คุณภาพน้ำดิบและการออกแบบระบบผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

1. ชื่อ : พรศักดิ์ สมรไกรสรกิจ
2. ตำแหน่ง : นักวิทยาศาสตร์ 6
3. สถานที่ทำงาน : ฝ่ายควบคุมคุณภาพน้ำ
   การประปานครหลวง

- การศึกษา :

1. ระดับปริญญาตรี สาขา วิทยาศาสตร์สุขาภิบาล จาก มหาวิทยาลัยมหิดล
2. ระดับปริญญาโท สาขา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- การฝึกอบรมต่างประเทศ

1. Training course Yokohama Training Program in 2001 in Japan

Raw Water Sources

ประเภทของแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำในโลกสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆได้แก่

1. น้ำผิวดิน (Surface Water) ได้แก่ น้ำในแม่น้ำ ลำคลอง ห้วย บึงต่างๆ เป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่ใช้ในกิจการประปาทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก
2. น้ำใต้ดิน (Ground Water) ได้แก่น้ำบาดาล ซึ่งส่วนใหญ่จะค่อนข้างใส แทบจะไม่มีสารแขวนลอยแต่จะมีสารละลายสูงกว่าน้ำผิวดินขึ้นอยู่กับบริเวณของแหล่งน้ำ
3. น้ำกร่อย (Brackish Water) เป็นน้ำที่อยู่ใกล้ทะเลตามชายฝั่งและตามเกาะต่างๆอาจจะเป็นน้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดินก็ได้
4. น้ำทะเล (Sea Water) เป็นแหล่งน้ำที่ใหญ่ที่สุดแต่มีการนำมาผลิตเป็นน้ำใช้น้อยที่สุด เนื่องจากค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

คุณภาพน้ำผิวดิน(Surface Water Quality)

1. ความขุ่น (Turbidity)

นิยมใช้ความขุ่นในการออกแบบและเป็นเครื่องชี้วัดประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตน้ำ เช่น การตกตะกอนและการกรองน้ำ เป็นผลมาจากที่มีอนุภาคคอลลอยด์ (Colloidals) อยู่ในน้ำ การประปานครหลวงกำหนดความขุ่นน้ำดิบต้องไม่เกิน 250 NTU (Nephelo-metric Turbidity Units) สามารถกำจัดโดยการตกตะกอนและกรอง

2. ค่า pH

เป็นค่าที่แสดงถึงความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ว่ามีมากน้อยเพียงใด ค่า pH ขึ้นกับปริมาณของไฮโดรเจนอิออนที่แตกตัวในน้ำ

ถ้า pH น้อยกว่า 7 แสดงว่าน้ำเป็นกรด

ถ้า pH มากกว่า 7 แสดงว่าน้ำเป็นด่าง

โดยปกติน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่จะมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.5 – 8.5

3. ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity)

เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถที่จะทำลายฤทธิ์กรด ความเป็นด่างเกิดจากเกลือของกรดอ่อนและบางครั้งก็เกิดจากด่างอ่อนหรือด่างแก่ ประกอบด้วยอิออนต่างๆ เช่น คาร์บอเนต (CO_3^{2-}),ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และไฮดรอกไซด์(OH^-) การประปานครหลวงกำหนดค่าความเป็นด่างของน้ำที่ออกจากถังตกตะกอนต้องมากกว่า 50 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องจากเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวเนื่องกับการรวมตัวของตะกอน โดยน้ำที่มีระดับค่าความเป็นด่างสูงจะช่วยให้ปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีที่เติมในน้ำกับตะกอนได้ดี นอกจากนั้นยังมีบทบาทสำคัญต่อการกำจัดความกระด้างและป้องกันการกัดกร่อนของน้ำอีกด้วย

4. คลอไรด์ (Chloride)

เป็นสารที่ละลายน้ำได้ดีมีอยู่ในน้ำตามธรรมชาติ ถ้ามีมากจะทำให้น้ำกร่อยหรือเค็มและจะทำให้ภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะเกิดสนิมได้รวดเร็ว การกำจัดหรือลดปริมาณคลอไรด์ออกจากน้ำค่อนข้างยุ่งยาก

5. ค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity)

เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณเกลือแร่ต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำโดยเฉพาะสารละลายในน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solid or TDS) น้ำบริสุทธิ์จะมีค่าความนำไฟฟ้าตั้งแต่ 0.04 – 2.0 ไมโครโมส์/ซม.

6. สี (Color)

สีที่เกิดขึ้นในน้ำมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่สีที่เกิดขึ้นจากการมีสารแขวนลอยเรียกว่าสีปรากฏ(Apparent Color) สามารถกำจัดด้วยการกรองธรรมดา และสีที่เกิดขึ้นจากสารละลายในน้ำ เรียกว่าสีจริง(True Color) ซึ่งต้องกำจัดโดยการดูดซึมด้วยถ่านกัมมันต์หรือการกรองด้วยแผ่นเมมเบรน

7. ปริมาณสารอินทรีย์(Organic Compound)

เป็นค่าที่บงบอกถึงปริมาณสารอาหารที่จุลินทรีย์สามารถใช้ในการสร้างพลังงานและสร้างเซลล์ใหม่ เช่น แป้ง ไขมัน โปรตีน ซึ่งมาจากการย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ที่ตกลงในน้ำและสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ เช่น กรดแทนนิค กรดลิกนิค เซลลูโลส เป็นต้น

8. จุลินทรีย์ประเภทแบคทีเรีย(Bacteria)

เป็นค่าที่บงบอกถึงความสกปรกในรูปของสิ่งมีชีวิตซึ่งจะทำให้เกิดโรคที่มีน้ำเป็นสื่อหรือเป็นพาหะ เรียกว่า โรคติดต่อทางน้ำ(water borne diseases) แบคทีเรียกลุ่มที่เป็นตัวชี้ความสกปรกเรียกว่า โคลิฟอร์แบคทีเรีย(coliform bacteria) จะอาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่นและพบเป็นจำนวนมากในอุจจาระ

9. สาหร่าย(Algae)

คุณภาพน้ำใต้ดิน(Ground Water Quality)

1. เหล็ก (Iron)

เหล็กในแหล่งน้ำใต้ดินจะอยู่ในรูปของเฟอร์รัสไบคาร์บอเนต($Fe(HCO_3)_2$ ซึ่งละลายน้ำแต่เมื่อนำขึ้นมาจากใต้ดินทิ้งไว้ในบรรยากาศสักครู่ก็จะขุ่นและตกตะกอนกลายเป็น $Fe(OH)_3$ มีสีเหลืองแดง

2. แมงกานีส (Manganese)

แมงกานีสในแหล่งน้ำใต้ดินจะอยู่ในรูปของแมงกานัสไบคาร์บอเนต($Mn(HCO_3)_2$ ซึ่งละลายน้ำ แต่จะปรากฏอยู่สองรูปแบบคือ แมงกานัส(Mn^{2+}) และ

แมงกานิก(Mn^{3+}) เมื่อสัมผัสกับอากาศหรือออกซิเจนจะถูกเปลี่ยนสภาพเป็นแมงกานีส(Mn^{+4}) ซึ่งไม่ละลายน้ำและตกตะกอนเป็นสีน้ำตาลดำ

3. ความกระด้าง (Hardness)

ความกระด้างเกิดจากธาตุที่มีประจุบวกสอง เช่น แคลเซียม(Ca^{2+}), แมกนีเซียม(Mg^{2+}), สตรอนเตียม(Sr^{2+}), แบเรียม(Ba^{2+}), เหล็กเฟอร์รัส(Fe^{2+}) และแมงกานีสอิออน(Mn^{2+})

- ทำให้เกิดตะกรันในหม้อไอน้ำ
- เกิดปัญหากับสุขภัณฑ์ต่างๆ เช่น เกิดคราบสีขาวเกาะอยู่ตามเครื่องสุขภัณฑ์
- รสชาดของน้ำไม่น่าดื่ม

หลักการออกแบบระบบผลิตน้ำ
(Design Criteria for Water Treatment)

- ผลิตน้ำให้ได้คุณภาพน้ำตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะที่ปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) หรือดีกว่า
- ผลิตน้ำให้ได้ปริมาณตามที่ต้องการ(Flow rate)
- ใช้พื้นที่การก่อสร้างน้อยเพื่อประหยัดพื้นที่
- ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อยเพื่อให้ประหยัดพลังงานในระยะยาว
- เลือกชนิดและปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับน้ำแต่ละแหล่งและแต่ละฤดูกาล
- การควบคุมระบบผลิตน้ำไม่ยุ่งยากซับซ้อน
- จำนวนผู้ควบคุมระบบน้อย
- อาจต้องใช้ผู้ควบคุมที่มีความรู้ในสายงานอาชีพ เช่น วิศวกร นักวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการออกแบบ ก่อสร้างระบบผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

1.กำหนดอัตราการผลิตต่อวัน เช่น จำนวนลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง เดินระบบ 8 ชั่วโมง/วัน หรือจำนวนขวดต่อวัน ที่ปริมาตรขวดที่ต้องการ

2.แหล่งน้ำที่นำมาผลิตเป็นน้ำดื่มบรรจุขวด เช่น น้ำบาดาล หรือน้ำผิวดิน

3.นำน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อทราบสิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำนั้น

4.นำข้อ 1 และ 3 มาใช้ในการออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำและระบบบรรจุ

5.เลือกประเภทของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำและระบบบรรจุ

6.กำหนดขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้าง

ขั้นตอนการออกแบบ ก่อสร้างระบบผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

7.ออกแบบโรงเรือนที่จะใช้จัดวางเครื่องจักรต่างๆ

8.ออกแบบและวาง Lay out ให้พอดีกับขนาดพื้นที่ที่มีอยู่

9.กำหนดงบประมาณก่อสร้าง

10.เขียน Spec เครื่องจักร และ Spec ขวดเพื่อใช้ในการประมูลงาน

11.ออกแบบลวดลายขวดและฉลากขวดที่ต้องการ จ้างบริษัททำบล๊อก (เว้นช่องทะเบียน อย. และรหัสแท่ง(บาร์โค๊ต) ไว้) และโรงงานผลิตขวด

12.ติดต่อขอใช้รหัสแท่ง(บาร์โค๊ต) จากสถาบันรหัสสากล สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

13.จัดทำเอกสารขออนุญาตก่อสร้างโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด กับหน่วยงานราชการ เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ขั้นตอนการออกแบบ ก่อสร้างระบบผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

14.จัดทำเอกสารขอใบอนุญาตตั้งโรงงานประเภทอาหาร กับหน่วยงานกระทรวงสาธารณสุข (อย.) ซึ่งปัจจุบันต้องได้ตามมาตรฐาน GMP (Good Manufacturing Practice)

15.ได้รับใบอนุญาตตั้งโรงงาน หาผู้รับเหมาที่ประมูลงานและ ทำการก่อสร้างโรงงาน

16.โรงงานแล้วเสร็จแจ้งเจ้าหน้าที่ อย. กระทรวงสาธารณสุข เข้าตรวจสอบโรงงานซึ่งปัจจุบันต้องได้ตามมาตรฐาน GMP (Good Manufacturing Practice) พร้อมส่งตัวอย่างน้ำขวดวิเคราะห์

17.ได้ทะเบียนอาหาร (เลข อย.)และรหัสแท่ง(บาร์โค๊ต)

18.ส่งทะเบียนอาหาร(เลข อย.)และรหัสแท่ง(บาร์โค๊ต) ไปทำบล๊อกสลาก

ขั้นตอนการออกแบบ ก่อสร้างระบบผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

19.บล๊อกแล้วเสร็จได้รับสลากและขวดพร้อมที่จะผลิต

20.หาข้อมูลราคาน้ำขวดที่วางขายในตลาดเพื่อทราบราคาคู่แข่ง

21.คำนวณต้นทุนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด Fixed Cost และ Operating Cost เพื่อกำหนดราคาขาย

22.จัดทำเอกสารการควบคุมระบบผลิต เอกสารควบคุมวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆในโรงงาน เอกสารทางธุรการ และการจัดทำเอกสารการซื้อ-การขายน้ำดื่มบรรจุขวดในแต่ละวัน

23.รับสมัครพนักงานเพื่อทำการ training ก่อนเปิดโรงงานฯ 1 เดือน

ขั้นตอนการออกแบบ ก่อสร้างระบบผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

24.จัดทำเอกสารเรื่องประกันสังคมให้กับพนักงานในโรงงานฯ

25.จัดเตรียมเอกสารเรื่องภาษี เพื่อยื่นกับพานิชย์จังหวัด

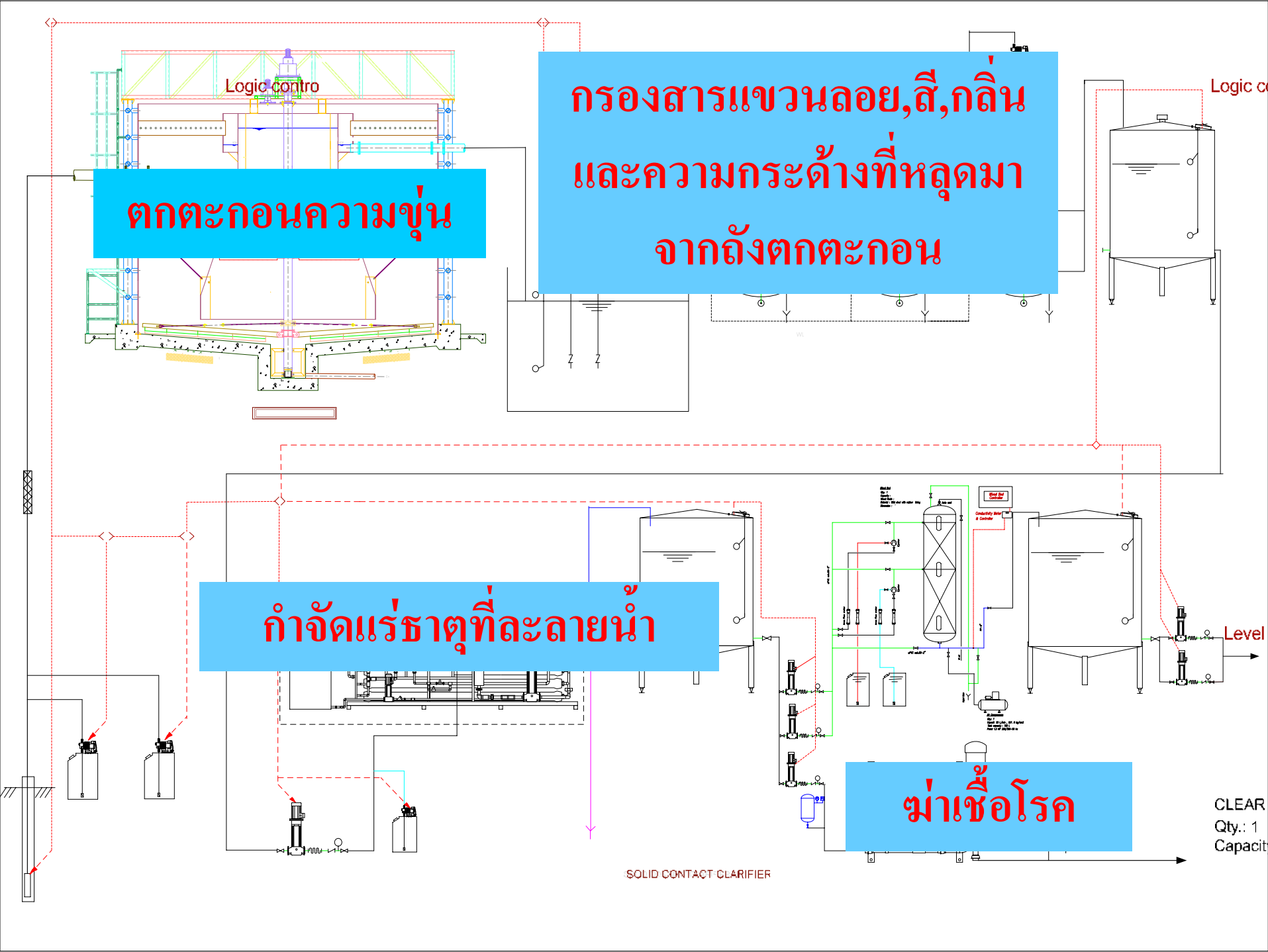
26.Test Run ระบบก่อนเดินระบบผลิตจริงประมาณ 1 – 2 อาทิตย์ เพื่อหาจุดบกพร่องของระบบ

27.เริ่มเดินระบบจริง

คุณลักษณะของน้ำดื่ม

1. ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ
   - ปราศจากเชื้อโรค
   - ปราศจากสารพิษ
2. น่าดื่ม
   - ใส
   - ไม่มีสี , ไม่มีกลิ่น
3. รสชาติดี

ระบบผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดสำหรับแหล่งน้ำผิวดิน
(Bottle Water Treatment Plant)


ตกตะกอนความขุ่น
กรองสารแขวนลอย,สี,กลิ่น
และความกระด้างที่หลุดมา
จากถังตกตะกอน
กำจัดแร่ธาตุที่ละลายน้ำ
ฆ่าเชื้อโรค
SOLID CONTACT CLARIFIER

วัตถุประสงค์

1. กำจัดสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ (ความขุ่น) ให้น้ำมีลักษณะใส

2. กำจัดเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำ

3. ผลิตน้ำให้ได้คุณภาพตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก พ.ศ.2536 หรือดีกว่า

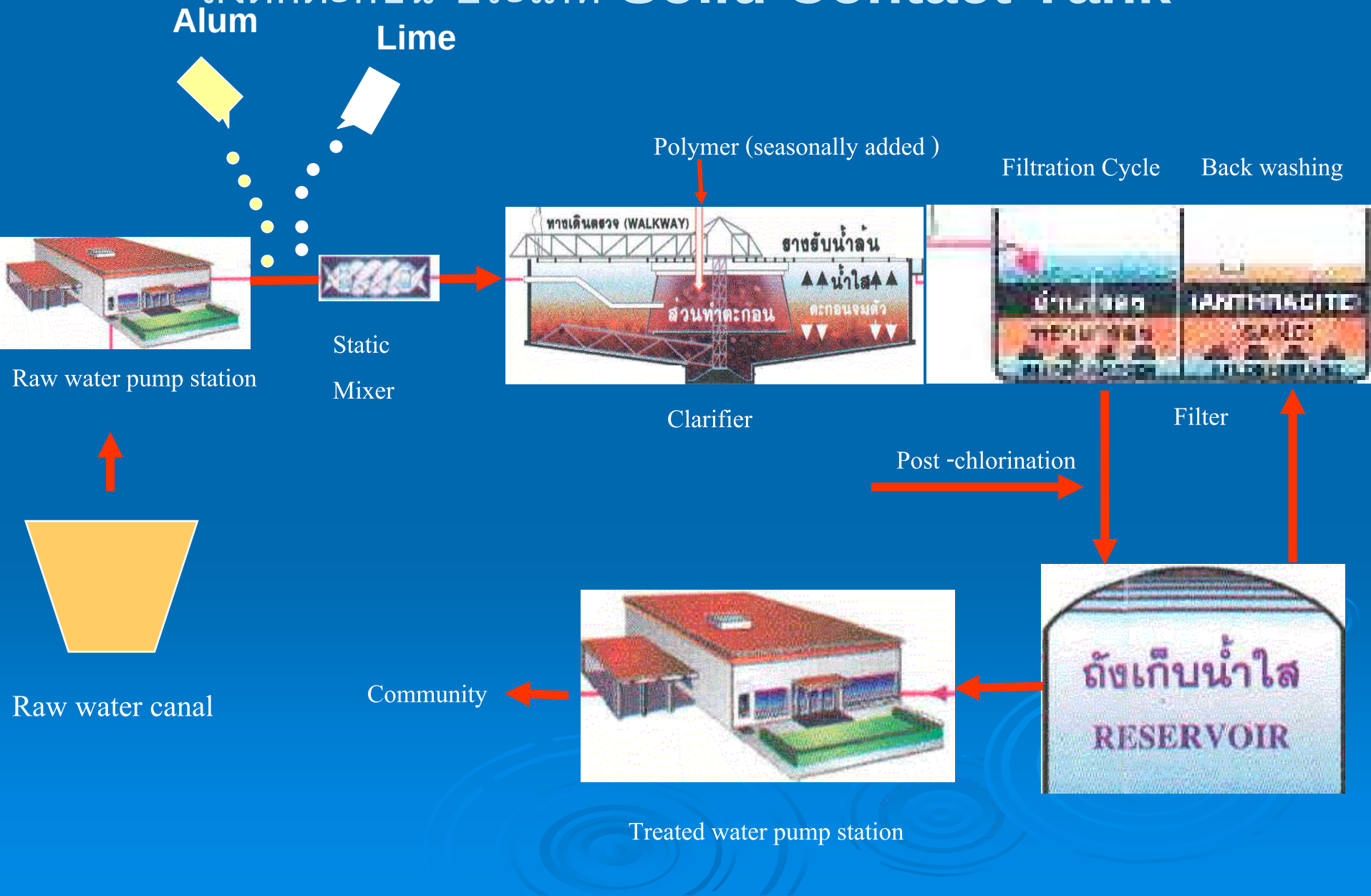
คุณภาพน้ำที่ได้

1. ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

2. น่าดื่ม

แบบหมุนเวียนสลัดจ์(Sludge Recirculation)

- ถังตกตะกอน ประเภท **Solid Contact Tank**



แบบมีชั้นสลัดจ์(Sludge Blanket)

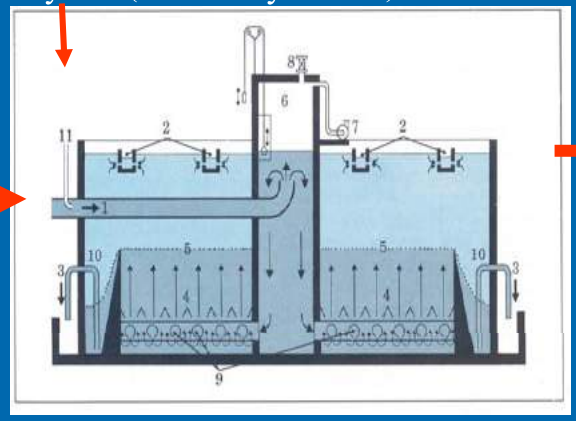
- ถังตกตะกอน ประเภท **Pulsator Tank**

Alum

Lime

Raw water pump station

Polymer (seasonally added)



Filtration Cycle Back washing

Filter

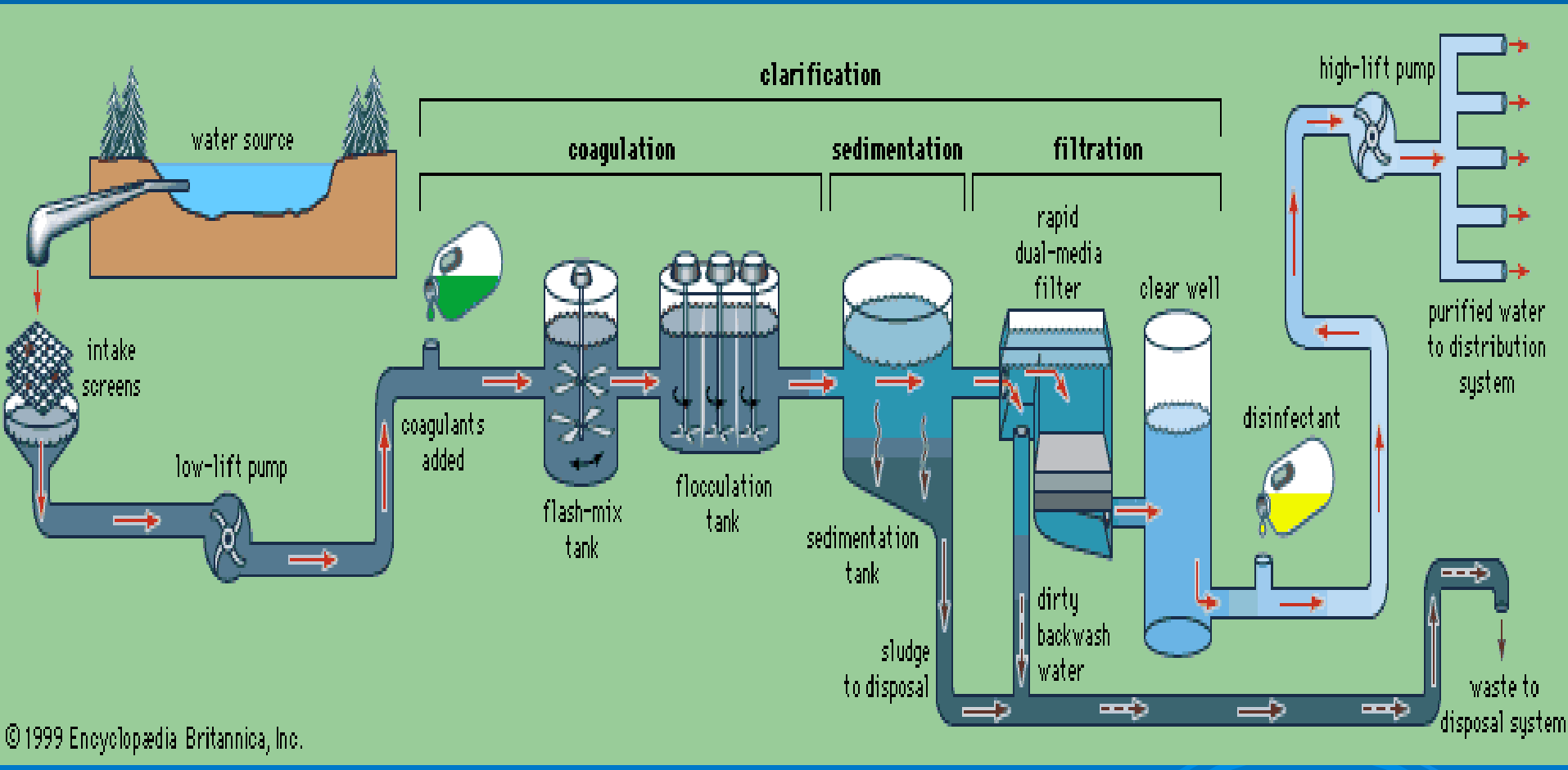
Post -chlorination

Community

Treated water pump station

Raw water canal

Flocculation and its applications in water treatment



Typical layout of a water treatment plant

ระบบผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดสำหรับแหล่งน้ำใต้ดิน

(Bottle Water Treatment Plant use Ground Water Source)

คุณลักษณะของน้ำใต้ดิน

1. ไม่มีปัญหาเรื่องสารแขวนลอยในน้ำเหมือนน้ำผิวดิน(น้ำใส)
2. มีปัญหาเรื่องสารละลายทั้งหมด(TDS)
3. มีปัญหาเรื่องเหล็กและแมงกานีสละลายน้ำ
4. มีปัญหาเรื่องความกระด้าง

วัตถุประสงค์

1. กำจัดสารละลายทั้งหมดน้ำ เช่น เหล็ก แมงกานีส ความกระด้าง แร่ธาตุต่างๆในรูปอิออน เป็นต้น

2. กำจัดเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำ

3. ผลิตน้ำให้ได้คุณภาพตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก พ.ศ.2536 หรือดีกว่า

คุณภาพน้ำที่ได้

1. ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

2. น่าดื่ม

3. รสชาติดี

การกำจัดเหล็กและแมงกานีส
(Iron and Manganese Removal)

วิธีการกำจัดเหล็กและแมงกานีสออกจากน้ำ

- ปฏิกริยาการเพิ่มออกซิเจน + **Liquid / Solid Separation**
- การกรองโดยใช้สารกรอง
- การปรับค่า **pH + Liquid / Solid Separation**
- แลกเปลี่ยนประจุ **(Resin)**
- ใช้แบคทีเรีย **Iron Bacteria (Clonothrix , Leptothrix)**
- ใช้สารเคมีตกตะกอนผลึก **(polyphosphate)**
- ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง **(Membrane Separation)**

ปฏิกริยา Oxidation ของ Mn และ Fe

- Oxidation by O_2
- Oxidation by Cl_2
- Oxidation by ClO_2
- Oxidation by $KMnO_4$
- Oxidation by O_3

การกำจัดเหล็กและแมงกานีส โดยใช้สารกรอง (Contact Oxidation)

หลักพื้นฐาน

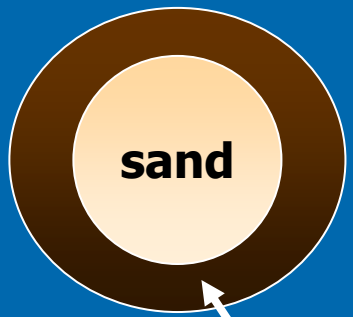
Pass Through

Mn , Fe Water → Mn , Fe Sand → Mn , Fe Free Water

Mechanism : Contact Oxidation

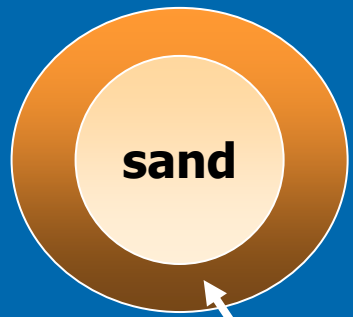
คุณลักษณะของ Mn และ Fe Sand

Mn – Sand (greensand)



MnO_2 coating material

Fe – Sand

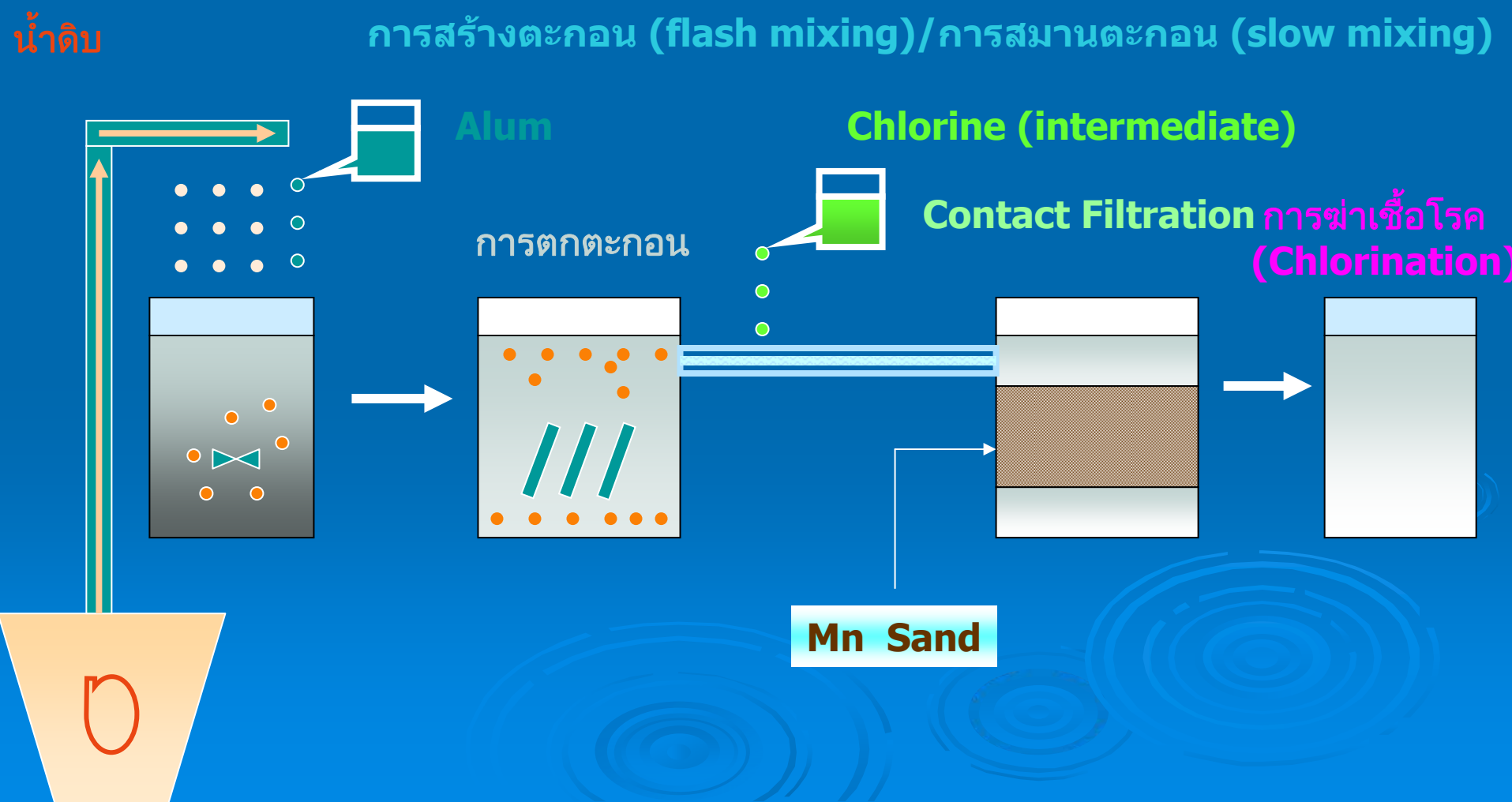


FeooH coating material

$$Mn^{+2} + MnO_2.H_2O + H_2O \longrightarrow MnO_2.MnO + 2H^+$$

$$MnO_2.MnO + Cl_2 + 3H_2O \longrightarrow 2MnO_2.H_2O + 2HCl$$

Treatment Processes for Mn Removal by Contact Filtration



การกำจัดความกระด้าง
(Hardness Removal)

การกำจัดความกระด้าง (Hardness Removal)

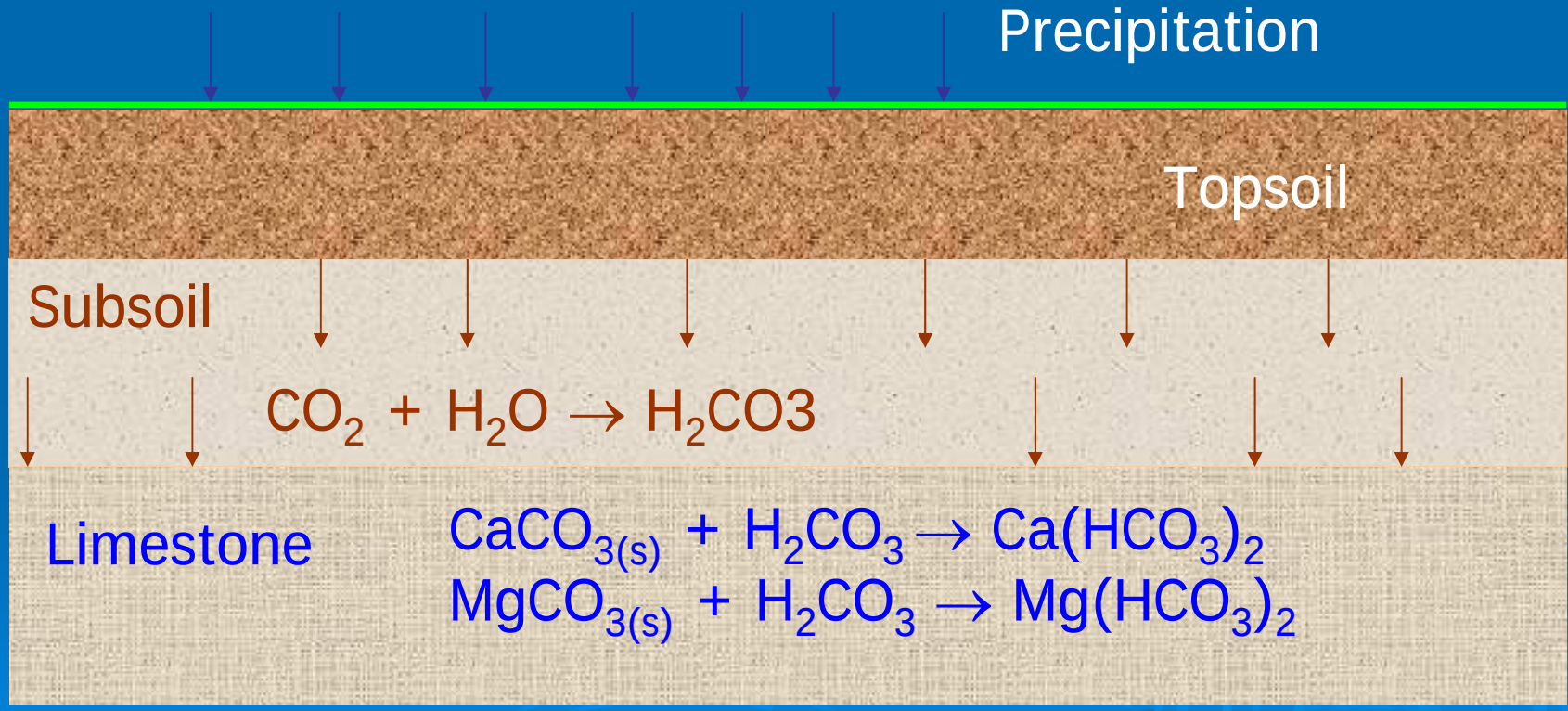
วิธีการกำจัดความกระด้างสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. ใช้สารเคมีทำปฏิกิริยากับความกระด้างให้ตกตะกอน (Precipitation)

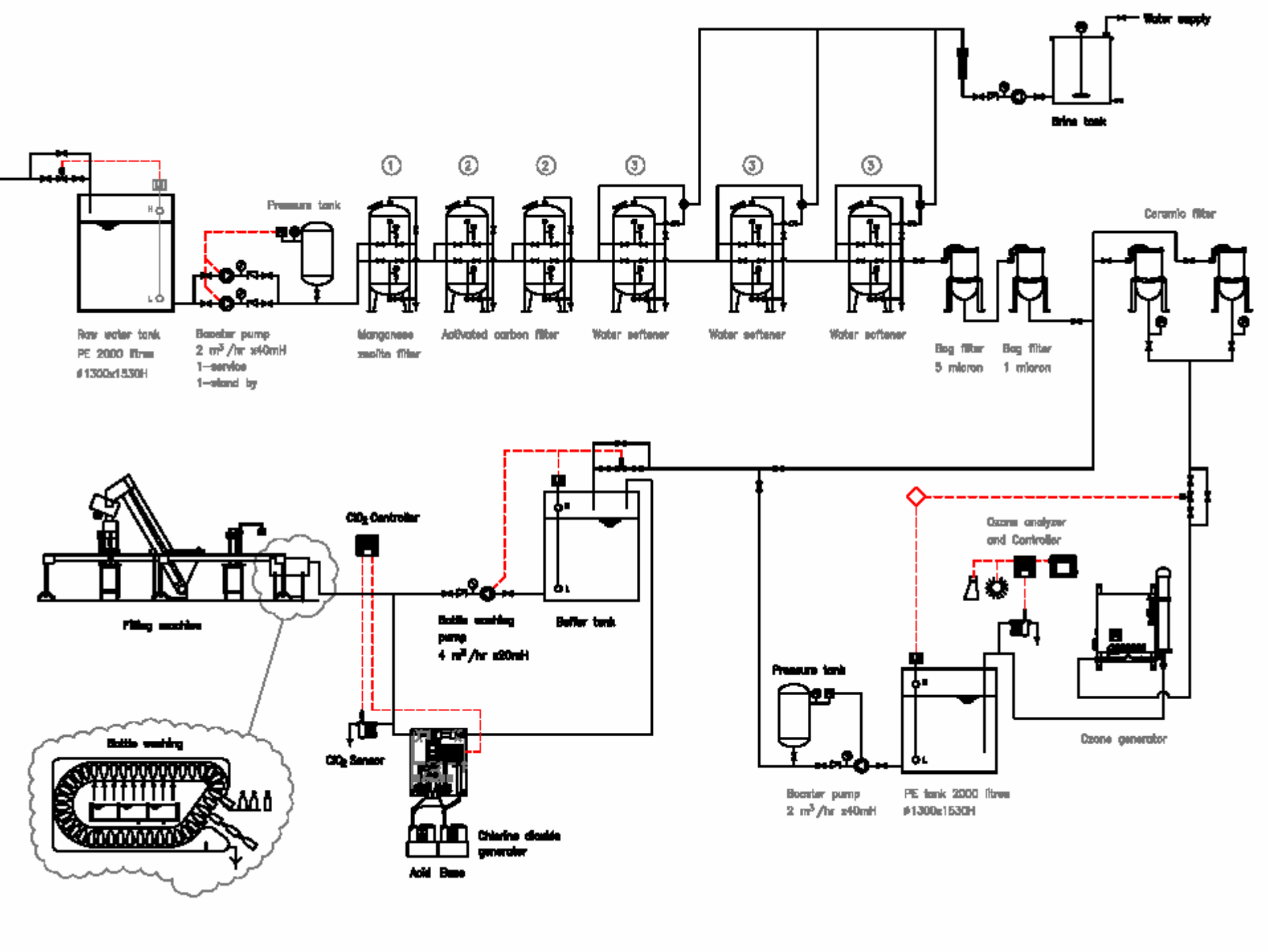
2. ใช้หลักการแลกเปลี่ยนอิออนโดยใช้เรซิน (Ion Exchange Resin)

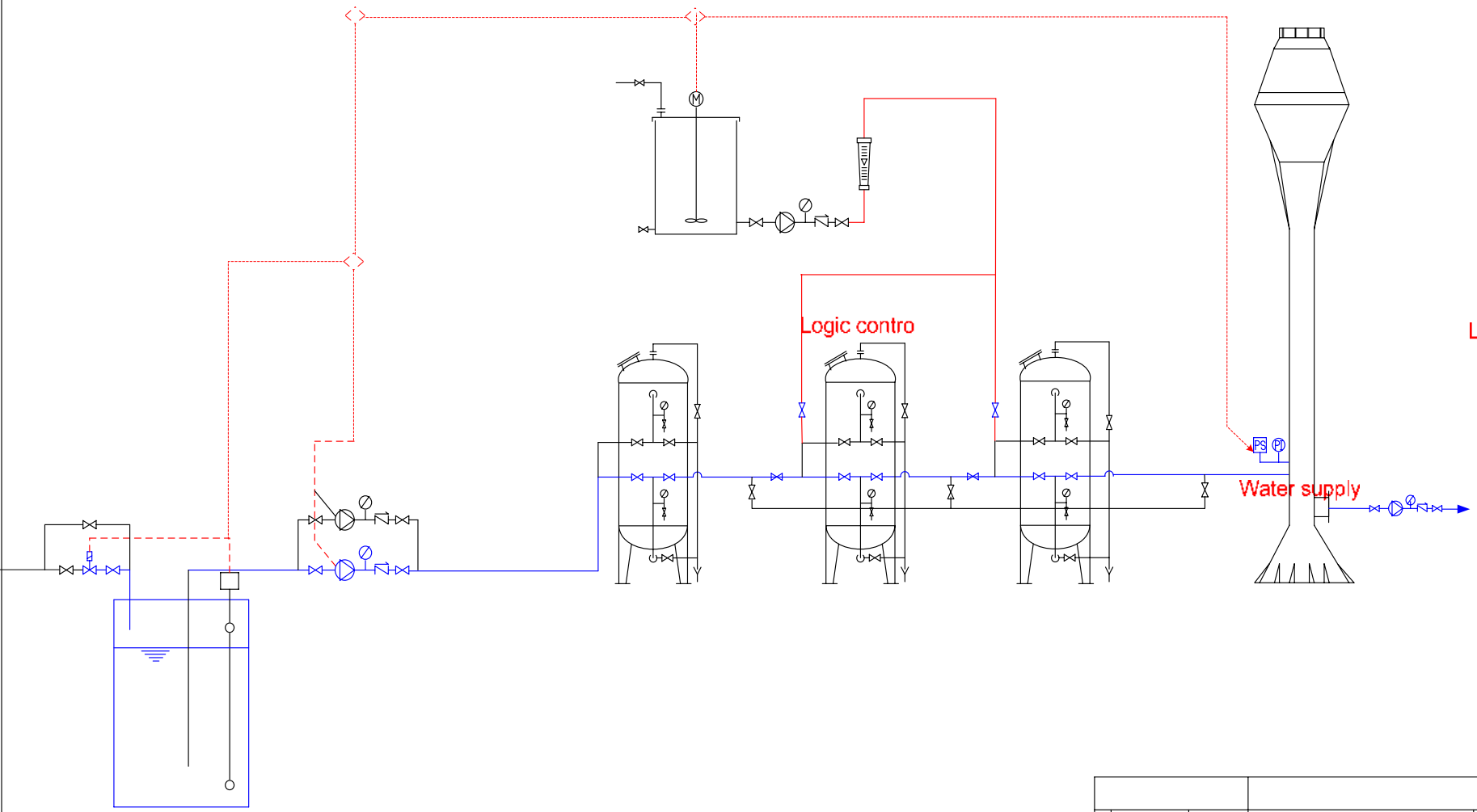
การแลกเปลี่ยนอิออนโดยใช้เรซิน (Ion Exchange Resin)

Formation of Hardness

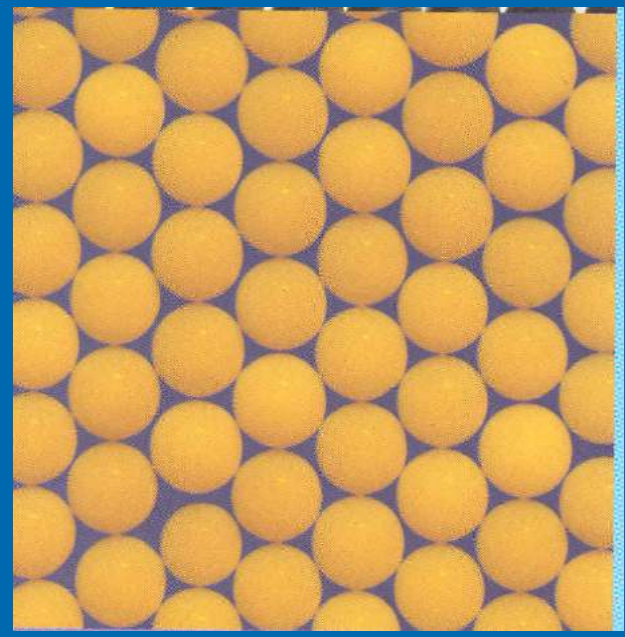


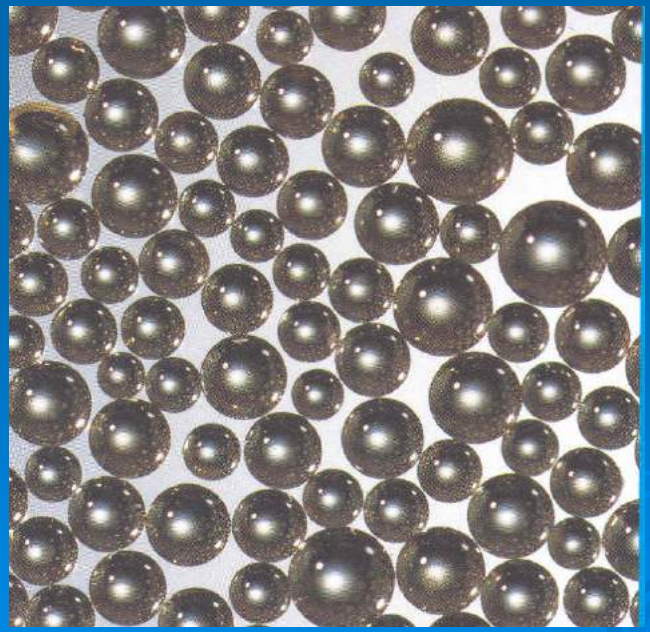
Fractures in Limestone


Water supply
Brine tank
Pressure tank
Ceramic filter
Raw water tank
PE 2000 litres
ø1300x1530H
Booster pump
2 m³/hr x40mH
1-service
1-stand by
Manganese
zeolite filter
Activated carbon filter
Water softener
Water softener
Water softener
Bag filter
5 micron
Bag filter
1 micron
Filling machine
CO2 Controller
Bottle washing
pump
4 m³/hr x20mH
Buffer tank
Ozone analyzer
and Controller
Pressure tank
Ozone generator
Booster pump
2 m³/hr x40mH
PE tank 2000 litres
ø1300x1530H
Bottle washing
CO2 Sensor
Chlorine dioxide
generator
Acid Base


Logic contro
Logic co
PS
PT
Water supply
Logic contro
Brine

Average Size





Mono Size

เรซินชนิดประจุบวก-กรดแก่ (Strong Acid Cation Resin)

มี Functional Group เป็น Sulfonic acid มีอิออนประจำตัวคือ

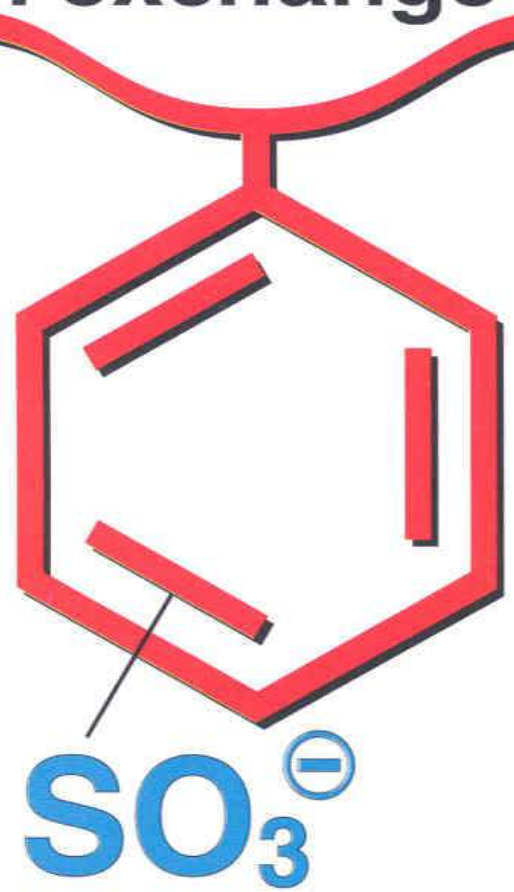
$R\text{-}SO_3^-$

เรซินแบบประจุบวก-กรดแก่ เป็นเรซินที่มีการใช้งานมากที่สุดใน

จำพวกเรซินประจุบวก ปกติจะอยู่ในรูปของ

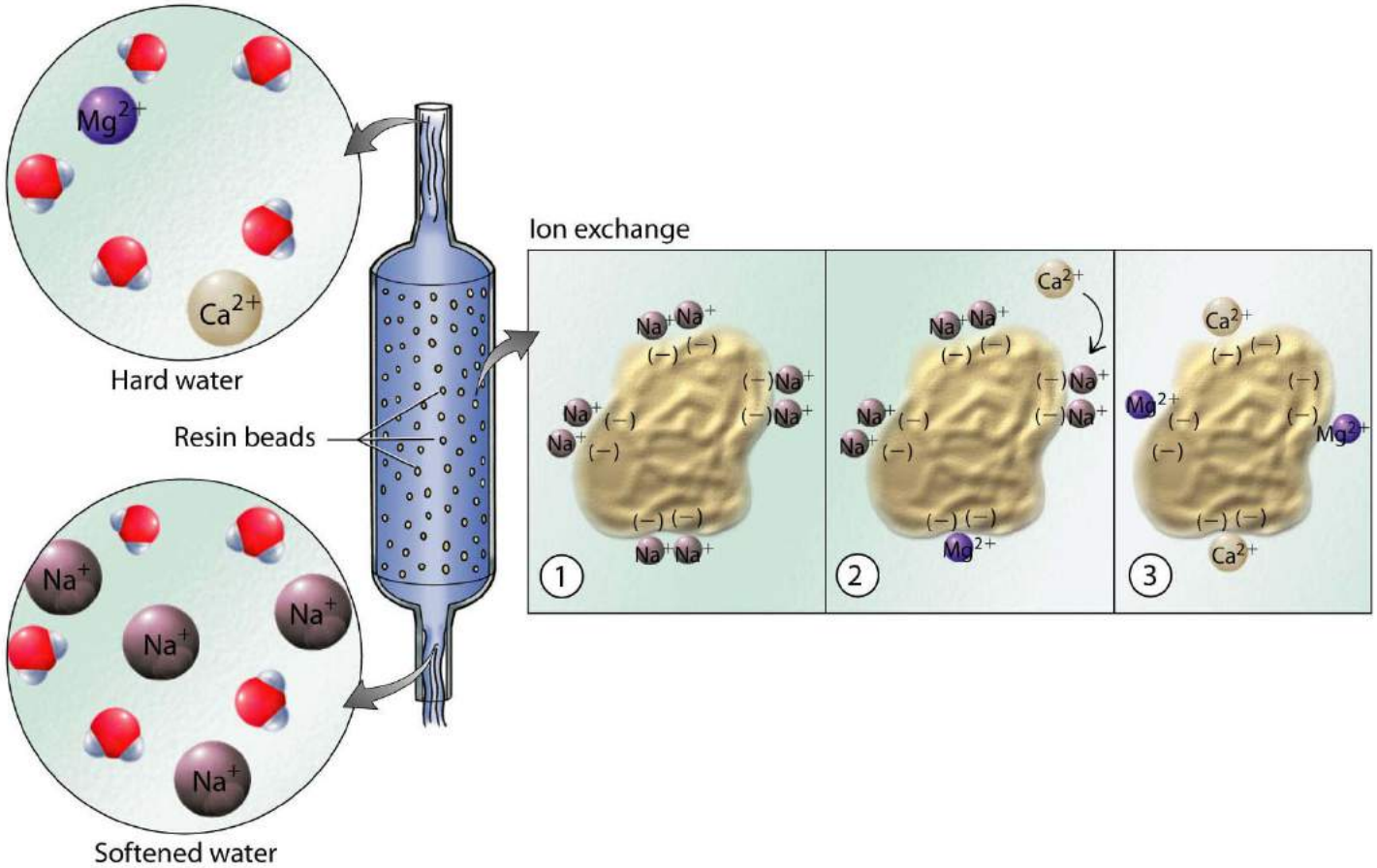
- เกลือโซเดียม ($R\text{-}SO_3Na_2$) หรือเรียกว่า Sodium form
- ในรูปของ H^+ ($R\text{-}SO_3H_2$) หรือเรียกว่า Hydrogen form

Strongly acidic cation exchange resin*



Ion-Exchange

Exchanges Na^+ for the hard water cations



From *Conceptual Chemistry*, Second Edition by John Suchocki. Copyright © 2004 Benjamin Cummings, a division of Pearson Education.

Sodium Cation Exchanger

Softening:

$$Na_2R + \begin{bmatrix} Ca \\ Mg \\ Fe \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} (HCO3)_2 \\ SO_4 \\ (Cl)_2 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{matrix} CaR \\ MgR \\ FeR \end{matrix} + \begin{matrix} 2\ NaHCO_3 \\ Na_2SO_4 \\ 2\ NaCl \end{matrix}$$

Sodium cation exchanger (insoluble)	Hardness (soluble)	Hardness with resin (insoluble)	Treated water (soluble)

Regeneration:

$$\begin{matrix} CaR \\ MgR \\ FeR \end{matrix} + 2\ NaCl \rightarrow Na_2R + \begin{matrix} CaCl_2 \\ MgCl_2 \\ FeCl_2 \end{matrix}$$

Hardness with resin (insoluble)	Regenerant solution (soluble)	Regenerated bed (insoluble)	Waste or brine (soluble)

ข้อดี - ข้อเสียของเรซินแบบกรดแก่ (Strong Acid Cation Resin)

ข้อดี

1. ใช้ได้ดีกับน้ำที่มีค่าพีเอชทุกระดับ
2. สามารถแยก Na^+ จากเกลือแกงได้
3. สามารถแลกเปลี่ยนไอออนได้รวดเร็ว
4. มีความคงทน อาจใช้ได้นานถึง 20 ปีหรือนานกว่า โดยมีการสูญเสียอำนาจเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย
5. เหมาะสำหรับใช้กำจัดความกระด้างหรือในการทำน้ำให้บริสุทธิ์ (Demineralization)

ข้อเสีย

1. มีประสิทธิภาพในการ **regeneration** ต่ำประมาณ 25 - 45 % ทำให้สิ้นเปลืองสารเคมีในการรีเจเนอเรชั่น

ข้อดีของการใช้เรซินทำน้ำอ่อน

1. สามารถผลิตน้ำที่มีความกระด้างน้อยกว่า 2 พีพีเอ็มในรูป $CaCO_3$
2. การใช้งานควบคุมง่าย สามารถติดตั้งระบบการล้างเรซินเป็นแบบอัตโนมัติได้
3. การล้างเรซินเพื่อฟื้นฟูประสิทธิภาพนั้น ใช้เกลือซึ่งหาได้ง่ายและมีราคาถูก
4. ไม่มีปัญหาเรื่องการบำบัดน้ำทิ้ง

ข้อดีของการใช้เรซินทำน้ำอ่อน (ต่อ)

5. การเปลี่ยนแปลงหรือความแปรปรวนของอัตราการไหลของน้ำในช่วงหนึ่งจะมีผลกระทบกระเทือนต่อคุณภาพน้ำที่ได้น้อยมาก

6. ไม่ว่าจะเป็นเครื่องทำน้ำอ่อนที่มีขนาดใหญ่หรือเล็ก สามารถใช้งานให้ได้ประสิทธิภาพสูงได้ จึงทำให้สะดวกในการใช้งานแทบทุกขนาด

ข้อจำกัดของเครื่องทำน้ำอ่อนมีดังนี้

1. ขจัดได้เฉพาะความกระด้างแคลเซียมและแมกนีเซียมเท่านั้น

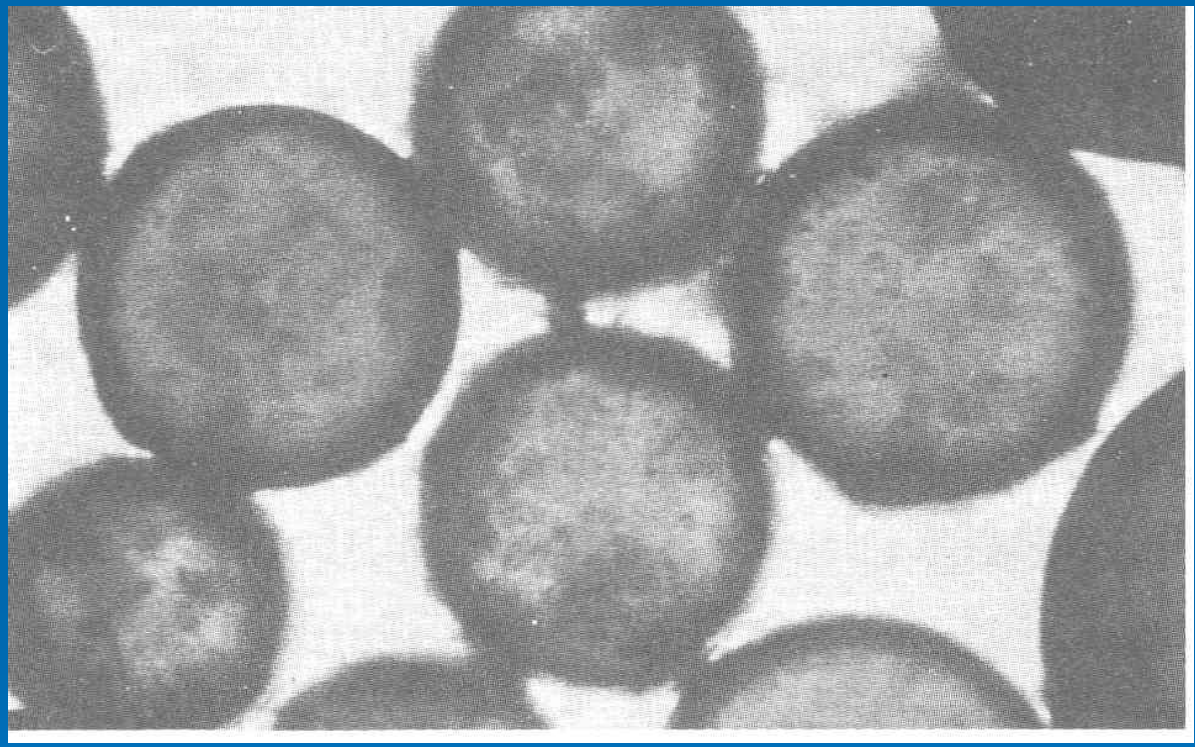
2. น้ำดิบที่เข้าเครื่องทำน้ำอ่อนต้องมีความขุ่นต่ำกว่า 1 NTU ถ้าความขุ่นน้ำดิบสูงประสิทธิภาพของเรซินในการกำจัดความกระด้างจะลดลง

3. น้ำดิบที่ผ่านจากกระบวนการที่ใช้สารส้มในการตกตะกอน ต้องระมัดระวังอย่าให้มีปริมาณอะลูมินัมอิออนมากเกินควรเพราะจะไปทำลายเม็ดเรซิน ถ้ามีการใช้สารส้มก่อนหน้าเข้าเครื่องทำน้ำอ่อนจะต้องมีการควบคุมค่า pH ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดอย่างเข้มงวดเพื่อให้เครื่องทำน้ำอ่อนมีประสิทธิภาพสูง

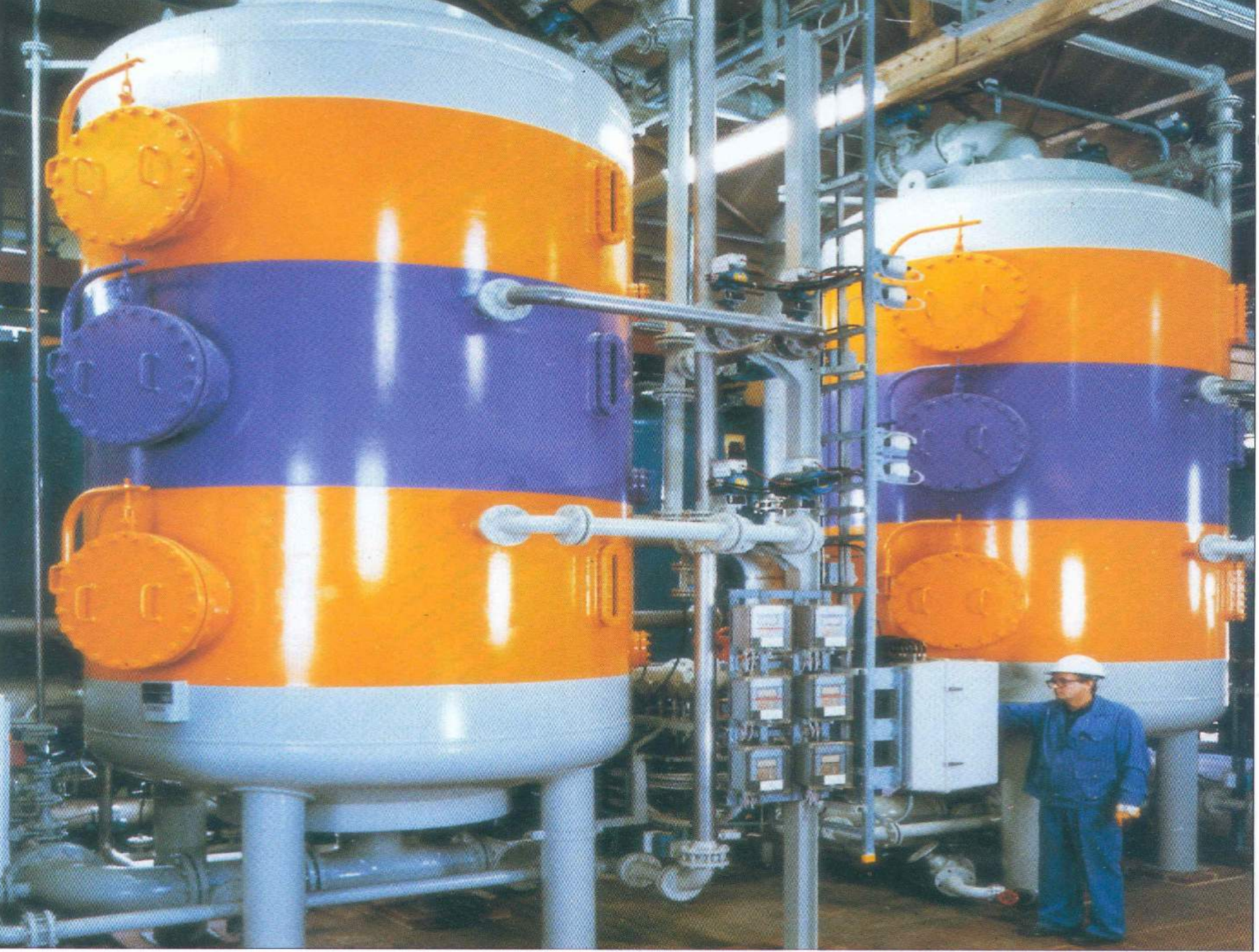
ข้อจำกัดของเครื่องทำน้ำอ่อนมีดังนี้ (ต่อ)

4. ปริมาณเหล็กในน้ำดิบไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร เพราะจะทำลายเม็ดเรซินโดยแทรกตัวเข้าไปอยู่ในเนื้อของเม็ดเรซิน ถ้าพบว่ามีเหล็กหรือโลหะอื่นอยู่มาก ต้องขจัดออกก่อนเข้าเครื่องทำน้ำอ่อน

5. ถ้าในน้ำมีสารที่ทำหน้าที่เป็นสารออกซิไดซ์อย่างรุนแรง เช่น คลอรีน ซึ่งจะไปออกซิไดซ์ทำลายเม็ดเรซินได้ ต้องใส่สารที่มีคุณสมบัติในการรีดิวส์ เช่น โซเดียมซัลไฟต์ เพื่อไปทำลายคลอรีน



ภาพขยายเม็ดเรซินจับอิออนของเหล็กไว้จนเต็ม



Cation Exchangers

	Weak Acid	Strong Acid	
	Macroporous	Gel	Macroporous
	CNP 80 WS	**S 100 WS**	**SP 112 WS**
General Description			
Ionic form, as shipped	H^+	Na^+	Na^+
Functional group	carboxylic acid	sulphonic acid	sulphonic acid
Matrix	crosslinked polyacrylate	crosslinked polystyrene	crosslinked polystyrene
Structure	macroporous	gelular	macroporous
Appearance	white/yellow, opaque	light brown, translucent	beige, opaque
Physical and Chemical Properties			
Bead size min. 90 % mm	0.4 – 1.60	0.4 – 1.25	0.4 – 1.25
Effective size mm	0.53 (± 0.05)	0.55 (± 0.05)	0.55 (± 0.05)
Uniformity coefficient max.	1.8	1.6	1.7
Bulk weight (± 5 %) g/L	750	850	840
Density approx. g/ml	1.19	1.29	1.27
Water retention % wt.	45 – 50	45 – 48	45 – 50
Total capacity min. eq/L	4.3	2.0	1.75
Volume change approx. %	+ 7	+ 10	+ 7
Stability — temperature range °C	– 20 to 120	– 10 to 120	– 20 to 120
Stability — pH range	0 – 14	0 – 14	0 – 14
Storability — of the product min. years	2	2	2
Storability — temperature range °C	– 20 to 40	– 10 to 40	– 20 to 40
Recommended Operating Conditions			
Operating temperature max. °C	75	120	120
Operating pH range	5 – 14	0 – 14	0 – 14
Bed depth min. mm	600	800	800
Pressure loss (15 °C) per m/h approx. kPa/m	1.1	1.1	1.1
Pressure loss max. kPa	250	150	250
Flow velocity — exhaustion max. m/h	50	50	50
Flow velocity — backwash (20 °C) m/h	12 – 14	14 – 18	14 – 18
Regenerant type	HCl H_2SO_4	HCl H_2SO_4 NaCl	HCl H_2SO_4
Counter-current — level approx. g/L	70 90	50 80 90	55 80
Counter-current — concentration %	3 – 6 0.5 – 0.8	4 – 6 1.5 – 3 8 – 10	4 – 6 1.5 – 3
Flow velocity — regeneration m/h	5 – 20	5	5
Flow velocity — rinsing m/h	5 – 20	5	5
Rinse water requirement BV	3.5	2.5	2.5
Bed expansion (20 °C) per m/h %	4	3.5	3.5
Freeboard (as % of resin vol.) %	60 – 80	60 – 80	60 – 80

การคำนวณปริมาตรเรซินเพื่อกำจัดความกระด้างแบบง่าย

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. $\text{Equivalent} = \frac{g}{\text{Eq - Wt}}$ (gm-eq)

2. Equivalent - Weight (น้ำหนักสมมูลย์) = $\frac{\text{Moleculae Weight (M.W.)}}{\text{Valency บวก หรือ ลบ}}$

3. Equivalent - Weight (น้ำหนักสมมูลย์) = $\frac{\text{Moleculae Weight (M.W.)}}{\text{ค.ร.น.Valency}}$

จาก Specification ของเรซินแบบ strong acid cation แบบ Na form มีค่า Total exchange capacity ประมาณ = 2 eq/l

1. **Equivalent - Weight = Moleculae Weight (M.W.) / Valency บวก หรือ ลบ**

$CaCO_3$ มี Moleculae Weight = 40.078 + 12.011 + (15.9994x3)

= 100

$CaCO_3$ มี Valency = 2

เพราะฉะนั้น Equivalent - Weight = $\frac{100}{2}$ = 50

2. $$\text{Equavalent} = \frac{g}{\text{Eq - Wt}}$$

จากค่า Total exchange capacity

$$2 = \frac{g}{50}$$

$$g = 100$$

เพราะฉะนั้น เรซิน strong acid cation แบบ Na form 1 ลิตร สามารถกำจัดความกระด้างออกได้หมด 100 กรัม

Example

Total Hardness = A mg/l as $CaCO_3$

= A g/m^3 as $CaCO_3$

Raw water Flow rate = B m^3/hr

เพราะฉะนั้น เรซิน 1 ลิตร สามารถกำจัด ความกระด้างออกได้หมด 100 กรัม

ความกระด้าง 100 กรัม ต้องใช้เรซิน = 1 ลิตร

เพราะฉะนั้นความกระด้าง **A** กรัม ต้องใช้เรซิน = $\frac{A}{100}$ ลิตร

เพราะฉะนั้น เรซิน $\frac{A}{100}$ ลิตร สามารถกำจัด ความกระด้างออกได้หมด 1 ลบ.ม.

จาก **Raw water Flow rate** = **B** m^3/hr

จาก ปริมาณน้ำ 1 ลบ.ม. ต้องใช้เรซิน = $\frac{A}{100}$ ลิตร

ปริมาณน้ำดิบ **B** ลบ.ม. ต้องใช้เรซิน = $\frac{A}{100} xB$ ลิตร ที่ 1 ชั่วโมง

แต่ประสิทธิภาพของเรซินมีประมาณ 50 ถึง 70%เท่านั้น ดังนั้นปริมาตรเรซินที่ใช้จริง

= $\frac{A}{100} x \frac{B}{efficiency}$

Equation :

$$Volume\ \text{Resin} = \frac{A}{100} x \frac{B}{efficiency}$$

Liter/hr

Where :

A = Total Hardness (mg/l as $CaCO_3$)

B = Raw water Flow rate (m^3/hr)

Efficiency = 50 to 70%

ตัวอย่างที่ 1 การคำนวณหาปริมาตรเรซิน

Total Hardness = 120 mg/l as $CaCO_3$

= 120 g/m^3 as $CaCO_3$

Raw water Flow rate = 50 m^3/hr

วิธีทำ

$$Equation : Volume\ \text{Resin} = \frac{A}{100} x \frac{B}{efficiency}$$ Liter/hr

$$\therefore \text{Volume Resin} = \frac{120(mg/l\ as\ CaCO_3)\ x\ 50\ (m^3/hr)}{100\ x\ 0.60}$$ Liter/hr

= 100 Liter/hr

- สมมติ **operate** ระบบ 10 ชั่วโมง/วัน

- ต้องการ **regenerate** เรซิน 15 วัน/ครั้ง

∴ ระยะเวลาการทำงานของระบบผลิตทั้งหมดจนถึง การ **regenerate**

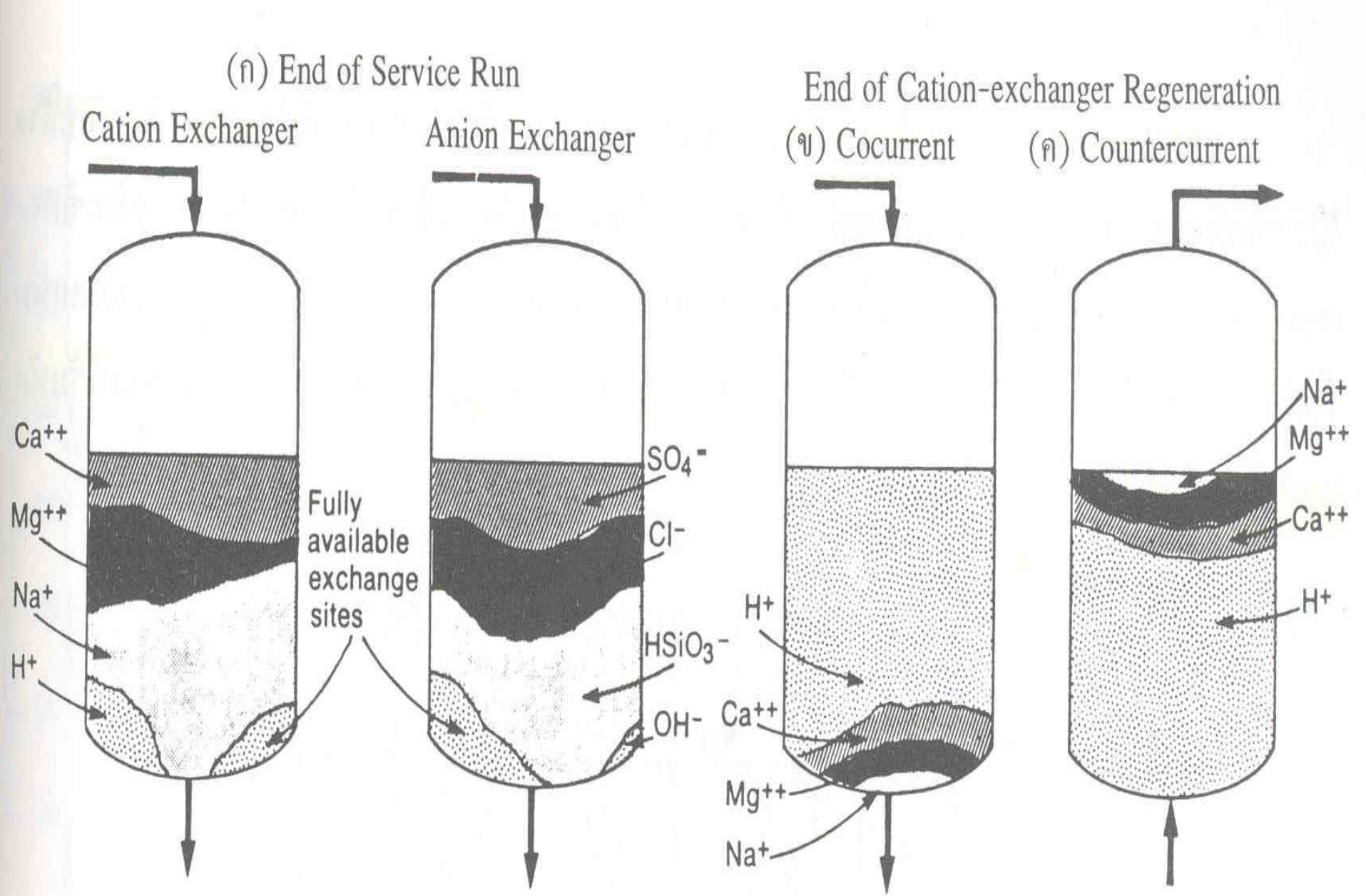
= 10 x 15 ชั่วโมง

= 150 ชั่วโมง

จาก Volume Resin = 100 ลิตร/ชั่วโมง

∴ Volume Resin ที่ต้องการทั้งหมด = 100 x 150 ลิตร

= 15000 ลิตร

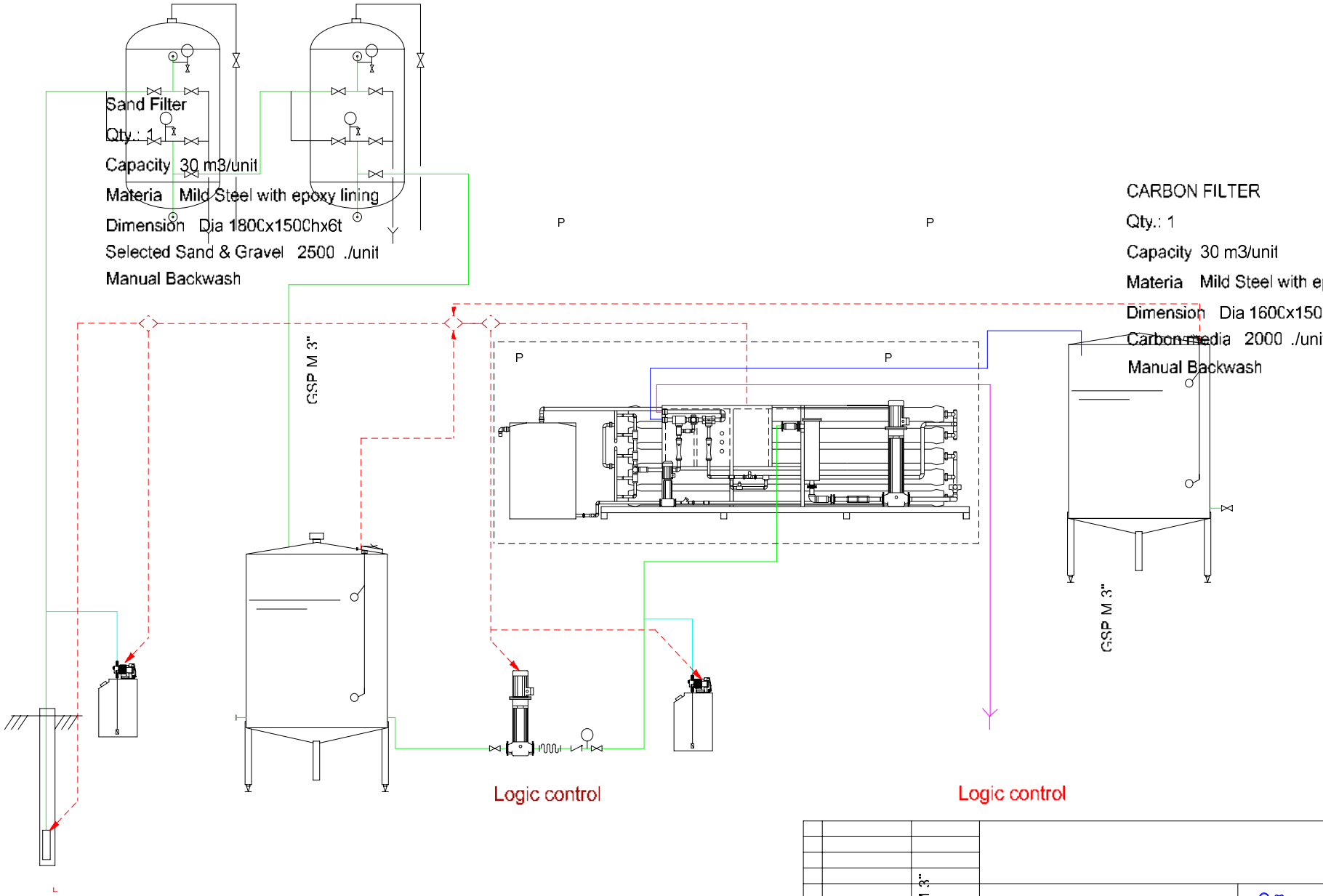


ลักษณะของชั้นเรซินในถังเมื่อจับอิออนจนเต็มหมด

ลักษณะของชั้นเรซินในถังหลังจากล้างเรซินแบบไหลตามกันและไหลสวนทาง

การกำจัดแร่ธาตุต่างๆที่อยู่ในน้ำ (Salt Removal)

Membrane Technology

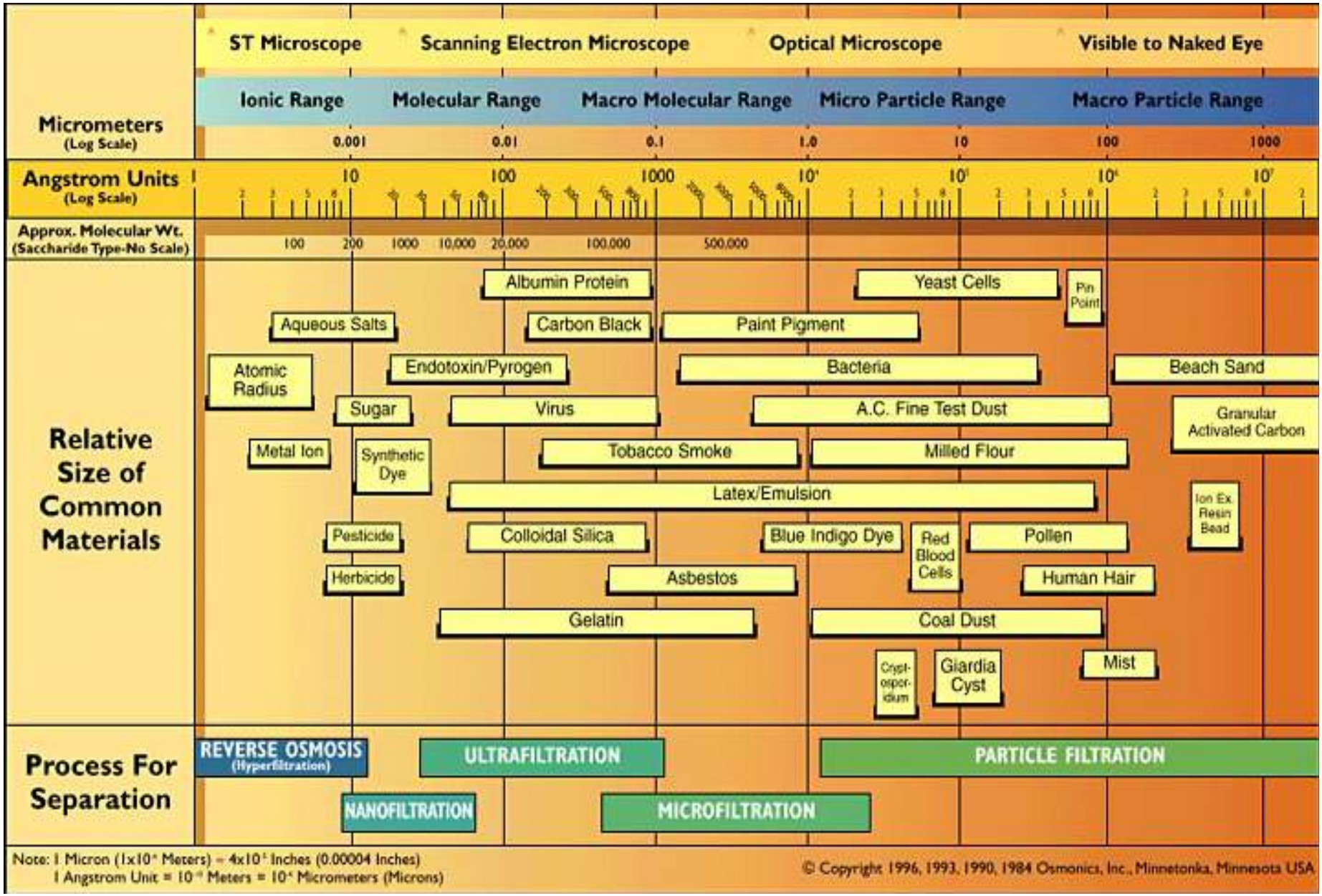

Sand Filter
Qty.: 1
Capacity 30 m3/unit
Materia Mild Steel with epoxy lining
Dimension Dia 1800x1500hx6t
Selected Sand & Gravel 2500 ./unit
Manual Backwash
P
P
CARBON FILTER
Qty.: 1
Capacity 30 m3/unit
Materia Mild Steel with ep
Dimension Dia 1600x150
Carbon media 2000 ./uni
Manual Backwash
GSP M 3"
P
P
GSP M 3"
Logic control
Logic control
GSP M 3"

ประเภทของ membrane สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. **Microfiltration (MF)**
2. **Ultrafiltration (UF)**
3. **Nanofiltration (NF) and**
4. **Reverse Osmosis (RO)**

based on membrane's pore size, these membranes process which is used pressure to drive water across the membrane can be used in water treatment, wastewater treatment and pure water plants.

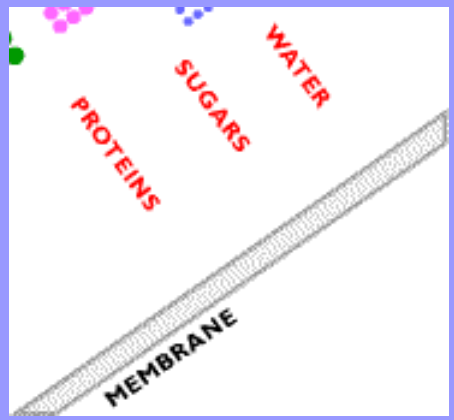
The Filtration Spectrum



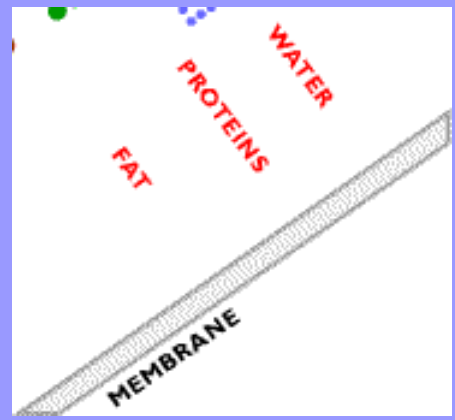
RO membrane

NF membrane

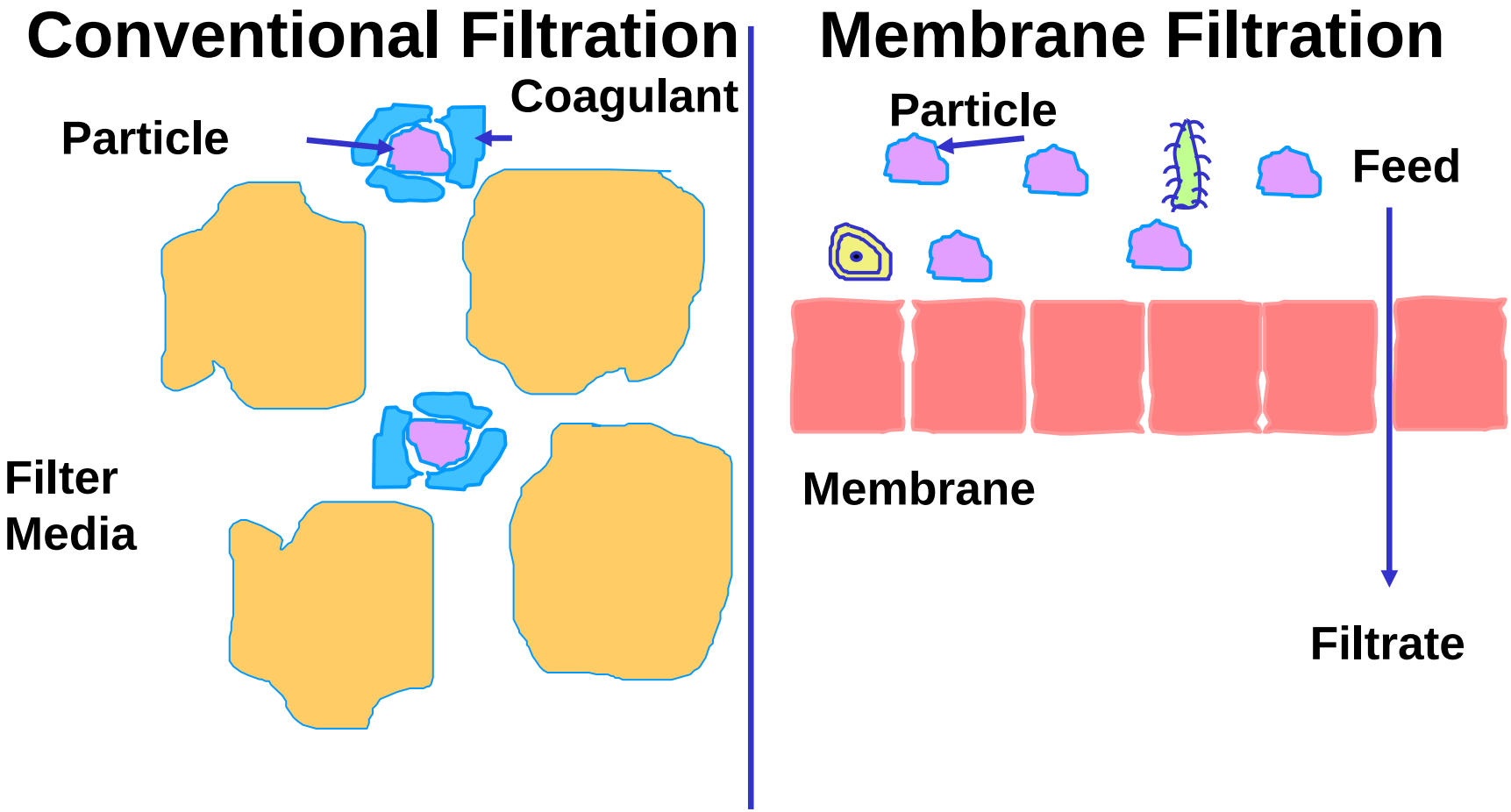
UF membrane



MF membrane



Filtration Comparison



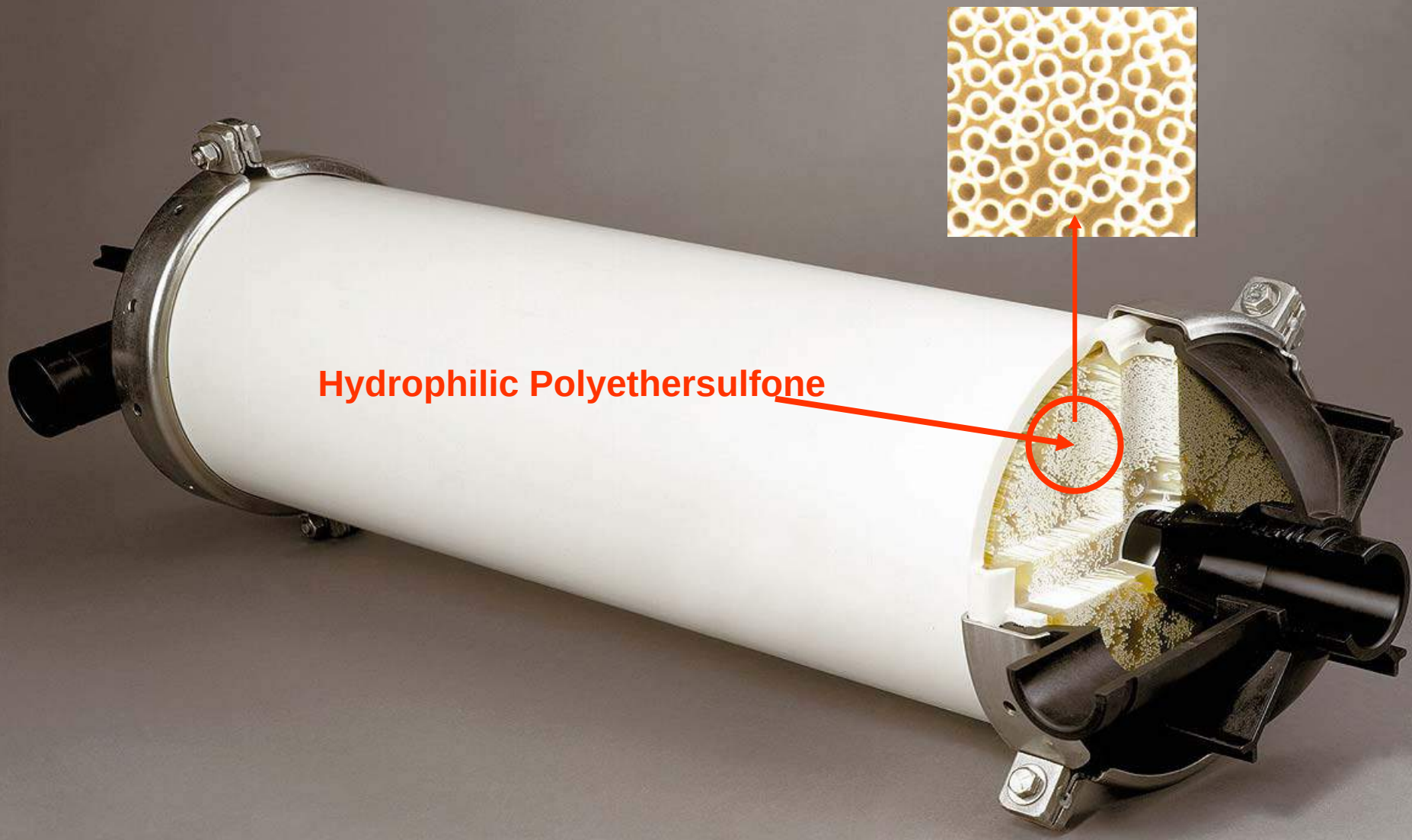
ข้อแตกต่างระหว่างการกรองทรายกับการกรองโดยใช้ Membrane

การกรองทราย(Sand Filter)	การกรองแบบ Membrane
Filtration rate = 120 – 250 m/d	Membrane filtration flux = 0.5 – 1 m/d per membrane pressure difference(98.1 kpa)
Filtration Area Practically < 100 m^2	**Filtration Area** 100 – 300 m^2/ พื้นที่ติดตั้ง 1 m^2
-Filtration Mechanism	**-Filtration Mechanism** **-Concentration Polarization** (ยกเว้น **Microfiltration(MF)**)

Pressure Driven Membrane Processes

	OPERATING PRESSURES	RECOVERY	PRIMARY APPLICATION
RO	125 TO 1,200 PSIG	50 TO 85 PERCENT	DESALTING
NF	80 TO 120 PSIG	70 TO 90 PERCENT	SOFTENING NOM REMOVAL
UF	5 TO 30 PSIG	80 TO 95 PERCENT	SWTR NOM REMOVAL
MF	5 TO 15 PSIG	80 TO 95 PERCENT	SWTR

Hollow Fiber Module : Hydracap for UF (Hydranautics)



Software Design

My Computer
WS_FTP Pro
IMSdesign
Recycle Bin
WS_FTP Pro Explorer
Internet Explorer
EcoWatch
ACDSee 6.0
Autodesk Learnin...
Adobe Acrobat 5.0
DFX For Winamp
AutoCAD 2002
Nero - Burning Rom
PowerDVD
WINAMP
Volo View Express
Map
Windows Media Player
ระบบฐานข้อมูลคุณภาพน้ำ
Hydranautics RO Projection Program - [RO Design]
File
Analysis
RO Design
UF
Treatment
Calculation
Graphs
Help
HYDRANAUTICS
A Nitto Denko Company
www.membranes.com
Welcome to
IMSDESIGN
INTEGRATED MEMBRANE SOLUTIONS ™
Where Technology Flows
Design UF
Design RO
Design RO+UF
Hydranautics Membrane Solutions Design Software, v. 8.5 (c) 2003
start
Microsoft PowerPoint ...
Hydranautics RO Proj...
EN
7:57

HYDRANAUTICS
High Performance Membrane Products
A NITTO DENKO CORPORATION

Hydranautics Design Limits

The Following System Design Limits should be observed when designing a Reverse Osmosis system.

Average flux rates and expected % decrease in flux per year:

Water Type	SDI	Flux	% Flux Decline/year
Surface water	(SDI 2 - 4)	8 - 14 GFD	7.3 - 9.9
Well water	(SDI < 2)	14 - 18 GFD	4.4 - 7.3
RO Permeate	(SDI < 1)	20 - 30 GFD	2.3 - 4.4

Expected % Salt Passage Increase per year:

MembraneType	Abbreviation	% SP Increase/year
Cellulosic membrane	CAB1, CAB2, CAB3	17 - 33
Composite Membrane		
Brackish, Low Pressure	ESPA1, ESPA2, ESPA3	3 -- 17
Brackish, High Rejection	CPA2, CPA3, CPA4	3 -- 17
Low Fouling	LFC1, LFC2	3 -- 17
Seawater	SWC1, SWC2, SWC3	3 -- 17
Softening, PolyVinyl Deriv.	PVD1, ESNA1, ESNA2	3 -- 17

Maximum Feed Flow and Minimum Concentrate Flow Rates per Vessel:

Membrane Diameter (in)	Max (GPM)	Max (m^3/hr)	Min (GPM)	Min (m^3/hr)
4	16	3.6	3	0.7
6	30	8.8	7	1.6
8	75	17.0	12	2.7
8.5	85	19.3	14	3.2

Saturation Limits for Sparingly Soluble Salts in the Concentrate:

Salt	Saturation %
$CaSO_4$	230
$SrSO_4$	800
$BaSO_4$	6000
SiO_2	100

Limits of Saturation Indices (Langelier and Stiff & Davis Saturation Indices):

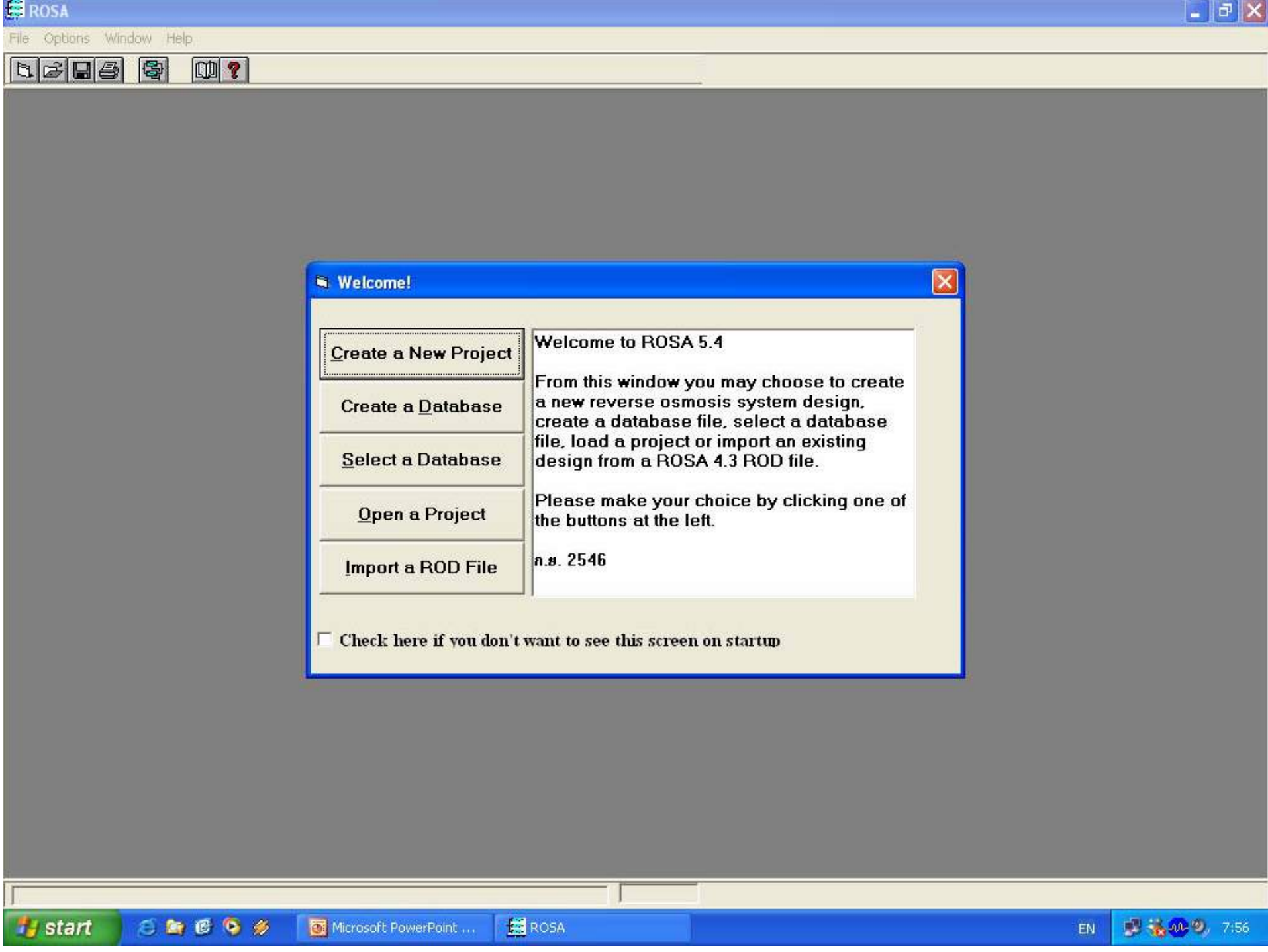
Condition*	LSI Value
LSI and SDSI without scale inhibitor	$\leq$ -0.2
LSI & SDSI with SHMP	$\leq$ 0.5
LSI & SDSI with organic scale inhibitor	$\leq$ 1.8

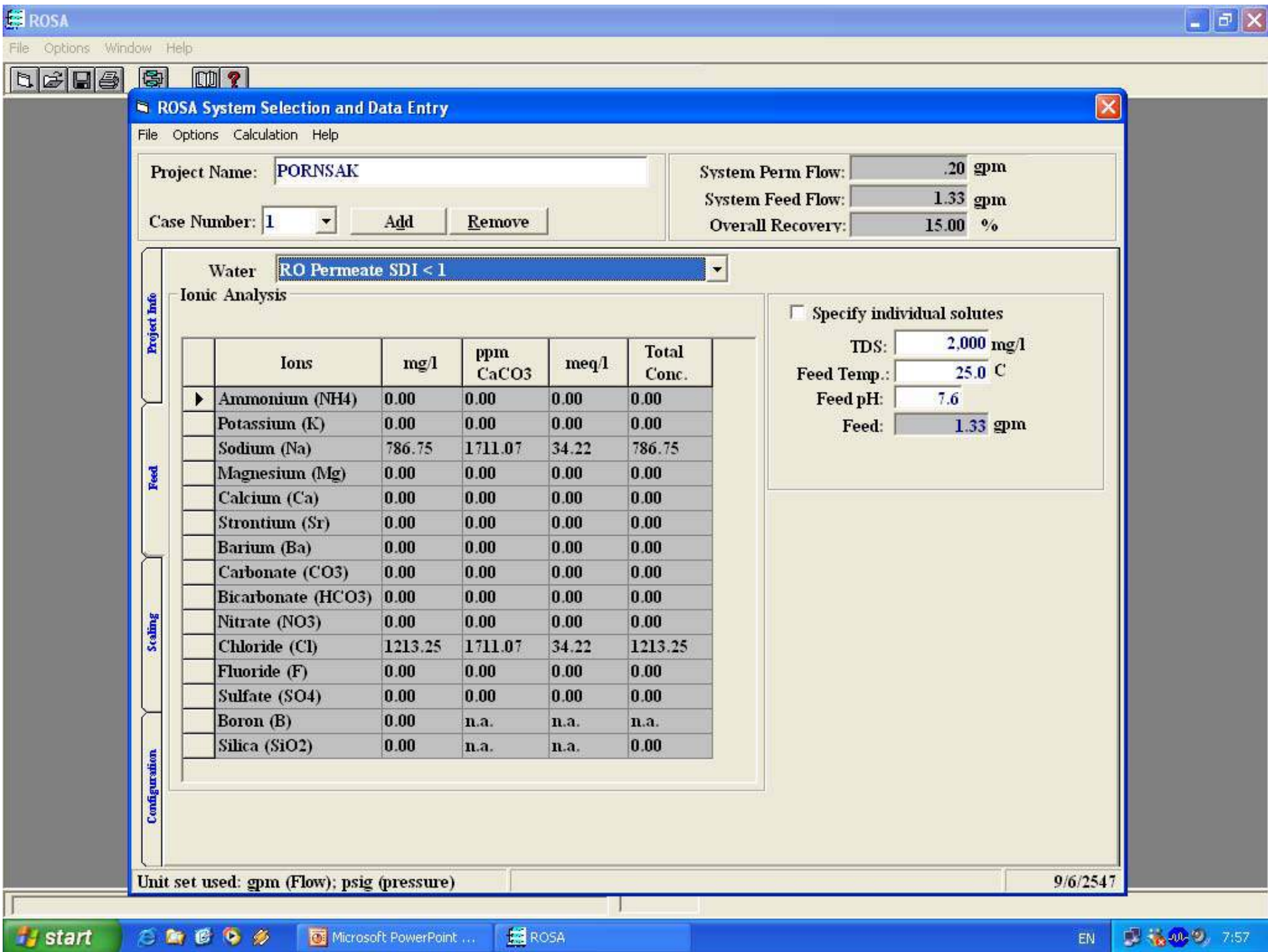
Hydranautics' Industrial RO Design Guidelines

Metric

Raw Water source	RO Perm	Brackish Well	Brackish Surface	Sea Well	Sea Surface	Waste Tertiary
Feedwater Parameters						
Recommended Maximum:						
SDI @ 15 minutes	1	2	4	3	4	4
Turbidity as NTU	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4
TOC ppm as C	1	3	5	3	3	10
BOD ppm as O2 (est. as TOC x 2.6)	3	8	13	8	8	26
COD ppm as O2 (est. as TOC x 3.6)	4	11	18	11	11	36
System Average Flux (in LMH)	39.1	30.6	20.4	17	14.45	17
Lead Element Flux (in LMH)	51	45.9	30.6	40.8	34	25.5
% Flux Decline (per year)	5	7	7	7	7	15
% Salt Passage Increase (per year)	5	10	10	10	10	10
Beta (individual element)	1.40	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Feed m3/hr (maximum per vessel)						
4"	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
8"	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Reject m3/hr (minimum per vessel)						
4"	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
8"	1.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Pressure Drop (per vessel, in bar)	2.72	2.38	2.38	2.38	2.72	2.72
Pressure Drop (per element, in bar)	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
Feedwater Temperature (in C)	0.1 to 45	0.1 to 45	0.1 to 45	0.1 to 45	0.1 to 45	0.1 to 45

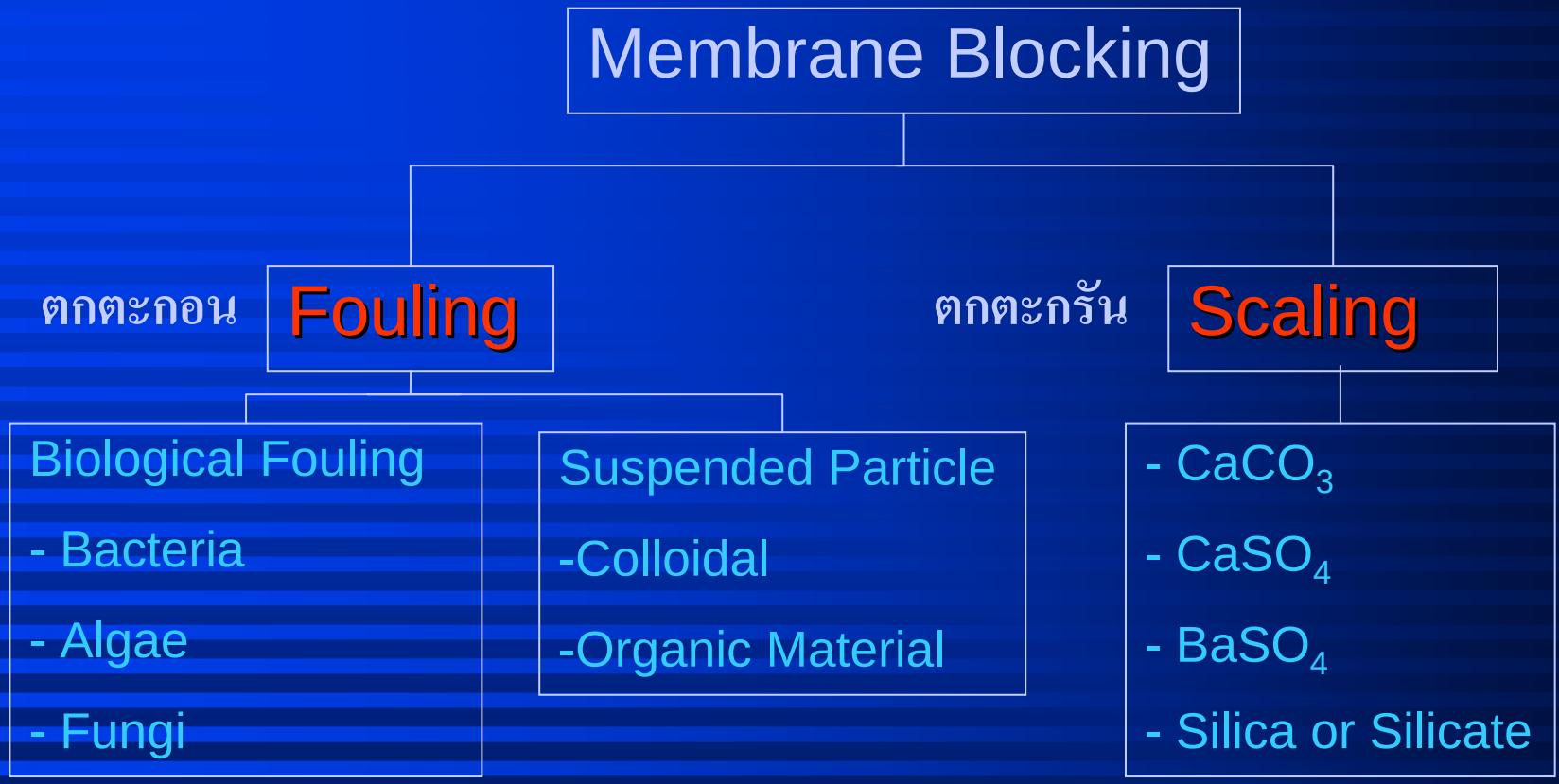
$L/m^2.hr$


ROSA
File Options Window Help
Welcome!
Create a New Project
Create a Database
Select a Database
Open a Project
Import a ROD File
Welcome to ROSA 5.4
From this window you may choose to create a new reverse osmosis system design, create a database file, select a database file, load a project or import an existing design from a ROSA 4.3 ROD file.
Please make your choice by clicking one of the buttons at the left.
n.s. 2546
Check here if you don't want to see this screen on startup
start
Microsoft PowerPoint ...
ROSA
EN
7:56



Ions	mg/l	ppm CaCO3	meq/l	Total Conc.
Ammonium (NH4)	0.00	0.00	0.00	0.00
Potassium (K)	0.00	0.00	0.00	0.00
Sodium (Na)	786.75	1711.07	34.22	786.75
Magnesium (Mg)	0.00	0.00	0.00	0.00
Calcium (Ca)	0.00	0.00	0.00	0.00
Strontium (Sr)	0.00	0.00	0.00	0.00
Barium (Ba)	0.00	0.00	0.00	0.00
Carbonate (CO3)	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonate (HCO3)	0.00	0.00	0.00	0.00
Nitrate (NO3)	0.00	0.00	0.00	0.00
Chloride (Cl)	1213.25	1711.07	34.22	1213.25
Fluoride (F)	0.00	0.00	0.00	0.00
Sulfate (SO4)	0.00	0.00	0.00	0.00
Boron (B)	0.00	n.a.	n.a.	n.a.
Silica (SiO2)	0.00	n.a.	n.a.	0.00

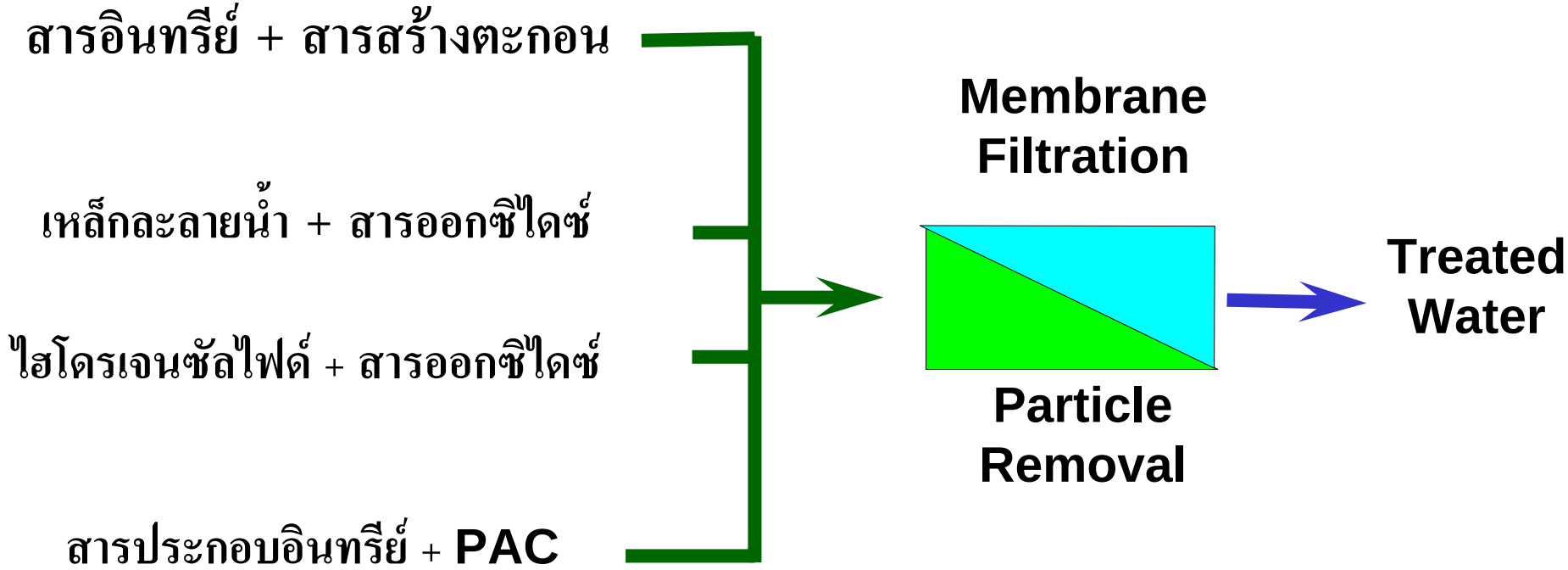
สภาพปัญหาที่พบในระบบผลิตน้ำที่ใช้ membrane



การแก้ไขปัญหา Scaling และ Fouling

1. มีระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเบื้องต้น

ระบบ Reverse Osmosis



สารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำ

- Chlorine(Cl_2) and Chlorine compounds
  - $Ca(OCl)_2$: Calcium Hypochlorite (white granule)
  - NaOCl :โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (yellowish-green liquid)
- Chlorine Dioxide (ClO_2)
- Ozone (O_3)
- Hydrogen peroxide (H_2O_2)
- Chloramines

1. คลอรีนและสารประกอบคลอรีน

ปฏิกิริยาของคลอรีนในน้ำ

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HOCl + HCl$$

$$HOCl \Leftrightarrow H^+ + OCl^-$$

คลอรีนในรูป Cl_2 HOCl OCl^- เรียกว่า Free Residual Chlorine

ปฏิกิริยากับแอมโมเนีย

$$NH_3 + HOCl \longrightarrow NH_2Cl + H_2O$$ Monochloramine

$$NH_2Cl + HOCl \longrightarrow NHCl_2 + H_2O$$ Dichloramine

$$NHCl_2 + HOCl \longrightarrow NCl_3 + H_2O$$ Trichloramine

Mono Di Tri Chroramine เรียกว่า Combined Res Chlorine

ปฏิกิริยาสารประกอบคลอรีนในน้ำ

$NaOCl + H_2O \longrightarrow HOCl + NaOH$

$Ca(OCl)_2 + H_2O \longrightarrow 2HOCl + Ca(OH)_2$

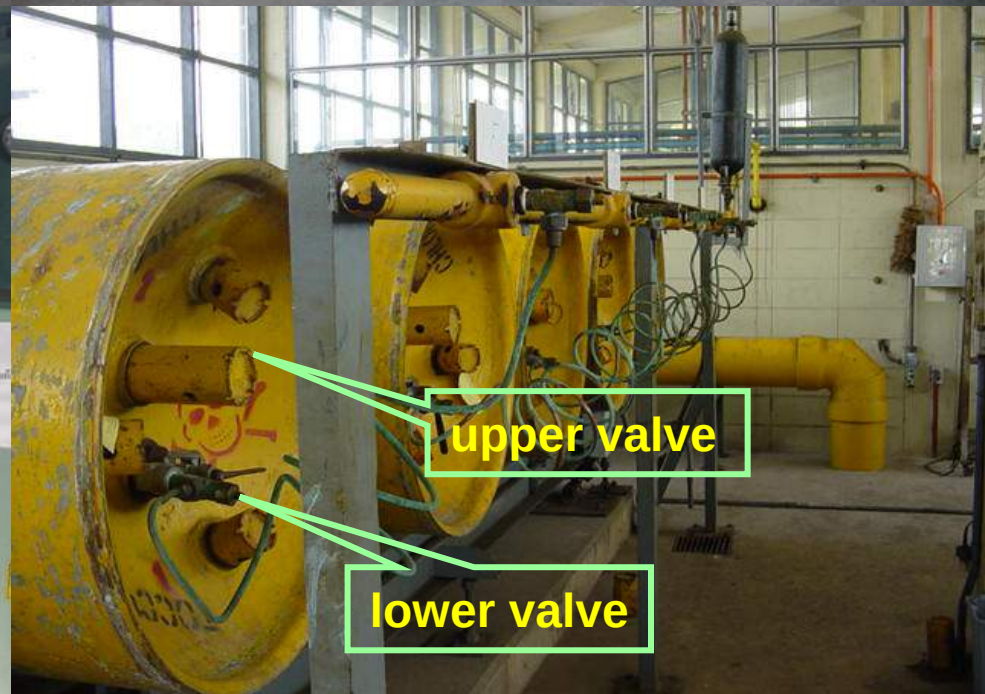
NaOCl

Ca(OCl)2

$\longrightarrow OCl^-$ pH ~ 11-12

$Cl_2 \longrightarrow Cl_2 , HOCl$ pH ~ 2-3

DANGER

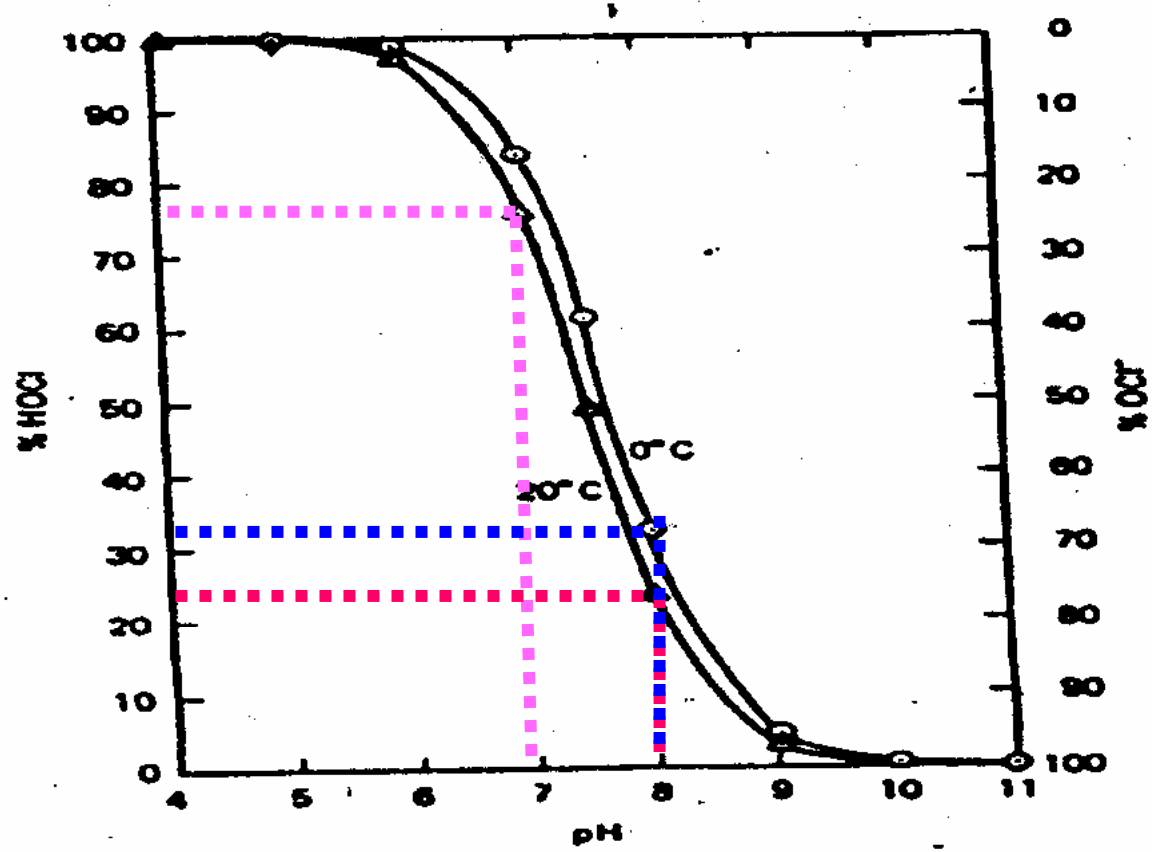

upper valve
lower valve

NO11
INSTALL
MAY1999

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเติมคลอรีน

1. pH
2. Temperature
3. NH_3 and Organics substances

Effect of pH & Temp on Cl_2 effectiveness



The following is a tabulation from the above graph at 20 degrees C.

TABLE 1

pH	%HOCl	%OCl^-	TOTAL %
4	100	0	100
6	96.8	3.2	100
7	75.2	24.8	100
7.5	49.1	50.8	100
8	23.2	76.8	100
9	2.9	97.1	100
11	0	100	100

ข้อดีข้อด้อยของคลอรีน

ข้อดี	ข้อด้อย
ราคาถูก	มีกลิ่นฉุน
หาซื้อได้ง่าย	ทำปฏิกิริยากับ phenol ให้สาร chloro-phenol
วิธีการใช้งานสะดวก	ถ้าในน้ำมีสารอินทรีย์จะทำให้เกิดสาร THMs และ HAA5
มีให้เลือกหลายรูปแบบ	ในกรณีที่ใช้คลอรีนก๊าซต้องมีระบบความปลอดภัยที่ดี

เงื่อนไขในการเติมคลอรีน (WHO)

- Free Residual Chlorine not less than 0.5 mg/L
- Contact time 30 min.
- pH must be lower than 8
- Water Turbidity must be less than 1 NTU

ข้อกำหนดคลอรีนคงเหลือในระบบจ่ายน้ำ

- Normal Circumstance : Free Residual Cl_2 0.2 - 0.5 mg/L
- Outbreak : Free Residual Cl_2 must be higher than 0.5 mg/L

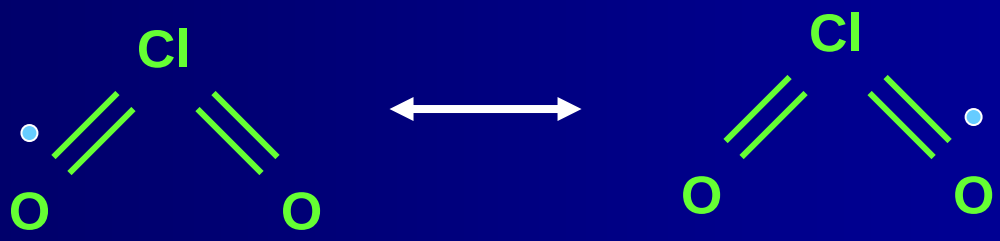
2. คลอรีนไดออกไซด์

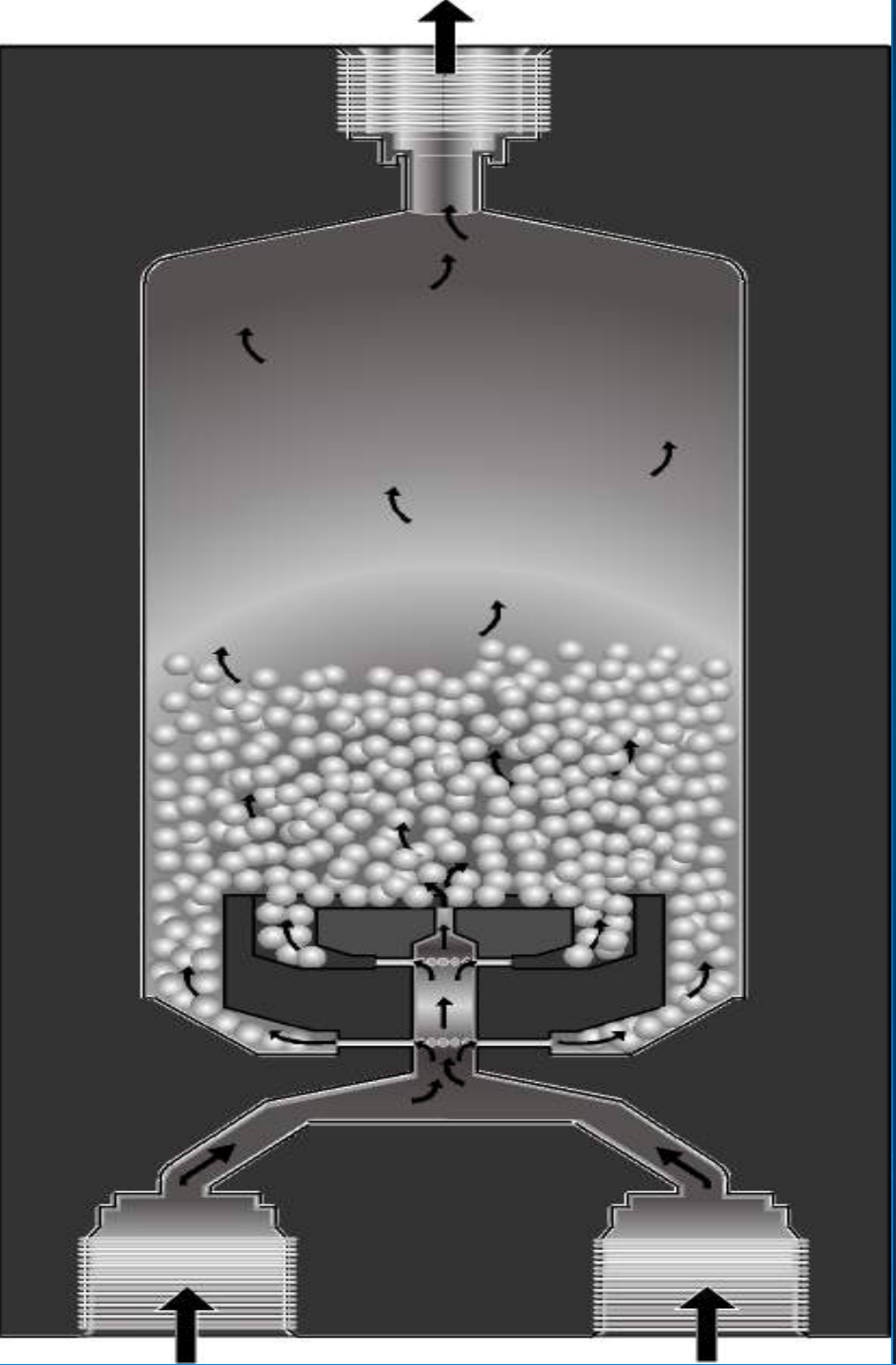
Chlorine Dioxide

ประวัติ

- ต้น ค.ศ. 1800 Sir Humphrey Davy เป็นผู้พบ จากปฏิกิริยาระหว่างโปแตสเซียมคลอเรตกับกรดกำมะถัน

สูตรโครงสร้าง





Water
ClO_2 Solution
ClO_2 Concentrate
ProMinent®

วิธีการผลิตคลอรีนไดออกไซด์

- Chlorite / Chlorine (gas)

$$NaClO_2 + \tfrac{1}{2}\ Cl_2 \longrightarrow ClO_2 + NaCl + \text{Excess } Cl_2$$

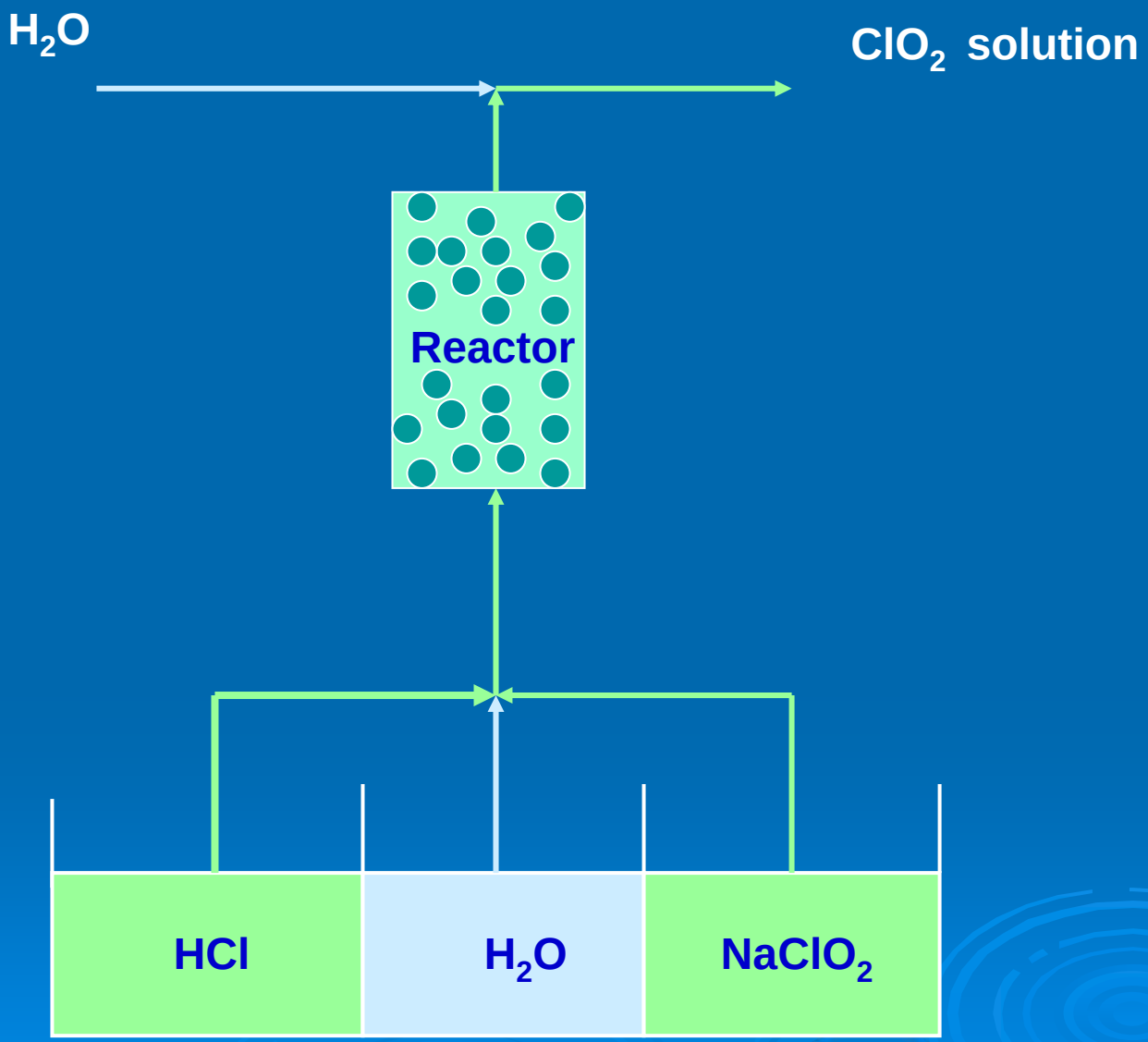
- Chlorite / Acid

$$5NaClO_2 + 4HCl \longrightarrow 4ClO_2 + 2H_2O + 5NaCl + \text{Excess Acid}$$

- Chlorite / Chlorine (solution) / Acid

$$2NaClO_2 + HOCl + HCl \longrightarrow 2ClO_2 + 2NaCl + H_2O + \text{Excess Chlorine}$$

กระบวนการผลิต ClO_2



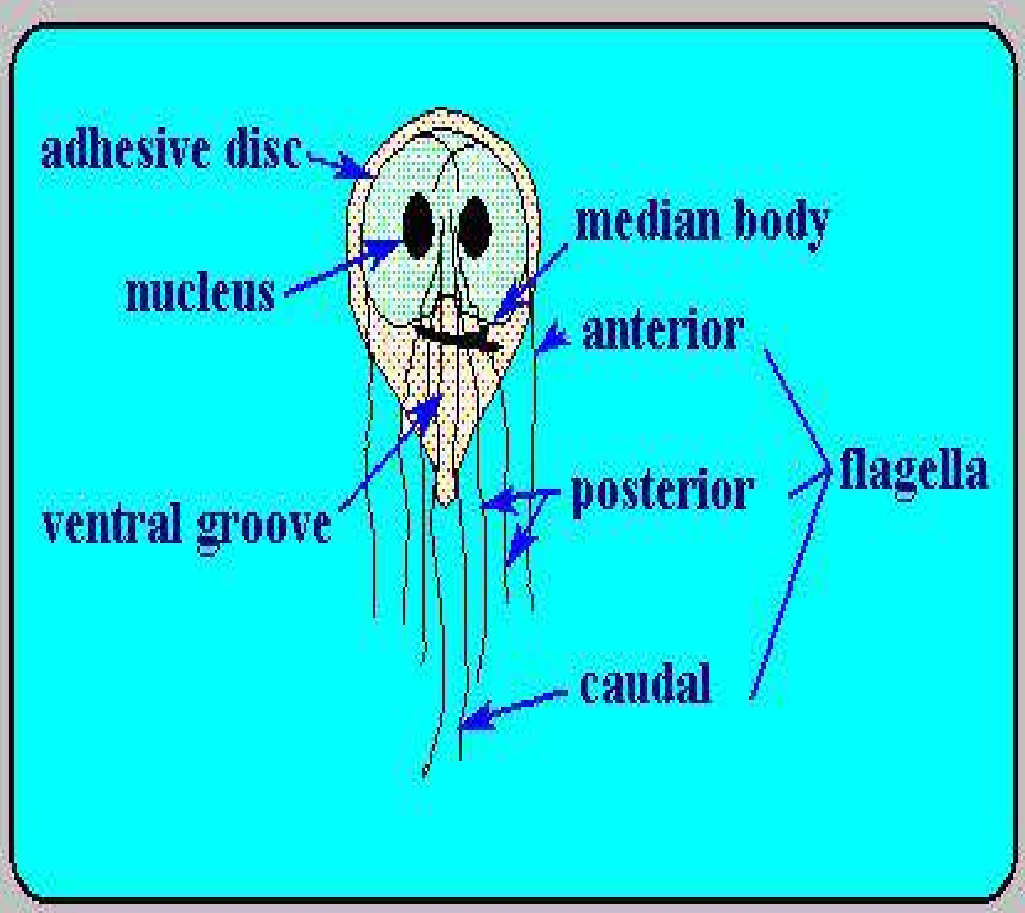
ProMinent®

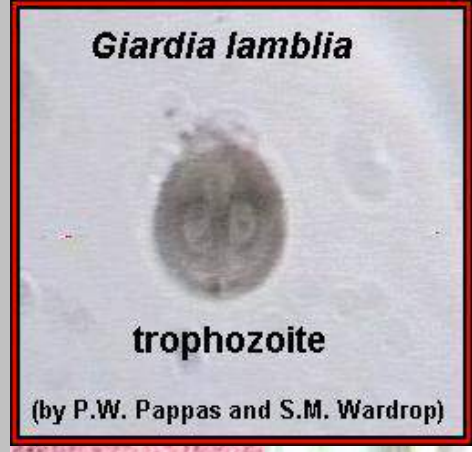
ข้อดีของ ClO_2

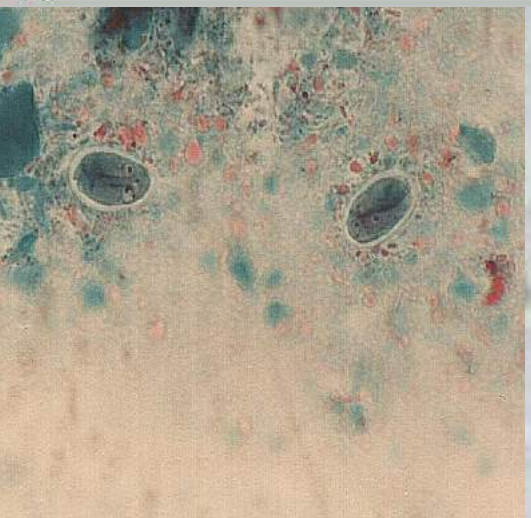
1. มีประสิทธิภาพในการกำจัด Poliovirus I ดีกว่าคลอรีน

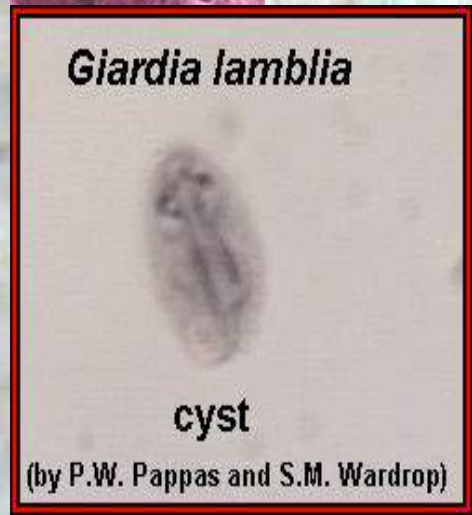
2. มีประสิทธิภาพในการทำลาย Spore ของแบคทีเรียดีกว่าคลอรีน

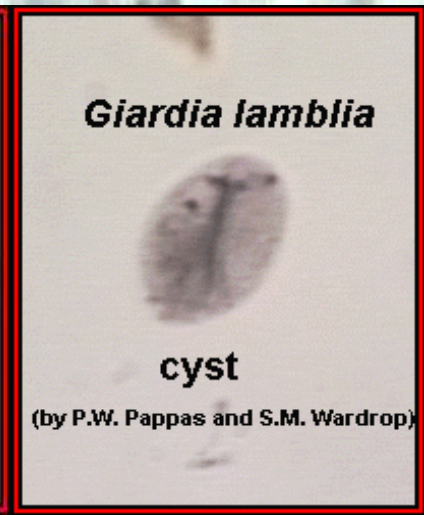
3. ทำลายเชื้อ Protozoa *Giardia sp* and *Cryptosporidium sp.* ได้ดีกว่าคลอรีน









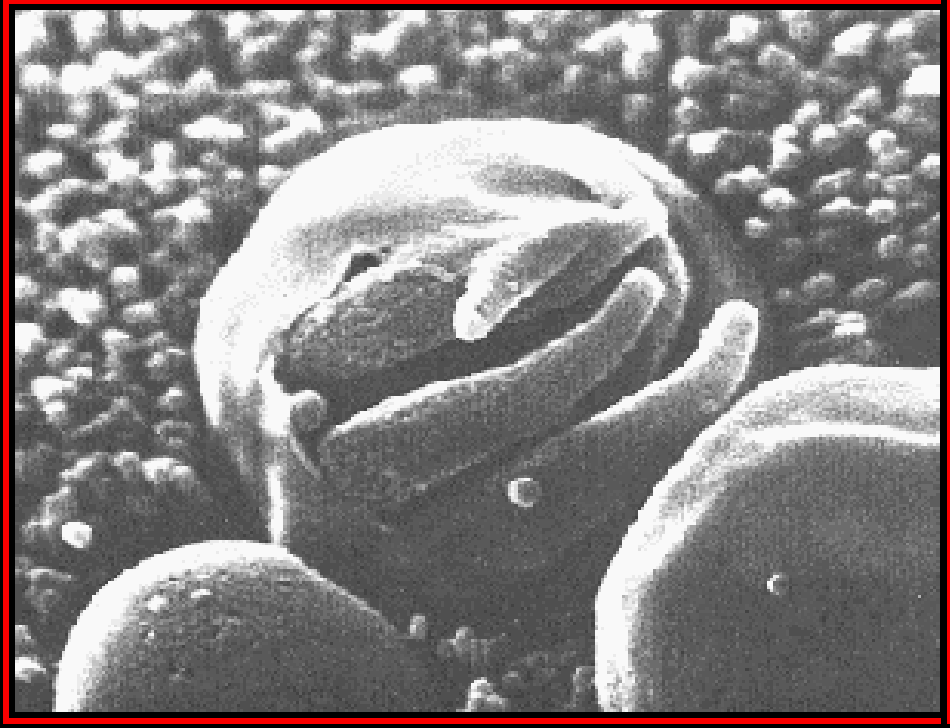


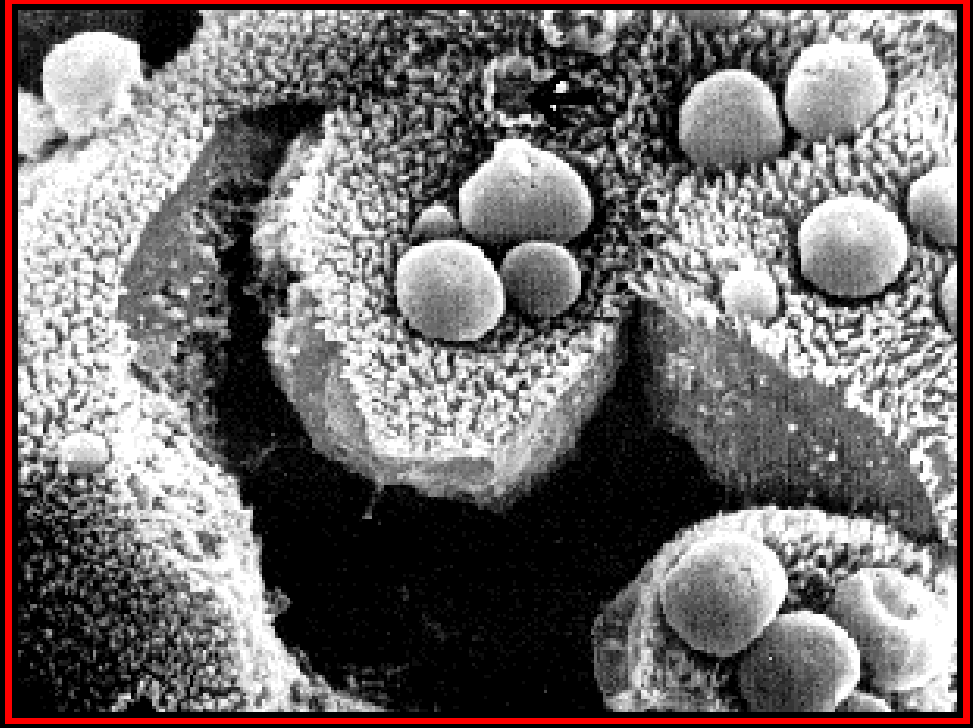
Disinfectants

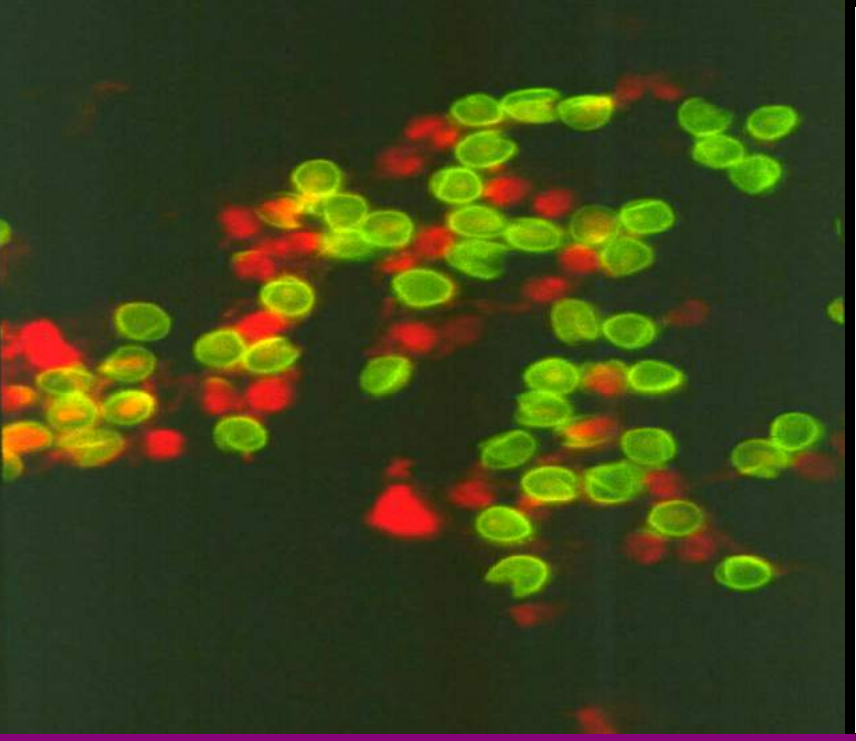
Cryptosporidium parvum

FITC Staining

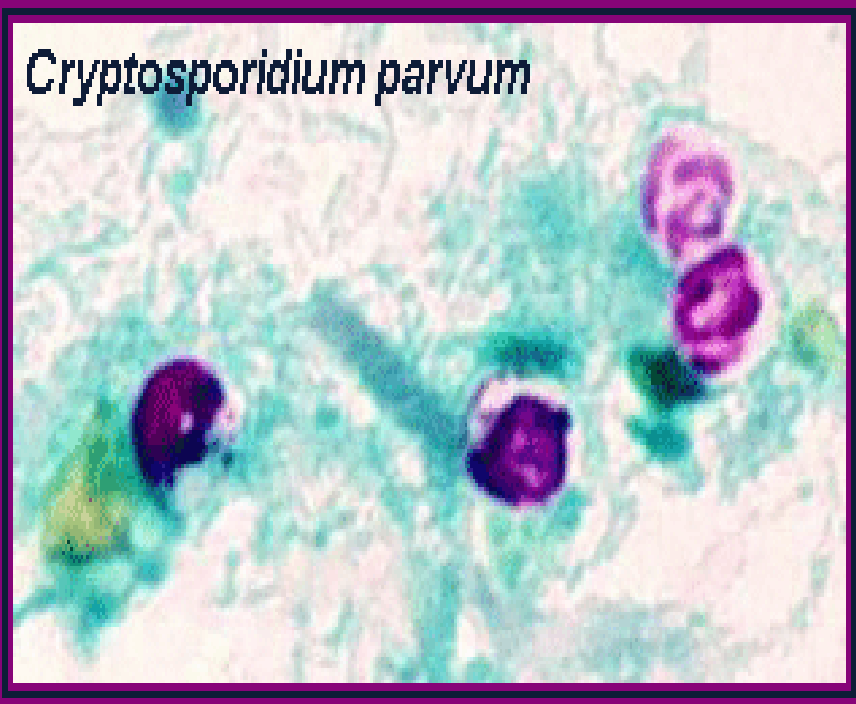
Intercellular Structure

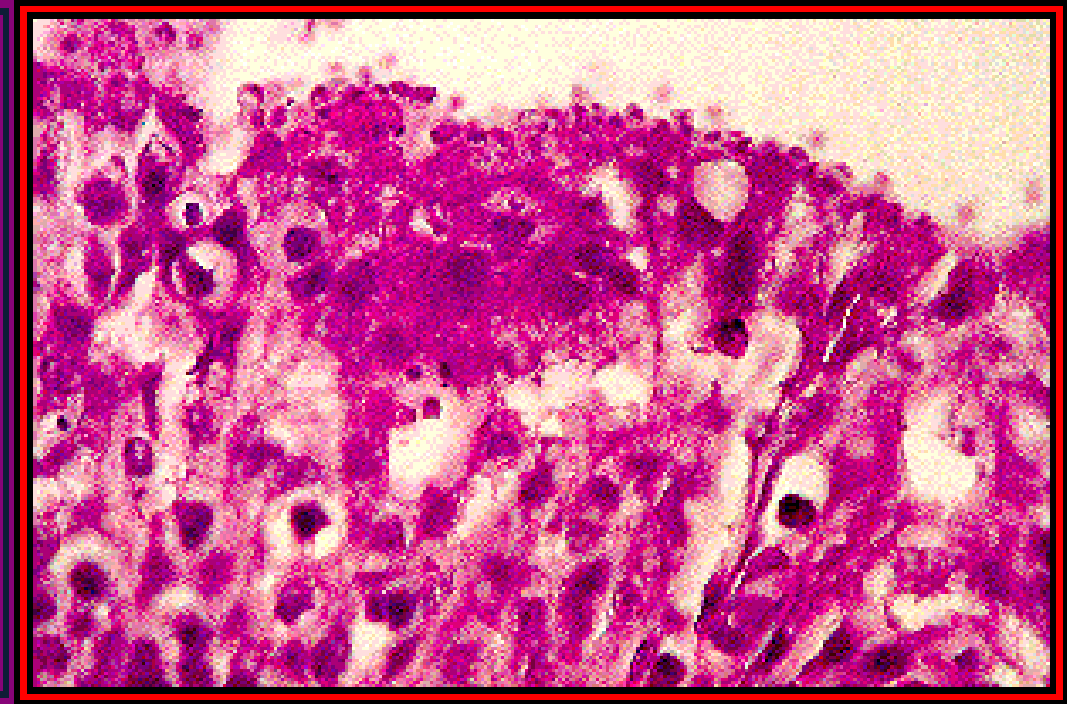






Disinfectants





ข้อดีของ ClO_2 (ต่อ)

4. กำจัดกลิ่นในน้ำซึ่งเกิดจากสาร Geosamin และ 2-MIB ที่สร้างโดยสาหร่าย

5. ไม่ทำปฏิกิริยากับสาร Phenol ทำให้ไม่เกิด chlorophenol ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นในน้ำ

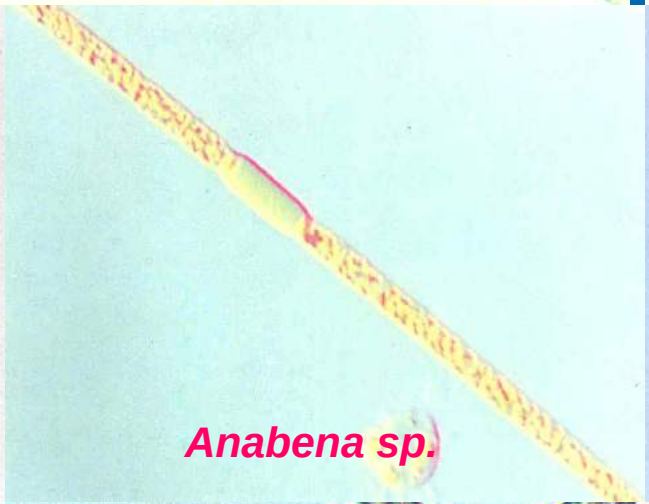
6. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ในน้ำทำให้ไม่เกิดสาร THMs และ HAA5

Oscillatoria limnetica

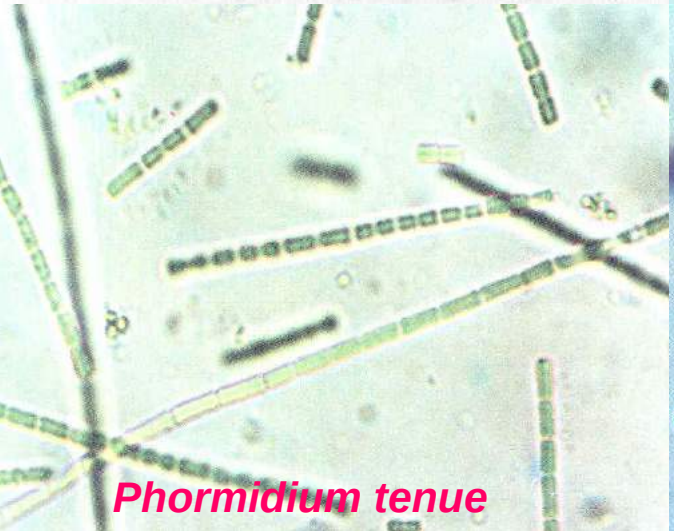
Oscillatoria amoena

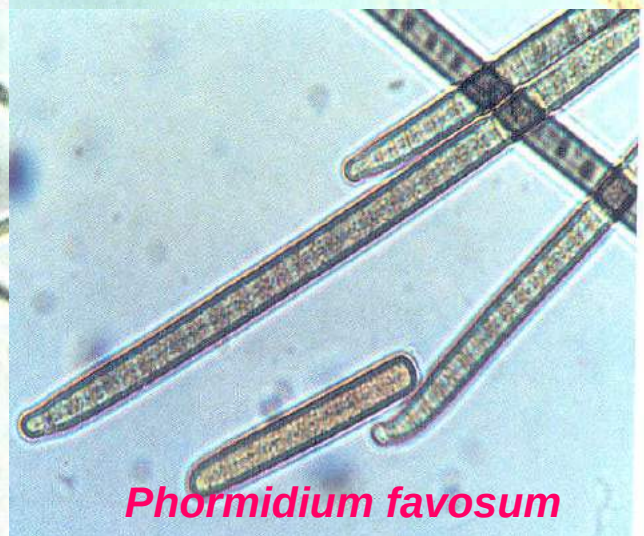
Oscillatoria agardhii

Anabena sp.


Anabena sp.

Anabena macrospora


Phormidium tenue


Phormidium favosum

Phormidium autumnale

ข้อดีของ ClO_2 (ต่อ)

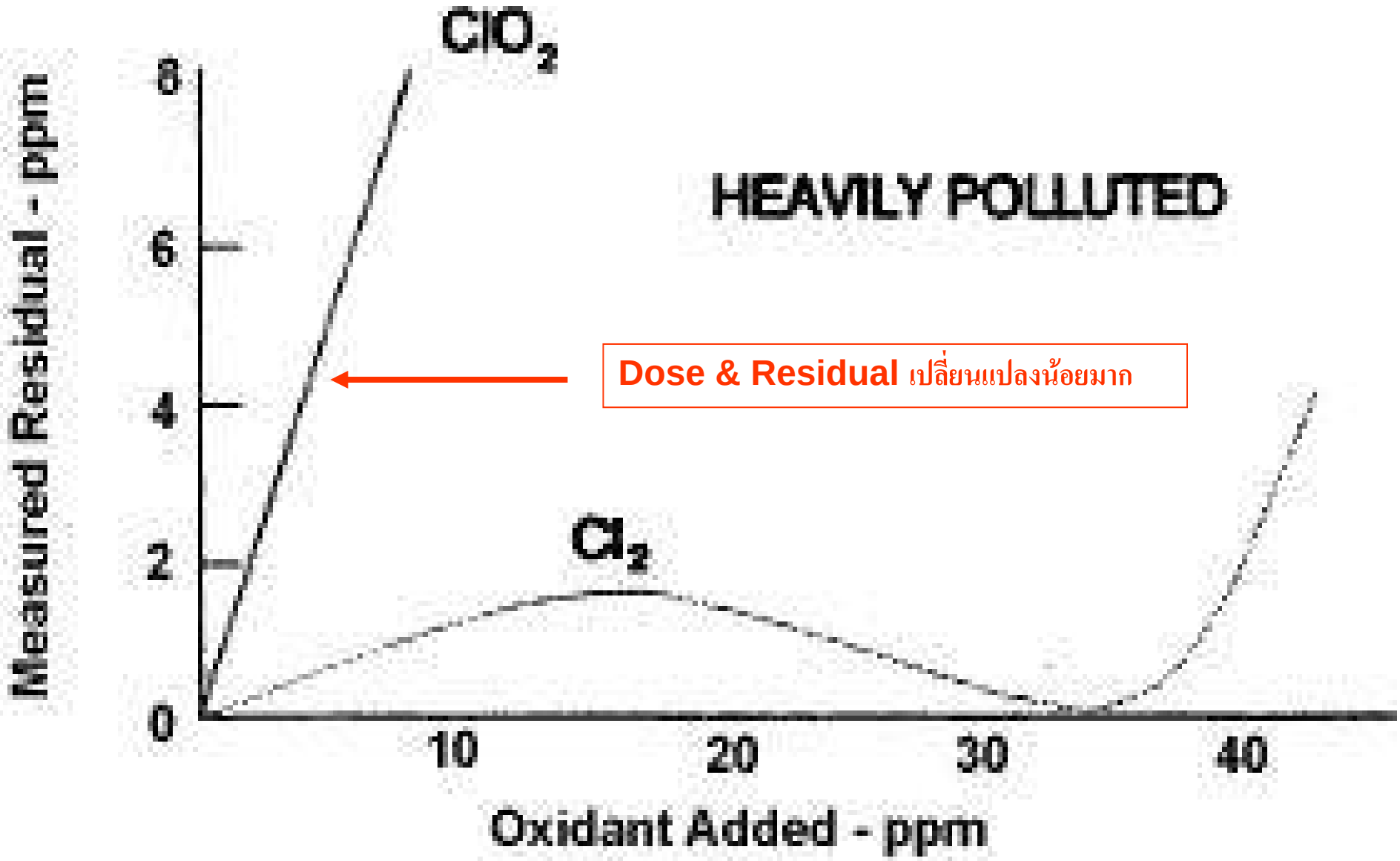
7. ลดสารอินทรีย์ในน้ำที่เป็นสารตั้งต้นของ THMs และ HAA5

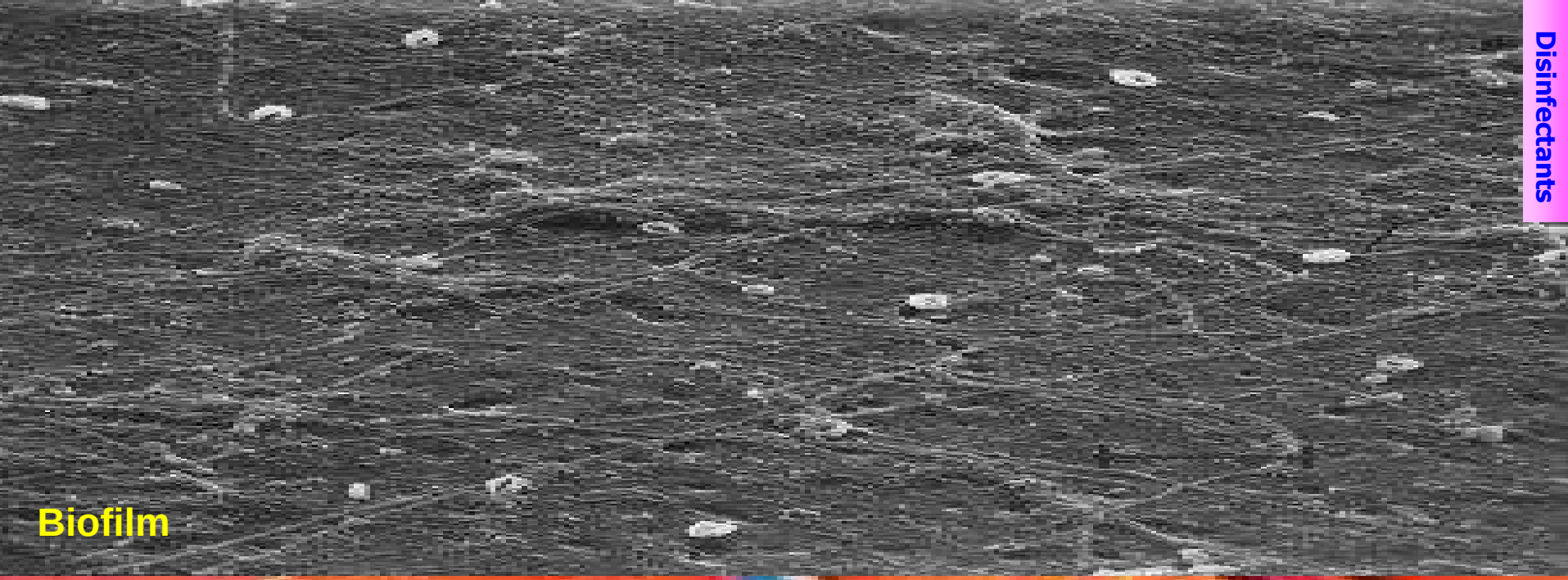
8. ทำงานได้ดีในช่วง pH ที่กว้าง

9. มีความจำเพาะเจาะจงต่อเชื้อโรคสูง

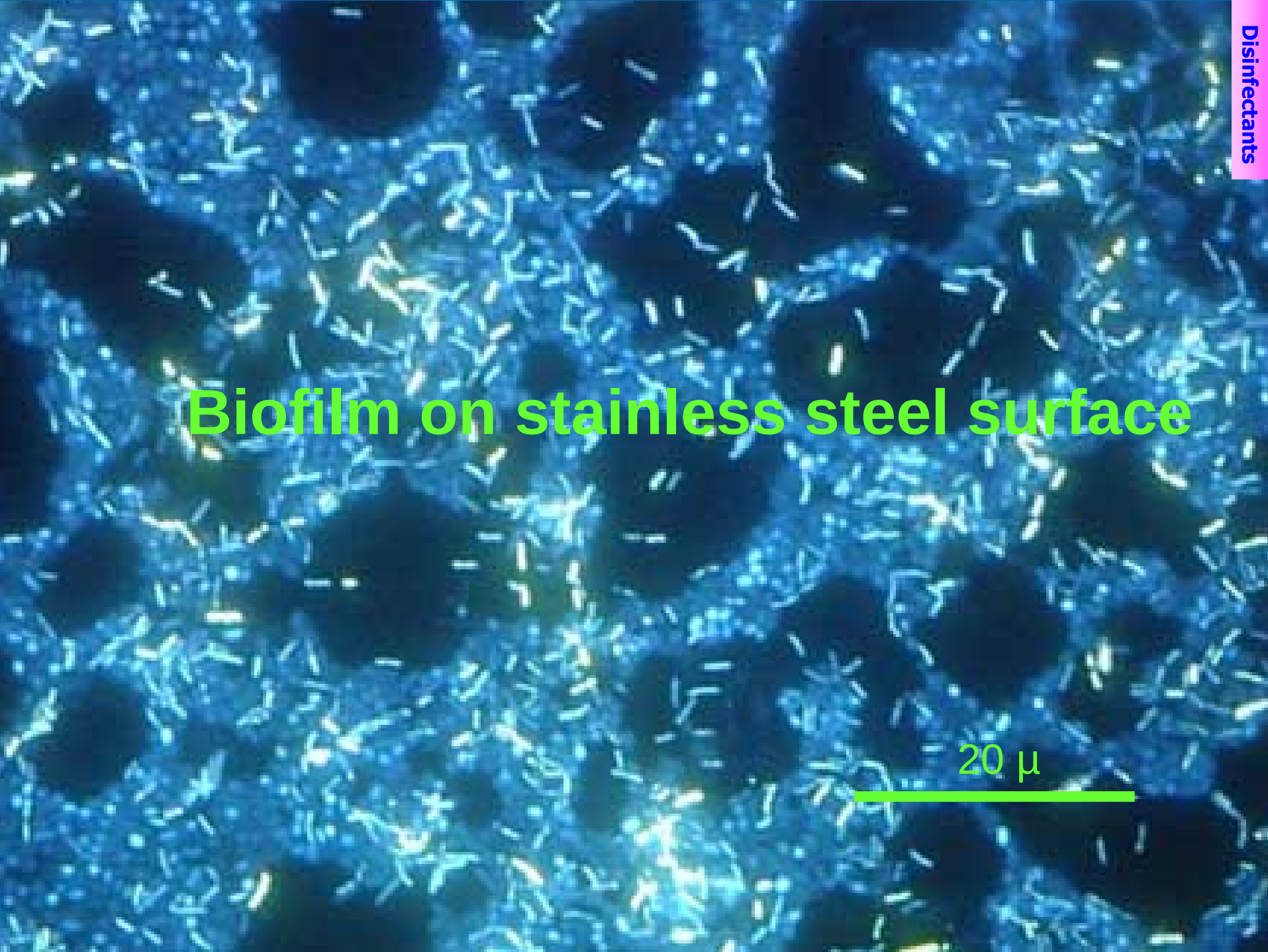
10. กำจัด biofilm ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

SELECTIVITY OF Cl_2 vs ClO_2




Biofilm

Legionella sp.


Biofilm on stainless steel surface
20 µ

3. โอโซน

โอโซน (O_3)

ประวัติ

คือ ก๊าซ อ๊อกซิเจนที่ถูกปรับปรุงโครงสร้างแล้ว พบครั้งแรกโดย Van Marum ในปี ค.ศ. 1785

Ozone มาจากภาษากรีก Ozein มีความหมายว่าได้กลิ่น เนื่องจากก๊าซ Ozone มีกลิ่นฉุน

ข้อดีของ O_3

- สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียและไวรัสได้ดีกว่าสารเคมีตัวอื่นๆ
- สามารถกำจัดเชื้อ Protozoa *Giardia sp* และ *Cryptosporidium sp.*
- สามารถกำจัดสารซึ่งเป็นสาเหตุของรสชาติและกลิ่นไม่ดีในน้ำที่เกิดจากสาหร่าย และแบคทีเรีย จำพวก Actinomtcetes

ข้อดีของ O_3 (ต่อ)

- ไม่ทำปฏิกิริยากับสาร Phenol ในน้ำ และสามารถอ๊อกซิไดซ์ สาร Chlorophenol ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำมีรสชาติไม่ดี
- ไม่ทำปฏิกิริยา กับสารอินทรีย์ (NOM) ทำให้ไม่เกิดสารประกอบ THMs และ HAA5
- กำจัดสารตั้งต้น (precursors) ของ THMs และ HAAs โดยการ oxidation

ข้อดีของ O_3 (ต่อ)

- สามารถกำจัด Biofilm ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อดีและข้อด้อยของ O_3

ข้อดี	ข้อด้อย
วัตถุดิบหาง่าย ไม่ต้องซื้อ	ลงทุนสูง
มีอำนาจในการฆ่าเชื้อรุนแรง	ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องสูง
มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดกลิ่น สี ทำให้น้ำมีรสชาติน่าดื่ม	สลายตัวเร็ว ทำให้ไม่มี **Residual** เหลืออยู่ในน้ำ
ไม่ก่อให้เกิดสาร **THMs.**ในน้ำ	

Disinfection by-products

กลุ่ม Inorganic byproducts	กลุ่ม Halogenated organic byproducts (THMs)	กลุ่ม Haloacetic acid byproducts (HAA5)
Bromate ion	Chloroform	Monochloroacetic acid
Chlorite ion	Bromodichloromethane	Dichloroacetic acid
	Dibromochloromethane	Trichloroacetic acid
	Bromoform	Monobromoacetic acid
		Dibromoacetic acid

Disinfectant & Disinfection by-product

Disinfectants		
Cl_2	ClO_2	O_3
THMs	ClO^-_2	Bromate
HAAs		aldehydes

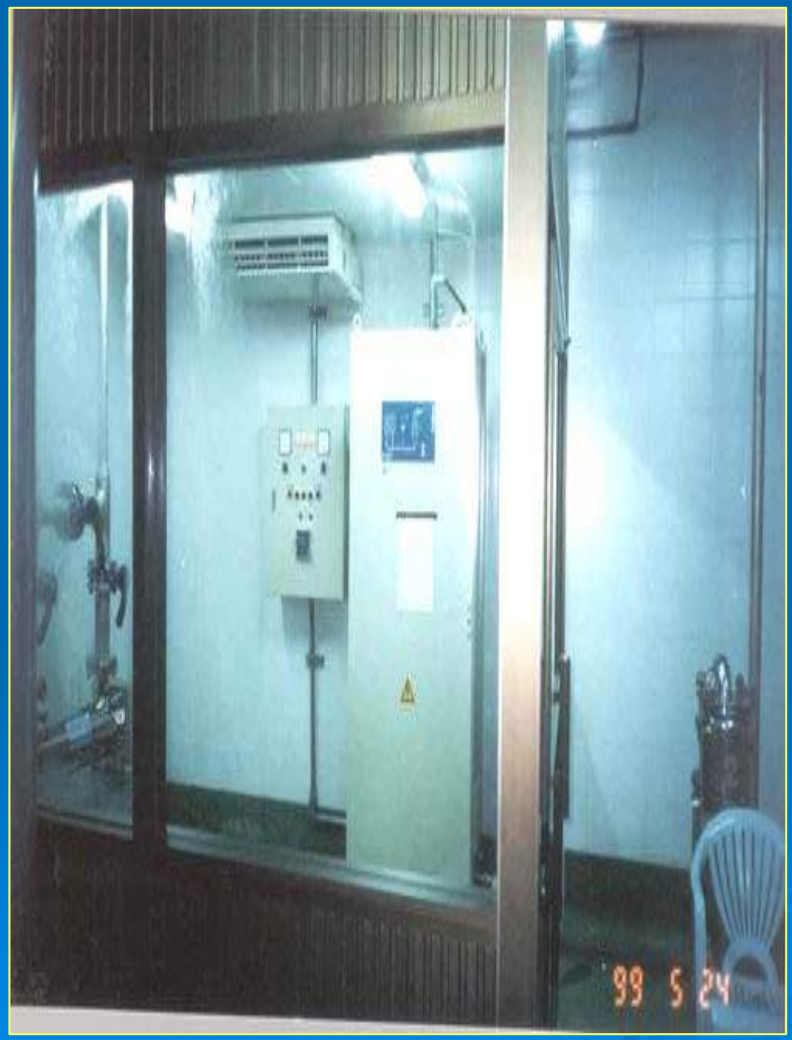
หลักเกณฑ์ในการพิจารณาสารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อโรค

1. ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อโรค
2. ไม่ก่อให้เกิดสารพิษหลังจากฆ่าเชื้อโรค
3. ความปลอดภัยและสะดวกในเรื่องการขนส่งและเก็บรักษา
4. ราคาสาร และ ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาอุปกรณ์

COKE COCA - COLA GROUP

“NAMTHIP”

บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด (มหาชน)



“JOY”

COCA - COLA BEVERAGES VIETNAM LIMITED

Capacity 15,000 Litres/Hour.

“KINLEY”

BOTTLERS

NEPAL LIMITED

Capacity 3,000 Litres/Hour.

“FRESH”

MEGHNA PET

INDUSTRIAL LIMITED

DHAKA, BANGLADESH

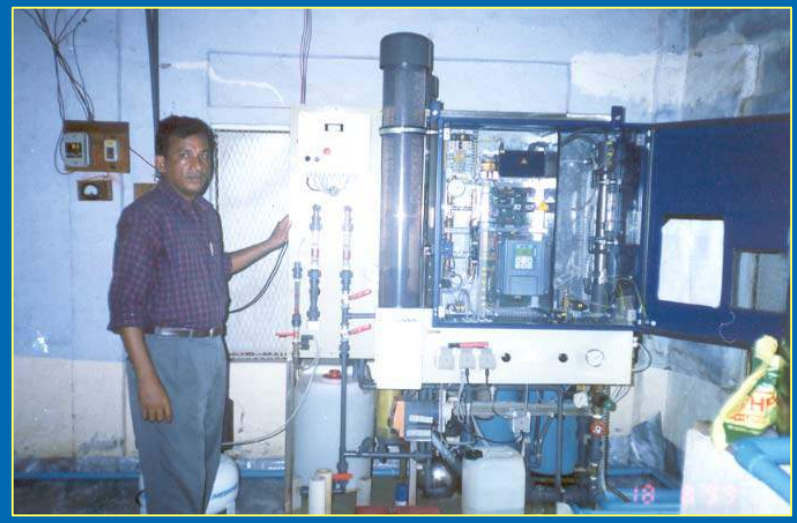
Capacity 5,000 Litres/Hour.

SIAM MILITARY BANK PUBLIC LIMITED HEAD OFFICE

น้ำดื่มภายในสำนักงาน
ธนาคาร ทหารไทย
สำนักงานใหญ่ จตุจักร

Capacity 5,000 Litres/Hour.

H_2O
DRINKING WATER
DHAKA
BANGLADESH
COMPACK SYSTEM



LIBRA

PHAMARCEUTICAL

DHAKA

BANGLADESH

5 M3/H.

CALBERG

BEVERY

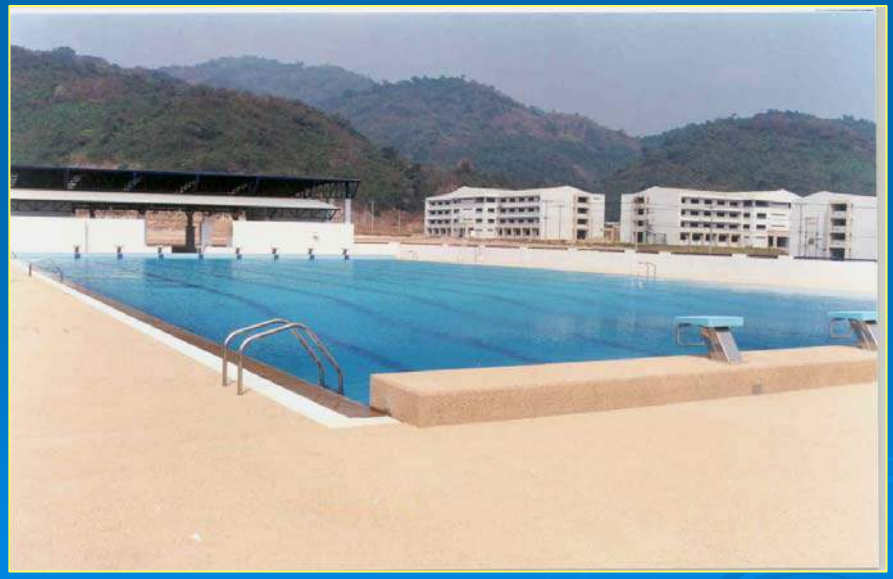
THAILAND

(WANG NOI)

10 M3/H.

สระวายน้ำ
บ้านท่านประธานเครือ ซีพี.
คุณธนินทร์ เจียรวนนท์

สระว่ายน้ำ
มาตรฐานโอลิมปิค
โรงเรียนเตรียมทหาร
เขาชะโงก จ.นครนายก

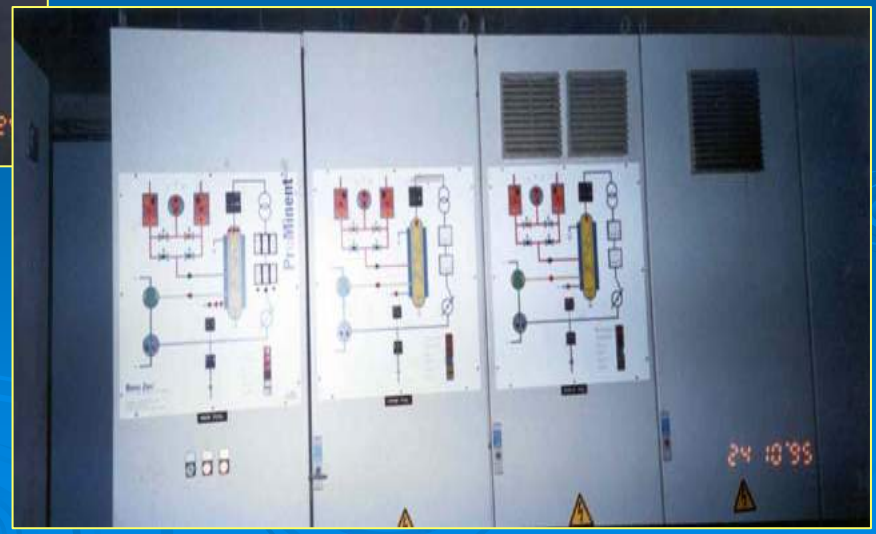


สระว่ายน้ำ
มาตรฐานโอลิมปิค
กรุงโซล เกาหลีใต้

สระว่ายน้ำ

มาตรฐานโอลิมปิค

กรุงโซล เกาหลีใต้



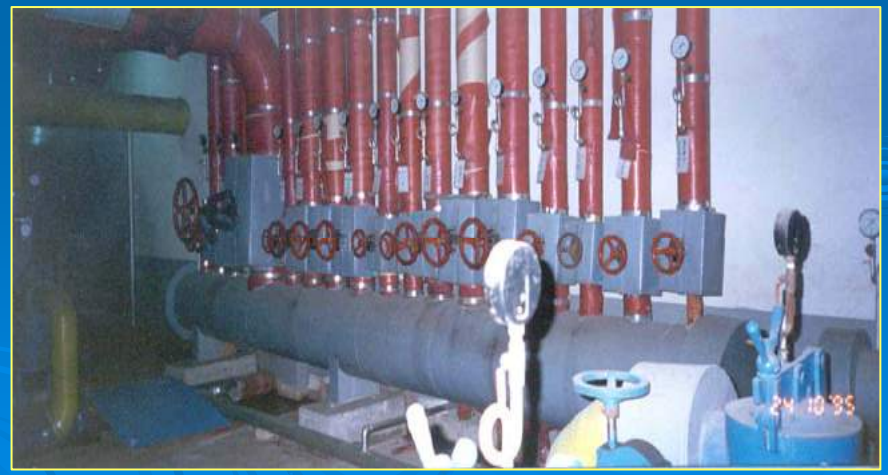
SINCE : 1994

ProMinent

สระว่ายน้ำ

มาตรฐานโอลิมปิค

กรุงโซล เกาหลีใต้



SINCE : 1994

โรงเพาะเลี้ยงกุ้ง
บจก. กุ้งสยาม

Siam - a crustaceae

Chacherngsao province (Thailand)

240 gO3 / hr.

โรงเพาะเลี้ยงลูกกุ้ง
บจก. ซีพีฯ

ซาฟารีเวิลด์
(ปลาโลมา)

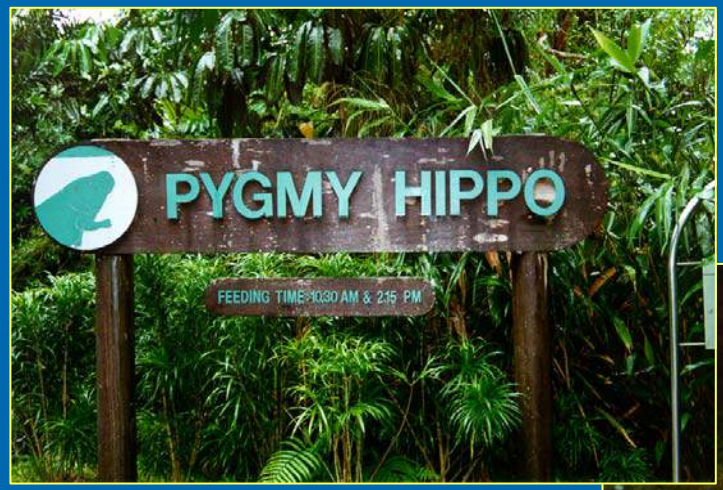
Ozone Generator

and

Reaction System

ซาฟารีเวิลด์ (ปลาโลมา)

ProMinent Ozone Generator in Zoo



Singapore Zoo

ระบบบรรจุน้ำขวด
(Filling Machine)

ประกอบด้วยโครงสร้างระบบดังนี้

1. เครื่องล้างทำความสะอาดขวดเปล่าอัตโนมัติ (Automatic Rinsing Machine)

2. เครื่องบรรจุน้ำดื่มอัตโนมัติ (Automatic Filling Machine)

3. เครื่องคัดฝา-ปิดฝาแบบฝาพลาสติกหมุนเกลียว (Automatic Capping Machine)

4. เครื่องลำเลียงฝา (Cap Feeding Machine)

5. เครื่องพิมพ์ INK JET

6. เครื่องหดฟิลม์คอขวด (Cap seal shrink)

7. เครื่องห่อรวมขวดด้วยฟิลม์อัตโนมัติ (Automatic shrink film wrapping machine)

หลักการออกแบบระบบบรรจุน้ำขวด

1. กำหนดอัตราการผลิตน้ำ(ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง) สำหรับระบบผลิตน้ำ
2. กำหนดระยะเวลาการทำงานกี่ชั่วโมง/วัน
3. กำหนดเวลาพักและเวลาสูญเสียขณะทำงานประมาณ 2 ชั่วโมง/วัน
4. ระยะเวลาปฏิบัติงานจริง ข้อ 2 ลบ ข้อ 3
5. ได้ระยะเวลาปฏิบัติงานจริงกี่ชั่วโมงต่อวัน
6. นำข้อ 1 คูณด้วยข้อ 5 จะได้ปริมาตรน้ำที่ผลิตได้ต่อวัน
7. กำหนดปริมาตร/ขวดที่ผลิตคูณด้วยข้อ 6 จะได้จำนวนขวดที่ผลิตต่อวัน
8. เลือกเครื่องบรรจุที่มีอัตราการบรรจุขวดที่ความเร็ว(ขวด/นาที)ที่ต้องการ

ตัวอย่างการคำนวณเลือกเครื่องบรรจุน้ำขวดอัตโนมัติ

1. กำหนดอัตราการผลิตน้ำ(ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง) สำหรับระบบผลิตน้ำ

กำหนดอัตราการผลิตน้ำ = 2 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

2. กำหนดระยะเวลาการทำงานกี่ชั่วโมง/วัน

กำหนดระยะเวลาการทำงาน = 8 ชั่วโมง/วัน

3. กำหนดเวลาพักและเวลาสูญเสียขณะทำงานประมาณ 2 ชั่วโมง/วัน

4. ระยะเวลาปฏิบัติงานจริง ข้อ 2 ลบ ข้อ 3

ระยะเวลาปฏิบัติงานจริง = 8 ─ 2 = 6 ชั่วโมง

5. ได้ระยะเวลาปฏิบัติงานจริง = 6 ชั่วโมงต่อวัน

ตัวอย่างการคำนวณเลือกเครื่องบรรจุน้ำขวดอัตโนมัติ(ต่อ)

6. นำข้อ 1 คูณด้วยข้อ 5 จะได้ปริมาตรน้ำที่ผลิตได้ต่อวัน

ปริมาตรน้ำที่ผลิตได้ต่อวัน = 2X6 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

= 12 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

7. กำหนดปริมาตร/ขวดที่ผลิตคูณด้วยข้อ 6 จะได้จำนวนขวดที่ผลิตต่อวัน

สมมุติเลือกใช้ขวดขนาด 600 ซีซีผลิตน้ำดื่ม

$\therefore$ จำนวนขวดที่ผลิตได้ทั้งหมด = $\frac{12X1000}{0.6}$

= 20,000 ขวด/6 ชั่วโมง

= 56 ขวด/นาที

8. เลือกเครื่องบรรจุที่มีอัตราการบรรจุขวดที่ความเร็ว(ขวด/นาที)

= **56** **ขวด/นาที**