-	ไมโครกรัม/ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 1.0	-	-
9. แอมโมเนีย (NH ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.5			-	24. บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)	-	ไมโครกรัม/ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.02	-	-
10. ฟีนอล (Phenols)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.005			-	25. ดิลดริน (Dieldrin)	-	ไมโครกรัม/ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.1	-	-
11. ทองแดง (Cu)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.1			-	26. อัลดริน (Aldrin)	-	ไมโครกรัม/ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.1	-	-
12. นิกเกิล (Ni)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.1			-	27. เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอร์อีพอกไซด์ (Heptachor & Heptachlorepoide)	-	ไมโครกรัม/ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.2	-	-
13. แมงกานีส (Mn)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 1.0			-	28. เอนดริน (Endrin)	-	ไมโครกรัม/ล.	✓	ไม่สามารถตรวจพบได้ ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด	-	-
14. สังกะสี (Zn)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 1.0			-							
15. แคดเมียม (Cd)	-	มก./ล.	✓	มีค่าไม่เกินกว่า 0.005* มีค่าไม่เกินกว่า 0.05**			-							

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบและการผลิต

จ.อ่างทอง

ลำดับ	คุณภาพน้ำดิบ	กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบและการผลิตน้ำประปา
1	สี และความขุ่น	1) ตกตะกอน + การกรอง และถ่านกัมมันต์ 2) เติมคลอรีน ร่วมกับตกตะกอน + การกรอง
2	กลิ่น และรส	1) การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ 2) ตกตะกอน+ การกรอง 3) การเติมคลอรีน หรือ โอโซน 4) การเติมอากาศ
3	ความกระด้าง (Hardness) ได้แก่ แคลเซียมและ แมกนีเซียม	1) การใช้สารเคมีทำปฏิกิริยาเพื่อให้ตกผลึก (Precipitation) โดยใช้ ปูนขาว และโซดาแอช 2) Ion exchange
4	เหล็ก และแมงกานีส	1) Chemical Oxidation และ การใช้สารเคมีทำปฏิกิริยาเพื่อให้ตกผลึก (Precipitation) เช่น KMnO_4 คลอรีน โอโซน 2) การเติมอากาศร่วมกับปูนขาว
5	โซเดียม โพแทสเซียม คลอ ไรด์และไนเตรท	Desalination



การเลือกสารเคมีให้เหมาะสมกับคุณภาพน้ำดิบ

ลำดับ	คุณภาพน้ำดิบ	กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบและการผลิตน้ำประปา
6	pH	การปรับสภาพอัลคาไล (Alkaline)
7	แอมโมเนีย	1) การเติมคลอรีน
8	ไฮโดรเจนซัลไฟด์=	1) การเติมอากาศในสภาวะที่เป็นกรด 2) การเติมคลอรีน หรือ โอโซน 3) การใช้ Ferrous Salts ทำปฏิกิริยาเพื่อให้ตกผลึก
9	คาร์บอนไดออกไซด์	1) การเติมอากาศ (Aeration) 2) การปรับสภาพอัลคาไล (Alkaline Treatment)
10	ฟลูออไรด์	1) Desalination



การเลือกสารเคมีให้เหมาะสมกับคุณภาพน้ำดิบ

ลำดับ	คุณภาพน้ำดิบ	กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบและการผลิตน้ำประปา
11	แบคทีเรีย	1) ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน หรือโอโซน 2) ตกตะกอนด้วยสารเคมี+ การกรอง +การฆ่าเชื้อโรค
12	สารอินทรีย์=บางชนิดที่มีปริมาณน้อย (Traces Organics)* เช่น ฟีนอลและผงซักฟอก ฯลฯ	1) การดูดซับในช่วงการรวมตะกอน (Adsorption During Flocculation) 2) การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ 3) โอโซน
13	สาหร่าย และแพลงก์ตอน	1) วิธีทางเคมี (เติมสารคอปเปอร์ซัลเฟต, คอปเปอร์คลอไรด์,คลอรีน) 2) ไมโครสเตรนเนอร์ 3) Double Filtration 4) ตกตะกอนด้วยสารเคมี 5) ป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนจากแหล่งกำเนิด
14	สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)	1) ถ่านกัมมันต์ 2) การเติมอากาศ



ลำดับ	คุณภาพน้ำดิบ	กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบและการผลิตน้ำประปา
15	การกำจัดโลหะหนัก - ตะกั่ว (Pb)	1) ตกตะกอนด้วยสารเคมี+ การกรอง 2) การแลกเปลี่ยนประจุ 3) การทำ adsorption (การดูดซับ) 4) การตกผลึกทางเคมี 5) การออกซิเดชัน-รีดักชัน 6) Reverse Osmosis (RO)
	- ปรอท (Hg)	1) ตกตะกอนด้วยสารเคมี+ การกรอง 2) การทำ Softening (ในกรณีที่น้ำมีปรอท $\geq 10 \mu\text{g/L}$)
	- สารหนู (As)	1) โคแอกกูเลชัน +การตกตะกอนด้วยสารเคมี 2) กระบวนการออกซิเดชัน 3) การทำ Adsorption (การดูดซับ)
	- ซีลีเนียม (Se)	1) โคแอกกูเลชัน + การกรอง 2) การแลกเปลี่ยนประจุ



ลำดับ	คุณภาพน้ำดิบ	กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบและการผลิตน้ำประปา
15	- โครเมียม (Cr)	1) ตกตะกอนด้วยสารเคมี+ การกรอง
	- ไสยาไนด= (CN)	1) การเติมคลอรีนปริมาณสูง
	- แคดเมียม (Cd)	1) ตกตะกอนด้วยสารเคมี+ การกรอง 2) การทำ Softening
	- แบเรียม (Ba)	1) การแลกเปลี่ยนประจุ 2) การทำ Softening
	- โครเมียม (Cr)	1) ตกตะกอนด้วยสารเคมี+ การกรอง





ลำดับ	คุณภาพน้ำดิบ	กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบและการผลิตน้ำประปา
15	- โครเมียม (Cr)	1) ตกตะกอนด้วยสารเคมี+ การกรอง
	- ไสยาไนด= (CN)	1) การเติมคลอรีนปริมาณสูง
	- แคดเมียม (Cd)	1) ตกตะกอนด้วยสารเคมี+ การกรอง 2) การทำ Softening
	- แบเรียม (Ba)	1) การแลกเปลี่ยนประจุ 2) การทำ Softening
	- โครเมียม (Cr)	1) ตกตะกอนด้วยสารเคมี+ การกรอง





ลำดับที่	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
1.	ปัญหาเกิดการลอยตัวของตะกอนบนผิวน้ำ ลักษณะเป็นตะกอนเม็ดใหญ่แตกกระจายทั่วไป	
1.1	pH ของน้ำต่ำเกินไป	ตรวจวัดค่า pH ของน้ำดิบ ถ้าน้อยกว่า 6 ต้องเพิ่มค่า pH โดยการเติมปูนขาวในน้ำดิบ จนได้ค่า pH ประมาณ 7.2
1.2	ค่า pH ของน้ำในถังตกตะกอนแต่ละโซนแตกต่างกัน	- ตรวจสอบปริมาณการเติมสารเคมี - ตรวจสอบว่าไม่มีการรวมตัวของตะกอนในโซนใดมากกว่ากัน ถ้ามีให้ทำการระบายทิ้งและทำความสะอาดถัง
2	ปัญหาเกิดลักษณะตะกอนเม็ดเล็กๆกระจายทั่วไป	
2.1	ใส่สารส้มหรือโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ (PACI) น้อยเกินไป	เพิ่มอัตราการจ่ายสารส้มหรือโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ (PACI) ให้สูงขึ้น ตามผลการทำ Jar Test หรือเพิ่มความเข้มข้นของสารส้มหรือ PACI ให้มากขึ้น
3	ปัญหาเกิดลักษณะตะกอนลอยที่มีฟองอากาศปนอยู่ด้วย	
3.1	น้ำดิบมีสาหร่ายปนเข้ามา จึงเกิดการสังเคราะห์แสงเกิดฟองก๊าซออกซิเจน	- กำจัดสาหร่ายก่อนเข้าระบบการผลิต - เติมคลอรีนในช่วงต้น (Pre-chlorination) เพื่อฆ่าสาหร่ายในเบื้องต้น





ลำดับที่	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
4	ปัญหาความขุ่นหลังจากตกตะกอนสูง	
4.1	ไม่มีชั้นตะกอน	ให้เริ่มเดินระบบใหม่ หลังจากระบายชั้นตะกอนทิ้งไปหมดแล้ว การเดินเครื่องให้เดิน 50% ของอัตราการไหลเดิมจนกระทั่งเกิดชั้นตะกอนใหม่
4.2	ความผิดปกติของสารเคมี	ให้ทำ Flocculation Test และเปรียบเทียบค่า pH ที่ได้มาจากถังตกตะกอน ให้ปรับอัตราการจ่ายสารเคมีใหม่
4.3	อายุของตะกอนหลังจากหยุดเดินระบบ (ปริมาณสารอินทรีย์ด้าน outlet สูงกว่าด้าน inlet)	ให้ระบายน้ำในถังตกตะกอนทิ้งให้หมด แล้วทำความสะอาดด้วยน้ำแรงดันสูง
4.4	คุณภาพน้ำดิบเปลี่ยนแปลง	ทำ Jar Test เพื่อหา Optimum dose ที่เหมาะสม
5	ปัญหาน้ำในถังตกตะกอนมีสีเขียวของสาหร่ายเกิดขึ้น	
5.1	น้ำดิบที่เข้าถังตกตะกอนมีคลอรีนไม่เพียงพอเนื่องจากจำนวนคลอรีนที่ใส่น้อยเกินไปหรือเครื่องจ่ายคลอรีนเสีย	ปิดวาล์วไม่ให้น้ำเข้าถังกรองทราย แล้วปรับปริมาณคลอรีนให้เข้าเพิ่มขึ้นจนกว่าน้ำจากถังตกตะกอนไม่มีสี



ลำดับที่	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
6	ปัญหาน้ำผ่านถังกรองมีความขุ่นมากกว่าน้ำผ่านการตกตะกอน	
6.1	ถังกรองเริ่มอุดตัน	ล้างถังกรอง
6.2	น้ำจากถังตกตะกอนมีค่าความขุ่นมากผิดปกติ	ตรวจสอบความขุ่นของน้ำออกจากถังตกตะกอน และปรับสารเคมีที่ใช้ให้เหมาะสม
7	ปัญหาช่วงระยะเวลาการกรองสั้นมาก (Short filtration cycle)	
7.1	มีสารแขวนลอยในน้ำออกจากถังตกตะกอนมากเกินไป	ปรับสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน
7.2	มีสารห่วยอุดตันสารกรอง	ดูการเติมคลอรีนในช่วงต้น (Prechlorination) ให้เหมาะสม
7.3	การล้างย้อนไม่เพียงพอ	ทำความสะอาดถังกรองหลายๆครั้งจนสะอาด
8	ปัญหาน้ำประปาที่ผลิตได้มีการปนเปื้อนแบคทีเรียเกินมาตรฐาน	
8.1	ระบบการเติมคลอรีนฆ่าเชื้อโรคไม่มีประสิทธิภาพ	- เพิ่มความเข้มข้นในการเติมคลอรีนให้เหมาะสมและให้มีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำประปา 0.2-0.5 ppm - ตรวจสอบอุปกรณ์การจ่ายคลอรีนให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้

ลำดับที่	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
9	ปัญหาปริมาณเหล็ก/แมงกานีสเกินมาตรฐาน	- การกำจัดเหล็กและแมงกานีสโดยใช้ออกซิเจน และปรับค่า pH ให้เป็นด่าง จะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดดีขึ้น การเติมคลอรีนในน้ำดิบและน้ำก่อนเข้ากรอง
10	ปัญหาปริมาณฟลูออไรด์เกินมาตรฐาน	กระบวนการกำจัดฟลูออไรด์มี 2 กระบวนการ คือ - การตกตะกอนด้วยสารเคมี (Chemical Precipitation) สารส้มและปูนขาวถูกนำมาใช้เพื่อกำจัดฟลูออไรด์ แต่เนื่องจากอาจต้องเติมสารส้มและปูนขาวในปริมาณมาก ผลกระทบที่ตามมาคือการตกตะกอนในปริมาณมากด้วย ดังนั้น การหาแหล่งน้ำใหม่อาจเป็นอีกหนึ่งทางเลือก - การแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange)
11	ปัญหาปริมาณซัลเฟตเกินมาตรฐาน	- การกำจัดซัลเฟต โดยวิธีการแลกเปลี่ยนประจุซัลเฟตในแหล่งน้ำดิบเกิดมากในบริเวณที่มีแร่ยิปซัม ซัลเฟตความเข้มข้นสูงจะทำให้น้ำประปามีรสขมเมื่อรวมตัวกับแมกนีเซียม (Mg) เกิดเป็นสารประกอบแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) ทำให้เกิดความกระด้างถาวร และเมื่อดื่มแล้วอาจทำให้เกิดท้องเสียได้



ตัวอย่างปัญหาคุณภาพน้ำ

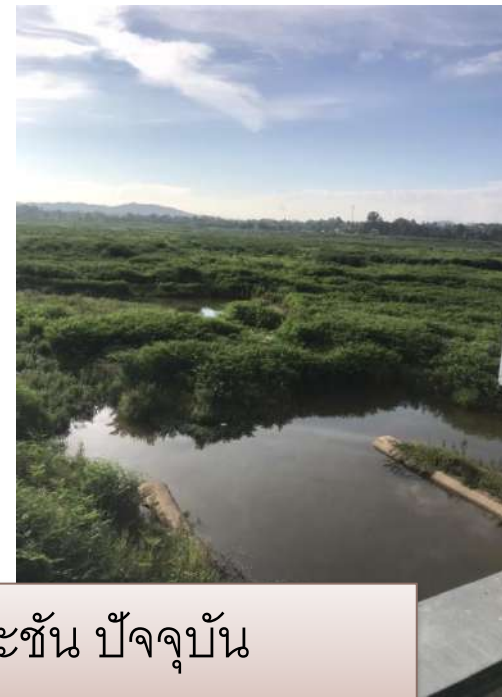




อ่างเก็บน้ำมาบประชัน



อ่างเก็บน้ำมาบประชัน ปัจจุบัน



ความชุ่มสูง



การเปรียบเทียบสีน้ำในกระบวนการผลิต

สถานการณ์น้ำอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล กปภ.สาขาพัตยา(พ)

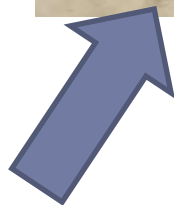


การขุดท่อยน้ำ

การสร้างคันกันน้ำเพื่อยกระดับแพสูบน้ำ

สถานการณ์น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยซากนอก กปภ.สาขาพัตยา(พ)





ความรุนแรง

สถานการณ์ภัยแล้ง สผ.บางน้ำเปรี้ยว .กปภ.สาขาบางคล้า



จุดสูบน้ำแห้งสนิท



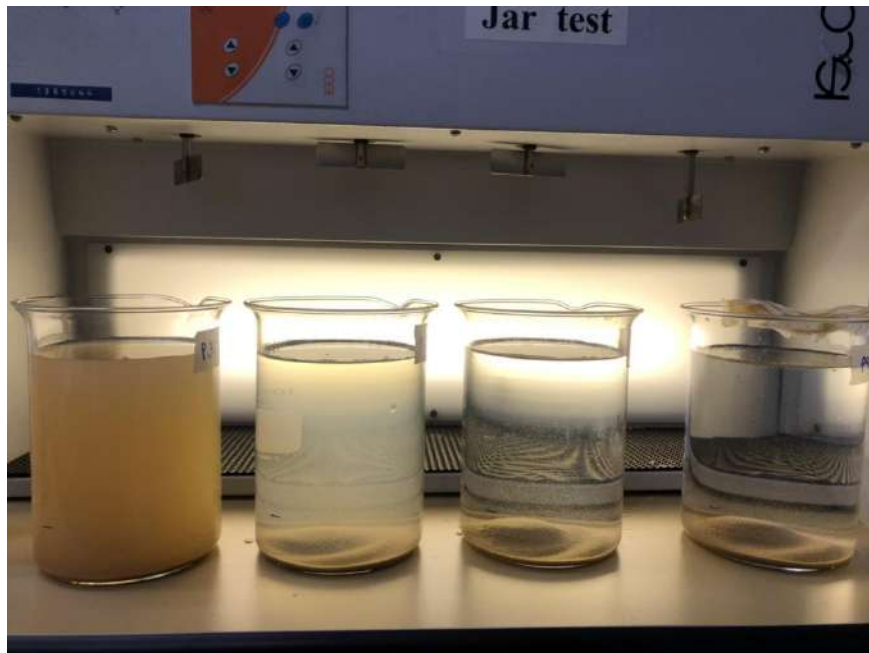
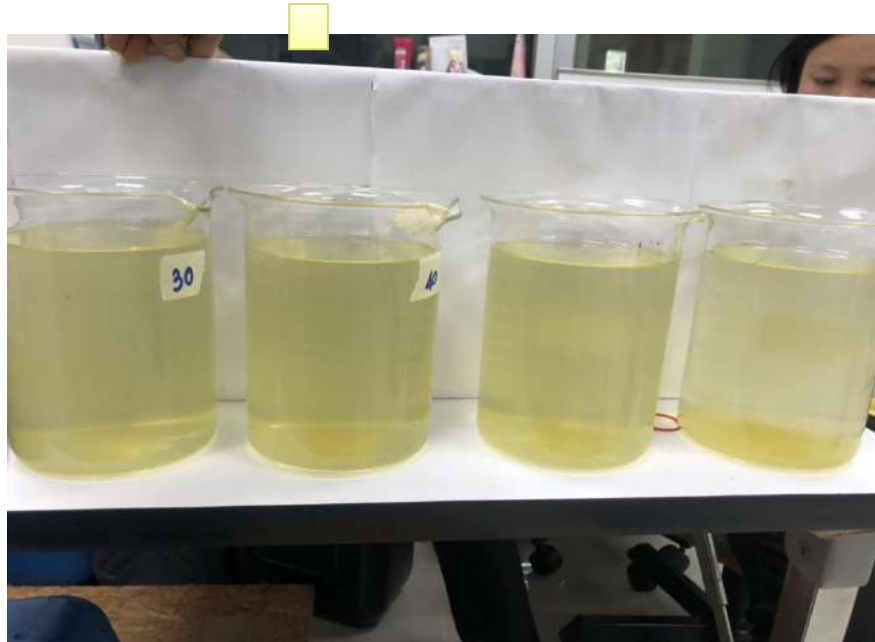
จุดสูบน้ำแห้งสนิท



น้ำเค็มจากแม่น้ำบางปะกง



คลองประจักษ์ 2563



ปัญหาในช่วงภัยแล้ง

- ปัญหาความขุ่นน้ำดิบสูงจากการสูบน้ำดิบ

แนวทางแก้ไข

- ต้องทำจาร์เทสต์ เพื่อหาค่าการใช้สารส้มที่เหมาะสมในการตกตะกอนให้น้ำประปาได้ต่ำกว่า 4 NTU
- หากเติมสารส้มในปริมาณมาก ๆ ทำให้น้ำเป็นกรด ต้องเติมปูนขาวเพื่อเพิ่ม pH ให้อยู่ในช่วง 6.5-8.5



จุดสูบน้ำแห่งสนิท



จุดสูบน้ำแห่งสนิท



น้ำเค็มจากแม่น้ำบางปะกง



คลองประจักษ์ 2563

ปัญหาที่พบ: น้ำดิบมีค่าแมงกานีสสูง pH ในน้ำดิบค่อนข้างต่ำ ทำให้ไม่สามารถออกซิไดซ์กำจัดแมงกานีสได้ (ด้วยสถานการณ์ภัยแล้งไม่มีทางเลือกในการใช้น้ำดิบ)

แนวทางการแก้ไขปัญหา:

1. ปรับจ่ายปูนขาวให้มี $\text{pH} > 9$ ซึ่งต้องใช้ปูนขาวไม่น้อยกว่า 260 mg/L เพื่อให้แมงกานีสตกตะกอน โดยการนำเครื่องจ่ายบูทเตอร์ป้อนมาปรับจ่ายปูนขาวพร้อมกาก เพื่อแก้ไขสถานการณ์ฉุกเฉินและระบายตะกอนในถังตกตะกอนทุก ๆ 2 ชม.
2. ปรับจ่ายสารส้มเพื่อลด pH ลง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน
3. ปรับจ่าย Prechlorine และ Intermediat chlorine > 10 ppm เพื่อออกซิไดซ์แมงกานีส ด้วยย้ายระบบจ่ายคลอรีนจากสถานีผลิตน้ำขั้ววุฒิสะอาดมาติดตั้งเพื่อแก้ไขปัญหาคูฉุกเฉิน

ปัญหาสาหร่าย กปภ.สาขาฉะเชิงเทรา



การแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ

เติม Activated

Carbon 5-10 ppm

สารส้ม

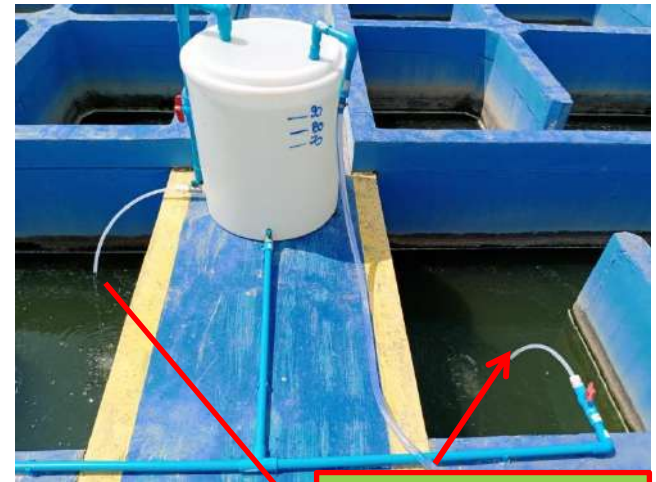
80-230 mg/L

Prechlorine ความต้องการ
ประมาณ 5-8 kg/nr

Garvifloc

คุณภาพน้ำ 1,400 ลบ.ม./ชม.

ถ่านหุงต้ม ตักกลั่น
และสี



ปัญหาที่พบ: คุณภาพน้ำดิบด้อยคุณภาพ pH สูงกว่า 8.0 ตรวจพบสาหร่าย และสีในน้ำดิบค่อนข้างสูง บางครั้งน้ำดิบมีกลิ่น และมีแมงกานีสสูง

แนวทางการแก้ไขปัญหา:

1. ปรับจ่ายสารส้มสูงขึ้นจาก เหลือ 30 ppm เป็น 80-230 ppm
2. ติดตั้งระบบจ่าย Prechlorine เพิ่มเติม เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย
3. ติดตั้งระบบจ่าย polymer น้ำ หรือ Garvifloc เพื่อเพิ่มน้ำหนักระตะกอนให้สามารถตกตะกอนได้
4. ติดตั้งระบบจ่าย Activated Carbon ในน้ำดิบเพื่อดูดซับกลิ่น และเพิ่มการแขวนลอยถ่านในรางรับน้ำก่อนเข้ากรองเพื่อดูดซับกลิ่น
5. เพิ่มความถี่ในการระบายตะกอนและล้างถังตกตะกอน หากพบน้ำดิบมีกลิ่นและสาหร่ายเจริญเติบโตในปริมาณเพิ่มมากขึ้น

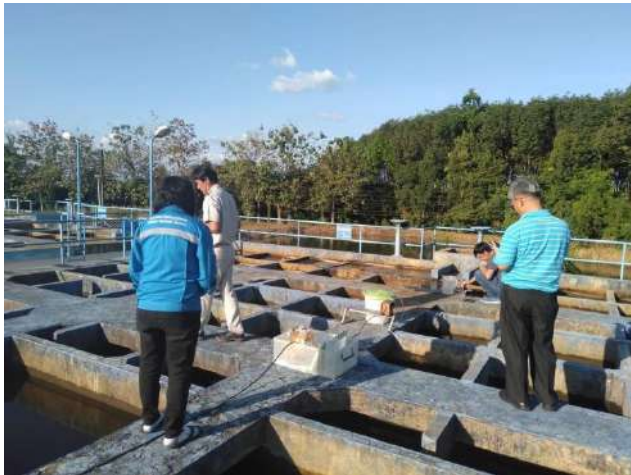
การสนับสนุนแก้ไขปัญหาในระบบผลิต กปภ.สาขาในสังกัด

ปัญหาที่พบ:

น้ำดิบมีความขุ่นสูง ตะกอนมีน้ำหนักเบา ทำให้ต้องจ่ายสารส้มในปริมาณสูง

แนวทางแก้ไขปัญหาในระบบผลิต :

ทำการทดสอบการใช้สารพอลิเมอร์ประจุบวก เพื่อเพิ่มขนาดของตะกอน ทำให้ประหยัลดสารส้มและน้ำก่อนเข้ากรองมีค่าความขุ่นน้อยลง

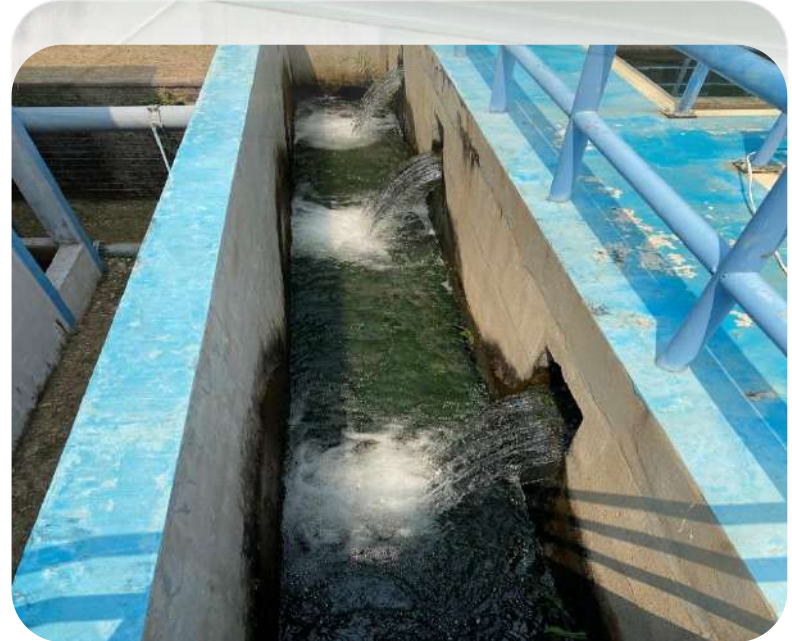


ปัญหาที่พบ: พบปัญหาสาหร่ายบลูม ในอ่างประแสร์ ส่งผลกระทบให้ระบบผลิตไม่สามารถตกตะกอนได้ทัน และเกิดกลิ่นของสาหร่าย

แนวทางแก้ไขปัญหาในระบบผลิต :

เข้าร่วมการแก้ไขปัญหาโดยการปรับจ่ายสารเคมีเพิ่มเติม ฟรีคลอรีน เพิ่มปริมาณสารส้ม และเพิ่มสารพอลิเมอร์ (Garvifloc) เพิ่มดักจับตะกอนสาหร่าย





- แมงกานีส (Manganese)

แมงกานีสในแหล่งน้ำใต้ดินจะอยู่ในรูปของแมงกานีสไบคาร์บอเนต แมงกานีสในแหล่งน้ำใต้ดินจะอยู่ในรูปของแมงกานีสไบคาร์บอเนต ($\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$) ซึ่งละลายน้ำแต่จะปรากฏอยู่สองรูปแบบคือ แมงกานีส (Mn^{2+}) และ แมงกานิก (Mn^{3+})

เมื่อสัมผัสกับอากาศและออกซิเจนจะทำปฏิกิริยา เป็นแมงกานีส (Mn^{+4}) ซึ่งไม่ละลายน้ำและตกตะกอนเป็นสีน้ำตาลดำ



- การอุดตันในระบบท่อจ่ายน้ำ การอุดตันในระบบท่อจ่ายน้ำ
- เกิดสี ในน้ำประปา เกิดสี ในน้ำประปา
- กลิ่นสนิมเหล็กหรือกลิ่นคาว กลิ่นสนิมเหล็กหรือกลิ่นคาว
- เกิดคราบสกปรกบนเสื้อผ้า เกิดคราบสกปรกบนเสื้อผ้า
- เกิดคราบสกปรกบนเครื่องสุขภัณฑ์



- การอุดตันในระบบท่อจ่ายน้ำ การอุดตันในระบบท่อจ่ายน้ำ
- เกิดสี ในน้ำประปา เกิดสี ในน้ำประปา
- กลิ่นสนิมเหล็กหรือกลิ่นคาว กลิ่นสนิมเหล็กหรือกลิ่นคาว
- เกิดคราบสกปรกบนเสื้อผ้า เกิดคราบสกปรกบนเสื้อผ้า
- เกิดคราบสกปรกบนเครื่องสุขภัณฑ์

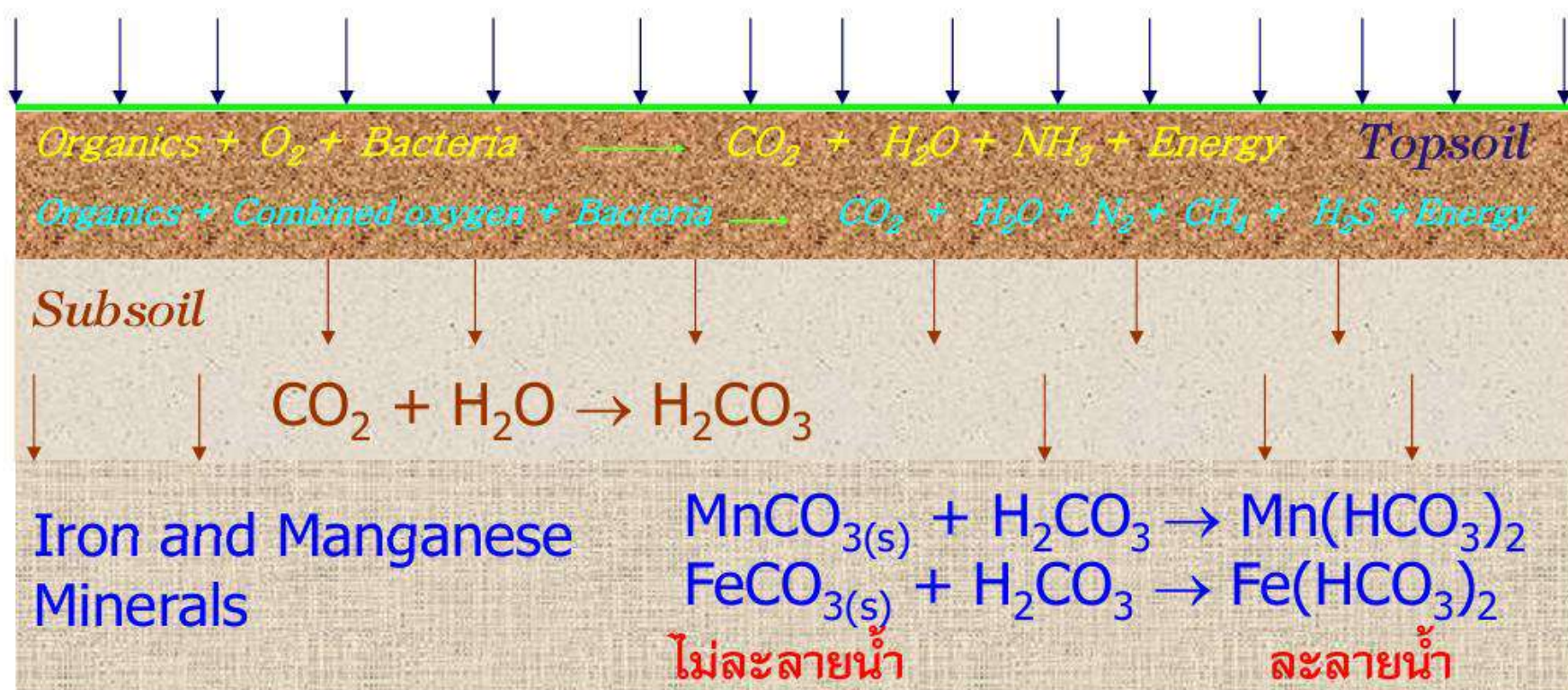




ประเทศ	เกณฑ์ต่ำสุด	เกณฑ์อนุโลม	Agency
Thailand	0.3	-	กปภ.
	0.05	0.1	มอก.
Japan	0.05		MHW
USA	0.05		USEPA
UN	0.1		WHO



Precipitation



MnCO_3 : manganous carbonate

FeCO_3 : ferrous carbonate

$\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$: manganous bicarbonate

$\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$: ferrous bicarbonate

ปัญหาเหล็กและแมงกานีส

Mn^{2+}

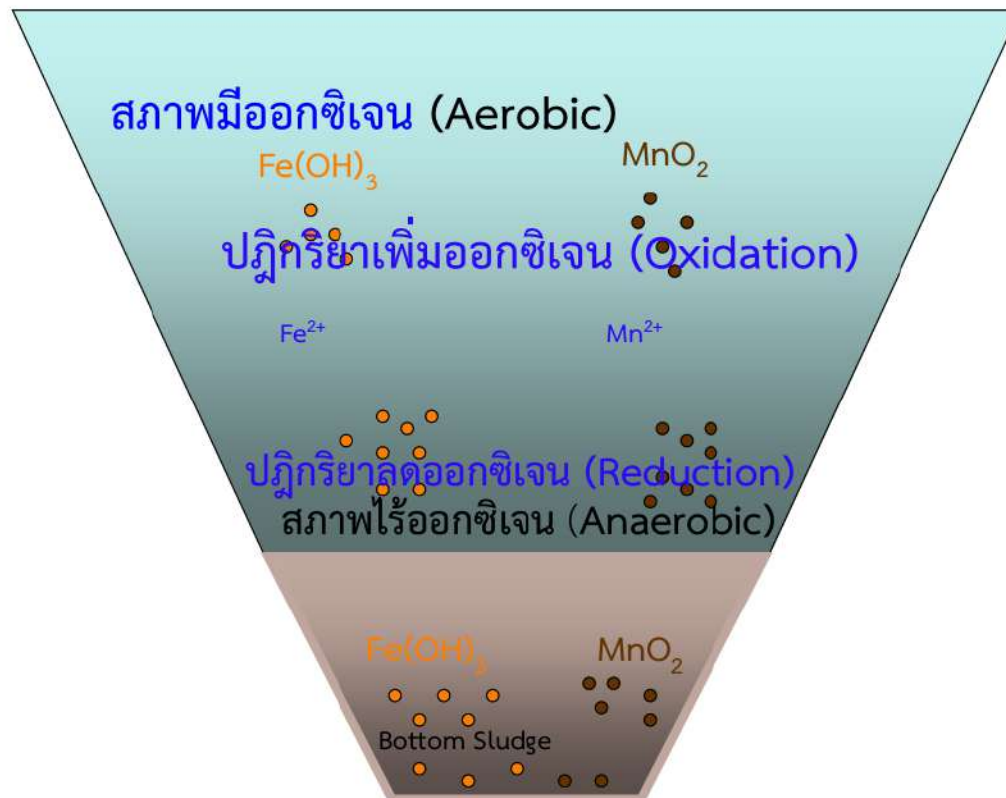
ละลายน้ำ

Manganese ion

MnO_2

ไม่ละลายน้ำ

manganese dioxide





- ปฏิบัติการเพิ่มออกซิเจน
- การกรองโดยใช้สารกรอง
- การปรับ pH >9.0
- แลกเปลี่ยนประจุ (Resin)
- ใช้สารเคมีตกตะกอนฟล็อก

- Oxidation by O_2
- Oxidation by Cl^2
- Oxidation by ClO_2
- Oxidation by $KMnO_4$
- Oxidation by O_3

Oxidation ด้วย O_2 

หลักทฤษฎีพื้นฐาน $Mn^{2+} : O_2 = 1 : 0.29 \text{ mg/l}$

Effective pH for Mn 9-9.5

Oxidation ด้วย Cl_2 

หลักทฤษฎีพื้นฐาน $Mn^{2+} : Cl = 1 : 1.29 \text{ mg/l}$

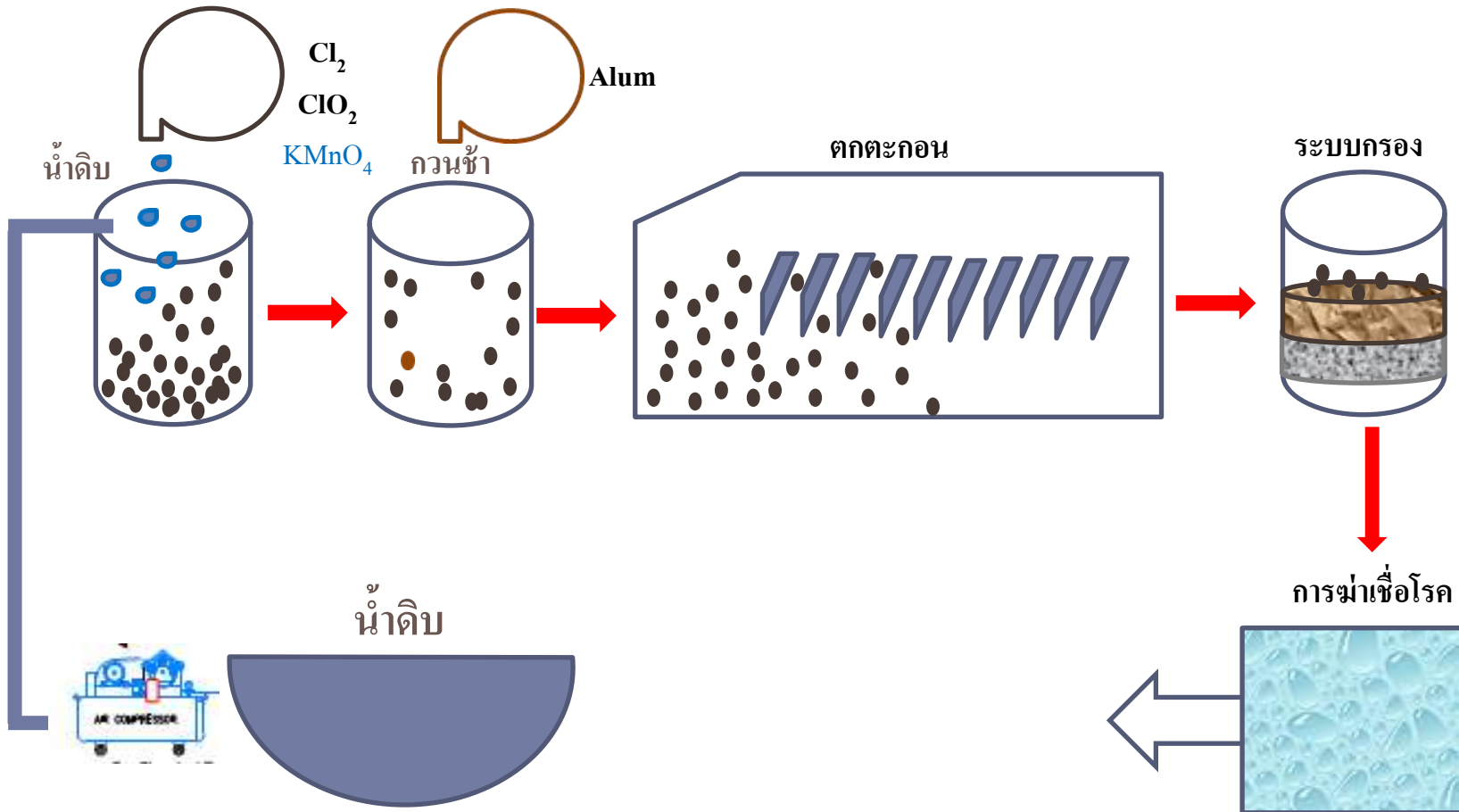
Reaction Time for Mn >10 hr. at pH 7 (very slow)

Oxidation ต่างทับทิม

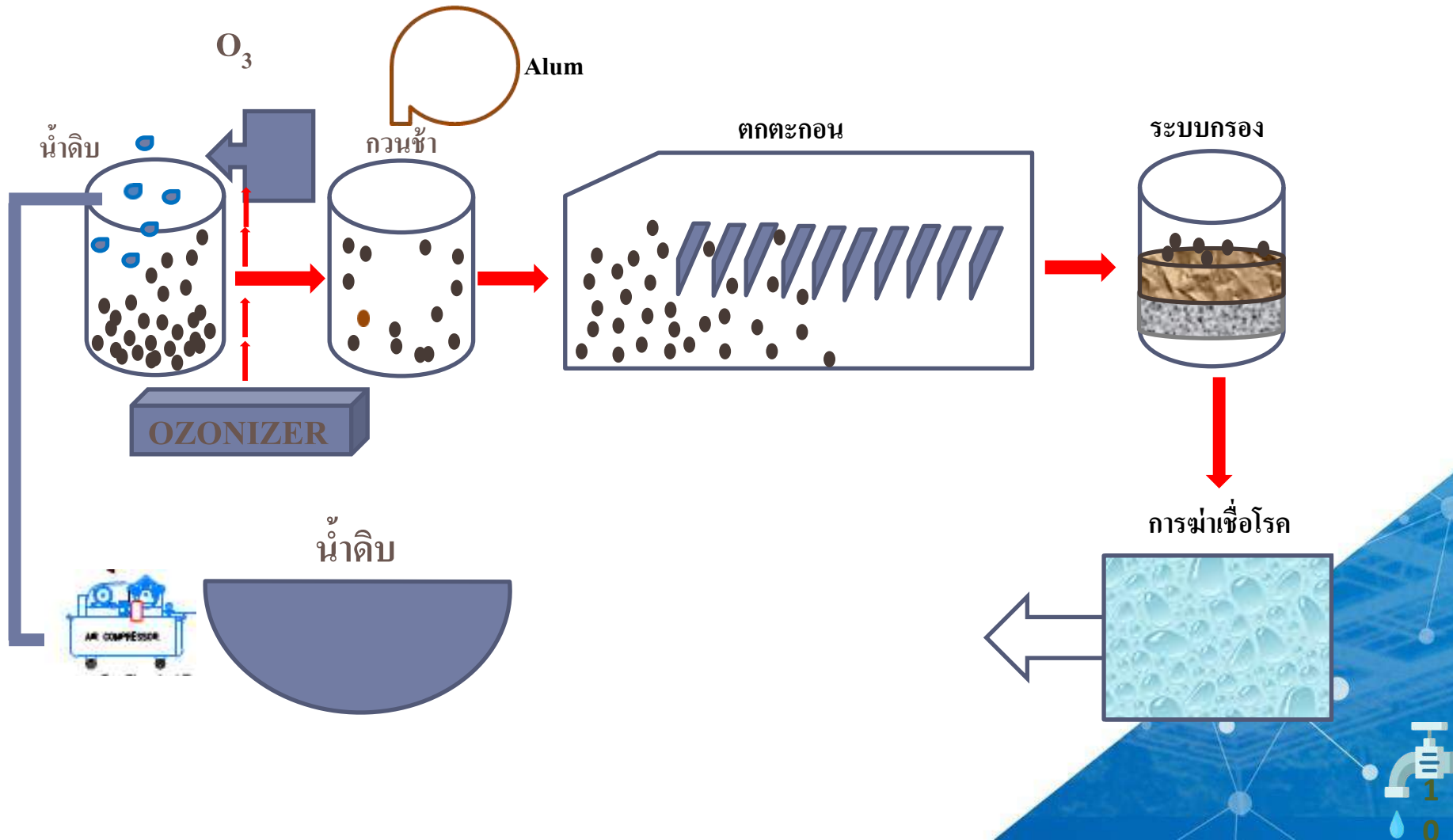
หลักทฤษฎีพื้นฐาน $Mn^{2+} : KMnO_4 = 1 : 1.92 \text{ mg/l}$



การสร้างตะกอน flash mixing/Slow mixing



ปัญหาเหล็กและแมงกานีส



การแก้ไขปัญหาหลักและแมงกานีส

ระบบน้ำดิบ

แหล่งน้ำผิวดิน

สูบน้ำดิบจากแหล่งผิวดินด้วยเครื่องสูบ
เติมสารละลายต่างด่างทิม เติมนูนคลอรีน(พรีคลอรีน) และ
สารละลายปูนขาว หรือเติมอากาศเพื่อกำจัดหินปูน

ระบบสร้างตะกอน

การเติมสารส้มกำจัดความขุ่นและตะกอนหลัก
แมงกานีสออกจากน้ำ

ถังรวมตะกอน

ระบายตะกอนทิ้ง

ระบบผลิตน้ำ

ถังตกตะกอน

เติมคลอรีน (อินเตอร์คลอรีน) กระตุ้นทรายกรองกำจัดแมงกานีส

ถังกรอง

เติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค

ถังน้ำใส

สูบน้ำจากถังน้ำใสขึ้นหอถังสูงด้วยเครื่องสูบน้ำพร้อมจ่าย
สารละลายคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค

หอถังสูง

จ่ายน้ำประปาเข้าสู่ท่อเมน

ระบบจ่ายน้ำ

ผู้ใช้น้ำ

จ่ายน้ำโดยผ่านมาตรวัดน้ำไปยังผู้ใช้น้ำ



Thank You



Provincial
Waterworks
Authority | 4.0