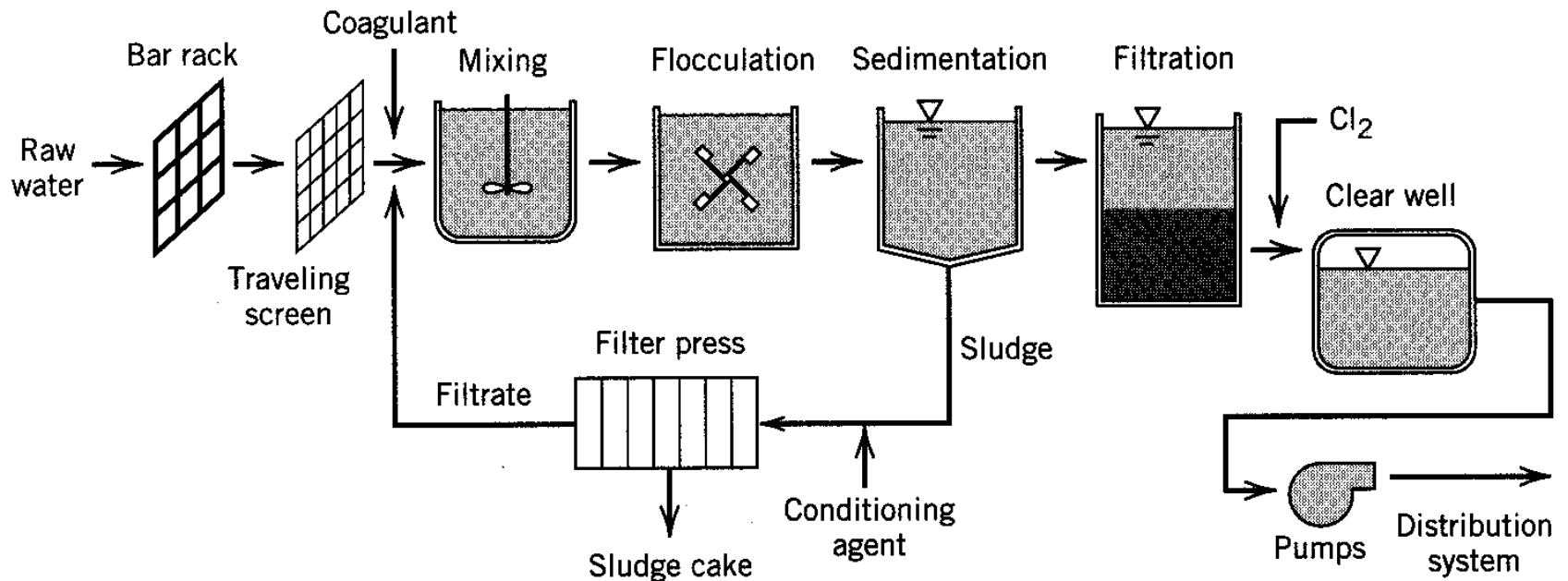
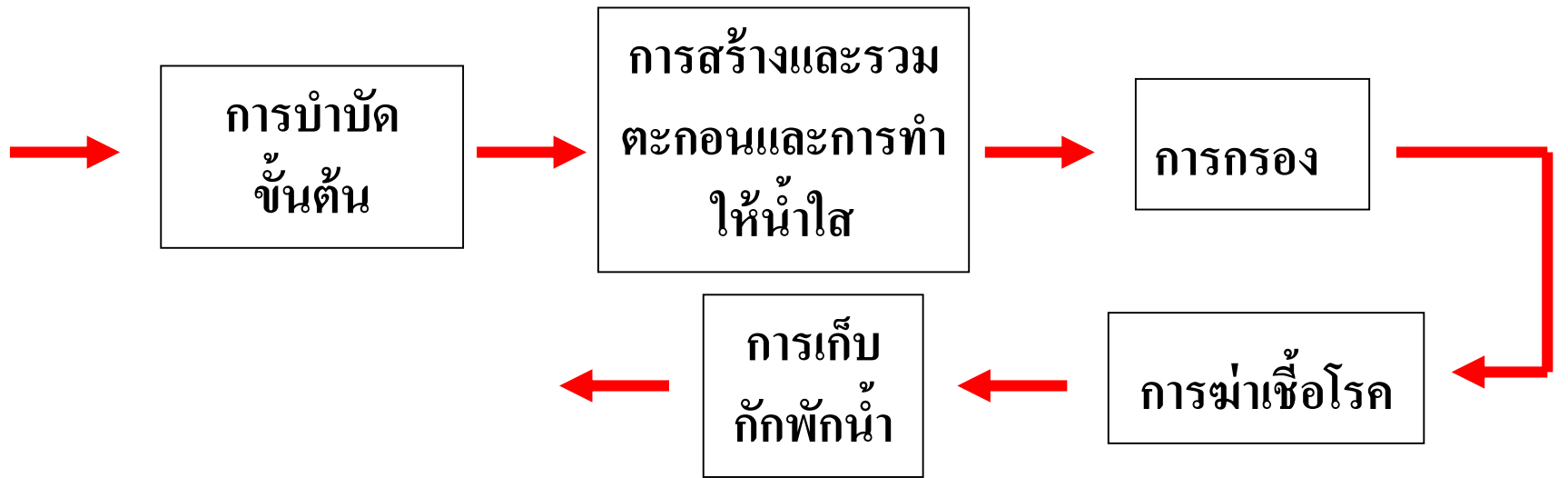


## 4 กระบวนการผลิตน้ำประปา

- เป็นการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เป็นที่ปลอดภัยและยอมรับสำหรับการนำไปใช้ เช่น น้ำดื่ม น้ำประปา
- กระบวนการผลิตน้ำกำจัดหรือลดความเข้มข้นสารปนเปื้อนและสารที่ไม่ต้องการในน้ำดิบ ให้เหมาะกับการนำไปใช้จนถึงมือผู้บริโภค
- สารที่ต้องกำจัดในแหล่งน้ำผิวดิน ได้แก่ ความขุ่นและเชื้อโรค
- สารที่ต้องกำจัดออกจากแหล่งน้ำใต้ดิน ได้แก่ ก๊าซ เหล็กและแมงกานีส และเชื้อโรค

# 1) ขั้นตอนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน

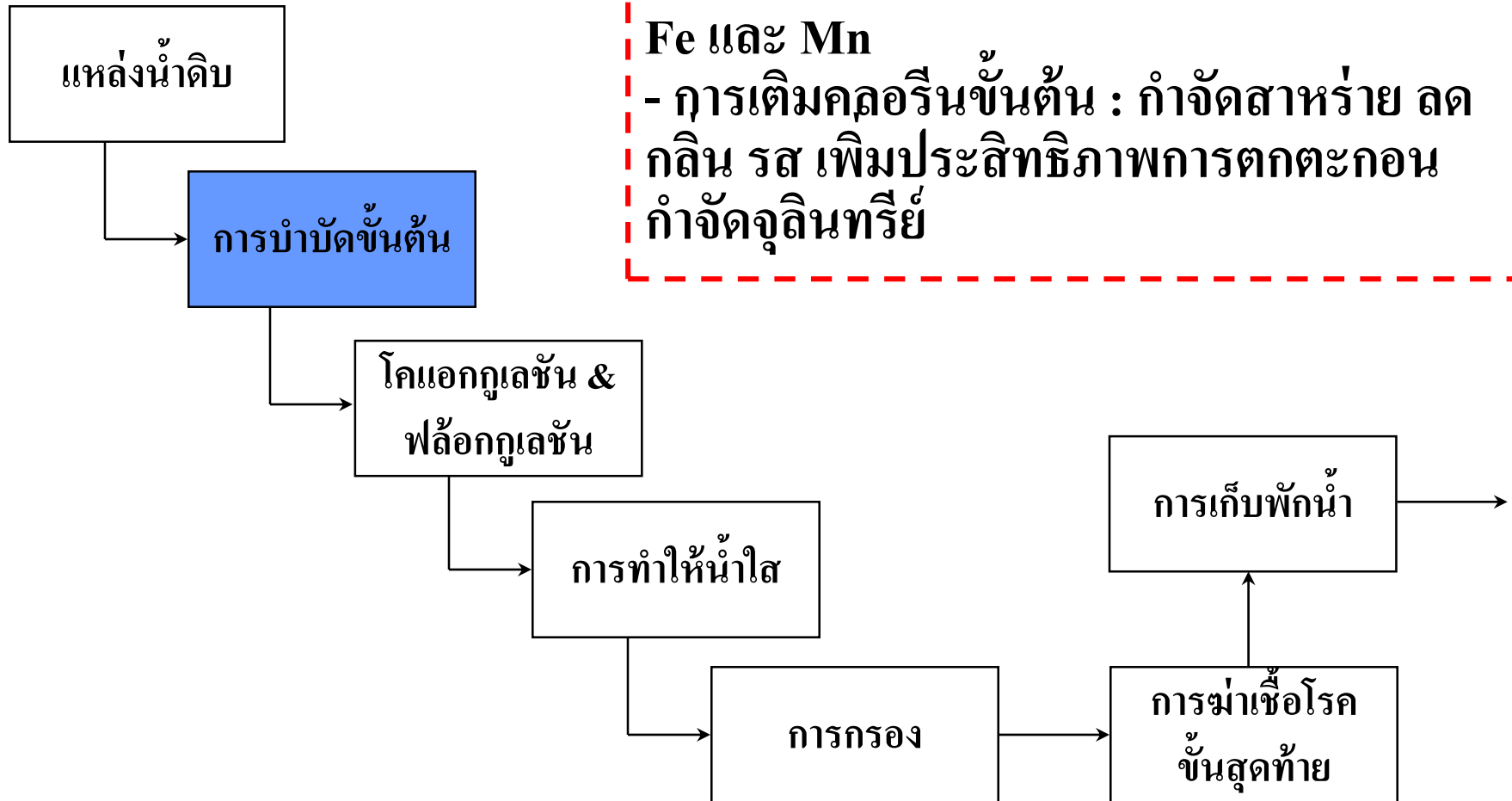






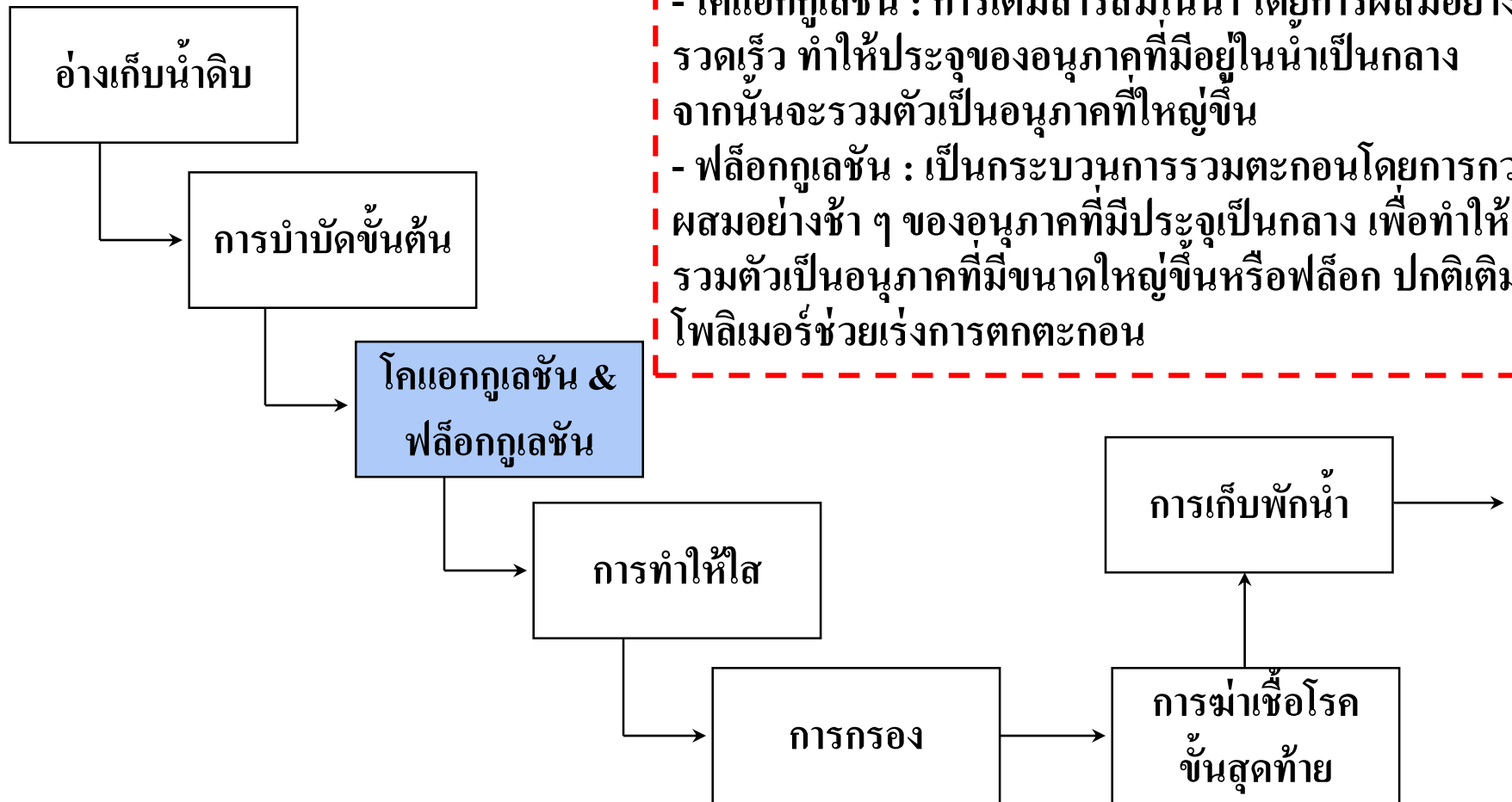


# กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน



# กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน

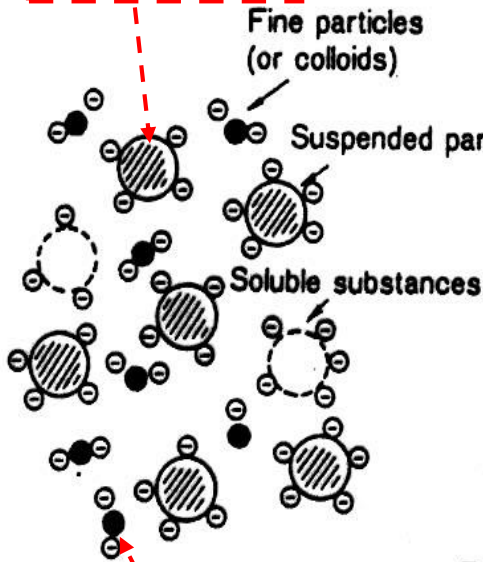
## - โคแอกกูเลชัน & ฟล็อกกูเลชัน



# กระบวนการโคแอกกูเลชันและฟล็อกกูเลชัน

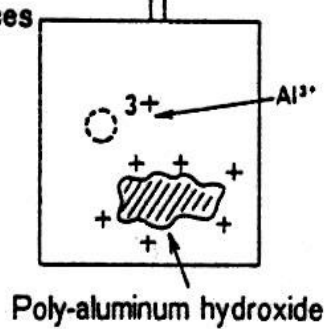
ของแข็ง

แขวนลอย

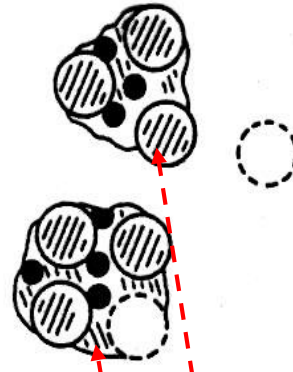


(ตั้งกวนเร็ว)

Charge neutralization  
(coagulation)

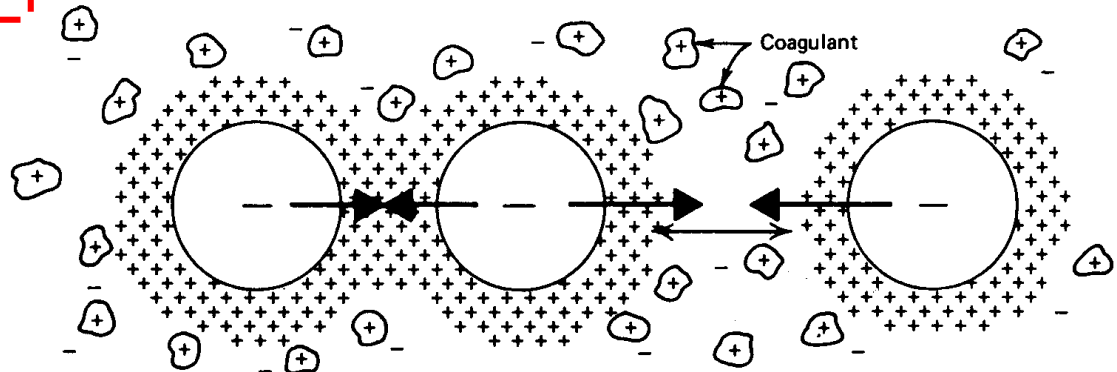
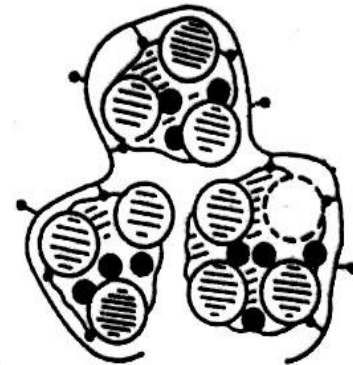
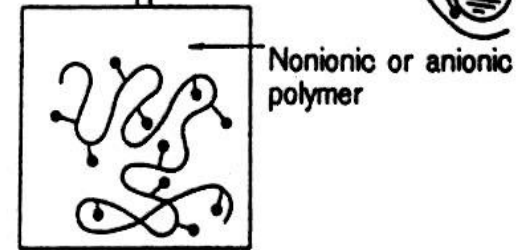


(สารส้ม)



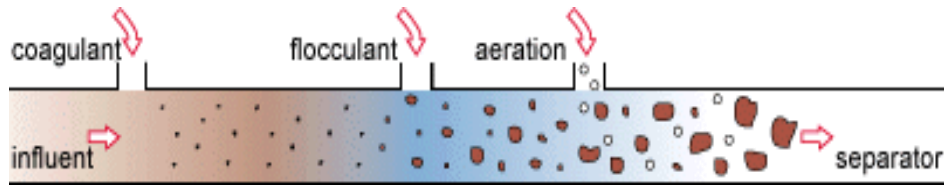
(ตั้งกวนช้า)

Bridging (flocculation)

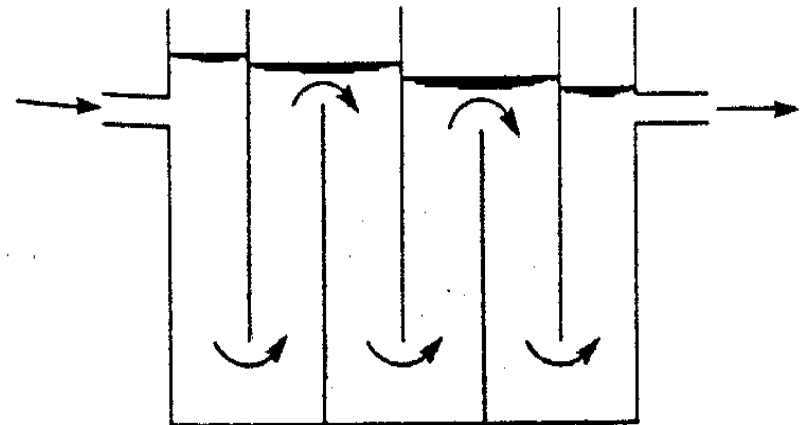




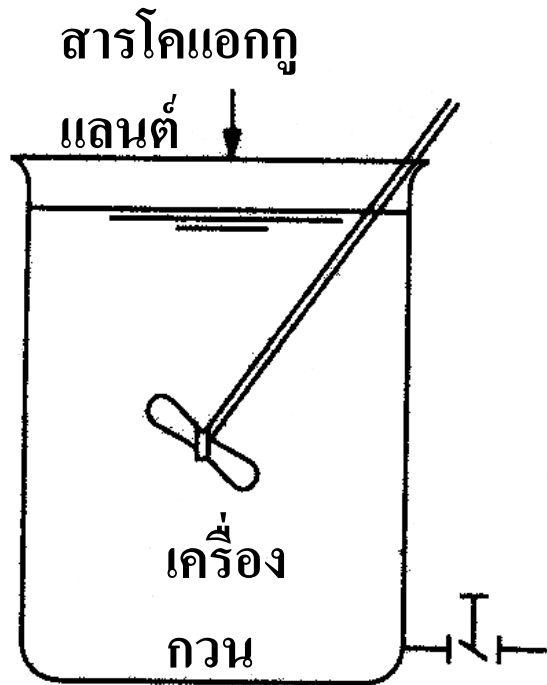
# อุปกรณ์การกวนเร็ว



**Inline  
mixer**

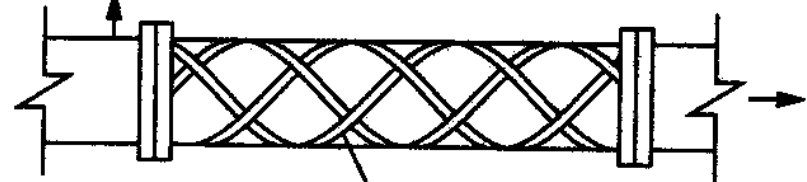


**Baffle  
Tank**

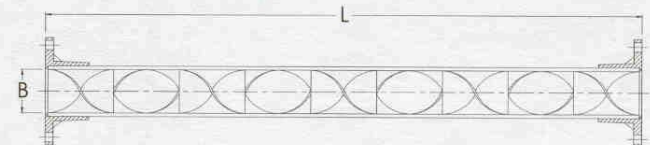


**ถัง  
ปฏิกรณ์**

สารโคแอกกู  
แลนต์



สิ่งกั้นขวางภายใน  
ท่อ





# การกวนเร็ว Static Mixer





# ฟลักกูเลชัน



09/06/2010 14:45



**Mega-SETTLER**  
Plate Settler System



**Mega-TROUGH**  
Trough System



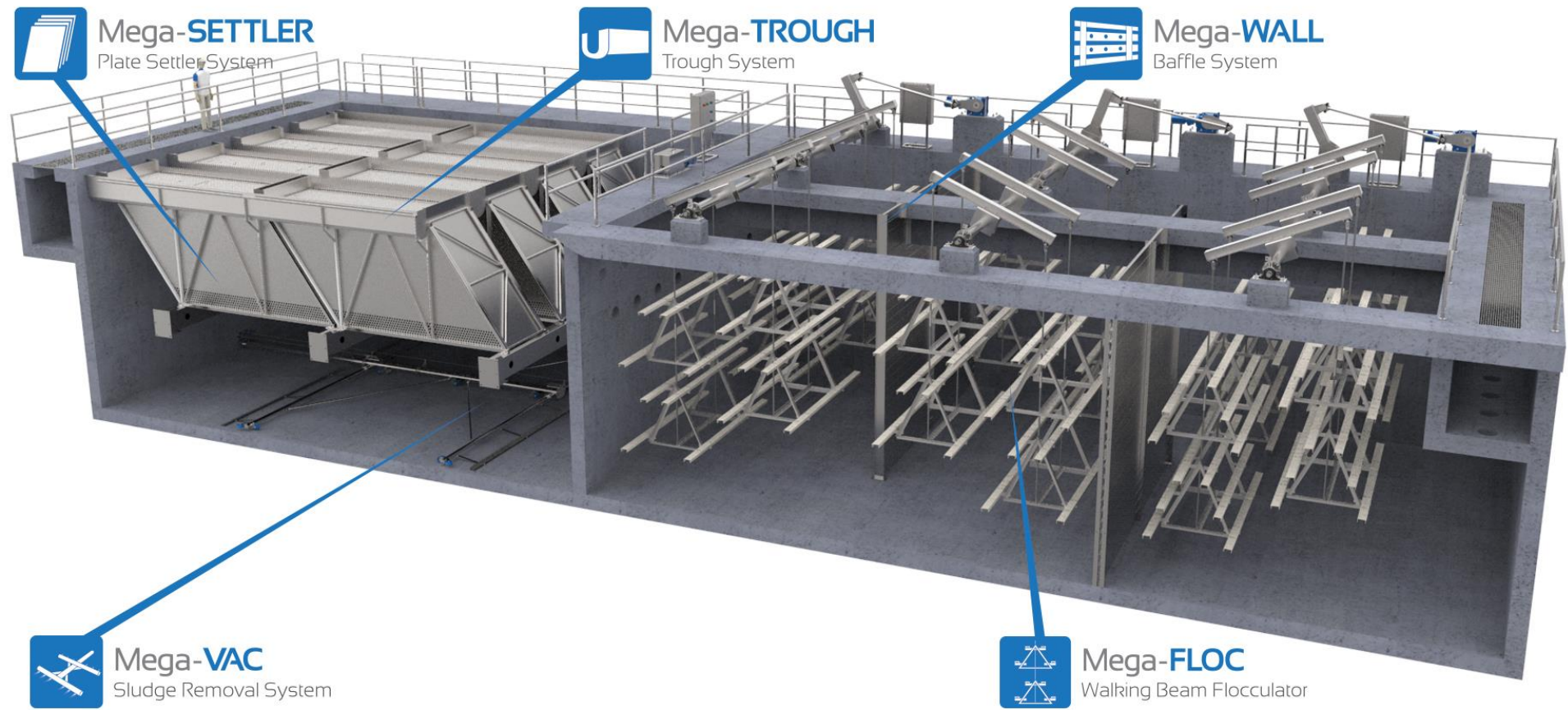
**Mega-WALL**  
Baffle System



**Mega-VAC**  
Sludge Removal System



**Mega-FLOC**  
Walking Beam Flocculator





# โคแอกกูเลชัน และฟล็อกกูเลชัน

- การตรวจสอบกระบวนการฟล็อกกูเลชัน:
  - ตรวจสอบฟล็อกด้วยสายตา
  - ตรวจสอบปริมาตรของสารเคมีที่กำลังถูกสูบออก
  - ทำการทดสอบ Jar tests เพื่อช่วยหาปริมาณการใช้สารเคมีที่เหมาะสม
  - ตรวจสอบคุณภาพของน้ำดิบที่เปลี่ยนแปลงตามฤดู

# โคแอกกูเลชัน และฟล็อกกูเลชัน

## การตรวจสอบด้วยตา



# โคเอกกุลเลชัน และฟลักกุลเลชัน

- ปริมาณโคเอกกุลเลชันที่เติมในอุดมคติ:
  - การกำจัดสารแขวนลอยและคอลลอยด์ขนาดเล็กได้ดีที่สุด
  - ปริมาณสลัดจ์ที่เกิดขึ้นต่ำสุดจากระบวนการทำให้น้ำใส
  - ปริมาณการใช้น้ำล้างจากระบวนการกรองต่ำที่สุด
  - การทำงานของถังกรองเหมาะสม เช่น เวลาในการเดินถังกรองก่อนล้างย้อนได้สูงสุด
  - ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสิ่งสกปรกออกจากน้ำต่ำสุด
  - ทดสอบด้วยการเติมปริมาณสารส้มที่แตกต่างกัน (jar test)



FLOC COMPARATOR FOR THE CLASSIFICATION OF FLOC  
PRODUCED IN COAGULATION TESTS

ภาชนะปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา

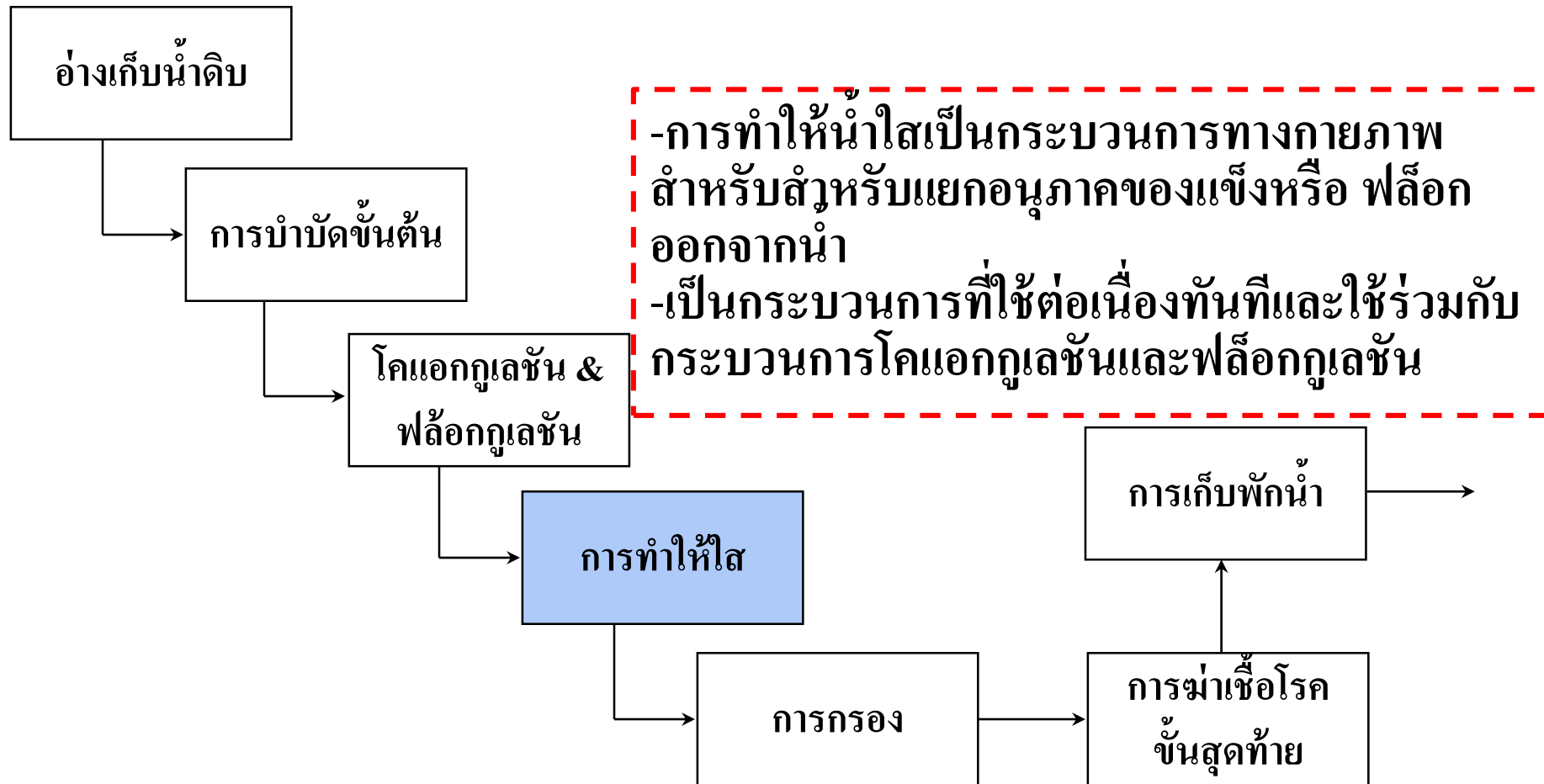
อุปกรณ์สำหรับทำจาร์เทส  
( Jar Test )

Jar test



# กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน

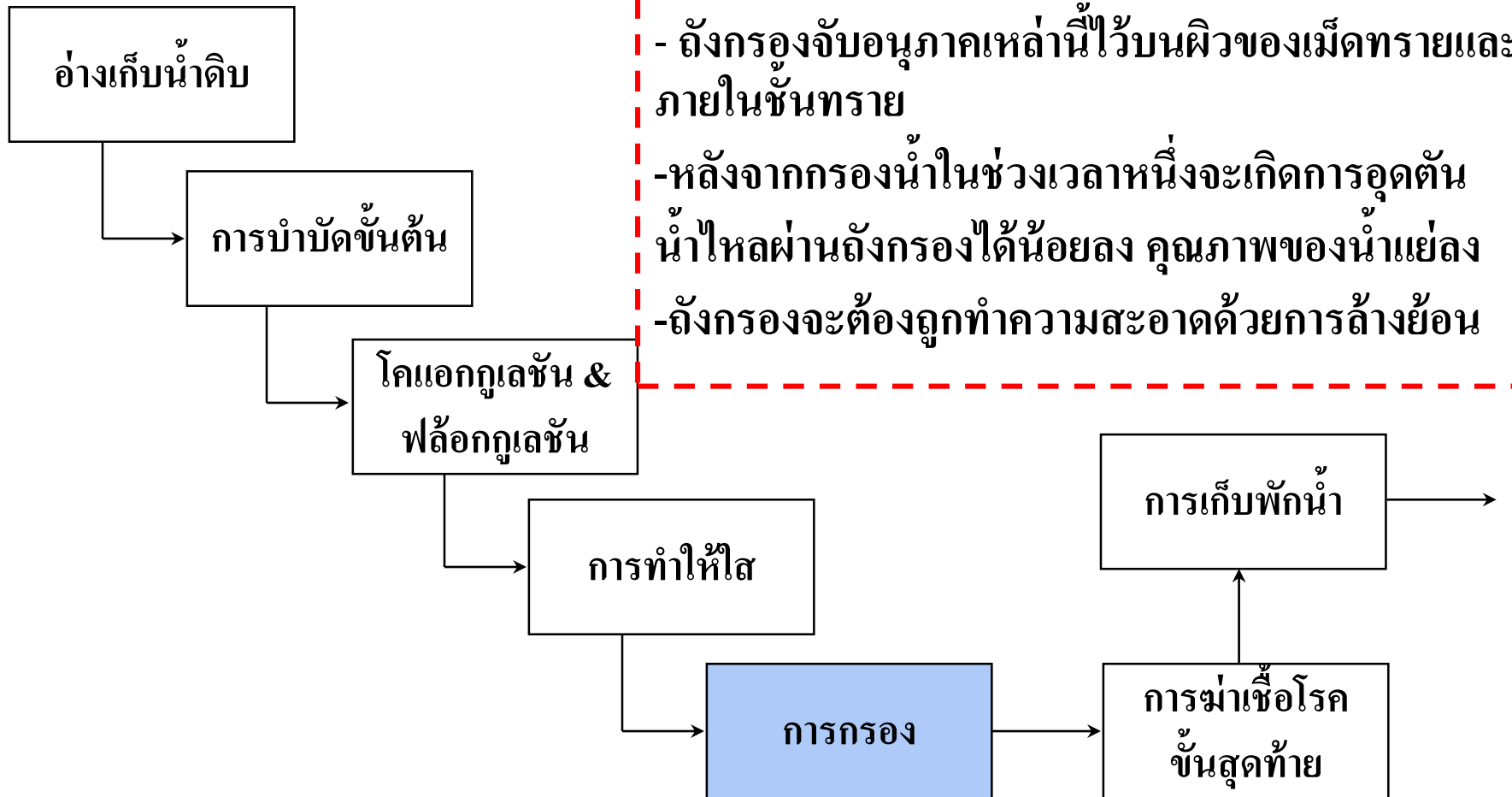
## - การทำให้น้ำใส



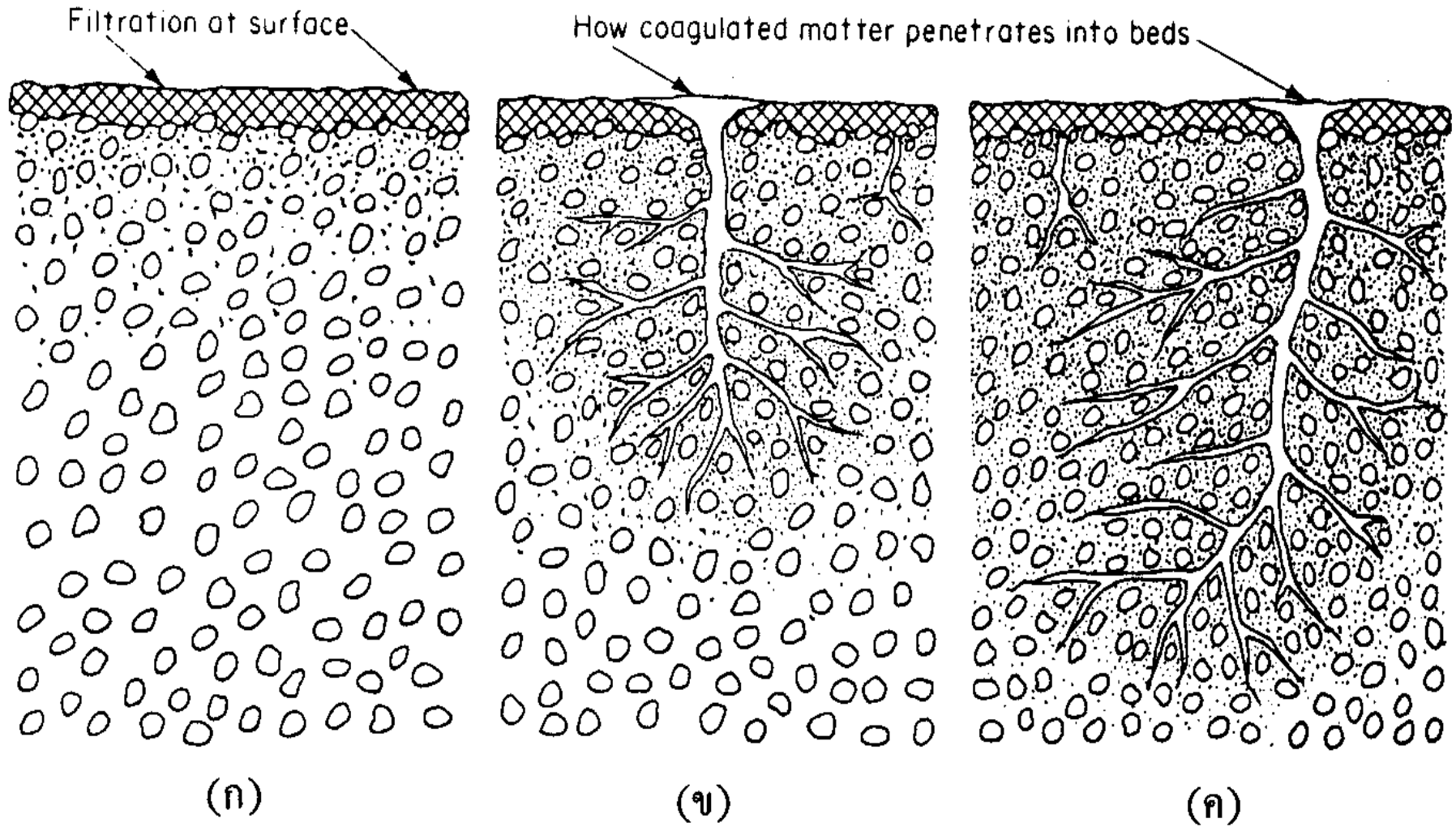


# กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน

## - การกรอง



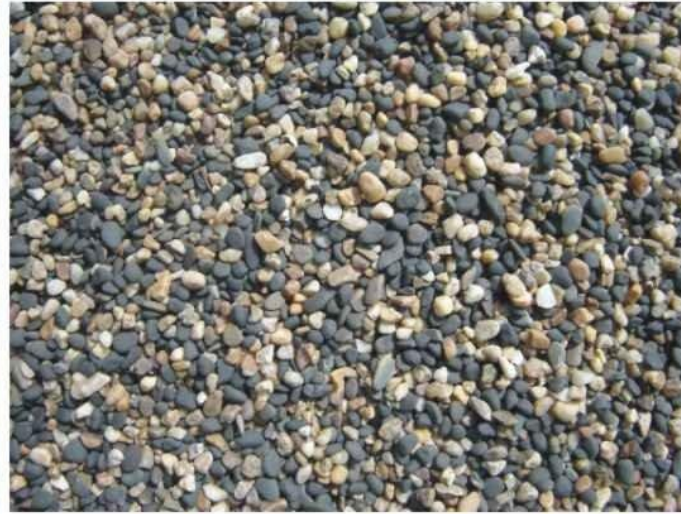
# ชั้นกรองที่ไม่มีการ back wash





# ASIAN NATURAL SLATES & STONES

EXPORT SUPPLIER OF FILTER MEDIA SAND & LANDSCAPING, ARCHITECTURAL AND DECORATIVE  
NATURAL STONES

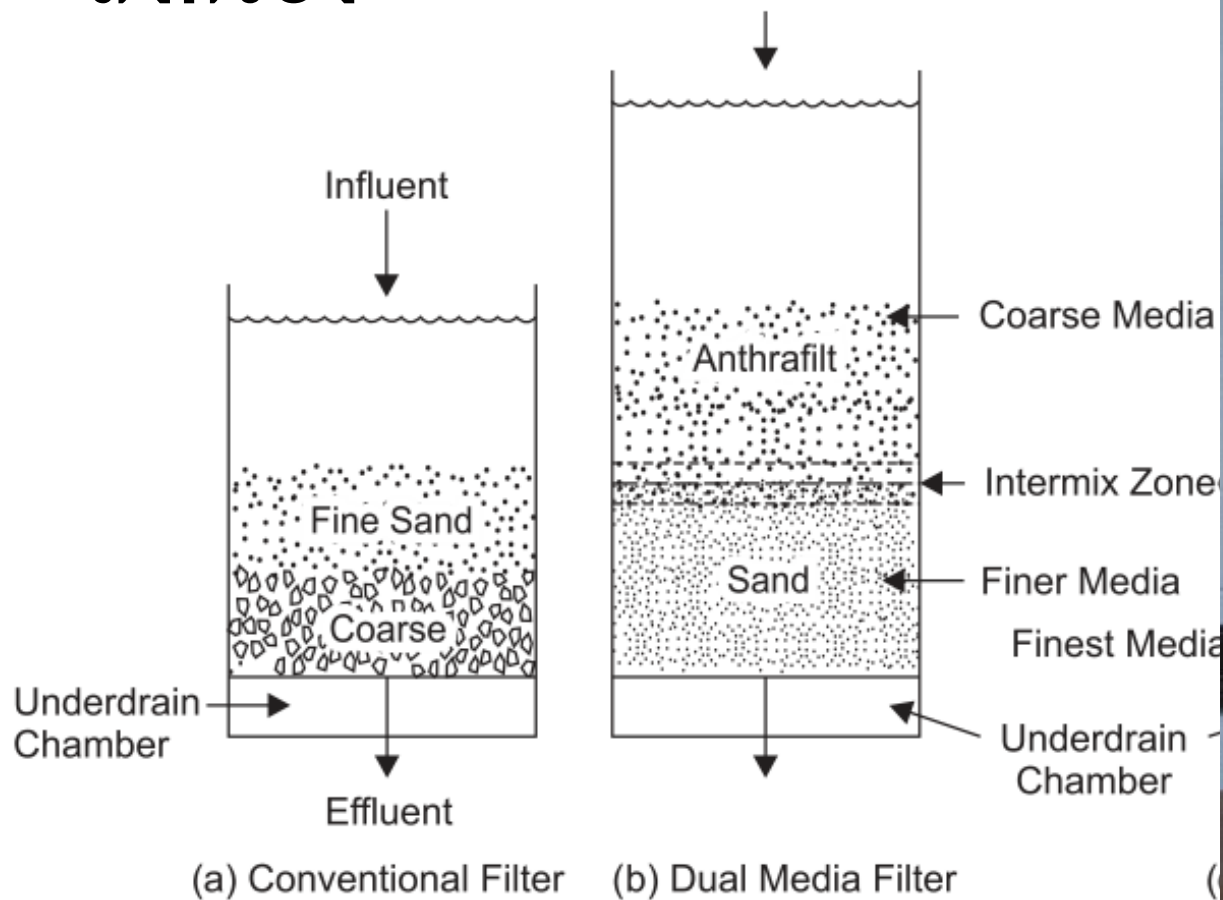


FILTER MEDIA STONES WASHED & GRADED  
2.5-6.5mm, 6.5-10mm, 11-25mm & 26-50mm

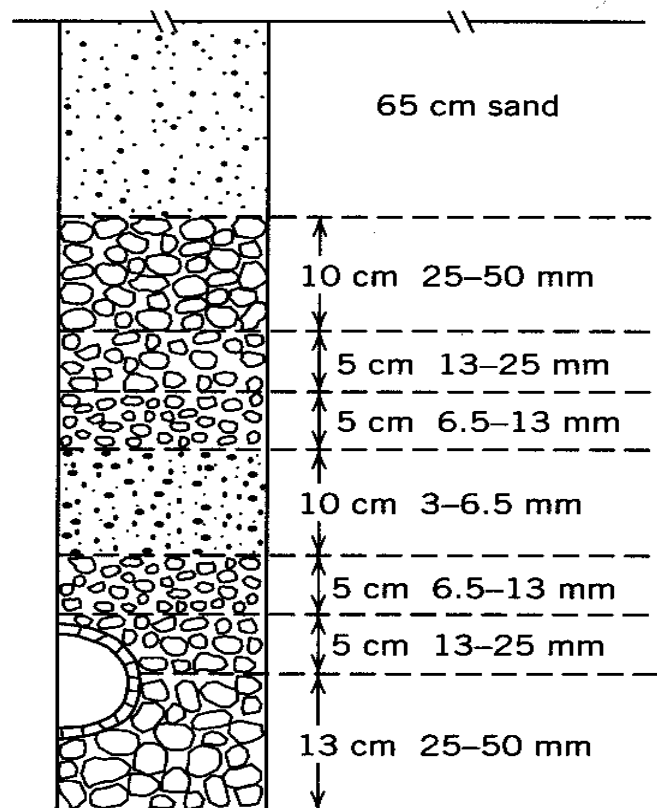
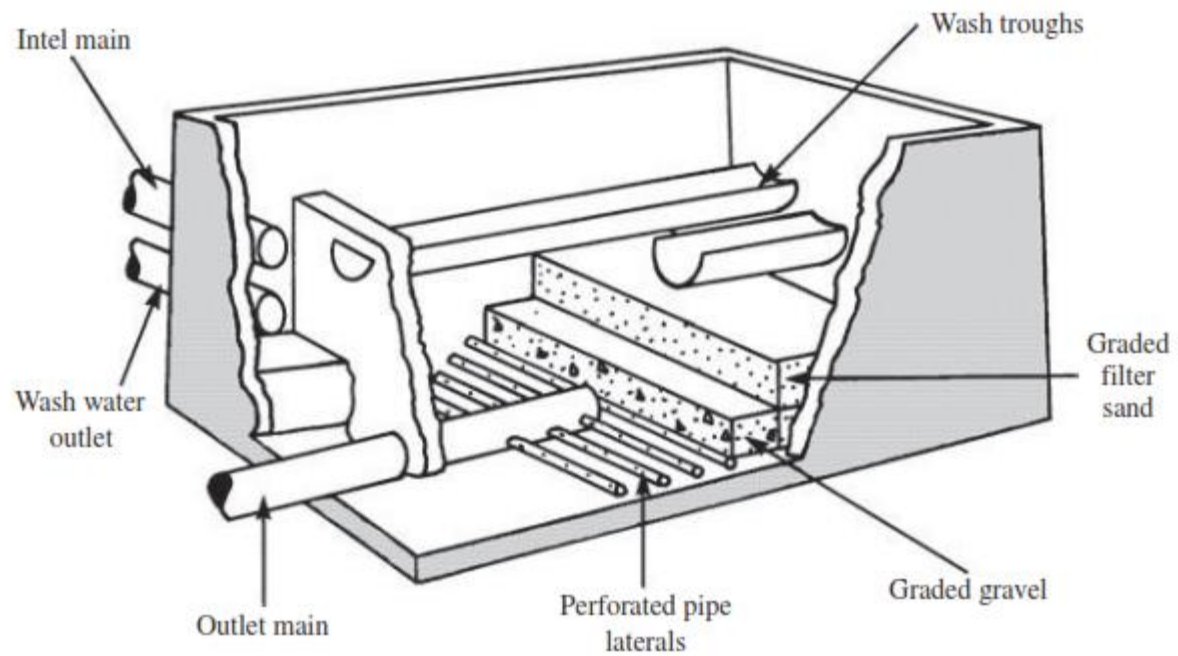


FILTER MEDIA SAND CLEANED & GRADEDS  
SIZES .5mm -1.2mm & 1.2mm-2.4mm

# ถังกรอง





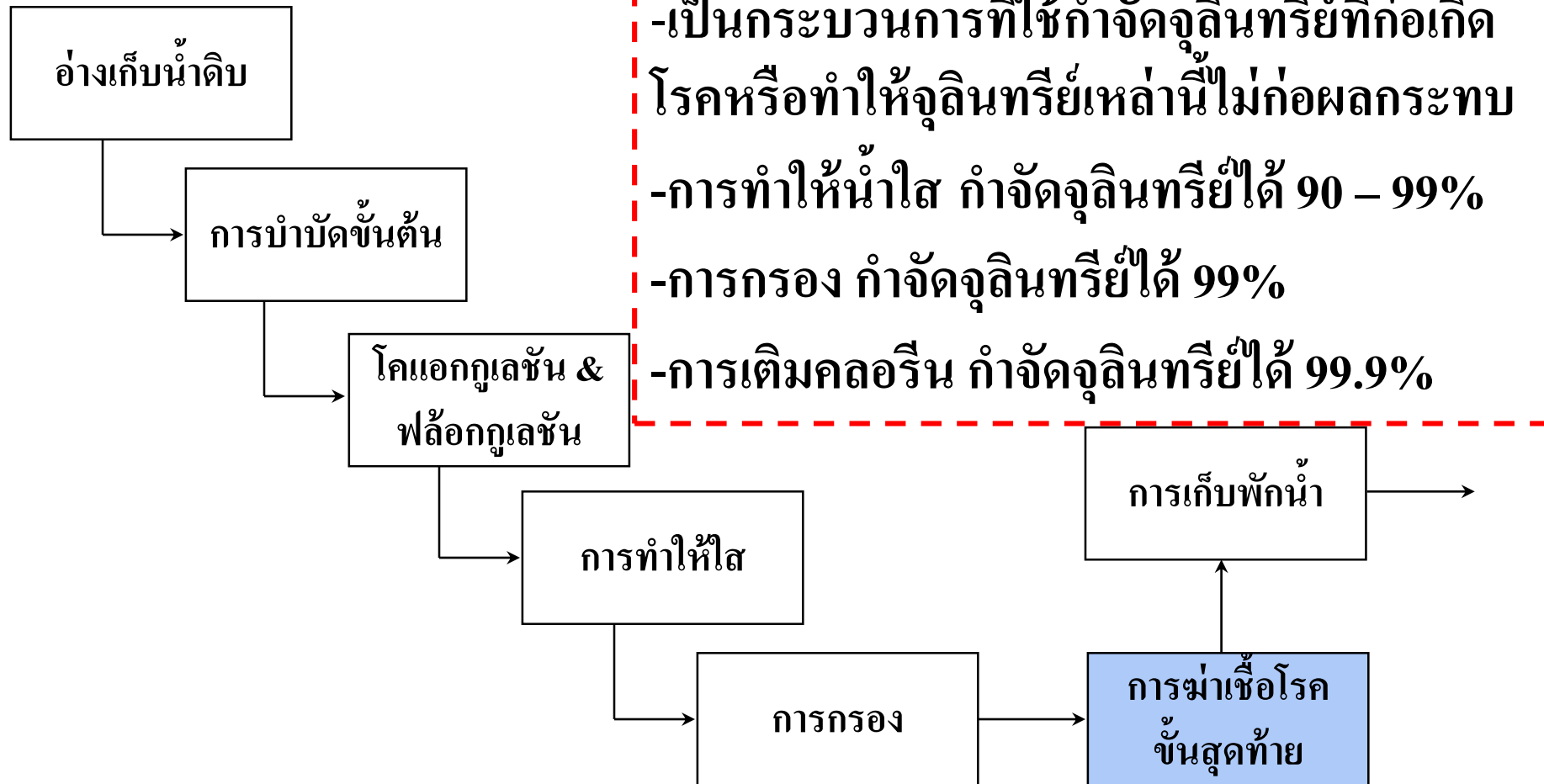






# กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน

## - การฆ่าเชื้อโรคขั้นสุดท้าย



# การฆ่าเชื้อโรคขั้นสุดท้าย

## - สารเคมีฆ่าเชื้อโรคในอุดมคติ

- ทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ
- จัดหาได้ง่าย, ราคาไม่แพง, และใช้ในอัตราที่ถูกต้องได้ง่าย
- ตรวจสอบได้ง่ายด้วยวิธีวิเคราะห์แบบง่ายๆ
- **คงทนมีความเข้มข้นหลงเหลืออยู่ในน้ำเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อโรคในเส้นท่อ จนถึงมือผู้บริโภค**
- ไม่เป็นพิษและยอมรับได้ที่ระดับความเข้มข้นที่ต้องการใช้ตามวัตถุประสงค์

# การฆ่าเชื้อโรคขั้นสุดท้าย

## - เวลาสำหรับปฏิกิริยา

- ความสำคัญของเวลาสำหรับปฏิกิริยา :

- คลอรีนจะไม่ทำปฏิกิริยากับจุลินทรีย์ทันที

- จะต้องให้เวลาสัมผัสที่เหมาะสม ทำให้เกิดปฏิกิริยาที่ต้องการ

- การฆ่าเชื้อโรคอาจทำได้:

- ขั้นตอนของระบบจ่ายน้ำประปาเข้าสู่ถังพัก, หรือ

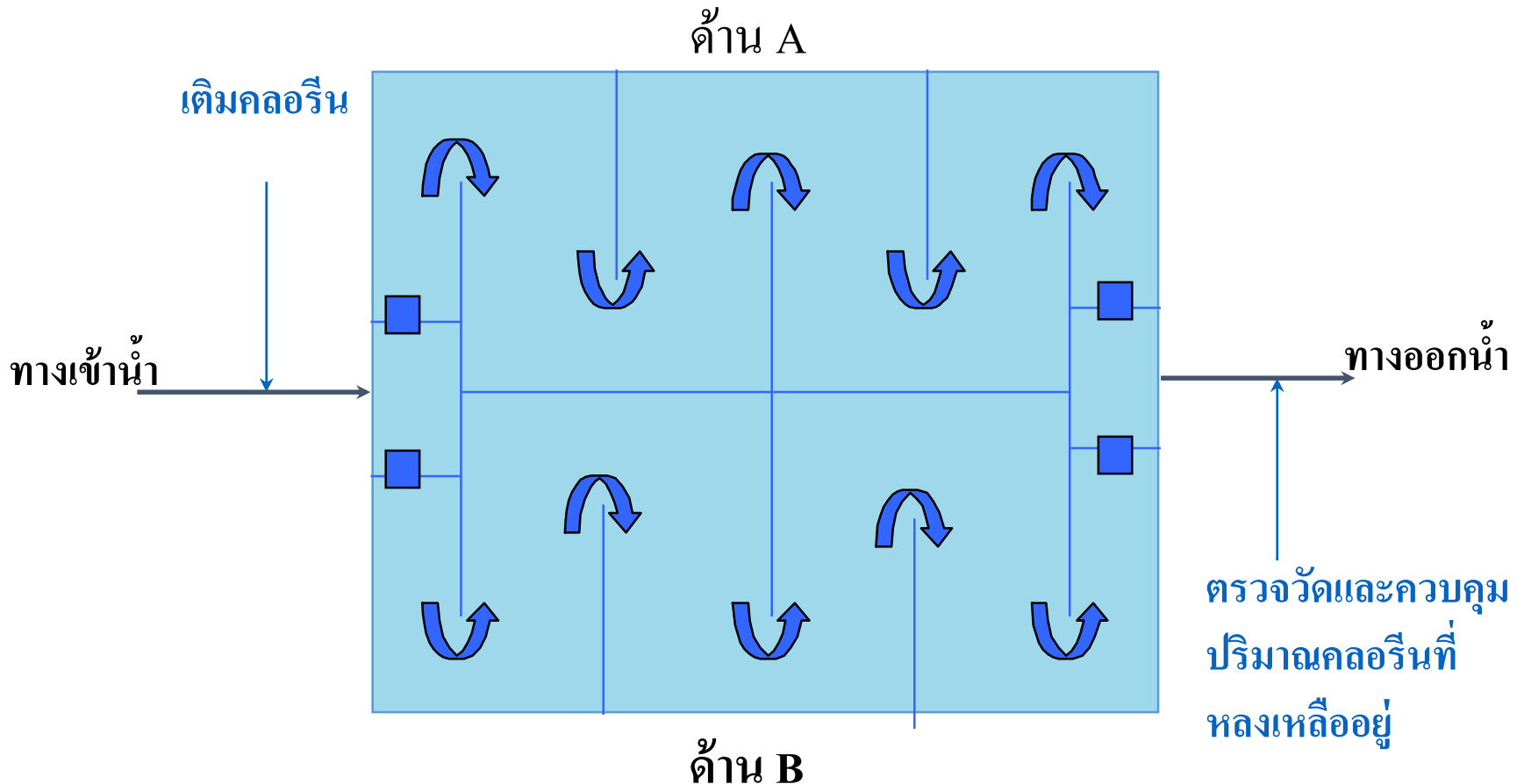
- ถังสัมผัสที่สร้างขึ้นโดยเฉพาะ

(คลอรีนอิสระที่หลงเหลืออยู่ 0.5 ppm เวลาสัมผัส 30 นาที)

(คลอรีนที่หลงเหลืออยู่ 0.2 ppm ที่ปลายทางถึงมือผู้บริโภค)

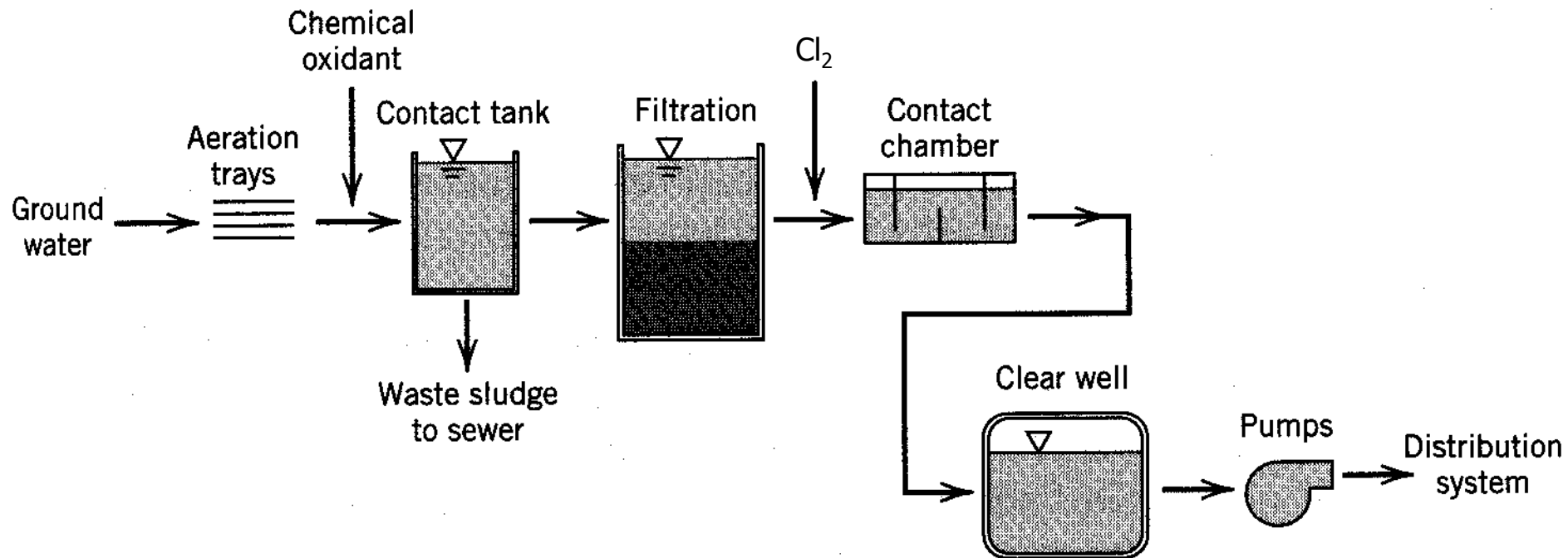
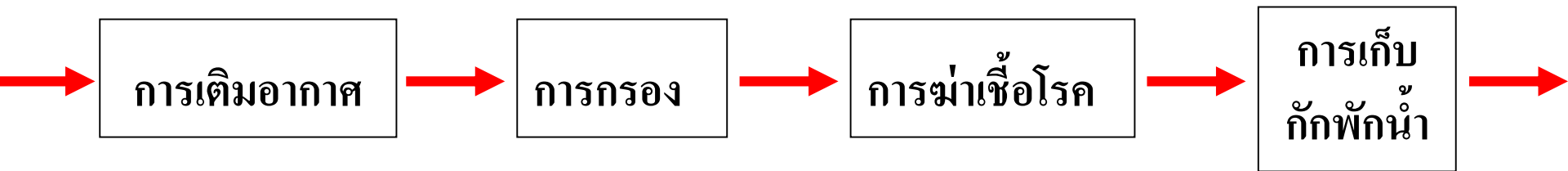
# การฆ่าเชื้อโรคขั้นสุดท้าย

## - ตัวอย่างการจัดวางถังสัมผัส





## 2) ขั้นตอนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำบาดาล

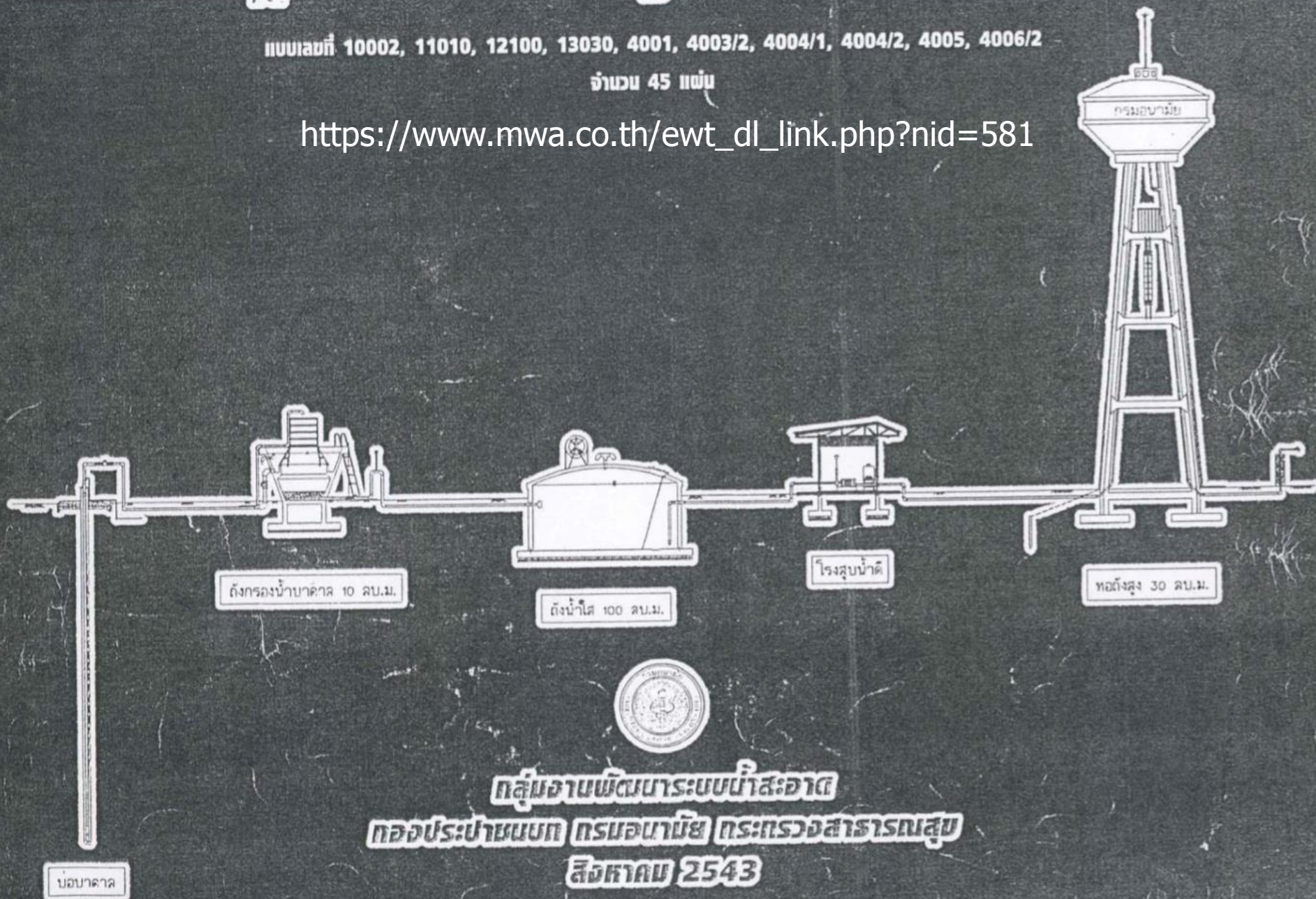


# แบบมาตรฐานระบบประปาหมู่บ้าน แบบขนาดเล็กขนาดใหญ่

แบบเลขที่ 10002, 11010, 12100, 13030, 4001, 4003/2, 4004/1, 4004/2, 4005, 4006/2

จำนวน 45 แผ่น

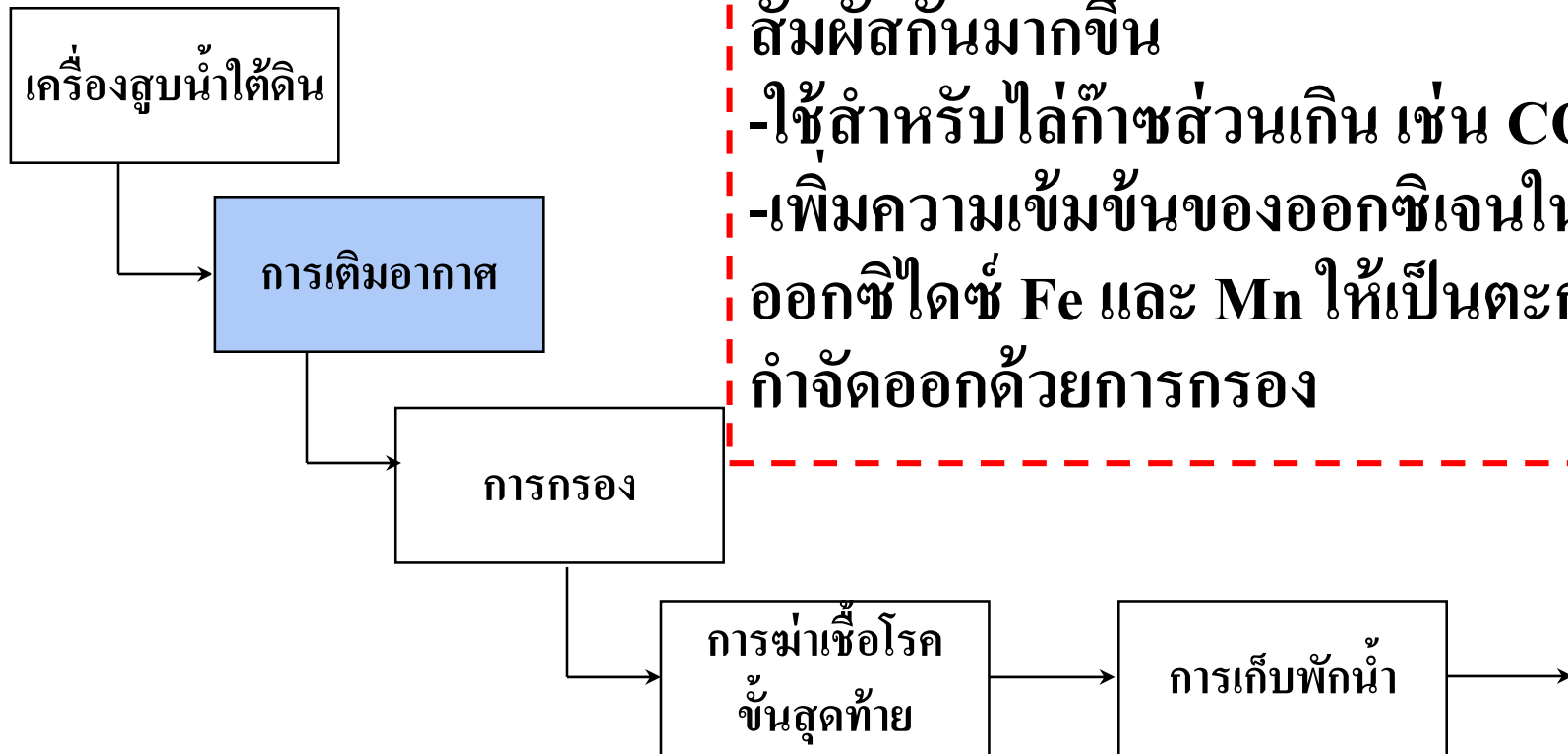
[https://www.mwa.co.th/ewt\\_dl\\_link.php?nid=581](https://www.mwa.co.th/ewt_dl_link.php?nid=581)



กลุ่มงานพัฒนาระบบน้ำสะอาด  
กองประปาชนบท กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข  
สิงหาคม 2543

# กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำใต้ดิน

## - การเติมอากาศ



- เป็นกระบวนการทำให้น้ำและอากาศสัมผัสกันมากขึ้น
- ใช้สำหรับไล่ก๊าซส่วนเกิน เช่น  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$
- เพิ่มความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำ เพื่อออกซิไดซ์ Fe และ Mn ให้เป็นตะกอนและกำจัดออกด้วยการกรอง

การทำให้อากาศละลายในน้ำให้เร็วที่สุด

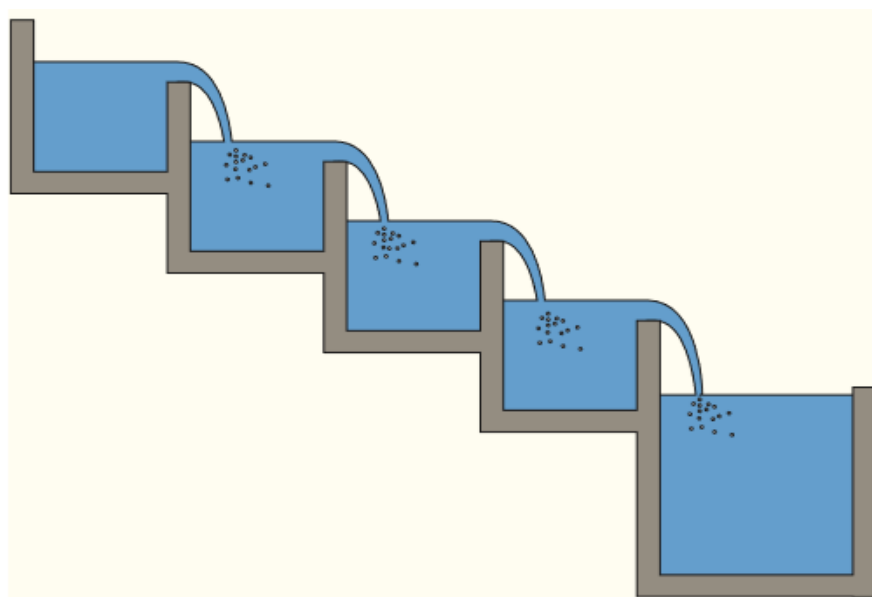
## (1) การกระจายน้ำในอากาศ

- ทำให้พื้นที่ผิวของน้ำสัมผัสอากาศและพื้นที่สัมผัสมีปริมาณมากที่สุดเมื่อหยดน้ำมีขนาดเล็กที่สุด
- การกระจายน้ำในอากาศจะใช้อุปกรณ์ประเภทน้ำตก ได้แก่ Cascade towers, Tray Towers

## Cascade Aerator

- ประกอบด้วยชั้นของ น้ำที่ตกลงบนพื้นที่สัมผัสเป็นทางลง คล้ายชั้นบันไดอย่างต่อเนื่องหลายชั้น
- น้ำถูกทำให้สัมผัสกับอากาศด้วยการทำให้น้ำไหลผ่านพื้นที่สัมผัสเป็นผืนบางในแต่ละชั้นของชั้นบันได
- แต่ละชั้นมีความสูงประมาณ 0.3 เมตร และอาจมีชั้นบันไดมากถึง 10 ชั้น ระยะเวลาที่น้ำสัมผัสกับอากาศจะขึ้นกับจำนวนชั้นที่มีอยู่









# Tray Tower

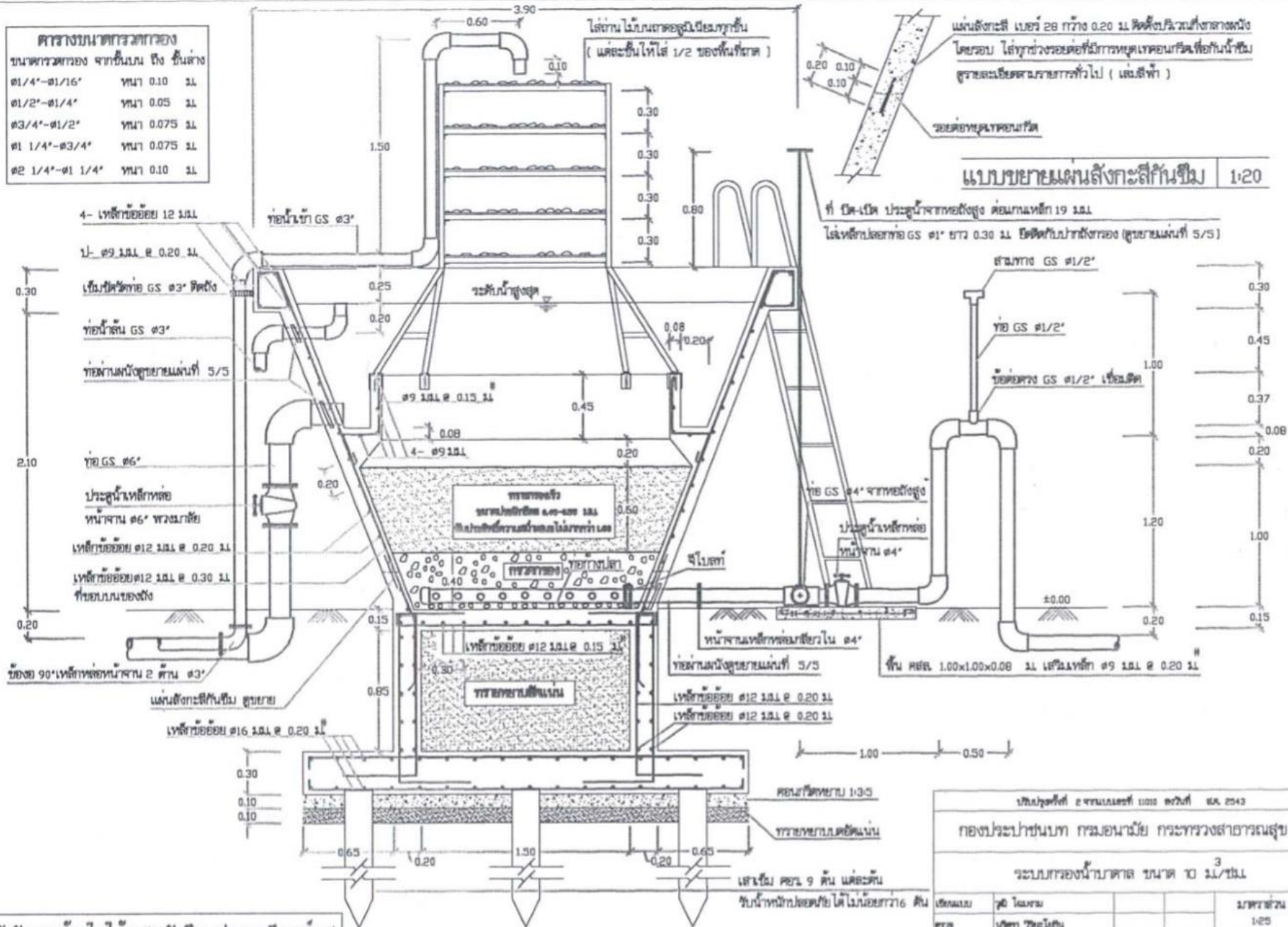
- เป็นหอรูปสี่เหลี่ยมมี 3 – 4 ชั้น ระยะห่าง 0.15 – 0.3 m แต่ละชั้นบรรจุตัวกลางขนาด **50 – 100 mm**
- น้ำถูกปล่อยจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง ไหลลงบนตัวกลางที่ถูกวางอยู่ในถาดหลาย ๆ ชั้น ด้วยอัตรา  $24 - 48 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-h}$
- วัสดุที่ใช้ทำตัวกลาง: ถ่านโค้ก ถ่านไม้ หิน เซรามิค วัสดุที่มีรูพรุนอื่น ๆ ทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของน้ำและอากาศ
- นิยมใช้ในการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของ  $\text{Fe}^{2+}$  และ  $\text{Mn}^{2+}$
- **ตะกอนที่เกิดขึ้นของเหล็กและแมงกานีส** บนผิวตัวกลางจะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการสร้างผลึกของเหล็กและแมงกานีสอีกด้วย







ตารางขนาดท่อน้ำ			
ขนาดท่อน้ำจากชั้นบน ถึง ชั้นล่าง			
๑ 1/4" - ๑ 1/6"	ท่อน้ำ 0.10	3L	
๑ 1/2" - ๑ 1/4"	ท่อน้ำ 0.05	3L	
๑ 3/4" - ๑ 1/2"	ท่อน้ำ 0.075	3L	
๑ 1 1/4" - ๑ 3/4"	ท่อน้ำ 0.075	3L	
๑ 2 1/4" - ๑ 1 1/4"	ท่อน้ำ 0.10	3L	



ผนังถังกรองดินในโถพักสารกันซึม ประเภทนิมบ์ส  
รายละเอียดตามข้อกำหนด ข้อที่ 9 แผ่นที่ 1/5

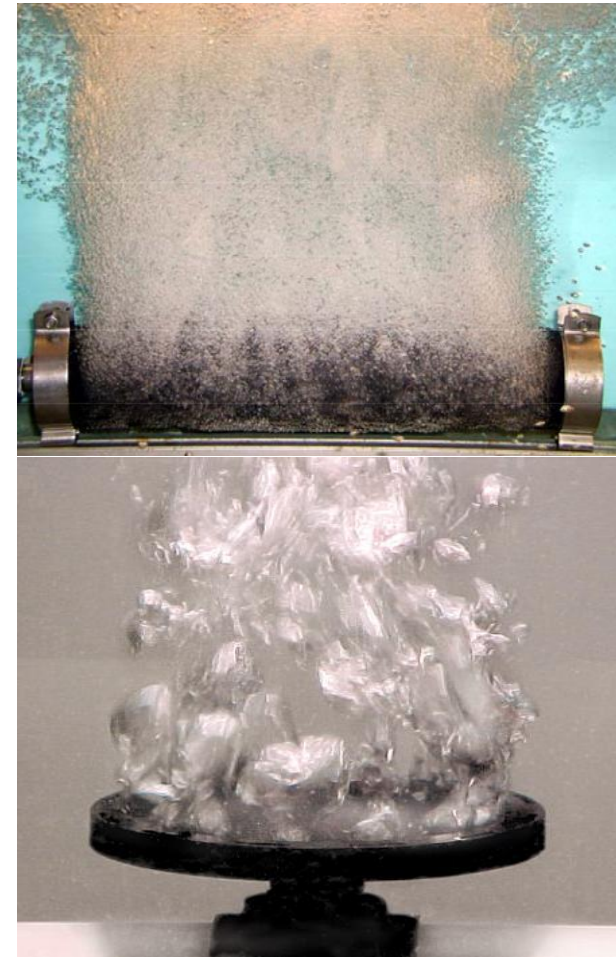
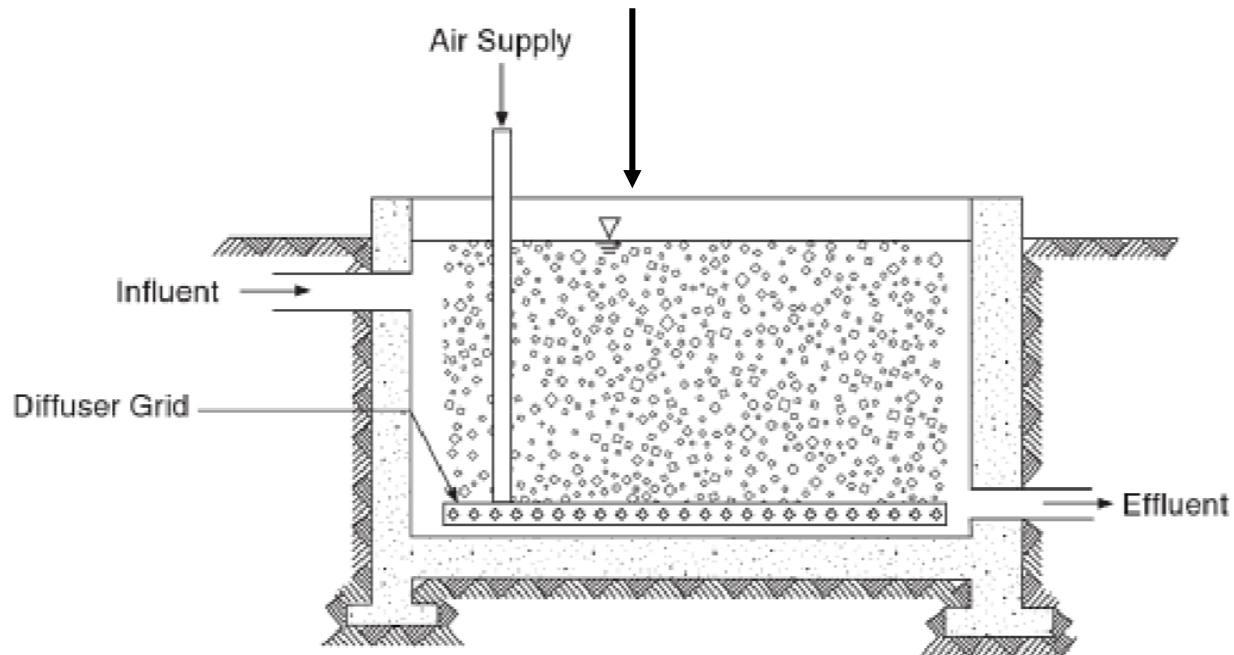
รูปตัด ก - ก 1 : 25

บริษัท ก่อสร้าง 2 จำกัด โทร. ๐๒-๒๕๕๕๕๕๕			
กองประปาชนบท กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข			
ระบบกรองน้ำบาดาล ขนาด ๓๐ ม.³/ชม.			
ชื่อโครงการ	ขุด โขง	มาตราส่วน 1:25	
สถานที่	บ้าน วัด โขง	แบบที่	แผ่นที่
ชื่อผู้จัดทำ	วิรัตน์ วิเศษชัย	11010	2/5
แบบแปลน	บ้าน วัด โขง		

## (2) การเป่าอากาศให้เป็นฟองอากาศเล็ก ๆ ในน้ำ

- ระบบการกระจายอากาศในน้ำประกอบด้วยบรรจุน้ำ เครื่องเป่าลม (Air Blower) และหัวฟุ้ง (Air Diffuser)
- อาจเติม Oxidizing agent เช่น ด่างทับทิม คลอรีน เป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาการกำจัดเหล็กและแมงกานีส
- เกณฑ์ในการออกแบบได้แก่ เวลาเก็บกักน้ำของถัง 15 นาที ความลึกน้ำ 2 – 4 เมตร อัตราการให้อากาศ 0.8 – 1.2  $\text{m}^3/\text{m}^3/\text{h}$  กำลังไฟฟ้าที่ต้องใช้ 0.3 - 1.3 kW/100  $\text{m}^3/\text{h}$  อัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความลึก < 1.5

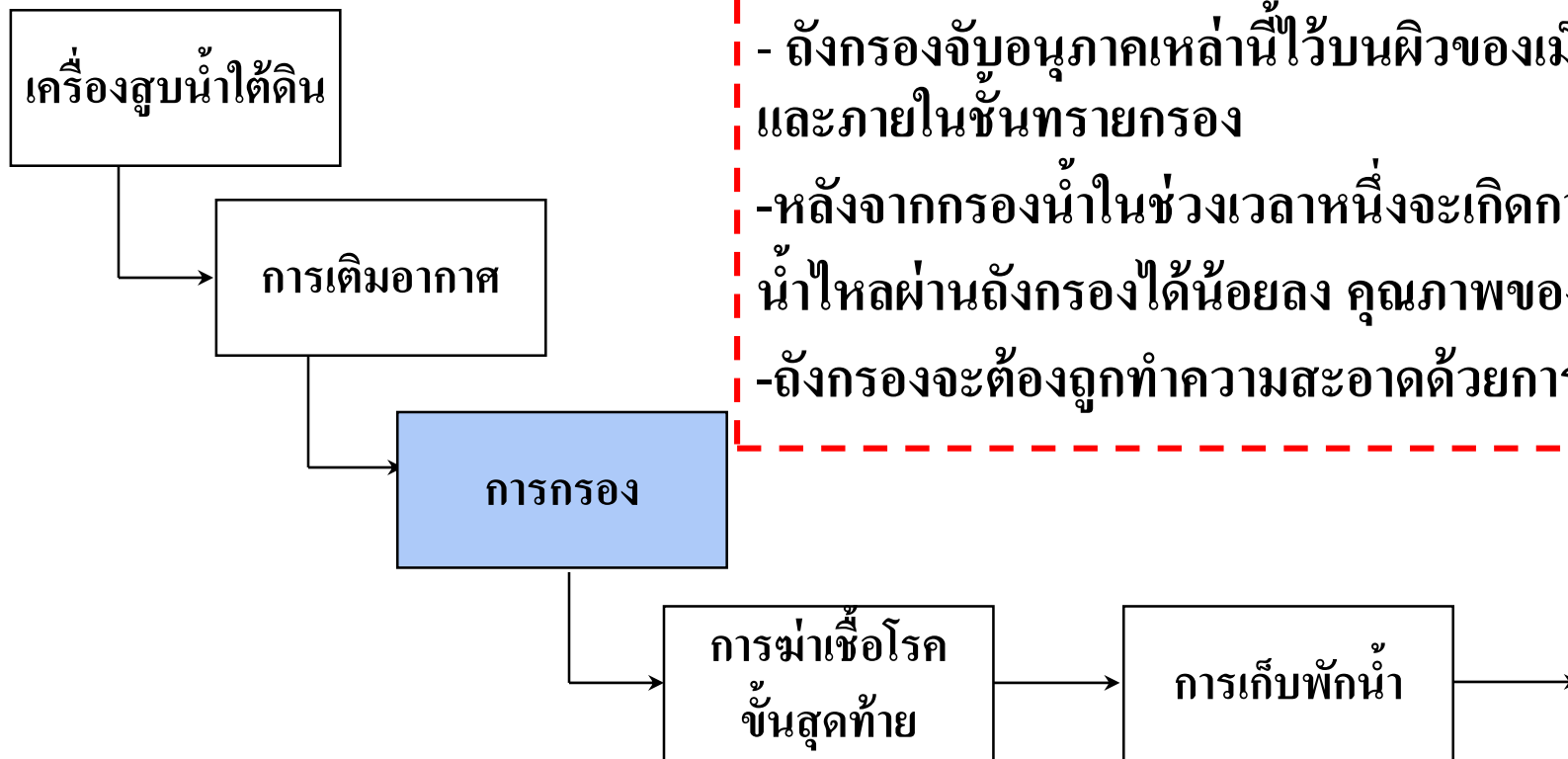
## คลอรีนหรือด่างทับทิม





# กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำใต้ดิน

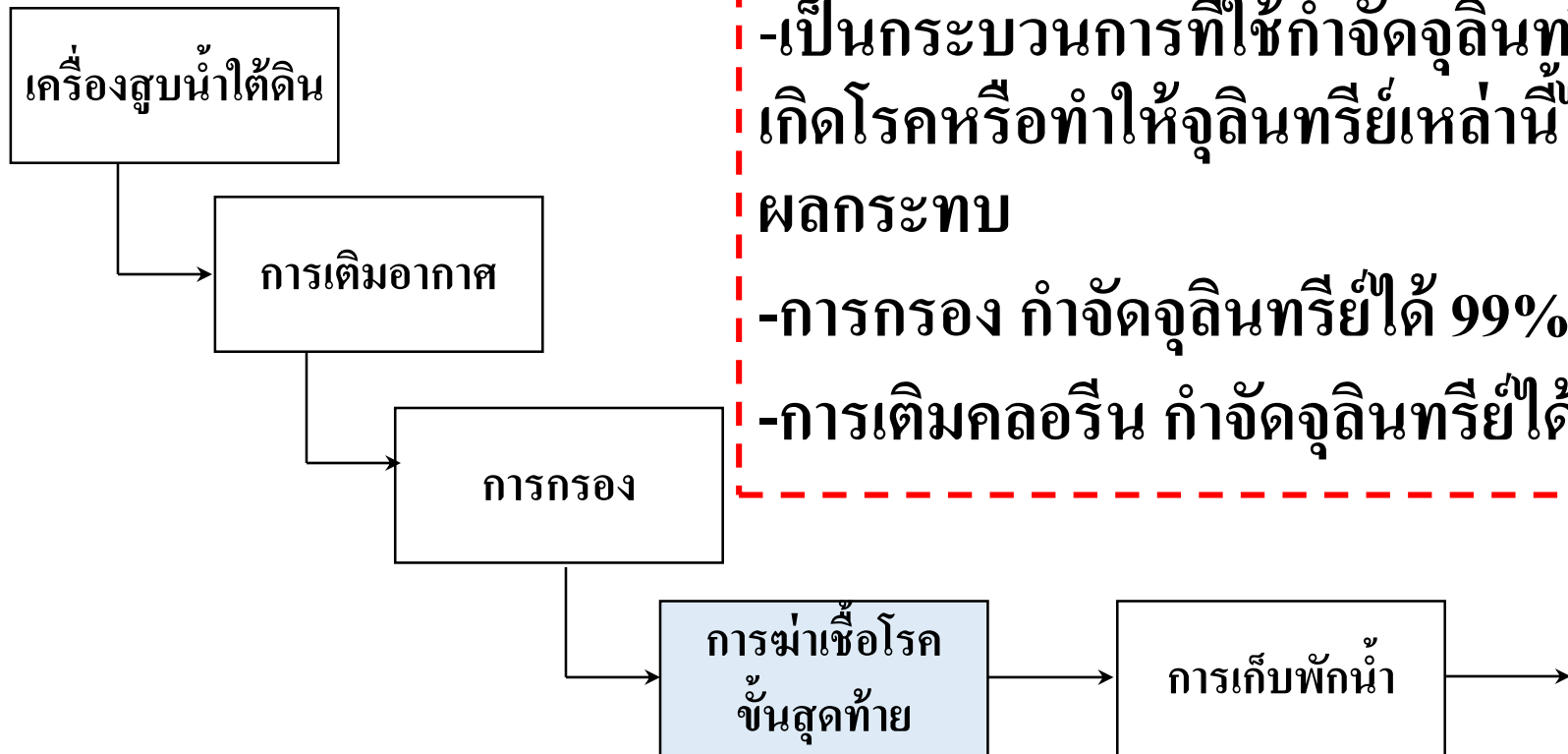
## - การเติมอากาศ



- ตะกอนหลักและแมงกานีสจะถูกกรองด้วยชั้นกรวดทราย
- ถังกรองจับอนุภาคเหล่านี้ไว้บนผิวของเม็ดทรายและภายในชั้นทรายกรอง
- หลังจากกรองน้ำในช่วงเวลาหนึ่งจะเกิดการอุดตัน น้ำไหลผ่านถังกรองได้น้อยลง คุณภาพของน้ำแย่ลง
- ถังกรองจะต้องถูกทำความสะอาดด้วยการล้างย้อน

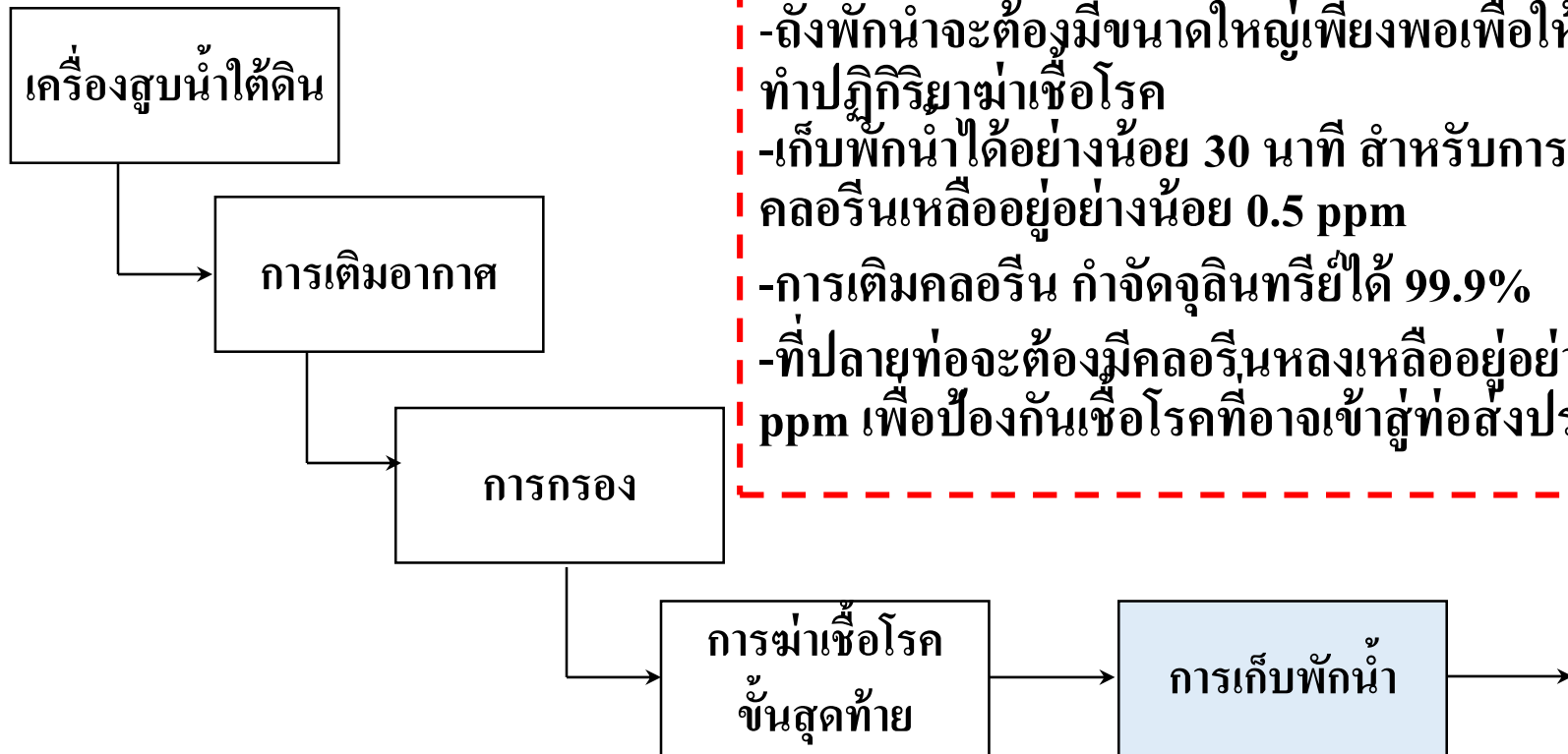
# กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำใต้ดิน

## - การเติมอากาศ



# กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำใต้ดิน

## - การเติมอากาศ





# สภาพปัญหาจากแหล่งน้ำบาดาล

1. สนิมเหล็ก (สีน้ำตาลแดง)
2. สนิมแมงกานีส (สีน้ำตาลดำ)
3. ตะกั่วหินปูนเกาะบนสุขภัณฑ์ (สีขาว)

# สภาพปัญหาสนิมเหล็ก และ แมงกานีส

- ท่อส่งน้ำอุดตัน



- สูญเสียค่าน้ำจากวาล์วที่ปิดไม่สนิท



- ปริมาณการสูบ - ชำยน้ำลดลง



## วิธีกำจัดเหล็กและแมงกานีส

### 1) การตกตะกอนและการกรอง

- เติมหากาศ และปล่อยให้ตกตะกอน ตามด้วยการกรอง

### 2) การเติมสารออกซิไดซ์

- ออกซิไดซ์ด้วยไฮโปคลอไรท์,  $\text{KMnO}_4$  ,โอโซน แล้วกรอง  
ออก

### 3) กรองด้วย Manganese Zeolite หรือ Greensand



## การออกซิไดซ์ด้วยไฮโปคลอไรท์ โอโซน

- NaOCl และ  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  เป็นสารออกซิไดซ์ที่รุนแรงกว่า  $\text{O}_2$
- การออกซิไดซ์เหล็กและแมงกานีสจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
- เป็นวิธีที่ใช้ได้ดีกับน้ำที่มี  $\text{Fe} < 5 \text{ mg/L}$  และต้องมีสารอื่น ๆ  
เช่น สี ความขุ่น แอมโมเนีย ในปริมาณน้อย
- ถ้าใช้ออกซิไดซ์  $\text{Mn}^{2+}$  จะต้องปรับค่า **pH 9 – 9.5** และ  
ต้องใส่ให้มีคลอรีนอิสระมากพอ จึงต้องกำจัดออก
- สำหรับ  $\text{Mn}^{2+}$  ใช้ต่างทับทิม  $\text{KMnO}_4$  ให้ผลที่ดีกว่าคลอรีน

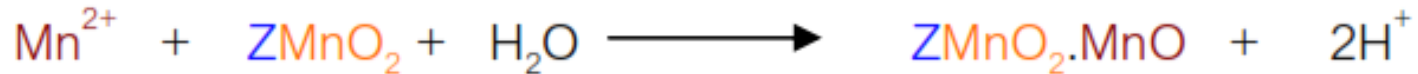
## กรองด้วย Manganese Zeolite หรือ Greensand

- นำ zeolite มาเคลือบด้วยแมงกานีสออกไซด์โดยวิธีทางเคมี ใช้กำจัดแมงกานีสในน้ำ เรียกว่า manganese zeolite
- ระบบการกรองแบบนี้**เหมาะสมสำหรับน้ำที่มีเหล็กและแมงกานีสประมาณ 1- 2 มก./ล.**
- ถ้ามีเหล็กและแมงกานีสมากกว่านี้ จะทำให้เกิดการอุดตันเร็วและต่างทบที่มีราคาแพง ทำให้ค่าใช้จ่ายสูง

- ปฏิกริยาสรางแมงกานีสซีโอไลต์



- ปฏิกริยากำจัดแมงกานีสละลายน้ำ



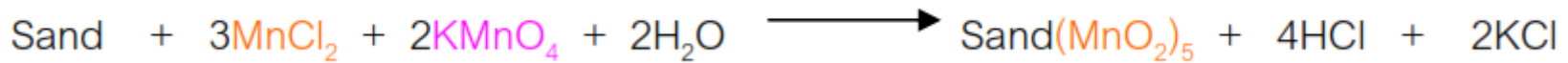
- ปฏิกริยากำจัดเหล็กละลายน้ำ



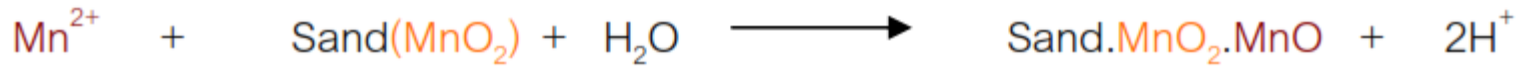
- แมงกานีสซีโอไรต์เป็นเม็ดกลม สีน้ำตาลถึงดำ ออกซิไดซ์เหล็กและแมงกานีส และทำหน้าที่เป็นสารกรองด้วย
- Greensand เป็นทรายธรรมชาติที่คัดขนาดแล้วนำมาเคลือบด้วยแมงกานีสออกไซด์ด้วยวิธีทางเคมี เรียกว่า manganese greensand สามารถกำจัดเหล็ก, แมงกานีสและ  $\text{H}_2\text{S}$



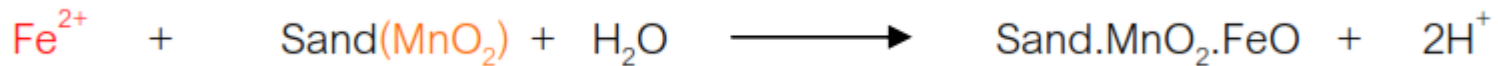
- ปฏิกริยาสรางแมงกานีสกรีนแซนด์



- ปฏิกริยากำจัดแมงกานีสละลายน้ำ



- ปฏิกริยากำจัดเหล็กละลายน้ำ



- แมงกานีสสีเขียวเป็นเม็ดกลม สีน้ำตาลถึงดำ กำจัดเหล็กและแมงกานีส และทำหน้าที่เป็นสารกรองด้วย

- ความสามารถในการออกซิไดซ์จะลดลงเมื่อเดินระบบไประยะเวลาหนึ่ง จึงต้องมีการฟื้นฟูสภาพ (Regeneration)

- เริ่มด้วยการ backwash และฟื้นฟูสภาพด้วยสารละลายต่างหับทิม เพื่อให้จำนวนของ  $\text{MnO}_2$  ตามผิวของซีโอไลต์กลับสู่สภาพเดิม



# สารกรอง Manganese

## ลักษณะเฉพาะ

Biocat Manganese zeolite

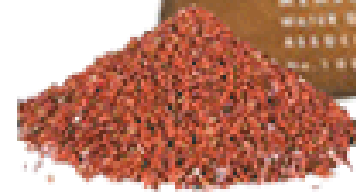
คุณสมบัติเด่น ในการกำจัดเหล็กและ แมงกานีสในน้ำ  
ทนต่อการเสียดสี และการสึกกร่อนทำให้มีอายุการใช้งานนาน

## คุณสมบัติ

เป็นสารกรองที่ผลิตจากแมงกานีสธรรมชาติ 100% คัดขนาด  
ที่มีคุณสมบัติ Oxidation สารเหล็กที่ปะปนอยู่ในน้ำ  
ให้เปลี่ยนรูปเป็นสนิมเหล็ก เพื่อถูกกรองออกจากราน้ำอีกครั้ง  
ในขั้นตอนต่อไป สารกรองมีสีน้ำตาล  
ใช้วางทับถมเป็นสารพื้นฟูสภาพ

ขนาดบรรจุ 25 ลิตร  
อายุการใช้งาน 9-12 เดือน

จำหน่ายโดย: ชีวเวช วอเตอร์ 99/22 หมู่ 11 ถ.เฉลิมพระเกียรติ ร.9 ซอย 30  
แขวงคอกไม้ เขตประเวศ กทม.Tel:02-726-2263 Fax:02-726-3572 ,080-7755991



# ระบบที่ใช้กำจัด Fe และ Mn ที่เหมาะสมกับความเข้มข้น

ความเข้มข้นเหล็กและแมงกานีส	ระบบที่ใช้กำจัด
เหล็ก = 1 – 2 มก./ล. แมงกานีส = 0 มก./ล.	1. เต็มอากาศ (ราคาถูก) ก่อน 2. ใช้คลอรีนเพียงพอ ให้มีคลอรีนอิสระเหลือหลังถังกรองทราย 3. กรองด้วยถังกรองทราย
เหล็ก = 5 – 7 มก./ล. แมงกานีส = 0 มก./ล.	1. เต็มอากาศ (ราคาถูก) ก่อน 2. ใช้คลอรีนเพียงพอ ให้มีคลอรีนอิสระเหลือหลังการกรอง 3. กรองด้วยถังกรองทราย
เหล็ก = 1 – 2 มก./ล. แมงกานีส = 0.15 มก./ล.	1. เต็มอากาศ (ราคาถูก) ใช้ออกซิไดซ์เหล็ก 2. ใช้ถังทับทิม ตามด้วยถังกรองทราย หรือ 3. ใช้แมงกานีสกรีนแซนด์
เหล็ก = 5 – 7 มก./ล. แมงกานีส = 0.8 มก./ล.	1. เต็มอากาศ (ราคาถูก) ใช้ออกซิไดซ์เหล็ก 2. ใช้ถังทับทิมตามด้วยถังกรองทราย หรือ 3. ใช้แมงกานีสกรีนแซนด์



### เครื่องกรองกำจัดแมงกานีส " L'ANA " De-Manganese Filter

**วิธีเปิด-ปิดระบบ**  
เปิด ๒๒- ปิด ๒๒

**วิธีการ** ปิดประตุน้ำทั้งหมด เปิด ② และ ④  
ทดสอบจนน้ำใสหมดสีชมพู ปิด ⑤ จากนั้น  
เปิด ④ ทั้งไว้ก่อนประมาณ 1-2 นาที

**วิธีล้าง** เปิด ③ และ ① เพื่อไล่ตะกอนที่สะสม  
ประมาณ 3-5 นาที ปิดประตุน้ำทั้งหมด  
ทำตามวิธีขึ้นข้าง

**วิธีขึ้นกำลังด้วยตัวถัง** เปิด ⑦, ② และ ④  
ตามลำดับ จนล้างถังทั้งหมดแล้ว ประมาณ  
10 นาที ปิดประตุน้ำทั้งหมดแล้ว แล้วรอสัก  
ไว้ 40 นาที จากนั้นกลับไปที่วิธีล้าง  
เปิด ④ ใช้น้ำจากทดสอบจนน้ำเป็นสีม่วง  
จึงกลับไปที่วิธีกรอง

(รอน้ำเข้าใช้เฉพาะกรอง)

ตรวจสอบตัวถังที่ติดกับน้ำไว้ด้วยน้ำ

ค่าถังหมัก 250 กรัม/น้ำ 30 ลิตร

① ล้างตะกอน 3-5 วัน/ครั้ง ② ฟันกำลังด้วยตัวถัง 5-7 วัน/ครั้ง

ข้อควรระวัง เครื่องกรองกำจัดแมงกานีส ถ้าไม่ใช้เป็นเวลา 3 เดือน จะไม่ทำงาน  
ในการกำจัดแมงกานีสที่ติดตัวถังและทำให้เครื่องกรองอุดตันได้

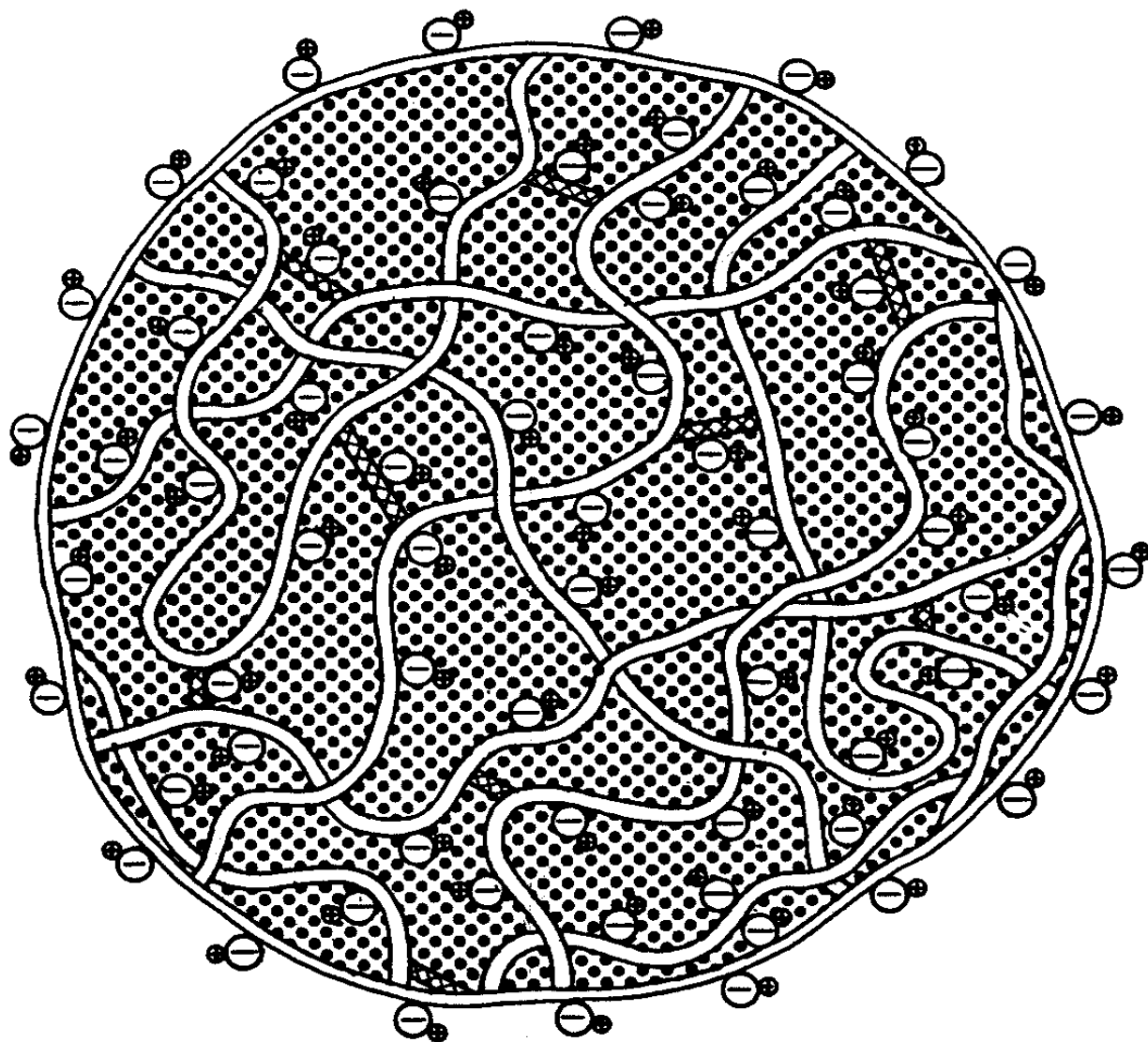
TYPE SV-1M YEAR 4 / 54



# 5 การกำจัดไอออน

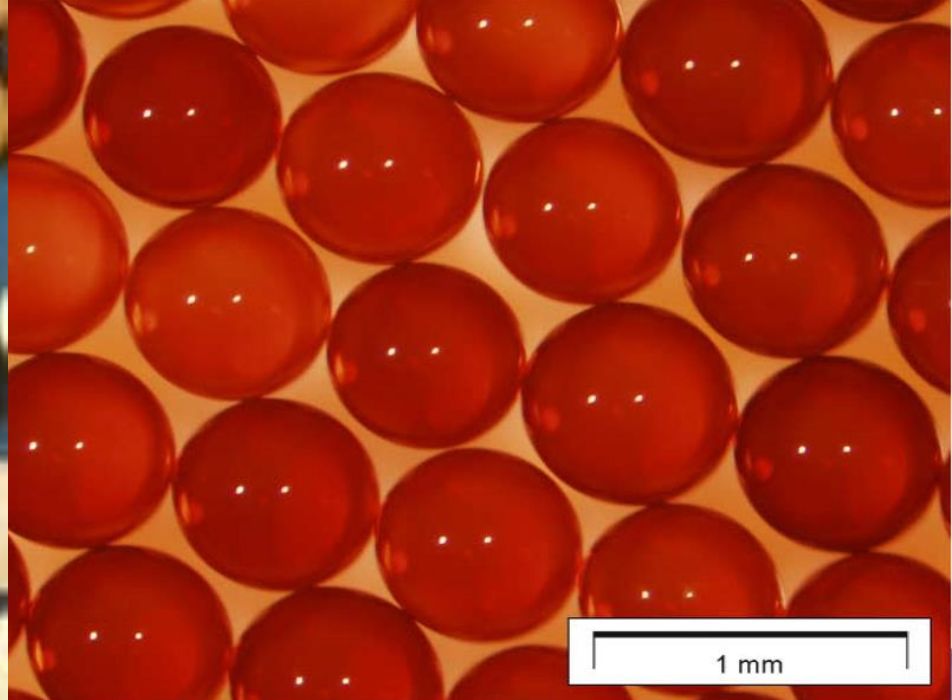
- กระบวนการผลิตน้ำประปาไม่สามารถกำจัด TDS
- ไอออนที่พบเป็นจำนวนมากในน้ำ ได้แก่ ประจุบวก ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) ประจุลบ ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ )
- การแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange) เป็นปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนไอออนจากเรซินกับไอออนในสารละลาย
- เรซินทำจากโพลีเมอร์ของ styrene เป็นเม็ดกลมที่มีโครงสร้างคล้ายตาข่าย 3 มิติ ที่ไม่ละลายน้ำ ขนาด 0.6 มม.
- มีการใส่ functional group เช่น หมู่ซัลโฟนิก ( $-\text{SO}_3$ ) บนตำแหน่งต่าง ๆ ของตาข่ายอย่างถาวร สำหรับ cation resin
- จับตัวกับไอออนประจุตรงข้ามเช่น  $\text{Na}^+$  ที่มีในน้ำเมื่อน้ำไหลผ่านเรซิน



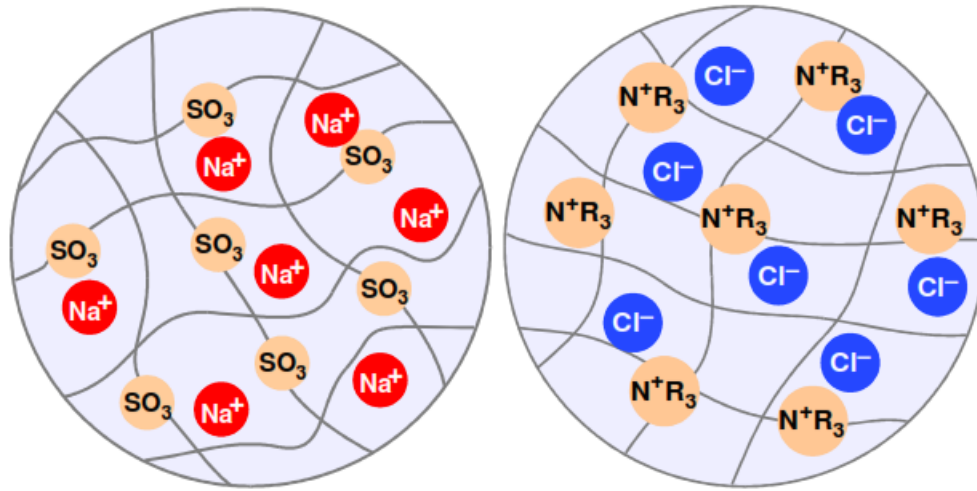


- ⊖ fixed anion  $\text{SO}_3^-$  etc.
- ⊕ counter cation  $\text{Na}^+$  etc.
- ~~~~~ styrene
- ⊗ crosslinkage agent (DVB)
- hydrating water.

โครงสร้างของเรซิน







- เรซินทำจากโพลีเมอร์ของ styrene เป็นเม็ดกลมที่มีโครงร่างคล้ายตาข่าย 3 มิติ ที่ไม่ละลายน้ำ ขนาด 0.6 มม.
- มีการใส่ functional group เช่น หมู่ซัลโฟนิก ( $-\text{SO}_3$ ) บนตำแหน่งต่าง ๆ ของตาข่ายอย่างถาวร สำหรับ cation resin
- จับตัวกับไอออนประจุตรงข้ามเช่น  $\text{Na}^+$  ที่มีในน้ำเมื่อน้ำไหลผ่านเรซิน

## 5.1 การจำแนกประเภทของ ion exchange resins

### 1) เรซินประจุบวก

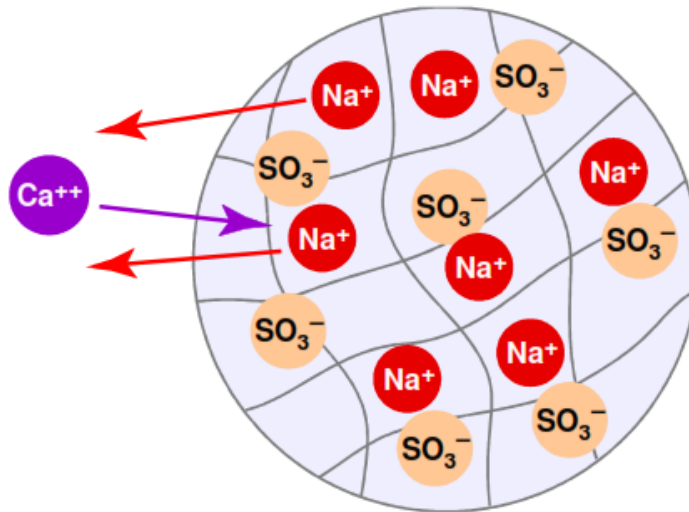
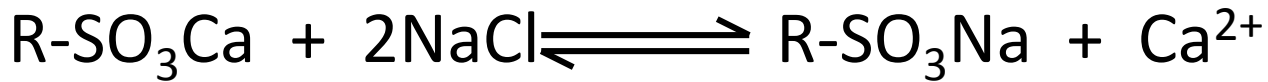
- คือ resin ที่แลกเปลี่ยน **ประจุบวก เช่น  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$**
- **เรซินกรดแก่** (Strong Acid Cation resin, **SC**)
- มีกลุ่มฟังก์ชัน ( **$\text{R-SO}_3\text{H}$** ) เป็นกรดแก่แตกตัวง่าย
- การเลือกจับของไอออน :  $\text{Ra}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{Sr}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Co}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Mn}^{2+} > \text{Ag}^{2+} > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+ > \text{Li}^+$
- เป็นเรซินที่ใช้งานมากที่สุด ปกติอยู่ในรูปของ เกลือโซเดียม
- ทนทานต่ออุณหภูมิสูง ( $100 - 120^\circ\text{C}$ ) แต่ **ไม่ทนต่อสาร oxidizing agent** เช่น คลอรีน ที่ความเข้มข้นสูง
- เมื่อ Funct. gr. บนเรซินจับไอออนจนหมด จะต้องฟื้นฟูสภาพกลับมาใช้งานใหม่ เรียกว่า รีเจนเนอเรชั่น
- สารเคมีที่ใช้เรียกว่า **รีเจนเนอเรนต์** ได้แก่  $\text{NaCl}$  เพื่อเติม  $\text{Na}^+$  หรือ  $\text{Cl}^-$  ให้เรซิน หรือ  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  เพื่อเติม  $\text{H}^+$

## 2) เรซินประจุลบ (Anion exchange resins)

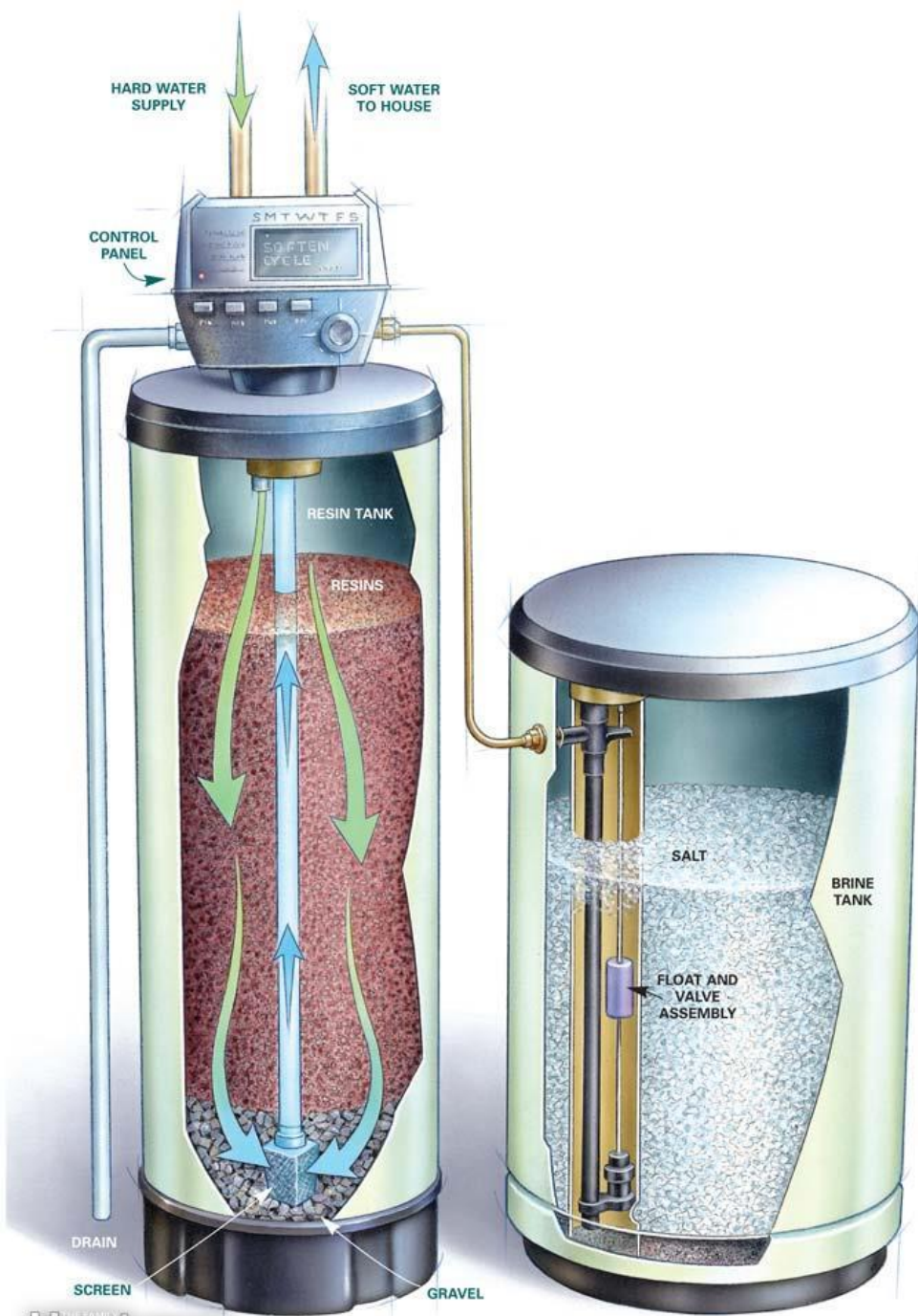
- resin ที่แลกเปลี่ยนประจุลบ เช่น  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  และแบ่งออกเป็น 2 ประเภท
- **เรซินด่างแก่** (Strong basic anion resins, **SA**)
- Function group( $\equiv \text{N}^+$ ) แตกตัวง่ายเช่นเดียวกับ NaOH
$$\text{R-NOH} + \text{NaCl} \rightleftharpoons \text{R-NCl} + \text{NaOH}$$
$$\text{R-NOH} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{R-NCl} + \text{H}_2\text{O}$$
- การ **regenerate** ใช้ **NaOH**
$$\text{R-NCl} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{R-NOH} + \text{NaCl}$$
- **จำหน่ายในรูปคลอไรด์ (Cl) มีเสถียรภาพกว่า ต้องล้างด้วย NaOH ก่อนใช้**
- เรซินด่างแก่ :  $\text{HCrO}_4^- > \text{CrO}_4^{2-} > \text{ClO}_4^- > \text{SeO}_4^{2-} > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Br}^- > \text{HPO}_4^- > \text{SeO}_3^{2-} > \text{CO}_3^{2-} > \text{CN}^- > \text{NO}_2^- > \text{Cl}^- > \text{H}_2\text{PO}_4^- > \text{HCO}_3^- > \text{OH}^- > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{F}^-$

## 5.2 การผลิตน้ำอ่อน (Softening)

- ระบบกำจัดความกระด้าง เพื่อให้ได้น้ำอ่อน
- ใช้เรซินประจุบวก (SC) และรีเจนเนอเรตด้วยน้ำเกลือทำให้เรซินอยู่ในรูป Na form
- เมื่อให้น้ำดิบไหลผ่าน เรซินจะเลือกจับ  $\text{Ca}^{2+}$  และ  $\text{Mg}^{2+}$   
$$\text{R-SO}_3\text{Na} + \text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{R-SO}_3\text{Ca} + \text{Na}^+$$
- การรีเจนเนอเรตใช้น้ำเกลือ NaCl เข้มข้น เมื่อน้ำเกลือไหลผ่านเรซินจะเกิดปฏิกิริยา







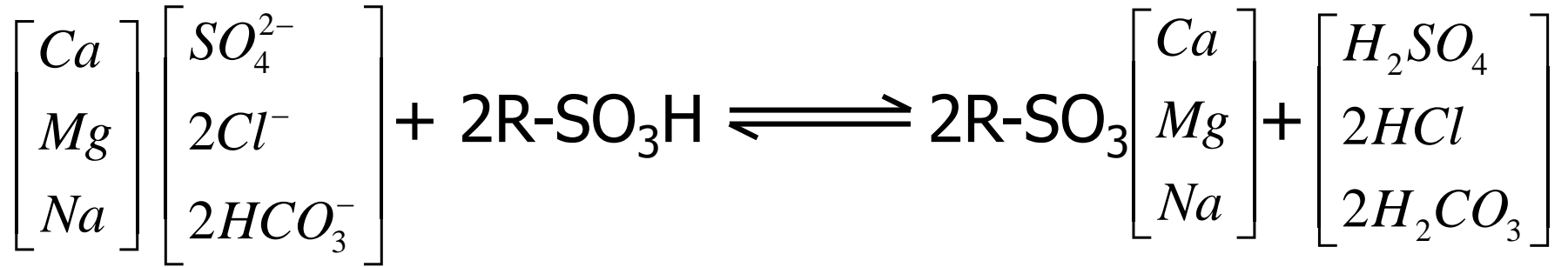
- ข้อจำกัดของการใช้เรซินทำน้ำอ่อน

- 1) กำจัดแค่ความกระด้างเท่านั้น ยังคงมี**ซิลิกาและ TDS** คงค้างอยู่ในน้ำ
- 2) น้ำเข้าเครื่องต้องมีความขุ่นต่ำกว่า **1 NTU** จึงต้องติดตั้ง**ถังกรองไว้ก่อนหน้าถังเรซิน**
- 3) ปริมาณเหล็กในน้ำเข้าต้อง  $< 0.1 \text{ mg/L}$  เพราะเกาะติดกับเม็ดเรซิน ต้องติดตั้งถังกรองคาร์บอนไว้หน้าถังเรซิน
- 4) ถ้ามีระบบผลิตน้ำด้วยการใช้สารส้ม ต้องระมัดระวัง  **$\text{Al}^{3+}$**  จะทำลายเม็ดเรซิน และควบคุมค่า pH ในช่วงที่กำหนด
- 5) เรซินไม่ทนต่อสารออกซิไดซ์ที่รุนแรง เช่น คลอรีน จึงต้องติดตั้ง**ถังกรองคาร์บอนไว้หน้าถังเรซิน**

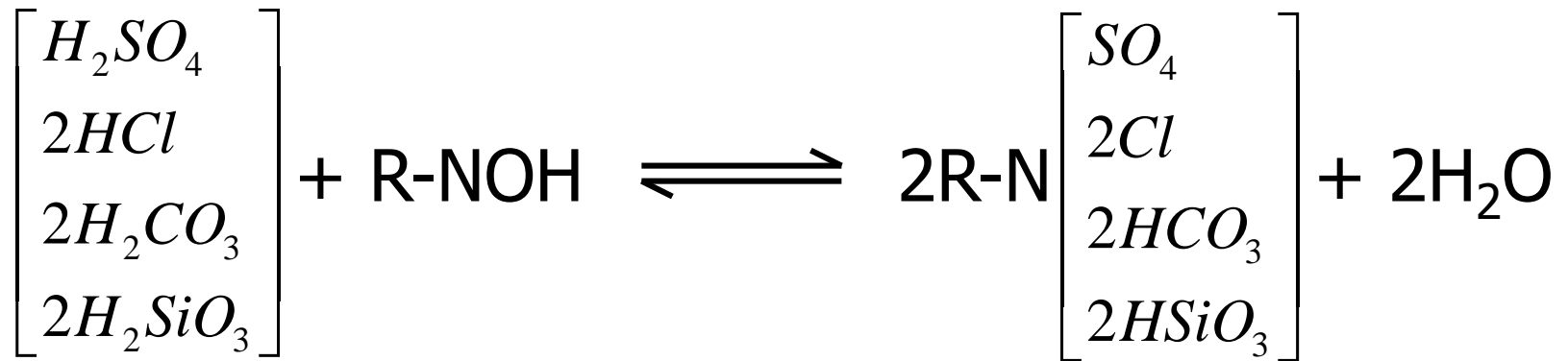
## 5.3 การผลิตน้ำปราศจากไอออน (Deionized water, หรือ Demineralized water)

- ระบบกำจัดไอออนประจุบวกและประจุลบออกจากน้ำ เป็นการกำจัด TDS ออกจากน้ำ
- ได้น้ำที่ปราศจากไอออน demineralized water หรือได้น้ำที่ไม่แตกตัว deionized water (ไม่นำไฟฟ้า)
- ด้วยการใช้เรซินประจุบวกและเรซินประจุลบ
- $1 \mu\text{S}/\text{cm} = 0.5 - 0.6 \text{ mg/l TDS}$  (น้ำ demin ใช้ 0.5)

- ใช้เรซินประจุบวก SC ในรูป H จับไอออนประจุบวก ดังนี้

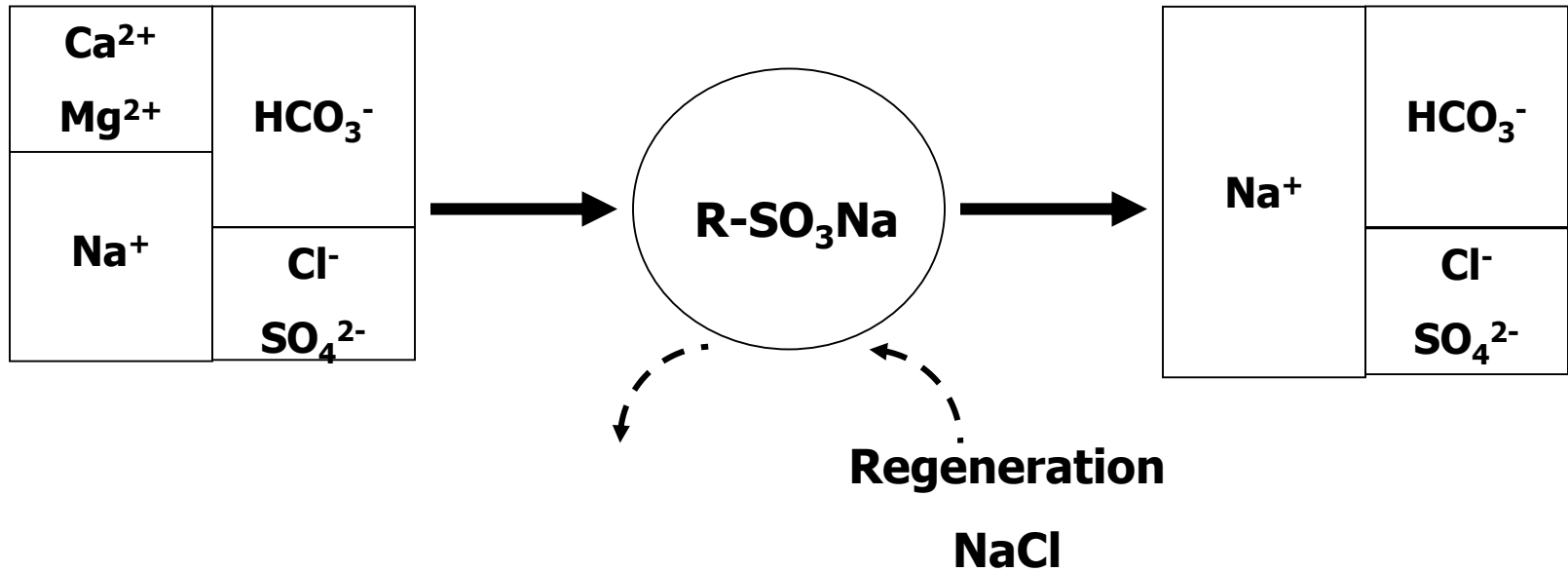


- ใช้เรซินต่างแก่ SA จับไอออนลบทั้งหมดรวมทั้ง  $H_2CO_3$  ดังนี้

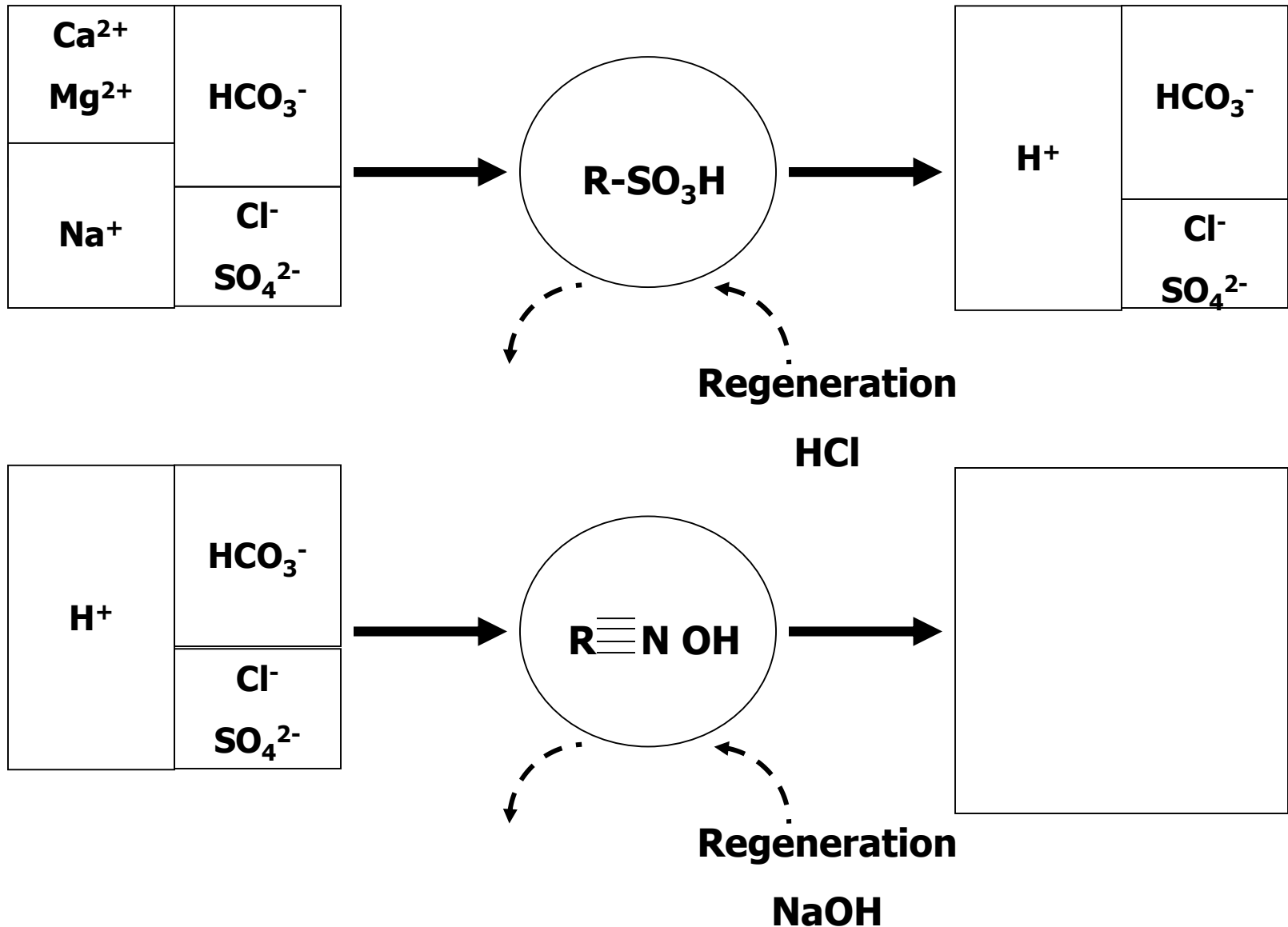




# การกำจัดความกระด้างด้วยเรซินประจุบวก



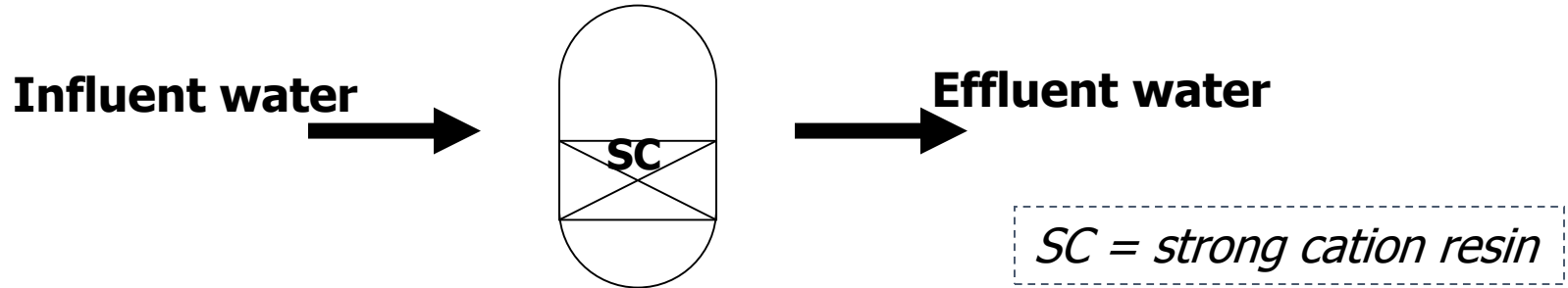
# การกำจัดไอออนด้วยเรซินประจุบวกและประจุลบ



## 5.4 ระบบผลิตน้ำปราศจากไอออน

1) 1 bed , 1 tower system

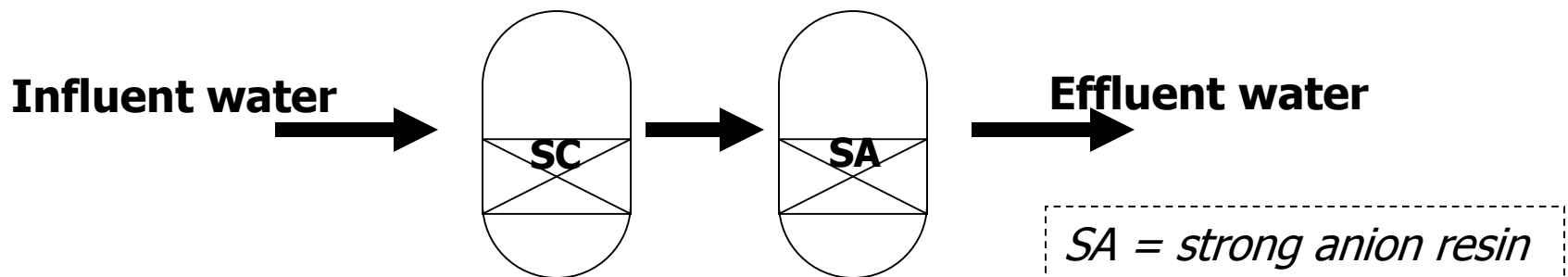
- ระบบ softener, ใช้เรซินกรดแก่, regenerate ด้วย NaCl



2) 2 bed , 2 tower system

- ใช้เรซินกรดแก่ SC ถังแรกและเรซินด่างแก่ SA ถังที่สอง

- สำหรับระบบผลิตน้ำขนาดเล็ก คุณภาพน้ำที่ผลิต TDS = 2 – 3 mg/l (4- 6  $\mu$ S/cm) , Silica = 0.02 – 0.1 mg/l



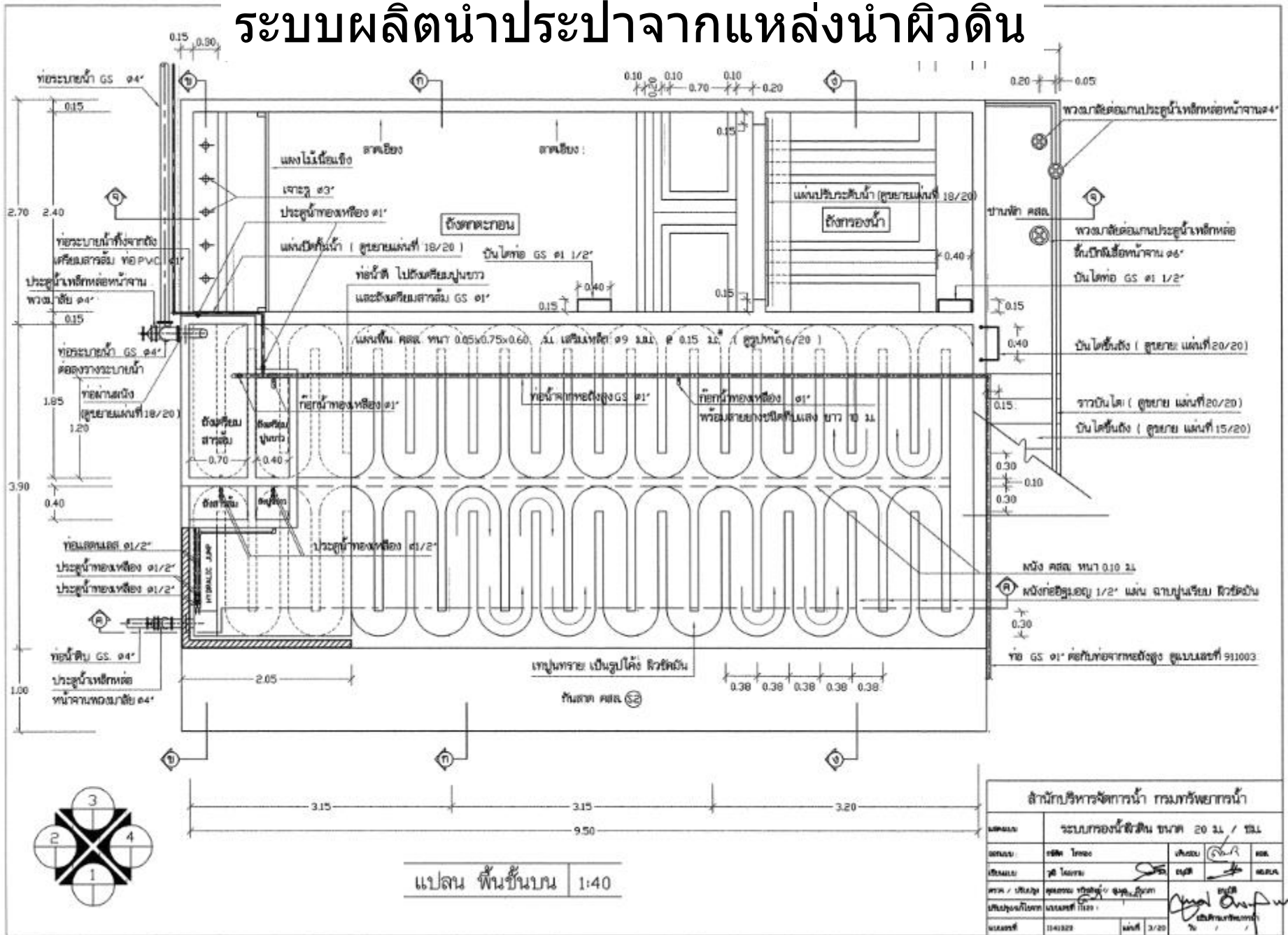




## **6 ระบบผลิตน้ำประปาที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน**

- 1) น้ำประปาจากการประปาส่วนภูมิภาค
- 2) ระบบผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน
- 3) ระบบผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำใต้ดิน

## ระบบผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน



# ระบบผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน

















ระบบผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำใต้ดิน











## 8 ปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาล

คุณภาพน้ำประปาไม่ได้มาตรฐาน พารามิเตอร์บางตัวไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

- โคลิฟอร์มสูงเกินมาตรฐาน
- ความขุ่นเกินมาตรฐาน

# ปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาลและแนวทางแก้ไข

## ระบบผลิตน้ำประปาผิวดิน

### ปัญหาที่ 1 : โครงสร้างระบบผลิตและระบบจ่ายน้ำประปาเสียหาย

สาเหตุ	การแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"><li>- บันไดและฝาปิดที่เป็นเหล็กเป็นสนิม ผุพัง</li><li>- ท่อเหล็กที่ใช้งานมานาน เกิดการผุพัง น้ำประปารั่วไหล ทำให้อัตรการใช้น้ำเกินค่ามาตรฐาน</li><li>- ไม่มีแบบการวางท่อ</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- ทาสีและเปลี่ยนส่วนที่ผุพัง</li><li>- เดินท่อประปาใหม่ เช่นใช้ท่อ PE</li><li>- จัดทำแบบแนวท่อให้ถูกต้อง</li><li>- ติด sub meter ทุกอาคารเพื่อตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำประปา</li></ul>

# ปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาลและแนวทางแก้ไข

## ระบบผลิตน้ำประปาผิวดิน

### ปัญหาที่ 2 : การควบคุมการจ่ายสารส้ม ทำได้ยาก

สาเหตุ	การแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"><li>- เติมสารส้มเมื่อน้ำขุ่น ไม่มีเครื่องวัด</li><li>- ใช้สารส้มก่อนวางลงในบ่อเตรียมและให้น้ำไหลผ่าน เพื่อละลาย</li><li>- ควบคุมด้วยการปรับการไขก๊อก</li><li>- การขึ้นไปตรวจสอบและเติมสารเคมีใช้บันไดลิง ทำให้ขึ้นลงยากและไม่ปลอดภัย</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- จัดหาเครื่องวัดความขุ่นขนาดเล็กเพื่อให้ในการตรวจสอบ</li><li>- จัดเตรียมละลายสารส้มในถังและหาเครื่องสูบสารเคมี ภายในอาคาร</li><li>- จัดสร้างบันไดแบบปกติ เพื่อให้ปลอดภัยและทำงานได้สะดวก</li></ul>





# ปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาลและแนวทางแก้ไข

## ระบบผลิตน้ำประปาผิวดิน

### ปัญหาที่ 3 : การกรองน้ำไม่มีประสิทธิภาพ

สาเหตุ	การแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"><li>- สารกรองเสื่อมสภาพ</li><li>- การล้างย้อนไม่สม่ำเสมอ ทำให้สารกรองเสื่อมคุณภาพเร็ว</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- เปลี่ยนสารกรองให้ถูกต้อง</li><li>- ตรวจสอบการล้างย้อน ควรทำเมื่อไร และล้างย้อนให้สม่ำเสมอ</li></ul>

# ปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาลและแนวทางแก้ไข

## ระบบผลิตน้ำประปาผิวดิน

### ปัญหาที่ 4 : การจ่ายคลอรีนไม่ถูกต้อง ไม่ต่อเนื่อง

สาเหตุ	การแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"><li>- เครื่องจ่ายคลอรีนมีเครื่องเดียว เมื่อเสียต้องรอซ่อม</li><li>- การจ่ายคลอรีนไม่เป็นแบบอัตโนมัติ</li><li>- ใช้คลอรีนผงละลายน้ำ เกิดการอุดตันเครื่องจ่าย</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- จัดหาเครื่องจ่ายคลอรีนสำรองหรือสามารถซ่อมแซมได้อย่างรวดเร็ว</li><li>- ปรับระบบให้เป็นอัตโนมัติ</li><li>- เดินเครื่องพร้อมเครื่องสูบน้ำ</li><li>- ละลายคลอรีนผงในถัง แล้วถ่ายทอดเฉพาะส่วนใสลงในถังพักคลอรีน</li></ul>



# ปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาลและแนวทางแก้ไข

## ระบบผลิตน้ำประปาผิวดิน

### ปัญหาที่ 4 : การจ่ายคลอรีนไม่ถูกต้อง ไม่ต่อเนื่อง

สาเหตุ	การแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"><li>- คลอรีนนํ้าเสื่อมสภาพ เก็บสต็อกไว้นานเกินไป</li><li>- ปริมาณคลอรีนที่หลงเหลืออยู่ไม่ถูกต้องมากเกินไป และน้อยเกินไป</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- สารละลายคลอรีนเสื่อมสภาพตลอดเวลา อย่าเก็บสต็อกไว้นาน</li><li>- จัดหาเครื่องวัดที่มีประสิทธิภาพและตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ</li></ul>





# ปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาลและแนวทางแก้ไข

## ระบบผลิตน้ำประปาจากน้ำใต้ดิน

### ปัญหาที่ 1 : โครงสร้างระบบผลิตและระบบจ่ายน้ำประปาเสียหาย

สาเหตุ	การแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"><li>- บันไดและฝาปิดที่เป็นเหล็กเป็นสนิม ผุพัง</li><li>- ท่อเหล็กที่ใช้งานมานาน เกิดการผุพัง น้ำประปารั่วไหล ทำให้อัตรการใช้ น้ำเกินค่ามาตรฐาน</li><li>- ไม่มีแบบการวางท่อ</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- ทาสีและเปลี่ยนส่วนที่ผุพัง</li><li>- เดินท่อประปาใหม่ เช่นใช้ท่อ PE</li><li>- จัดทำแบบแนวท่อให้ถูกต้อง</li><li>- ติด sub meter ทุกอาคารเพื่อตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำประปา</li></ul>

# ปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาลและแนวทางแก้ไข

## ระบบผลิตน้ำประปาจากน้ำใต้ดิน

### ปัญหาที่ 2 : ถาดเติมอากาศ ขาดตัวกลาง

สาเหตุ	การแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"><li>- ไม่มีตัวกลางวางไว้ในถาด ทำให้ประสิทธิภาพการจัดเหล็กไม่ดี</li><li>- ไม่มีการดูแลตัวกลาง ไม่ทำความสะอาดตัวกลางและถาด</li><li>- ใช้ถาดเติมอากาศไม่ถูกวิธี</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- จัดหาตัวกลางเช่น ถ่านไม้ขนาด 2 นิ้ว เป็นชั้น ๆ วางในถาด</li><li>- ทำความสะอาดตัวกลางเป็นครั้งคราว และล้างรูที่ใต้ถาดเพื่อให้น้ำไหลได้สะดวก</li><li>- หาแบบมาตรฐานได้จากอินเทอร์เน็ต</li></ul>









# ปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาลและแนวทางแก้ไข

## ระบบผลิตน้ำประปานำใต้ดิน

### ปัญหาที่ 3 : การกรองน้ำไม่มีประสิทธิภาพ

สาเหตุ	การแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"><li>- สารกรองเสื่อมสภาพ</li><li>- การล้างย้อนไม่สม่ำเสมอ ทำให้สารกรองเสื่อมคุณภาพเร็ว</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- เปลี่ยนสารกรองให้ถูกต้อง</li><li>- ตรวจสอบการล้างย้อน ควรทำเมื่อไร และล้างย้อนให้สม่ำเสมอ</li></ul>









# ปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาลและแนวทางแก้ไข

## ระบบผลิตน้ำประปาผิวดิน

### ปัญหาที่ 4 : การจ่ายคลอรีนไม่ถูกต้อง ไม่ต่อเนื่อง

สาเหตุ	การแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"><li>- เครื่องจ่ายคลอรีนมีเครื่องเดียว เมื่อเสียต้องรอซ่อม</li><li>- การจ่ายคลอรีนไม่เป็นแบบอัตโนมัติ</li><li>- ใช้คลอรีนผงละลายน้ำ เกิดการอุดตันเครื่องจ่าย</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- จัดหาเครื่องจ่ายคลอรีนสำรองหรือสามารถซ่อมแซมได้อย่างรวดเร็ว</li><li>- ปรับระบบให้เป็นอัตโนมัติ</li><li>- เดินเครื่องพร้อมเครื่องสูบน้ำ</li><li>- ละลายคลอรีนผงในถัง แล้วถ่ายทอดเฉพาะส่วนใสลงในถังพักคลอรีน</li></ul>

# ปัญหาของระบบผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาลและแนวทางแก้ไข

## ระบบผลิตน้ำประปาน้ำใต้ดิน

### ปัญหาที่ 4 : การจ่ายคลอรีนไม่ถูกต้อง ไม่ต่อเนื่อง

สาเหตุ	การแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"><li>- คลอรีนนํ้าเสื่อมสภาพ เก็บสต็อกไว้นานเกินไป</li><li>- ปริมาณคลอรีนที่หลงเหลืออยู่ไม่ถูกต้องมากเกินไป และน้อยเกินไป</li><li>- มีการปนเปื้อนของนํ้าเสียเข้าสู่นํ้าใต้ดิน พบ fecal coliform</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- สารละลายคลอรีนเสื่อมสภาพตลอดเวลา อย่าเก็บสต็อกไว้นาน</li><li>- จัดหาเครื่องวัดที่มีประสิทธิภาพและตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ</li><li>- เติมคลอรีนในปริมาณที่สูงขึ้น</li></ul>





วันที่เก็บ 23/5/2561

วันที่รับ 24/5/2561

พารามิเตอร์ที่ทดสอบ		หน่วย	ผลการทดสอบ	วิธีใช้ทดสอบ *	เกณฑ์คุณภาพน้ำประปา กรมอนามัย พ.ศ. 2553
ความเป็นกรด-ด่าง	(pH)	(pH at 25 °C)	7.0	Electrometric	6.5-8.5
สี	(Colour)	(แพลตตินัมโคบอลต์)	ND	Spectrophotometric-Single-Wavelength	ไม่เกิน 15
ความขุ่น	(Turbidity)	(เซ็นติเมตร)	0.19	Nephelometric	ไม่เกิน 5
ความกระด้าง	(Hardness)	(มก./ล.)	21	EDTA Titrimetric	ไม่เกิน 500
ไม่ละลายในน้ำทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย (TDS)		(มก./ล.)	67	TDS Dried at 180 °C	ไม่เกิน 1,000
เหล็ก	(Fe)	(มก./ล.)	0.032	ICP	ไม่เกิน 0.5
แมงกานีส	(Mn)	(มก./ล.)	ND	ICP	ไม่เกิน 0.3
ทองแดง	(Cu)	(มก./ล.)	ND	ICP	ไม่เกิน 1.0
สังกะสี	(Zn)	(มก./ล.)	ND	ICP	ไม่เกิน 3.0
ตะกั่ว	(Pb)	(มก./ล.)	ND	ICP	ไม่เกิน 0.01
โครเมียม	(Cr)	(มก./ล.)	ND	ICP	ไม่เกิน 0.05
แคดเมียม	(Cd)	(มก./ล.)	ND	ICP	ไม่เกิน 0.003
สารหนู	(As)	(มก./ล.)	ND	ICP	ไม่เกิน 0.01
ปรอท	(Hg)	(มก./ล.)	ND	ICP	ไม่เกิน 0.001
ซัลเฟต	(Sulfate)	(มก./ล.)	1	Ion Chromatography	ไม่เกิน 250
คลอไรด์	(Chloride)	(มก./ล.)	11	Ion Chromatography	ไม่เกิน 250
ไนเตรต	(Nitrate as Nitrate)	(มก./ล.)	0.92	Ion Chromatography	ไม่เกิน 50
ฟลูออไรด์	(Fluoride)	(มก./ล.)	ND	Ion Chromatography	ไม่เกิน 0.7
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria)		(เอ็มพีเอ็ม/100 มล.)	350	Multiple Tube Fermentation Technique	ไม่พบ
ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Faecal Coliform Bacteria)		(เอ็มพีเอ็ม/100 มล.)	350	Multiple Tube Fermentation Technique	ไม่พบ

ผลการวิเคราะห์ของตัวอย่าง : ผ่าน

**Q & A**