



การประปานครหลวง
METROPOLITAN WATERWORKS AUTHORITY

การกำจัดเหล็กและแมงกานีส

1. ชื่อ : พรศักดิ์ สมรไกรสรกิจ
2. ตำแหน่ง : ผู้อำนวยการกองธุรกิจเสริมด้านระบบผลิต
3. สถานที่ทำงาน : การประปานครหลวง

- การศึกษา :

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

- การฝึกอบรมต่างประเทศ

1. Training course Yokohama Training Program 2001 in Japan

คุณภาพน้ำผิวดิน(*Surface Water Quality*)

1. ความขุ่น (Turbidity)

นิยมใช้ความขุ่นในการออกแบบและเป็นเครื่องชี้วัดประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตน้ำ เช่น การตกตะกอนและการกรองน้ำ เป็นผลมาจากที่มีอนุภาคคอลลอยด์(Colloids) อยู่ในน้ำ การประปานครหลวงกำหนดความขุ่นน้ำดิบต้องไม่เกิน 250 NTU (Nephelometric Turbidity Units) สามารถกำจัดโดยการตกตะกอนและกรอง

2. ค่า pH

เป็นค่าที่แสดงถึงความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ว่ามีมากน้อยเพียงใด ค่า pH ขึ้นกับปริมาณของไฮโดรเจนไอออนที่แตกตัวในน้ำ

ถ้า pH น้อยกว่า 7 แสดงว่าน้ำเป็นกรด

ถ้า pH มากกว่า 7 แสดงว่าน้ำเป็นด่าง

โดยปกติน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่จะมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.5 – 8.5

3. ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity)

เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถที่จะทำลายฤทธิ์กรด ความเป็นด่างเกิดจากเกลือของกรดอ่อนและบางครั้งก็เกิดจากด่างอ่อนหรือด่างแก่ ประกอบด้วยไอออนต่างๆ เช่น คาร์บอเนต (CO_3^{2-}), ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) **การประปานครหลวงกำหนดค่าความเป็นด่างของน้ำที่ออกจากถังตกตะกอนต้องมากกว่า 50 mg/l as CaCO_3** เนื่องจากเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการรวมตัวของตะกอน โดยน้ำที่มีระดับค่าความเป็นด่างสูงจะช่วยให้ปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีที่เติมในน้ำกับตะกอนได้ดี นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญต่อการกำจัดความกระด้างและป้องกันการกัดกร่อนของน้ำอีกด้วย

4. คลอไรด์ (Chloride)

เป็นสารที่ละลายน้ำได้ดีมีอยู่ในน้ำตามธรรมชาติ ถ้ามีมากจะทำให้น้ำกร่อยหรือเค็ม และจะทำให้ภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะเกิดสนิมได้รวดเร็ว การกำจัดหรือลดปริมาณคลอไรด์ออกจากน้ำค่อนข้างยุ่งยาก



5. ค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity)

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

6. สี (Color)

สีที่เกิดขึ้นในน้ำมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่สีที่เกิดขึ้นจากการมีสารแขวนลอยเรียกว่า *สีปรากฏ (Apparent Color)* สามารถกำจัดด้วยการกรองธรรมดา และสีที่เกิดขึ้นจากสารละลายในน้ำ เรียกว่า *สีจริง (True Color)* ซึ่งต้องกำจัดโดยการดูดซึมด้วยถ่านกัมมันต์หรือการกรองด้วยแผ่นเมมเบรน

7. ปริมาณสารอินทรีย์ (Organic Compound)

เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณสารอาหารที่จุลินทรีย์สามารถใช้ในการ *สร้างพลังงาน และสร้างเซลล์ใหม่* เช่น แป้ง ไขมัน โปรตีน ซึ่งมาจากการย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ที่ตกลงในน้ำและสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ เช่น กรดแทนนิก กรดลิกนิก เซลลูโลส เป็นต้น

8. จุลินทรีย์ประเภทแบคทีเรีย(Bacteria)

เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสกปรกในรูปของสิ่งมีชีวิตซึ่งจะทำให้เกิดโรคที่มีน้ำเป็นสื่อหรือเป็นพาหะ เรียกว่า โรคติดต่อทางน้ำ(*water borne diseases*) แบคทีเรียกลุ่มที่เป็นตัวชี้ความสกปรกเรียกว่า โคลิฟอร์มแบคทีเรีย(*coliform bacteria*) จะอาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่นและพบเป็นจำนวนมากในอุจจาระ

9. สาหร่าย(Algae)

คุณภาพน้ำใต้ดิน(*Ground Water Quality*)

1. เหล็ก (Iron)

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

2. แมงกานีส (Manganese)

แมงกานีสในแหล่งน้ำใต้ดินจะอยู่ในรูปของ **แมงกานีสไบคาร์บอเนต** ($Mn(HCO_3)_2$) ซึ่งละลายน้ำ แต่จะปรากฏอยู่สองรูปแบบคือ แมงกานีส(Mn^{2+}) และ แมงกานิก(Mn^{3+}) เมื่อสัมผัสกับอากาศหรือออกซิเจนจะถูกเปลี่ยนสภาพเป็น แมงกานีส(Mn^{4+}) ซึ่งไม่ละลายน้ำและตกตะกอนเป็น **น้ำตาลดำ**

3. ความกระด้าง (Hardness)

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

- ทำให้เกิดตะกอนในหม้อไอน้ำ
- เกิดปัญหากับสุขภัณฑ์ต่างๆ เช่น เกิดคราบสีขาวเกาะอยู่ตามเครื่องสุขภัณฑ์
- รสชาติของน้ำไม่น่าดื่ม



สภาพปัญหาจากแหล่งน้ำบาดาล

1. สนิมเหล็ก

2. สนิมแมงกานีส

3. ตะกั่วหินปูนเกาะบนสุขภัณฑ์



สภาพปัญหาที่เกิดจาก Fe และ Mn

- การอุดตันในระบบท่อจ่ายน้ำ
- เกิดสีในน้ำประปา
- กลิ่นสนิมเหล็กหรือกลิ่นคาว
- เกิดคราบสกปรกบนเสื้อผ้า
- เกิดคราบสกปรกบนเครื่องสุขภัณฑ์

A large, industrial ladle is shown, tilted to reveal its interior. The ladle is filled with a dark, granular substance, which is identified as MnO2 slag. The ladle's rim and the surrounding area are illuminated by bright, yellowish light, likely from industrial lamps. The background is dark and indistinct, suggesting a factory or industrial setting.

ตะกรัน MnO_2

สภาพปัญหาสนิมเหล็ก และ แมงกานีส

- ท่อส่งน้ำอุดตัน



- สูญเสียค่าน้ำจากวาล์วที่ปิดไม่สนิท



- ปริมาณการสูบ - จ่ายน้ำลดลง



เกิดสนิมเหล็กและแมงกานีสอุดตันในระบบกรองน้ำและใบพัด



ที่มา : จาก PowerPoint Water Treatment.ChE480/580 Engineering Risk Assessment. Professor Margrit Von Braun

11



ปัญหาสนิมเหล็ก และ แมงกานีส ในน้ำใช้

- เกิดคราบที่สุขภัณฑ์

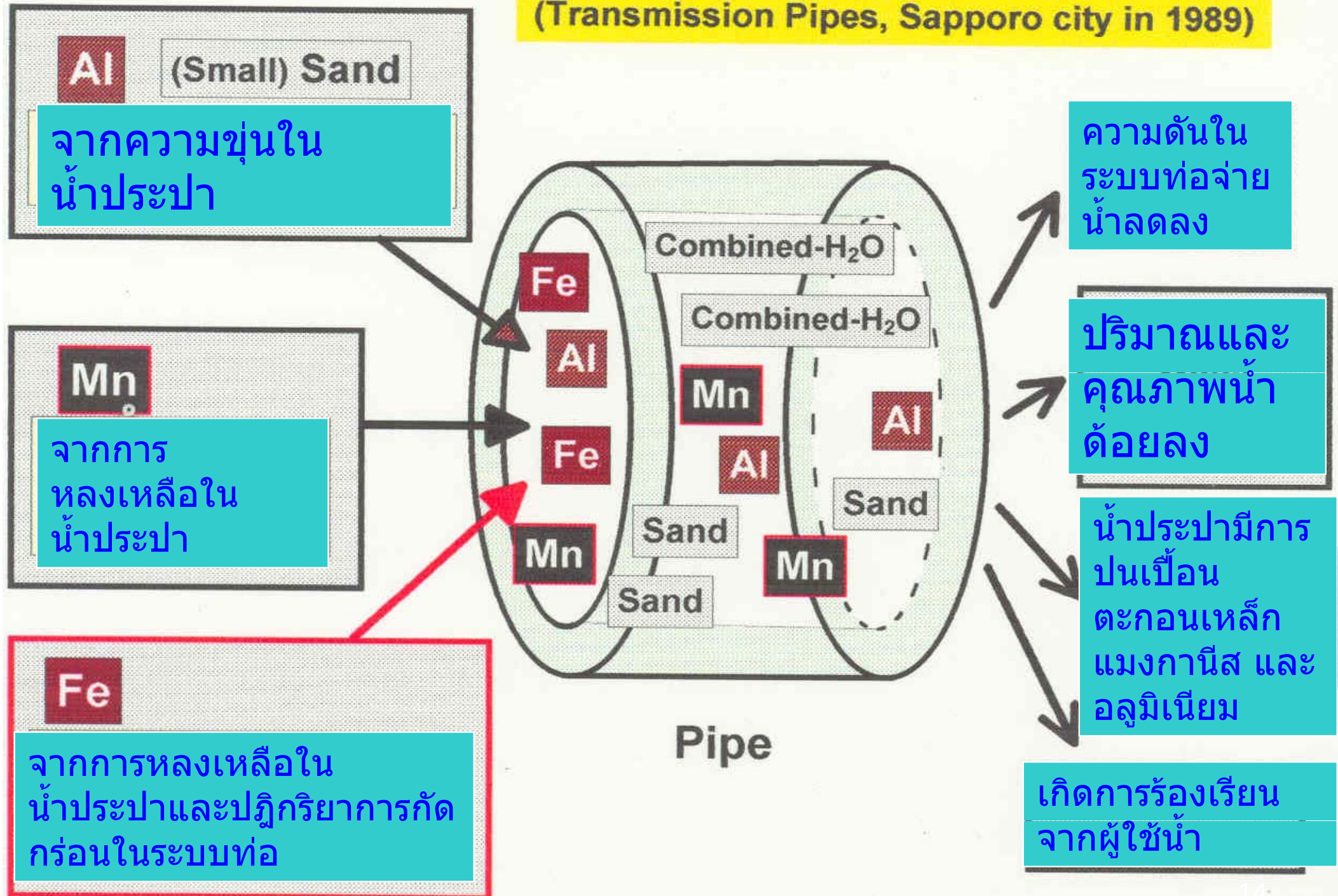


ปัญหาสนิมเหล็ก และ แมงกานีส ในระบบหล่อเย็น

- *สูญเสียพลังงานในการถ่ายเทความร้อน*



Causes of Attachment inside of Pipes (Transmission Pipes, Sapporo city in 1989)



ความน่ารังเกียจของ Mn และ Fe

ชนิดธาตุ	รสชาติ	การเกิดสี
Mn	กลิ่นคาว	น้ำตาลดำ (MnO_2)
Fe	กลิ่นคาว	แดงอมเหลือง $\text{Fe}(\text{OH})_3$



มาตรฐานในน้ำดื่ม

ประเทศ	Mn MCL (mg/L)	Fe MCL (mg/L)	Agency
Thailand	0.05	0.3	TIS
Japan	0.05	0.3	MHW
USA	0.05	0.3	USEPA
UN	0.4	0.3	WHO

MCL : Maximum Contaminant Level

MCLG : Maximum Contaminant Level Goal

MHW = Ministry of Health, Labour and Welfare

TIS = สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ปี 2549

ชนิดธาตุ	มิลลิกรัม/ลิตร
Mn	0.4
Fe	0.3



ความเป็นพิษของ Mn และ Fe

ชนิดธาตุ	ปริมาณความเป็นพิษ	รูปแบบ
Mn	28 mg/L	เซื่องซึม ฟุ้งซ่าน ใจสั้น กล้ามเนื้อกระดูก
Fe	40 mg/Kg	ตกเลือด



แหล่งกำเนิดของธาตุ เหล็ก และ แมงกานีส

เปลือกโลก : $\text{Mn} \sim 0.1 \%$, $\text{Fe} \sim 5 \%$

แร่ธาตุที่มาจากแมงกานีส

➤ Manganite : $\text{MnO}(\text{OH})$

➤ Housmannite : Mn_3O_4

➤ Pyrolusite : MnO_2

➤ Alabandite : MnS

➤ Rhodochrosite : MnCO_3

แร่ธาตุที่มากเหล็ก

➤ Hematite : Fe_2O_3

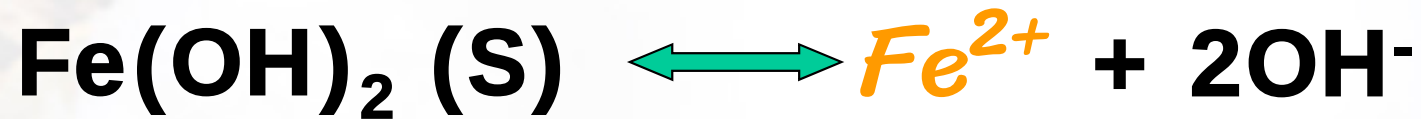
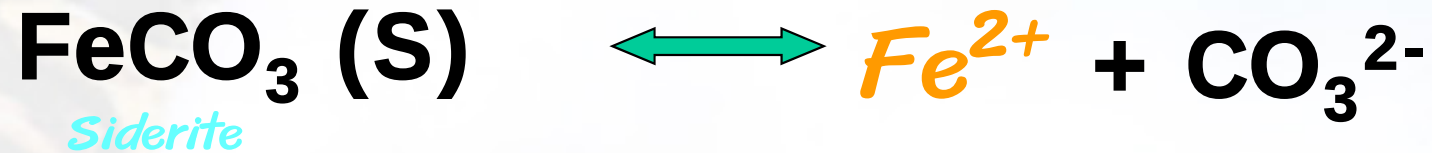
➤ Magnetite : Fe_3O_4

➤ Pyrite : FeS_2

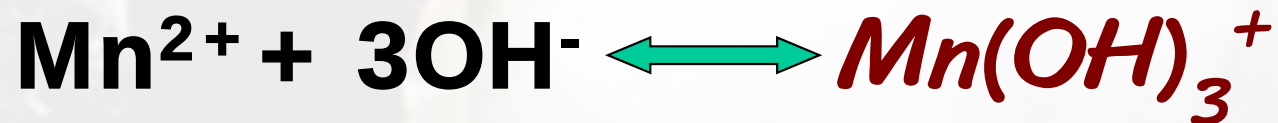
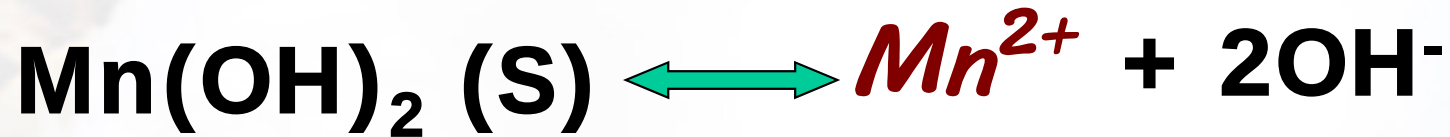
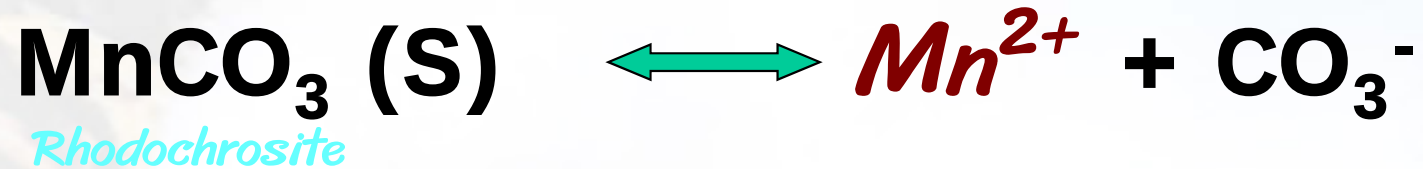
➤ Siderite : FeCO_3



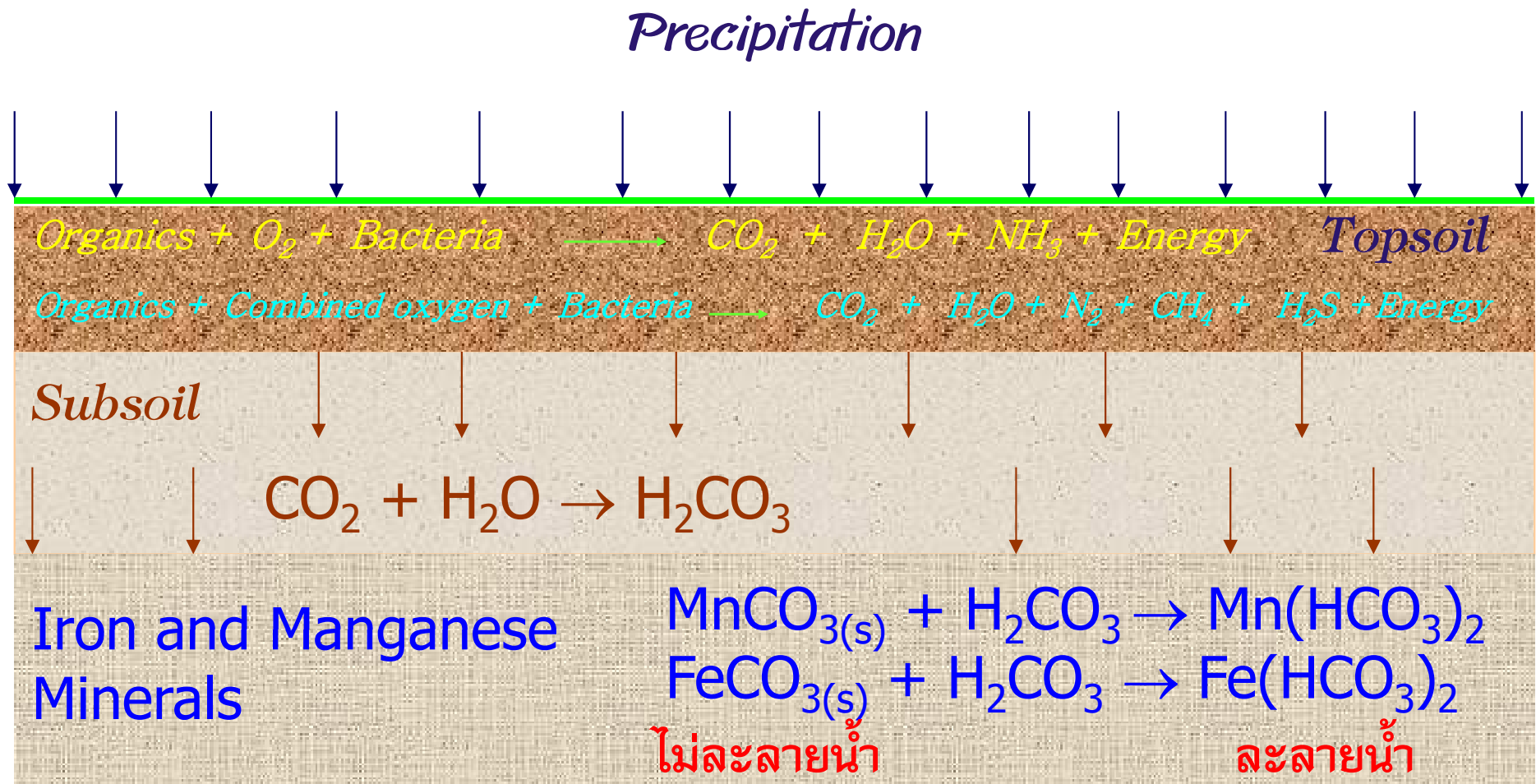
รูปแบบของเหล็กในรูปละลายน้ำ



รูปแบบของแมงกานีสในรูปละลายน้ำ



รูปแบบของเหล็กและแมงกานีสในน้ำบาดาล



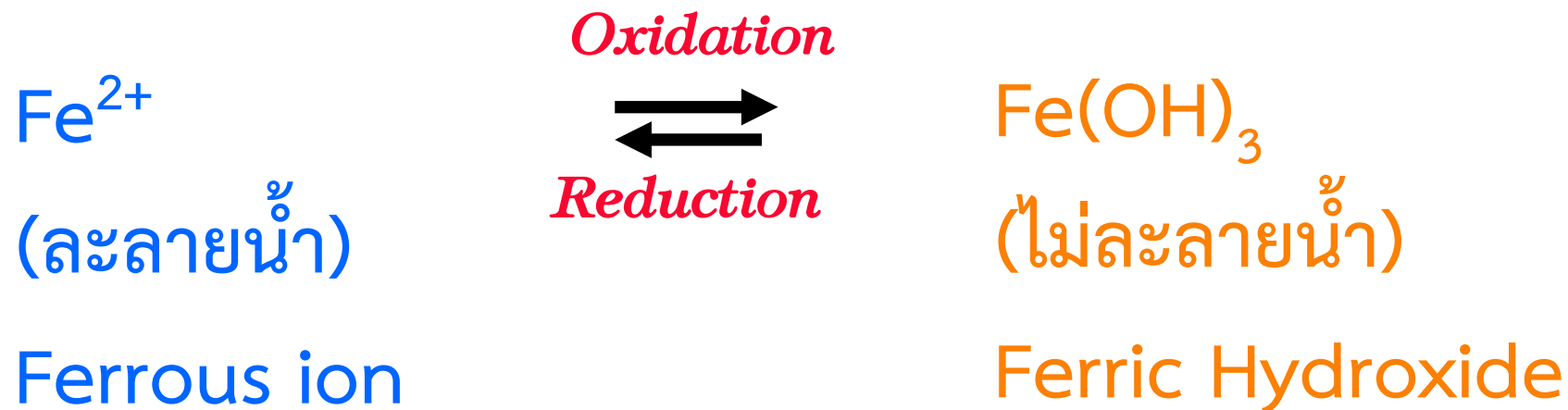
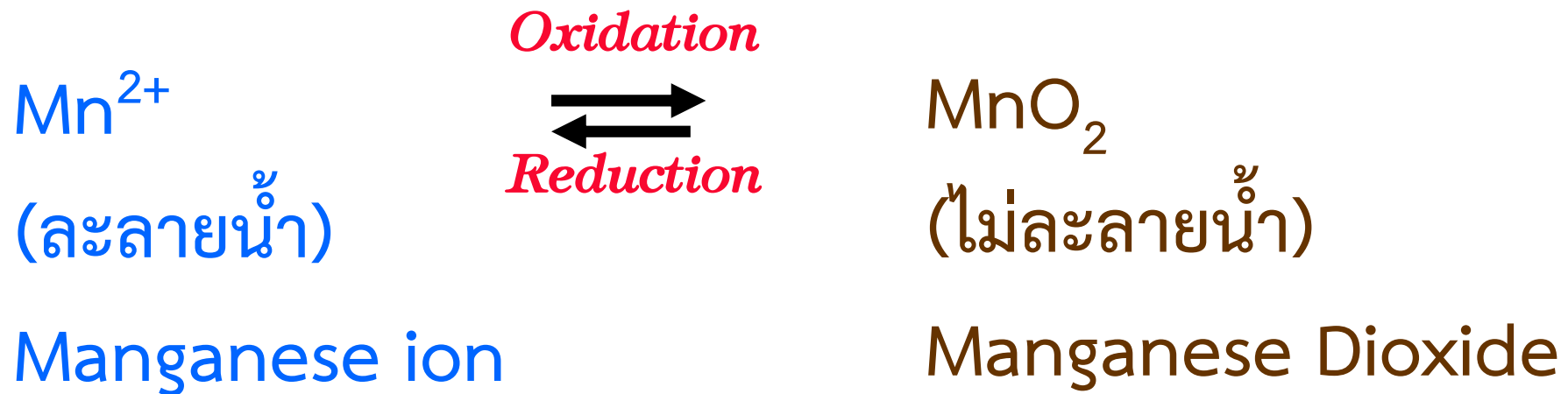
MnCO_3 : manganous carbonate

FeCO_3 : ferrous carbonate

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

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

ปฏิกิริยาทางเคมีของ Fe และ Mn ในน้ำ

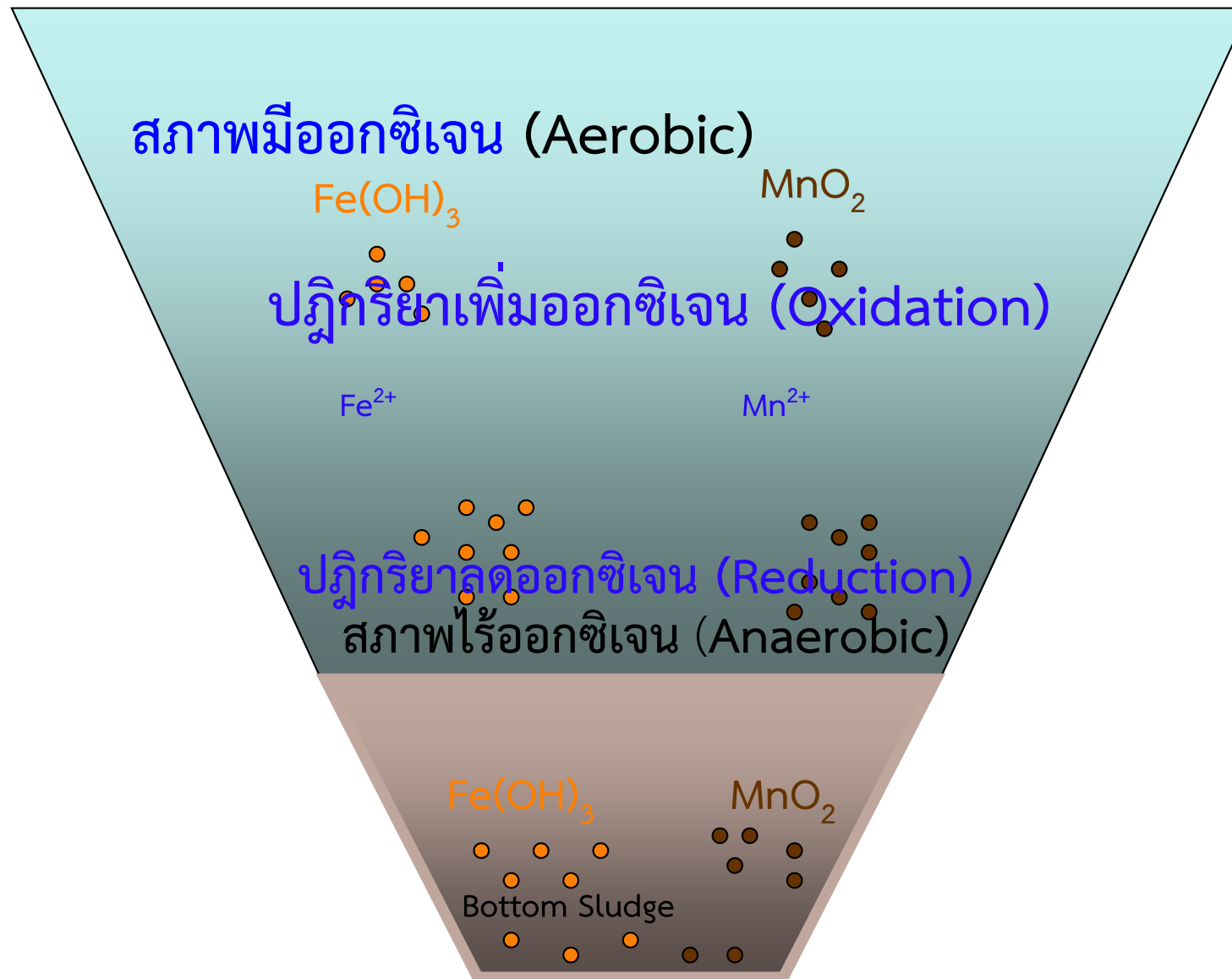


ชนิด รูปแบบของเหล็กและแมงกานีสในน้ำธรรมชาติ

แหล่งน้ำ	Mn	Fe
น้ำบาดาล	Mn^{2+}	Fe^{2+}
สระหรือบึง	Mn^{2+} , MnO_2	Fe^{2+} , $\text{Fe}(\text{OH})_3$
แม่น้ำ	MnO_2	$\text{Fe}(\text{OH})_3$



ปฏิกิริยาเคมีการเปลี่ยนรูปของ Mn และ Fe ในสระน้ำหรือบึง



การกำจัดเหล็กและแมงกานีส



วิธีการกำจัดเหล็กและแมงกานีสออกจากน้ำ

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

ปฏิกิริยาการเพิ่มออกซิเจนในสารประกอบ

หลักพื้นฐาน



ปฏิกิริยา Oxidation ของ Mn และ Fe

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



Oxidation by O₂



หลักทฤษฎีพื้นฐาน $\text{Mn}^{2+} : \text{O}_2 = 1 : 0.29 \text{ mg/l}$

$\text{Fe}^{2+} : \text{O}_2 = 1 : 0.14 \text{ mg/l}$

Rate of Reaction : $d[\text{Mn}^{+2}]/dt = k.[\text{Mn}^{+2}].\text{Po}_2.[\text{OH}^-]^2$

Effective pH for Mn is 9-9.5

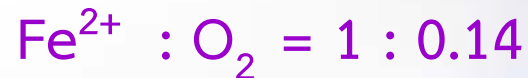
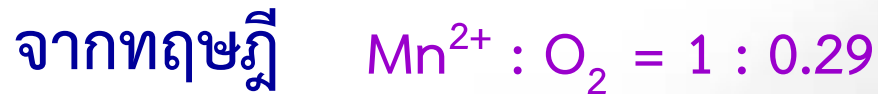


ตัวอย่างการคำนวณความต้องการอากาศสำหรับ Fe และ Mn



โจทย์กำหนดน้ำบาดาลมีอัตราการไหล 20 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์น้ำปรากฏว่า มีเหล็กเจือปนอยู่ 10 มิลลิกรัม/ลิตรและแมงกานีส 2 มิลลิกรัม/ลิตร จงคำนวณความต้องการอากาศ(ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง) ?

Step 1 คำนวณความต้องการออกซิเจน



1.1 น้ำบาดาลมีอัตราการไหล 20 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง มีเหล็กเจือปนอยู่ 10 มิลลิกรัม/ลิตร

$$\begin{aligned}\therefore \text{ภาระบรรทุกของเหล็ก(iron loading)} &= 20(m^3 / hr) \times 10(g / m^3) \\ &= 200 \quad g / hr\end{aligned}$$

จากทฤษฎีความต้องการออกซิเจนในการกำจัดเหล็ก $Fe^{2+} : O_2 = 1 : 0.14$

หมายถึง Fe^{2+} 1 กรัมมีความต้องการออกซิเจน(O_2) = 0.14 กรัม

จากภาระบรรทุก Fe^{2+} 200 กรัมมีความต้องการออกซิเจน(O_2) = 200×0.14 กรัม

$\therefore$ ความต้องการออกซิเจน(O_2) ในการกำจัดเหล็ก = 28 กรัม

1.2 น้ำบาดาลมีอัตราการไหล 20 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง มีแมงกานีสเจือปนอยู่ 2 มิลลิกรัม/ลิตร

$\therefore$ ภาระบรรทุกของแมงกานีส(manganese loading) = $20(\text{m}^3 / \text{hr}) \times 2(\text{g} / \text{m}^3)$
= 40 g / hr

จากทฤษฎีความต้องการออกซิเจนในการกำจัดแมงกานีส $\text{Mn}^{2+} : \text{O}_2 = 1 : 0.29$

หมายถึง Mn^{2+} 1 กรัมมีความต้องการออกซิเจน(O_2) = 0.29 กรัม

จากภาระบรรทุก Mn^{2+} 40 กรัมมีความต้องการออกซิเจน(O_2) = 40×0.29 กรัม

$\therefore$ ความต้องการออกซิเจน(O_2) ในการกำจัดแมงกานีส = 11.6 กรัม

$\therefore$ ความต้องการออกซิเจน(O_2) ในการกำจัดเหล็กและแมงกานีส = $28 + 11.6$ g
= 39.6 กรัม

ค่า Safety factor (1.2-2) เลือก 2 $\therefore$ ความต้องการออกซิเจน(O_2) = $39.6 \times 2 = 79.2$ กรัม

Step 2 คำนวณความต้องการอากาศ

จากอากาศมีก๊าซออกซิเจน(O_2) อยู่ = 21 %

$$\text{ดังนั้นความต้องการอากาศ} = \frac{79.2 \times 100}{21} = 377.14 \text{ g / hr}$$

จากประสิทธิภาพในการถ่ายเทอากาศเข้าสู่ น้ำ = 0.05 %

$$\text{ดังนั้นความต้องการอากาศที่แท้จริง} = \frac{377.14 \times 100}{0.05} = 754,280 \text{ g / hr}$$

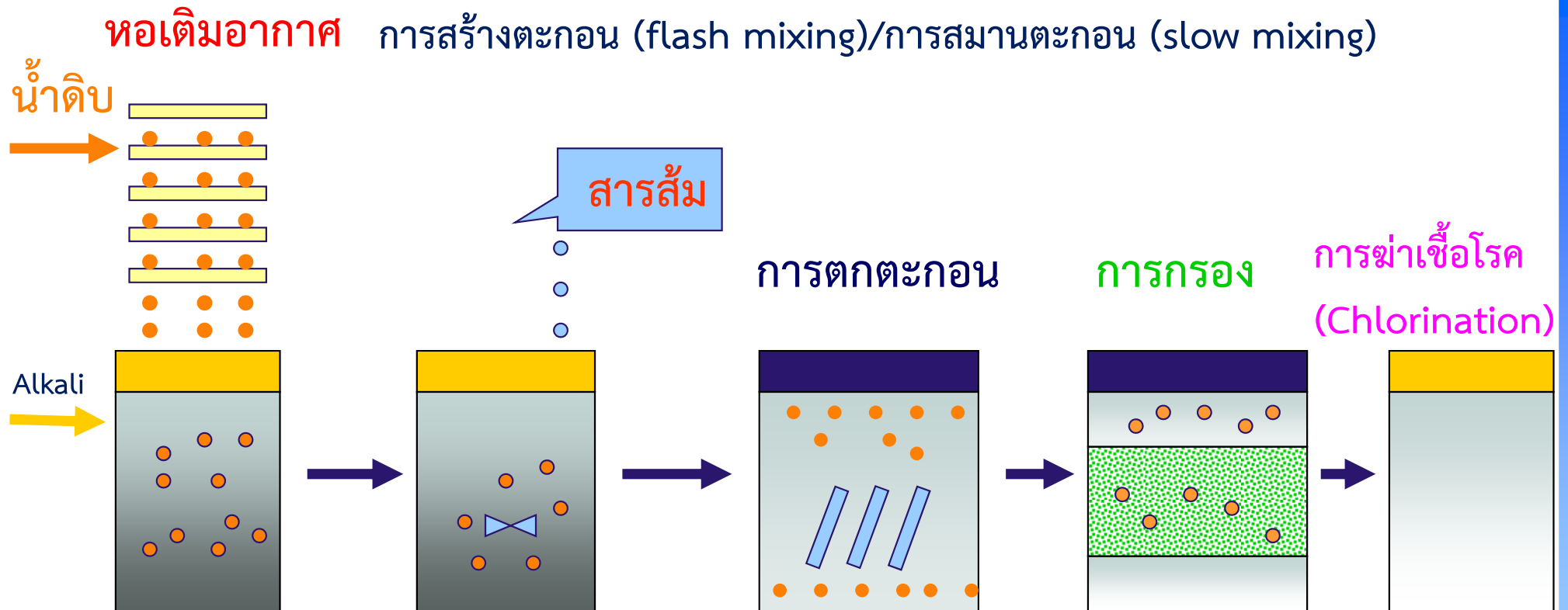
จากความหนาแน่นอากาศ = 1,203 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นปริมาณอากาศที่ต้องการ} &= \frac{754,280}{1,203} = 627 \text{ m}^3 / \text{hr} \\ &= 627 \text{ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง} \end{aligned}$$

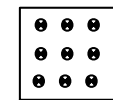
หมายเหตุ ประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็กและแมงกานีสโดยใช้ออกซิเจนต้องปรับค่า pH ให้เป็นต่าง จะทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้น

Treatment Processes for Mn and Fe Removal by O_2 (from air) Oxidation

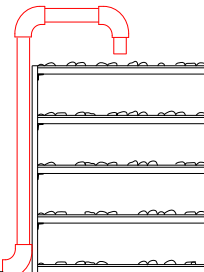
Interference : > 50 mg/l Silicic acid (soluble silica)



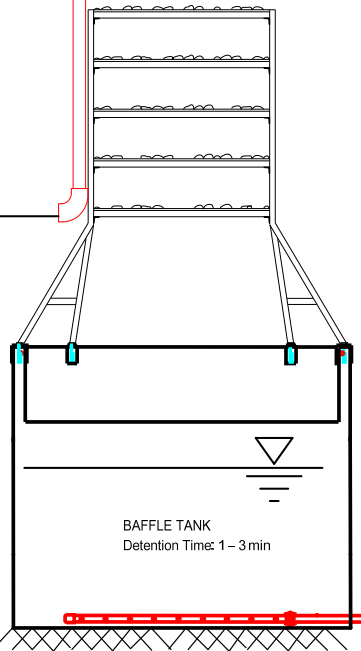
Electrical Control Box



TRAY AERATOR



BAFFLE TANK
Detention Time: 1 – 3 min



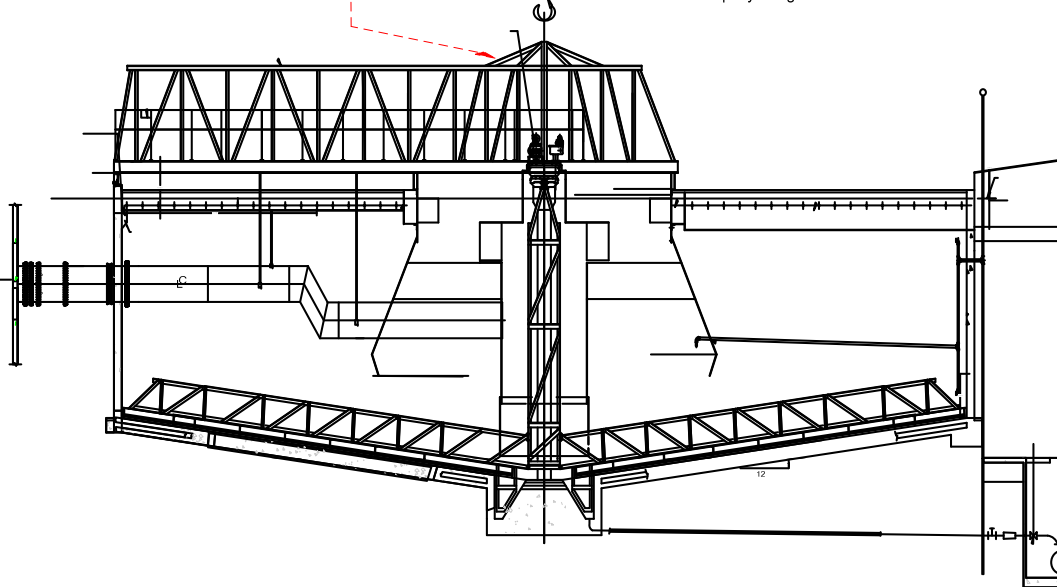
Logic control

Logic control

Logic control

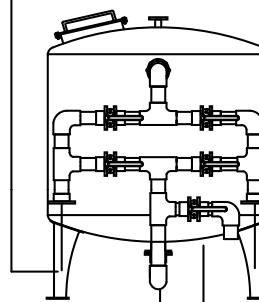
SOLID CONTACT CLARIFIER TANK (SLUDGE RECIRCULATION)

Qty.: 1
Capacity: $\text{m}^3/\text{Hr}/\text{unit}$
 $\varnothing =$ m.
HEIGHT = m.
WEIGHT + WATER = TONS
AUTOMATIC SLUDGE DRAIN
Material: Mild Steel with Sand Blast SA2.5 and epoxy lining



SAND FILTER

Qty.:
Capacity: $\text{m}^3/\text{Hr}/\text{unit}$
Material: Mild Steel with Sand
Blast SA2.5 and epoxy lining
Dimension: Dia. X Hx4.5t
Media: SAND
Manual Backwash
WEIGHT + MEDIA + Water = TONS
EMPTY WEIGHT = TONS



Static Mixer

Logic control

Logic control

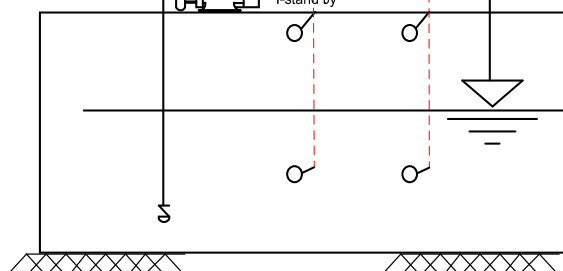
Logic control

Logic control

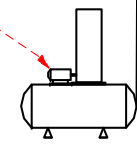
Logic control

TO UTILITY

Booster pump
Qty.:
Capacity: $\text{cu.m./hr.} \times \text{mH}$
2-service
1-stand by



CLEAR WATER TANK
Qty.: 1/unit
Capacity: m^3/unit



Air Blower
Qty: 1
Capacity: Cu.m/min
Discharge Pressure mmAq

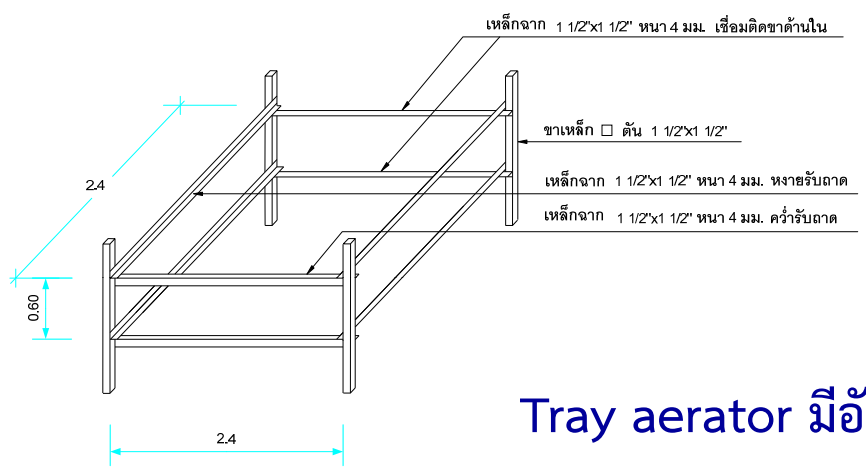
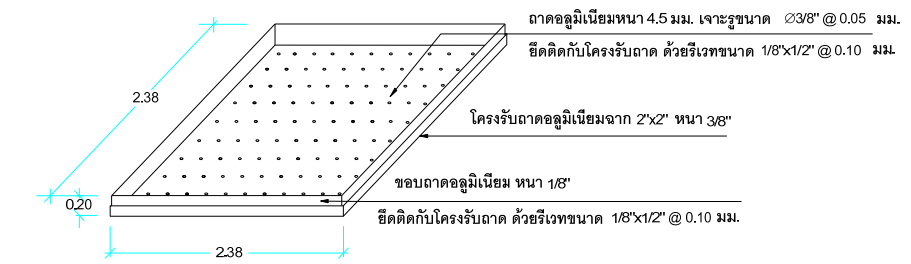
Na_2CO_3 Feeder
Qty.: 1
Capacity: V/hr
TDH.: bar
PE-Tank Its

KMnO_4 Feeder
Qty.: 1
Capacity: V/hr
TDH.: bar
PE-Tank Its

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ Feeder
Qty.: 1
Capacity: V/hr
TDH.: bar
PE-Tank Its

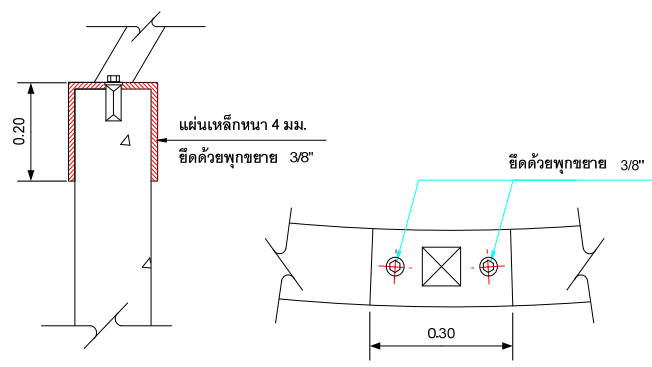
SUBMERSIBLE CENTRIFUGAL WATER PUMP
Qty.: 1 Unit
Capacity: m^3/hr
TDH.: m.

DRAWING TITLE :	SUBMITTED :	DATE :
PROJECT :	CHECK :	DATE :
SCALE :	Engineer :	DATE :
DRAWING NO.	Drawing :	DATE :



Tray aerator มีอัตราการระกลศาสตร์(hydraulic loading rate) ระหว่าง 24-48 m³/hr.m²

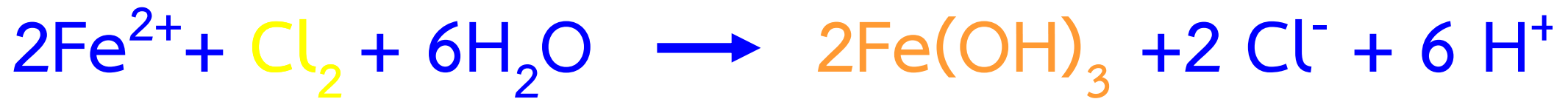
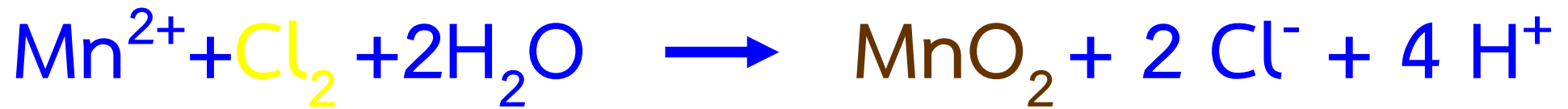
แบบขยายแอร์เรเตอร์



แบบขยายการติดตั้งแอร์เรเตอร์ 1:5

WATER TREATMENT PROCESS				
Tray Aerator For Water Treatment Plant 20 m ³ /hr				
TRACED				SCALE
DRAW				
CHECKED				
ENGINEER				
APPR.				

Oxidation by Cl_2



หลักทฤษฎีพื้นฐาน $\text{Mn}^{2+} : \text{Cl}_2 = 1 : 1.29 \text{ mg/l}$

$\text{Fe}^{2+} : \text{Cl}_2 = 1 : 0.64 \text{ mg/l}$

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



Oxidation by ClO_2

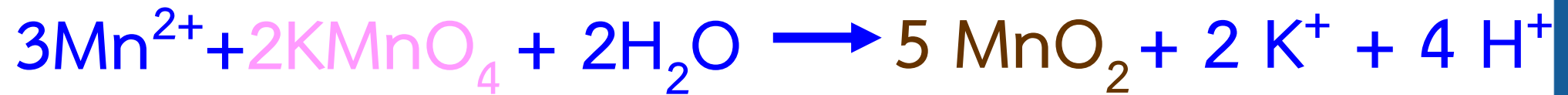


หลักทฤษฎีพื้นฐาน $\text{Mn}^{2+} : \text{ClO}_2 = 1 : 2.50 \text{ mg/l}$

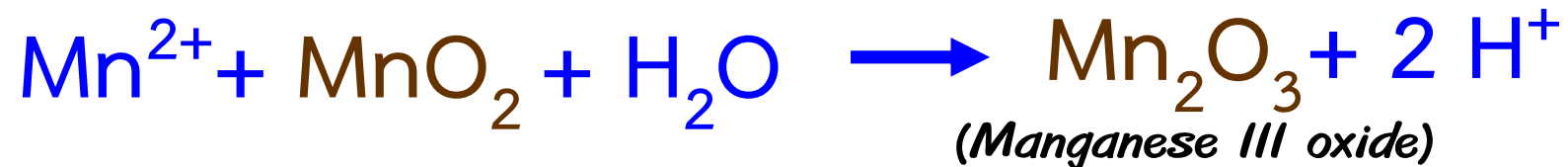
$\text{Fe}^{2+} : \text{ClO}_2 = 1 : 1.21 \text{ mg/l}$



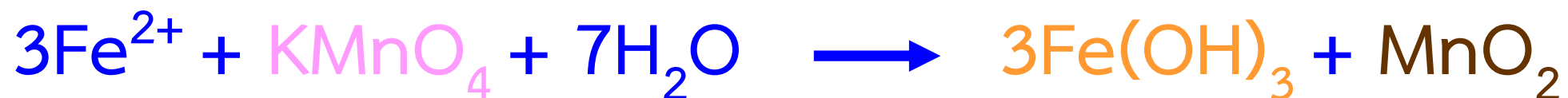
Oxidation by KMnO_4



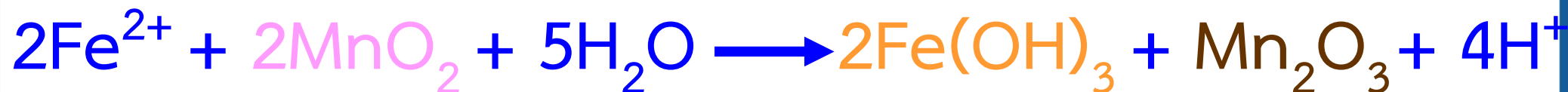
Catalytic Reaction



Oxidation by KMnO_4



Catalytic Reaction



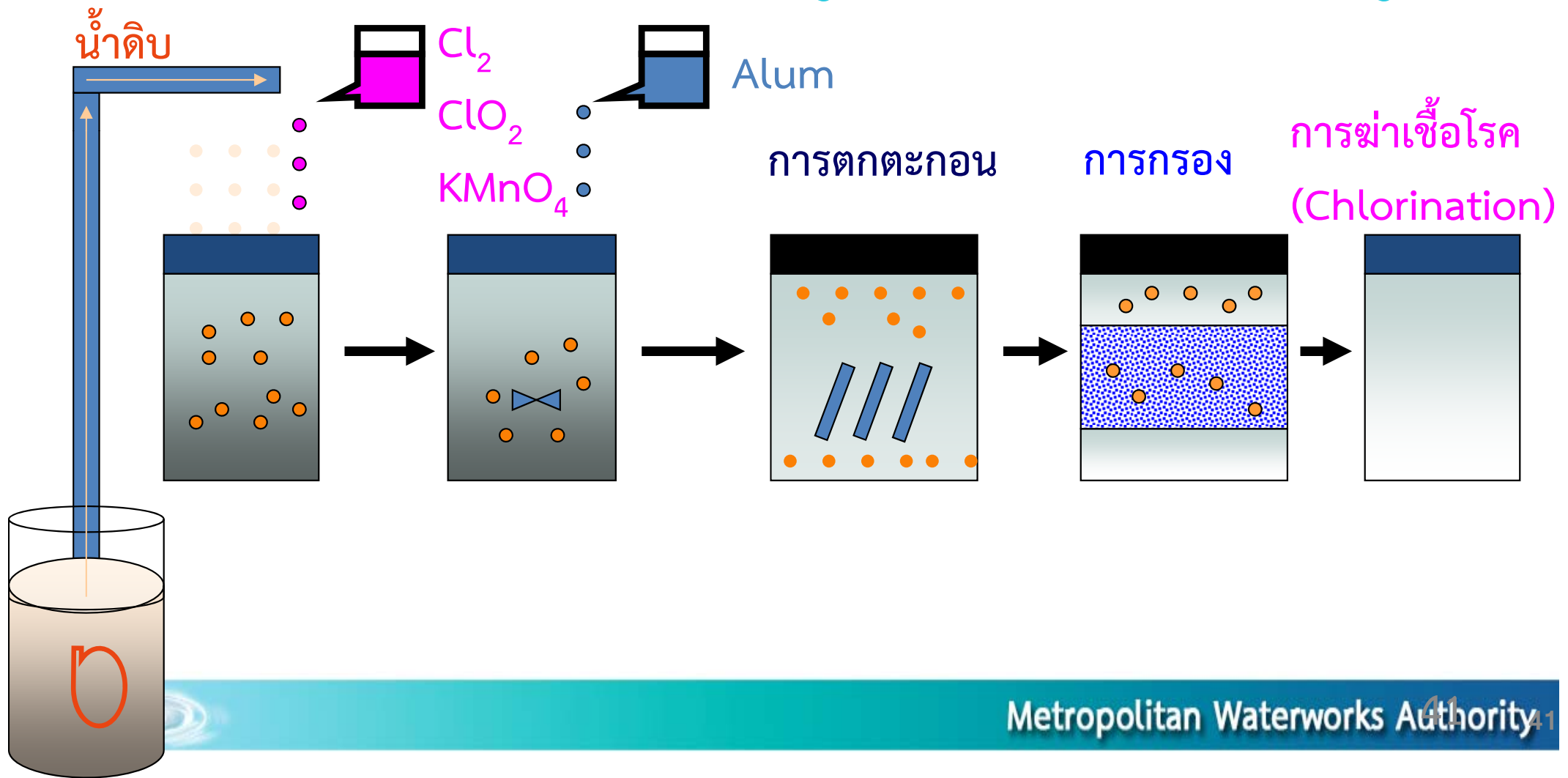
หลักทฤษฎีพื้นฐาน $\text{Mn}^{2+} : \text{KMnO}_4 = 1 : 1.92 \text{ mg/l}$

$\text{Fe}^{2+} : \text{KMnO}_4 = 1 : 0.94 \text{ mg/l}$

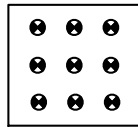


Treatment Processes for Mn and Fe Removal by Oxidant

การสร้างตะกอน (flash mixing)/การสมานตะกอน (slow mixing)

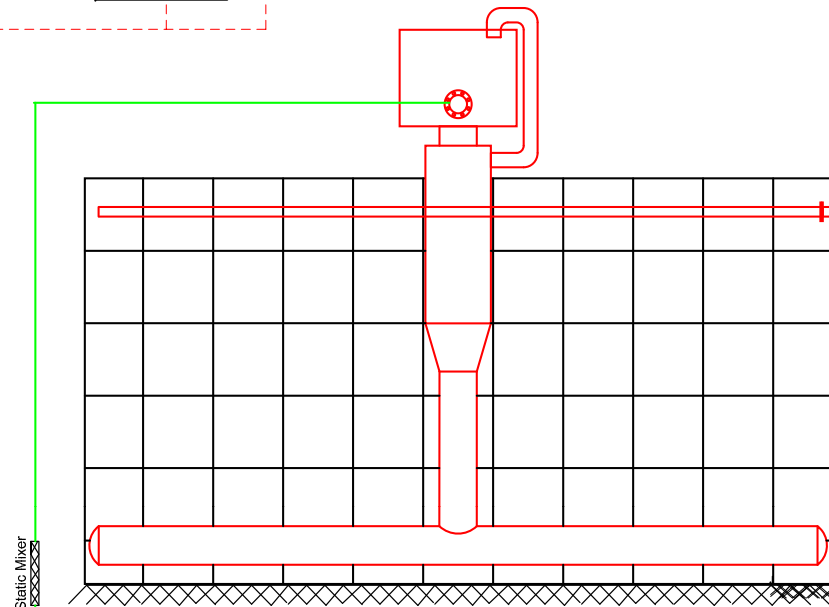


Electrical Control Box



RECTANGULAR PULSATOR CLARIFIER TANK

Qty.: 1
Capacity : 100 m³/Hr/unit
Dimension = W2.8 x L12 x H3.5 m.x4.5t
WEIGHT + WATER = 140 TONS
EMPTY WEIGHT = 19 TONS
AUTOMATIC SLUDGE DRAIN
Material : Mild Steel with Sand Blast SA2.5 and epoxy lining



Static Mixer

Static Mixer

GSP-MdR

FEED WATER PUMP

Na₂CO₃ Feeder
Qty.: 1
Capacity: 120 l/hr
TDH.: 4 bar
PE-Tank: 2000 lts

KMnO₄ Feeder
Qty.: 1
Capacity: 120 l/hr
TDH.: 4 bar
PE-Tank: 2000 lts

Ca(OCl)₂ Feeder
Qty.: 1
Capacity: 11.4 l/hr
TDH.: 4 bar
PE-Tank: 1000 lts

Al₂(SO₄)₃ Feeder
Qty.: 1
Capacity: 120 l/hr
TDH.: 4 bar
PE-Tank: 2000 lts

(OWNER)

Chlorine Feeder
Qty.: 1
Capacity: 1.5 l/hr
TDH.: 4 bar
PE-Tank: 500 lts

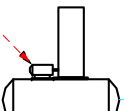
Air Compressor For Chemical Preparation Tank
(OWNER)



(OWNER)

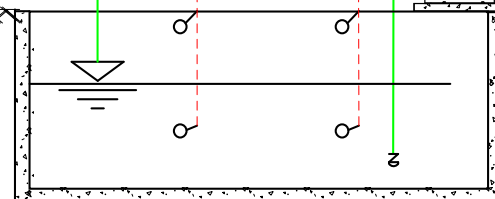
Brine Pump
Capacity: 400 l/hr

Brine tank
Capacity: 2000 Liters/unit



Air Blower
Qty: 1
Capacity: Cum/min
Discharge Pressure: mmAq
(OWNER)

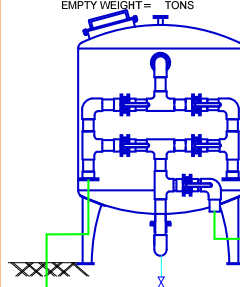
FEED WATER PUMP
Qty.: 3 Unit
Capacity: 50 m³/hr/unit
Centrifugal pump
TDH.: 35 m.
Run: 2
Standby: 1
(OWNER)



BAFFLE WATER TANK
Qty.: 1 unit
Capacity: 100 m³/unit
(OWNER)

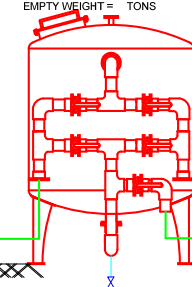
MANGANESE GREENSAND FILTER

Qty.: 1
Capacity: 100 m³/Hr/unit
Dimension: Dia. 2.5 X 2.2 m. hx4.5t
Material: Mild Steel with Sand Blast SA2.5 and epoxy lining
Media: MANGANESE GREENSAND 6000 Liters/unit
Manual Backwash
WEIGHT + MEDIA + Water = TONS
EMPTY WEIGHT = TONS



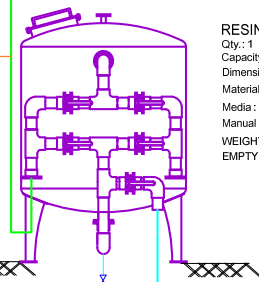
ACTIVATED CARBON FILTER

Qty.: 1
Capacity: 100 m³/Hr/unit
Dimension: Dia. 2.5 X 2.2 m. hx4.5t
Material: Mild Steel with Sand Blast SA2.5 and epoxy lining
Media: GRANULAR ACTIVATED CARBON 6000 Liters/unit
Manual Backwash
WEIGHT + MEDIA + Water = TONS
EMPTY WEIGHT = TONS



RESIN FILTER

Qty.: 1
Capacity: 50 m³/Hr/unit
Dimension: Dia. 2.5 X 2.2 m. hx4.5t
Material: Mild Steel with Sand Blast SA2.5 and epoxy lining
Media: STRONG CATION RESIN (Na Form) 6000 Liters/unit
Manual Backwash
WEIGHT + MEDIA + Water = TONS
EMPTY WEIGHT = TONS

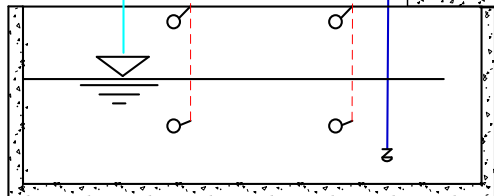


Flow Meter
Capacity: 50 m³/hr

TO STORAGE WATER TANK

TO UTILITY

CLEAR WATER PUMP
Qty.: 2 Unit
Capacity: 100 m³/unit
Centrifugal pump
TDH.: 35 m.
Run: 1
Standby: 1
(OWNER)

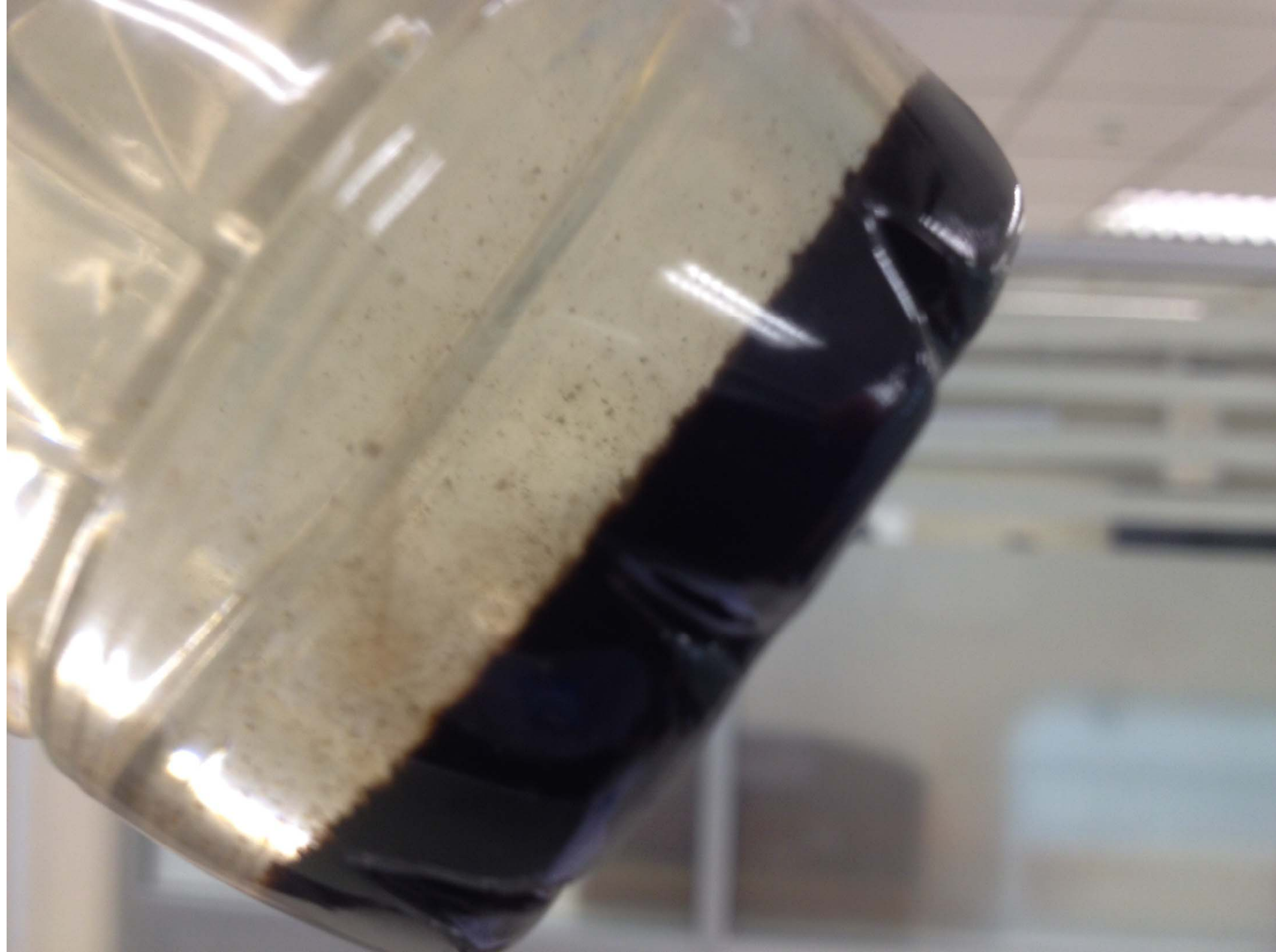


CLEAR WATER TANK
Qty.: 1 unit
Capacity: 100 m³/unit
(OWNER)

	SUBMITTED :	DATE :
PROJECT :	MODIFIED WATER TREATMENT PLANT PHASE 2 VIET CUONG (VCC) VIETNAM	Engineer : DATE :
SCALE :	DRAWING NO.	Engineer : DATE :
		Drawing : DATE :

การทดสอบโดยใช้น้ำยา DPD ที่ใช้วัดหาค่า Free Residual Chlorine เพื่อยืนยันเบื้องต้นในการหาว่า ตะกอนที่เกิดขึ้นใช้แมงกานีสหรือไม่ จากการเก็บ ตัวอย่างน้ำในท่อประปา







สีชมพู



การประปานครหลวง
METROPOLITAN WATERWORKS AUTHORITY

การหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการกำจัด เหล็กและแมงกานีสด้วยเครื่องมือ Jar Test

R TEST

เป็นการทดสอบหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสม
เพื่อลดระลอกความขุ่นออกจากน้ำดิบ

เครื่อง Jar Test

#8011-32-002

Q2



15 3 2002

ผลการทดลองการกำจัด Mn โดยใช้ Cl_2

Cl_2 Dose (mg/L)	0.0	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
pH	8.11	7.95	7.90	7.83	7.77	7.72
Initial Mn	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Final Mn	0.51	0.51	0.56	0.52	0.53	0.54
% Removal	0	0	0	0	0	0

ผลการทดลองกำจัด Mn โดยใช้ ClO_2

ClO_2 Dose (mg/L)	0.0	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7
pH	7.15	7.00	6.95	6.94	6.87	6.79
Initial Mn	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Final Mn	0.79	0.40	0.31	0.19	0.10	0.05
% Removal	0	49.4	60.8	75.9	87.3	93.7

ผลการทดลองกำจัด Mn โดยใช้ KMnO_4

KMnO_4 Dose (mg/L)	0.0	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
pH	7.17	7.17	7.17	7.18	7.20	7.22
Initial Mn	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
Final Mn	0.61	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
% Removal	0	86.9	100	100	100	100



Jar Test ต่างทับทิมกำจัดเหล็กและแมงกานีส



ขั้นตอนการทำ Jar Test

1. ทดลองน้ำดิบสังเคราะห์

- สังเคราะห์ปริมาณเหล็กและแมงกานีสขึ้นมาทำการทดลอง
- ไม่ปรับและปรับค่า pH ให้น้ำดิบสังเคราะห์ให้ได้ค่าประมาณ 7.5
- สารเคมีที่นำมาใช้ทดลอง เลือก **ต่างทับทิม**

2. ทดลองน้ำดิบจริง

- ปรับค่า pH ให้น้ำดิบให้ได้ค่าประมาณ 7.5
- สารเคมีที่นำมาใช้ทดลอง เลือก **ต่างทับทิม**

ขั้นตอนการทำ Jar Test

1. ทดลองน้ำดิบสังเคราะห์

น้ำดิบสังเคราะห์

วิเคราะห์ปริมาณเหล็ก แมงกานีส pH Alkalinity

ปรับและไม่ปรับค่า pH น้ำดิบสังเคราะห์

จ่ายต่างทับทิม

ปรับความเร็วรอบ Jar Test 100 rpm ที่ 1 minute

จ่ายสารสร้างตะกอน เช่น สารส้ม หรือ PACl

ปรับความเร็วรอบ Jar Test 100 rpm ที่ 1 minute

ปรับความเร็วรอบ Jar Test 50 rpm ที่ 5 minute

ปรับความเร็วรอบ Jar Test 20 rpm ที่ 5 minute

ปรับความเร็วรอบ Jar Test 0 rpm ที่ 5 minute

วิเคราะห์คุณภาพน้ำส่วนใส พารามิเตอร์ เหล็ก แมงกานีส pH Alkalinity

ขั้นตอนการทำ Jar Test

2. ทดลองน้ำดิบจริง

น้ำดิบจริง

วิเคราะห์ปริมาณเหล็ก แมงกานีส pH Alkalinity

ปรับค่า pH น้ำดิบจริง

จ่ายต่างท๊อปทิม

ปรับความเร็วรอบ Jar Test 100 rpm ที่ 1 minute

จ่ายสารสร้างตะกอน เช่น สารส้ม หรือ PACl

ปรับความเร็วรอบ Jar Test 100 rpm ที่ 1 minute

ปรับความเร็วรอบ Jar Test 50 rpm ที่ 5 minute

ปรับความเร็วรอบ Jar Test 20 rpm ที่ 5 minute

ปรับความเร็วรอบ Jar Test 0 rpm ที่ 5 minute

วิเคราะห์คุณภาพน้ำส่วนใส พารามิเตอร์ เหล็ก แมงกานีส pH Alkalinity



การประปานครหลวง
METROPOLITAN WATERWORKS AUTHORITY

การทดลองน้ำดิบสังเคราะห์

สังเคราะห์ปริมาณเหล็ก = 20 mg/l

สังเคราะห์ปริมาณแมงกานีส = 6 mg/l

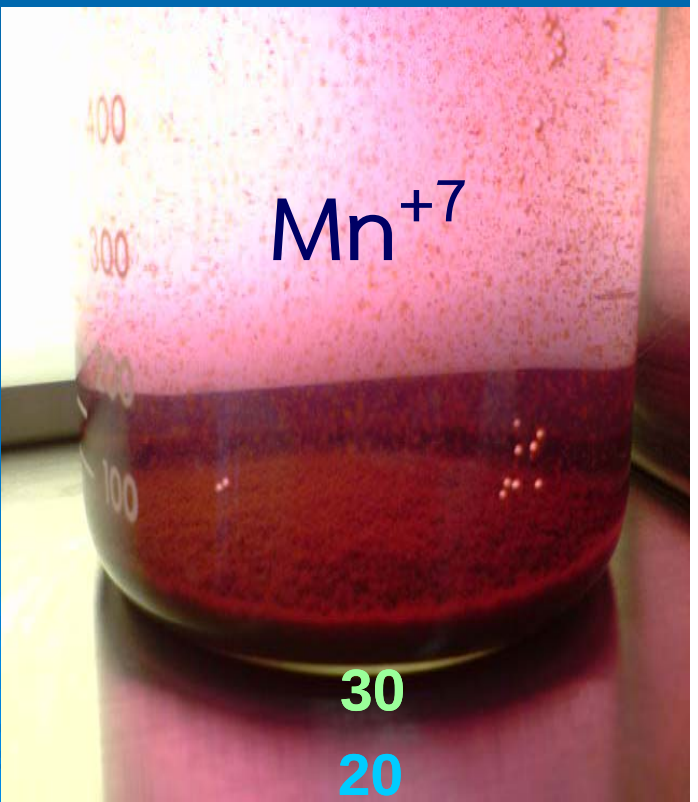
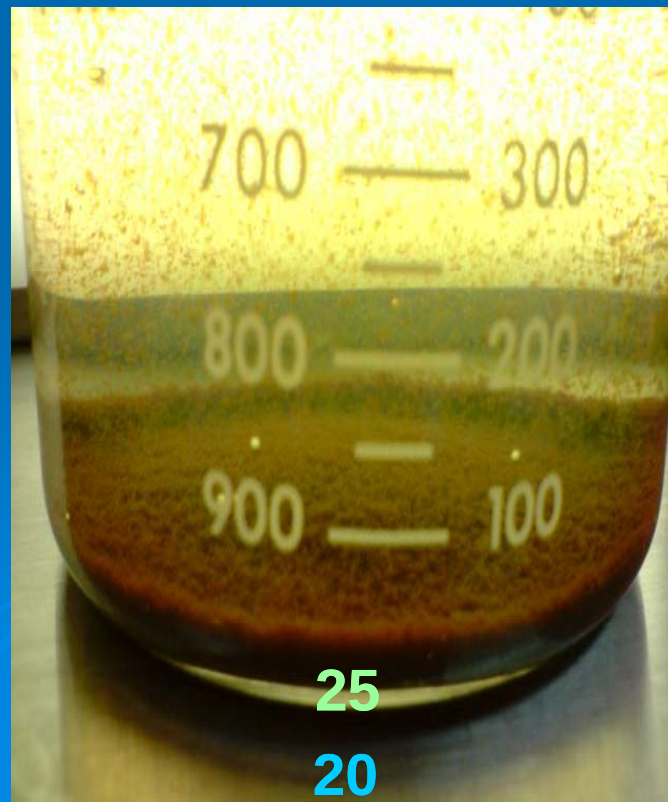
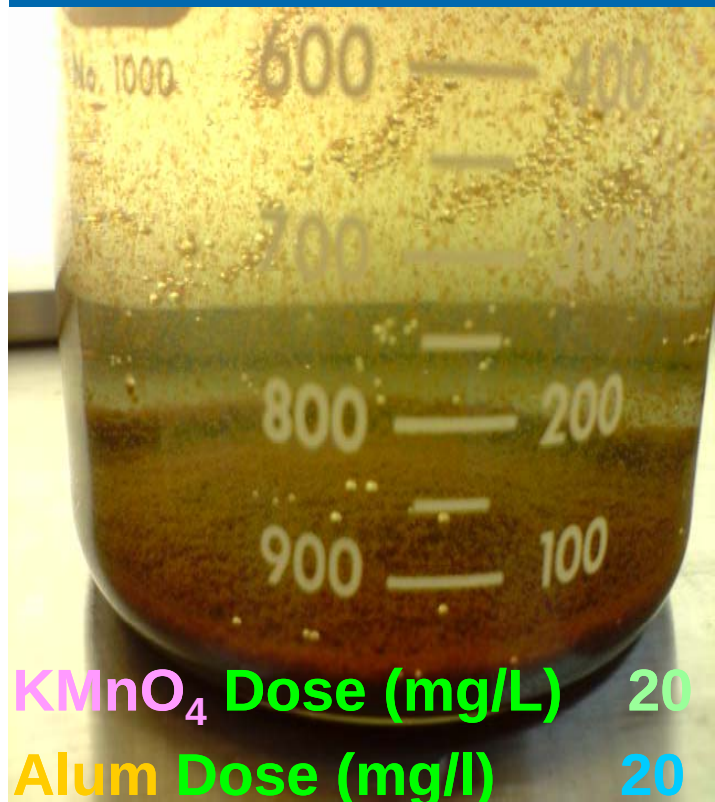
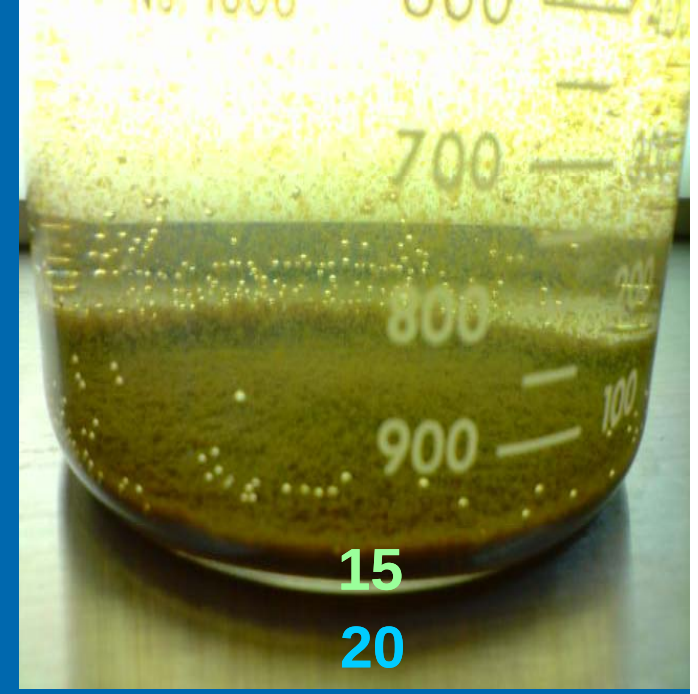
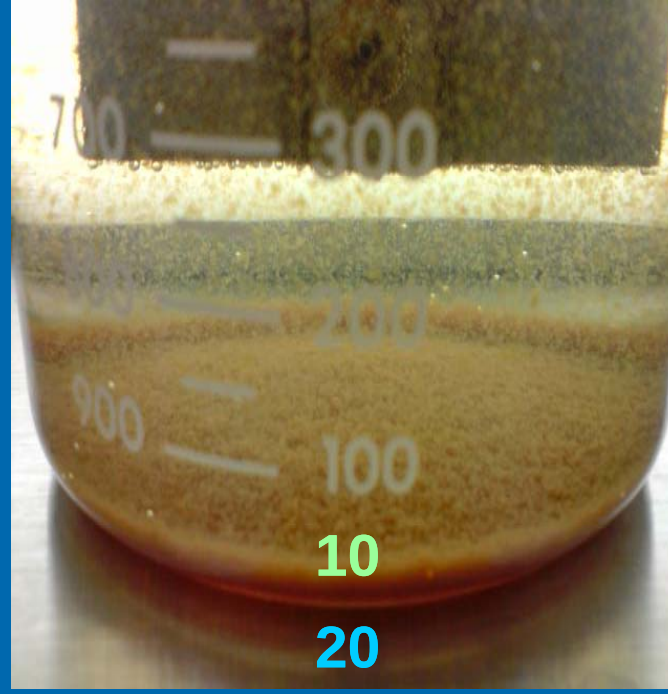
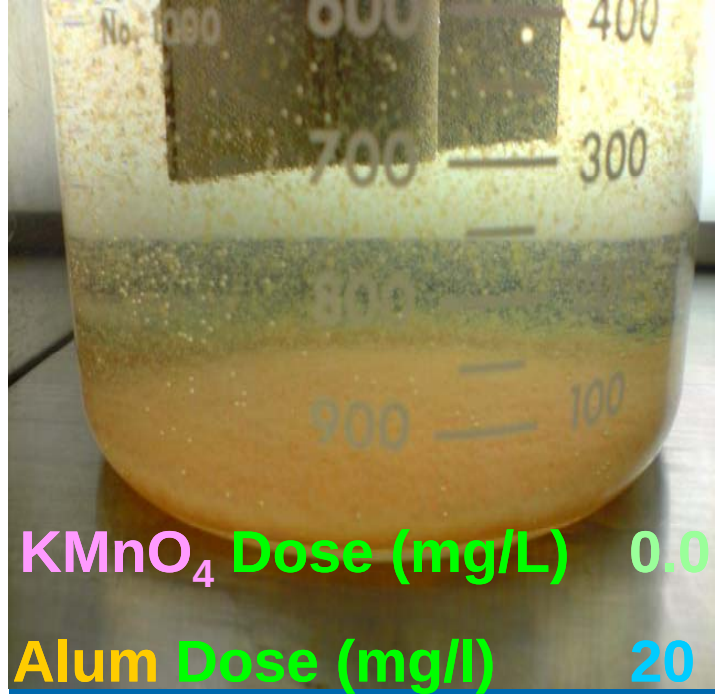


ผลการทดลองกำจัด Fe^{2+} , Mn^{2+} โดยใช้ KMnO_4

Raw Water Quality : pH = 6.7 (ไม่ปรับค่า pH)

Alkalinity = 52 mg/l as CaCO_3

KMnO_4 Dose (mg/L)	0.0	10	15	20	25	30
Alum Dose (mg/l)	20	20	20	20	20	20
Initial Mn^{2+} (mg/l)	6	6	6	6	6	6
Initial Fe^{2+} (mg/l)	20	20	20	20	20	20
Final Mn^{2+} (mg/l)	-	≥ 3	2.73	0.23	0.02	over dose
Final Fe^{2+} (mg/l)	-	0.26	0.07	0.05	0.03	over dose

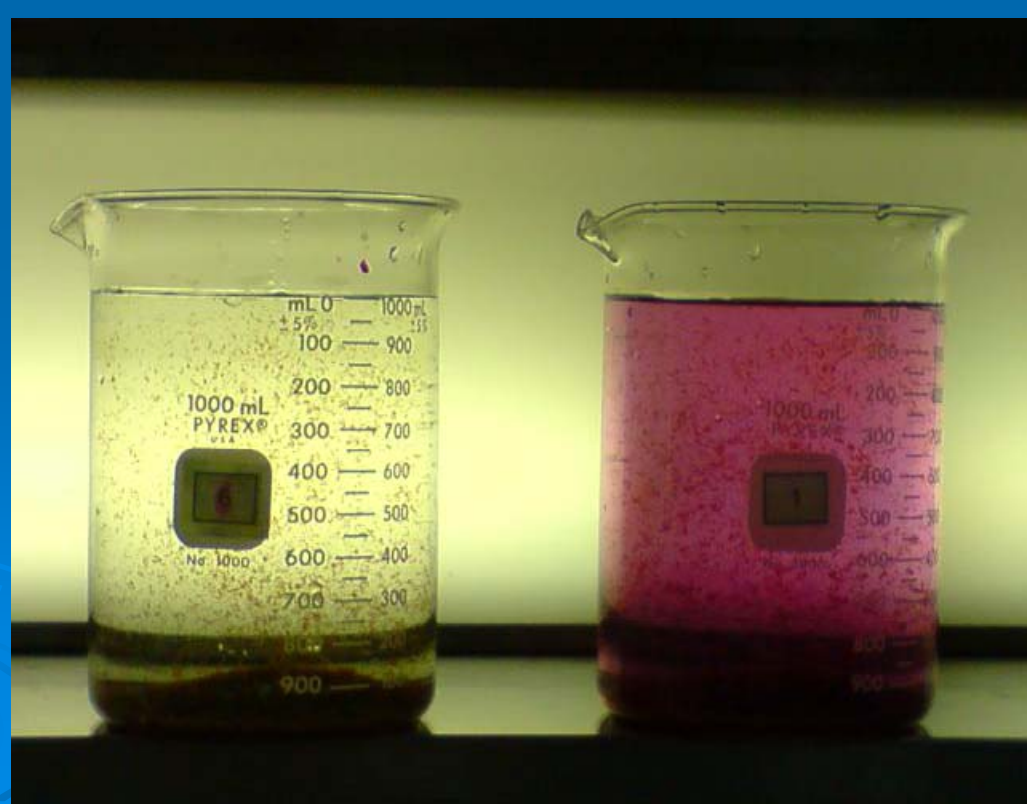
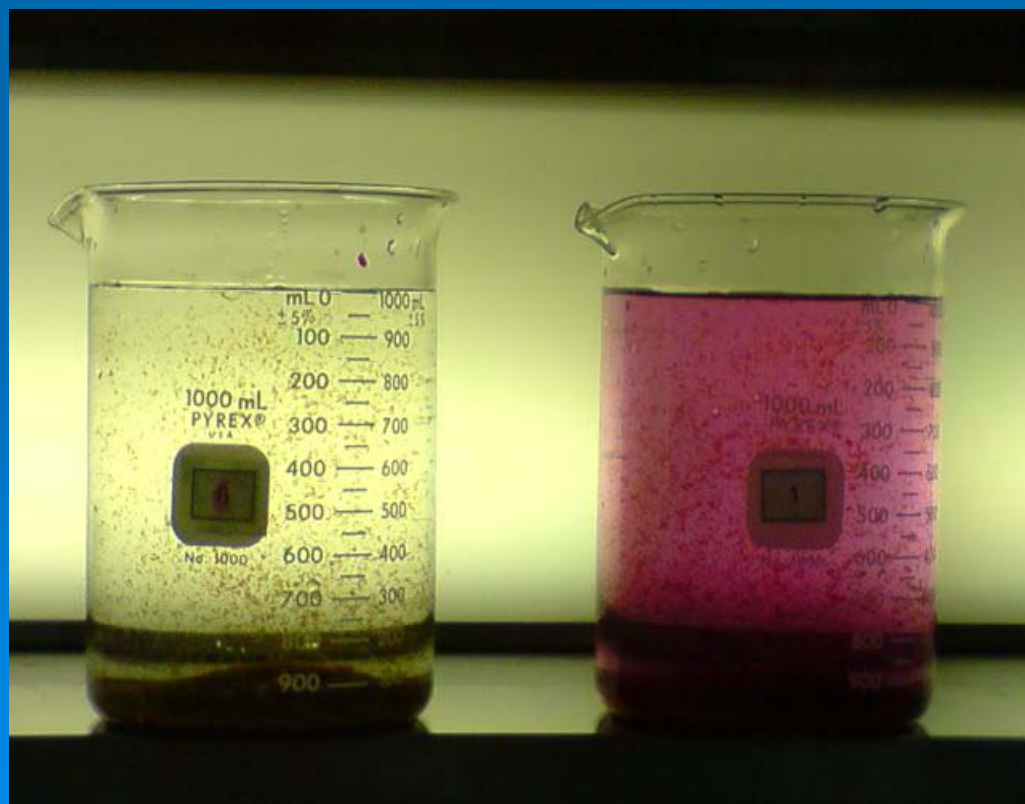


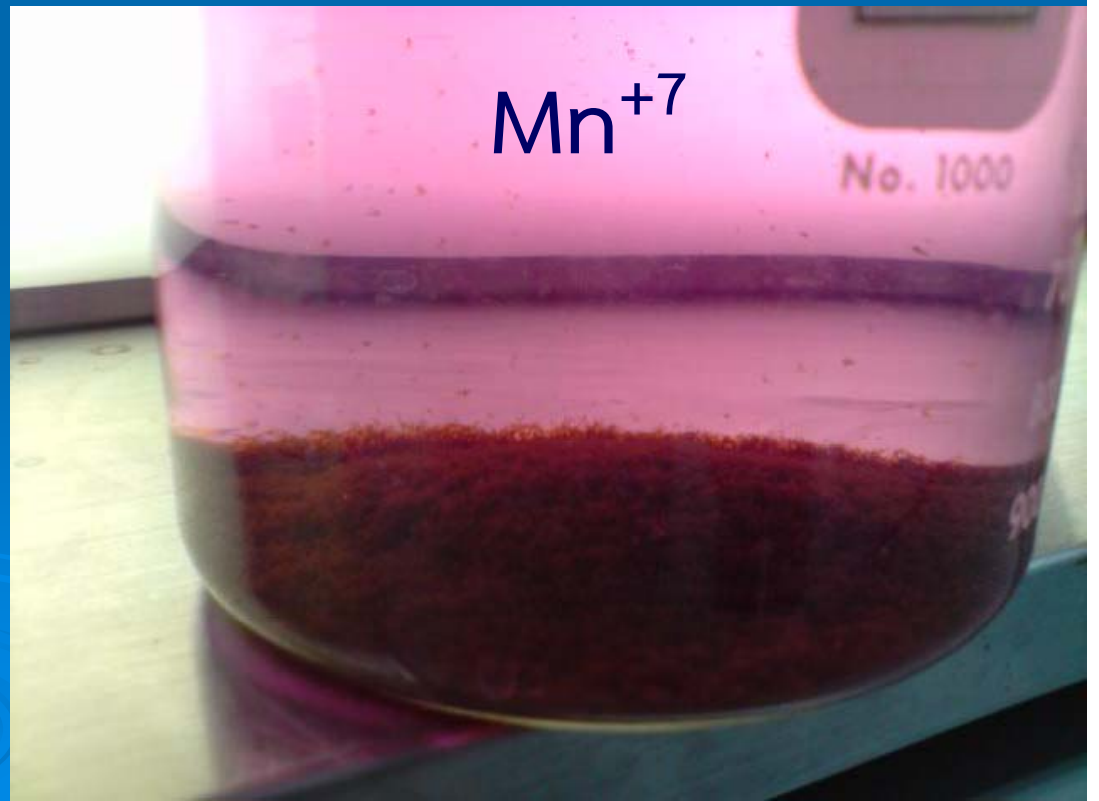
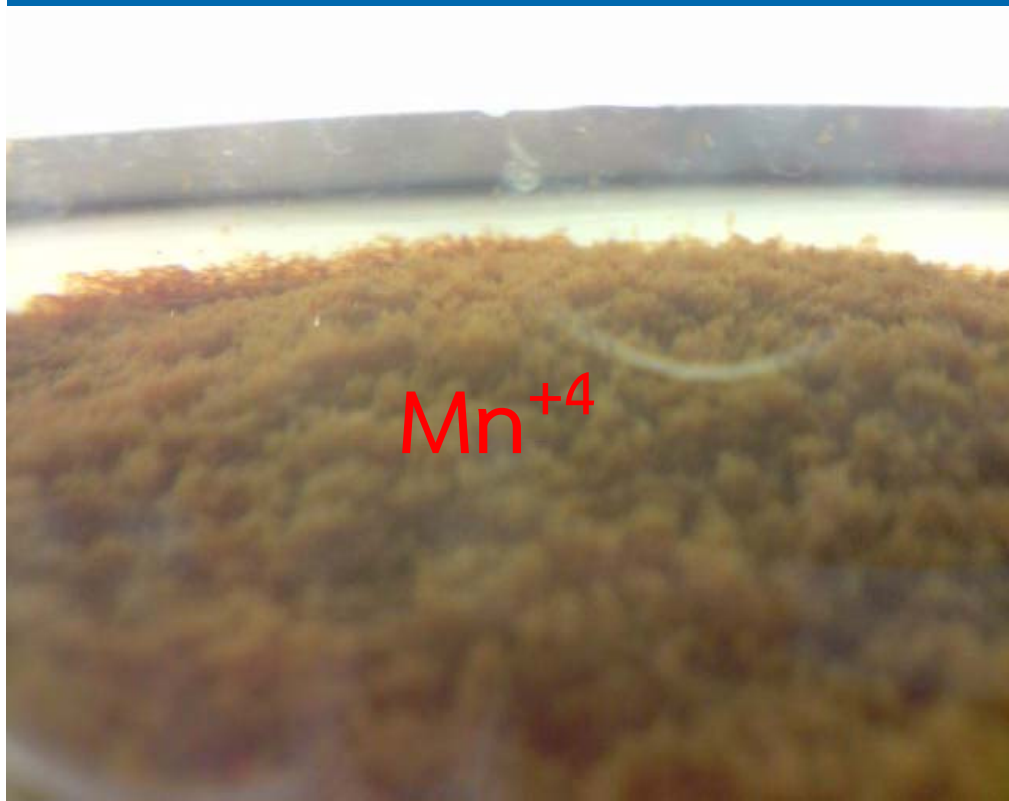
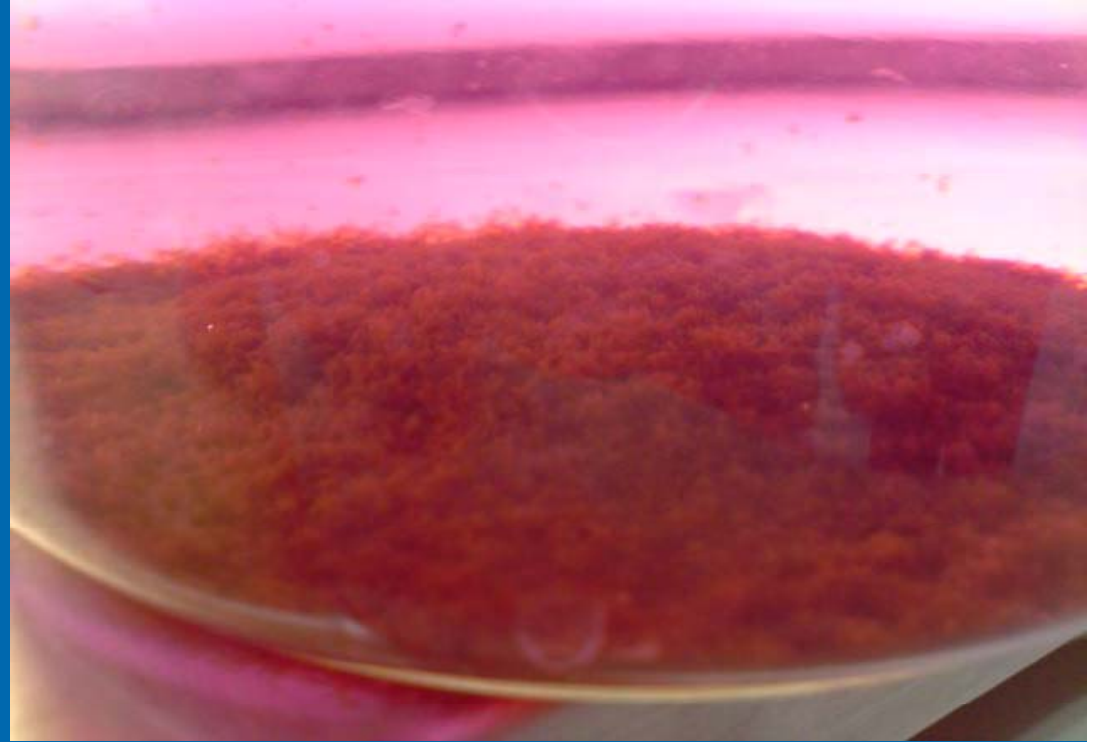
ผลการทดลองกำจัด $\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ โดยใช้ KMnO_4

Raw Water Quality : pH = 7.5 (ปรับค่า pH)

Alkalinity = 52 mg/l as CaCO_3

KMnO_4 Dose (mg/L)				20	25	
Alum Dose (mg/l)				30	30	
Initial Mn^{2+} (mg/l)				6	6	
Initial Fe^{2+} (mg/l)				20	20	
Final Mn^{2+} (mg/l)				0.00	over dose	
Final Fe^{2+} (mg/l)				0.00	over dose	







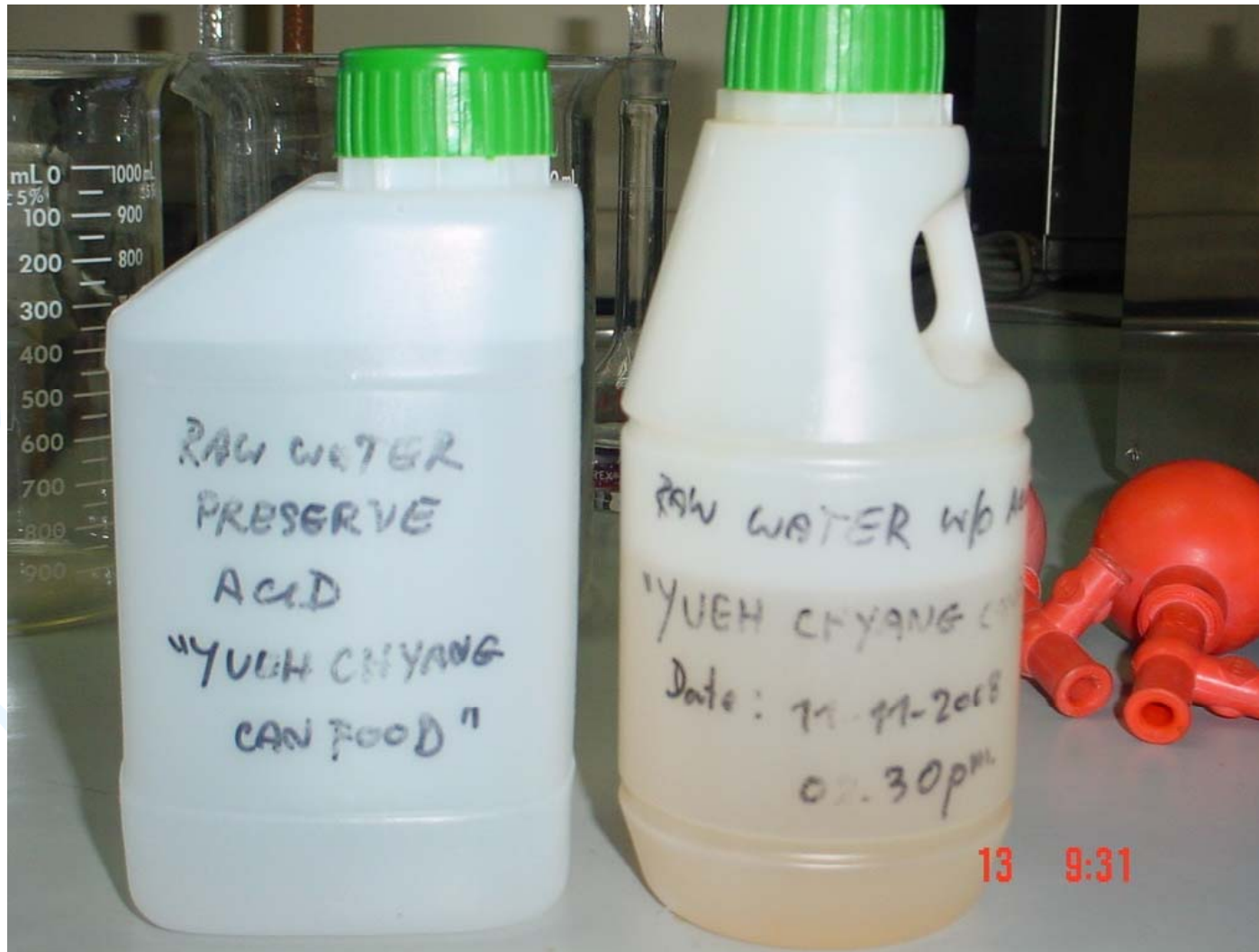
การประปานครหลวง
METROPOLITAN WATERWORKS AUTHORITY

การทดลองน้ำดิบจริง

ปริมาณเหล็ก = 43 mg/l

ปริมาณแมงกานีส = 2.12 mg/l

การเก็บตัวอย่างน้ำดิบเพื่อวิเคราะห์เหล็กและแมงกานีส
รักษาตัวอย่างน้ำด้วยกรด H_2SO_4 รักษา pH ให้ต่ำกว่า 2



เปรียบเทียบตัวอย่างน้ำดิบชนิดเดียวกันแต่เก็บโดยการรักษา
ตัวอย่างน้ำด้วยกรด H_2SO_4 และไม่ใส่กรด H_2SO_4

Jar Test RESULT NO.1

Raw Water Quality : pH = 6.08 ปรับ pH ให้ได้ 7.5 โดยใช้ Na_2CO_3

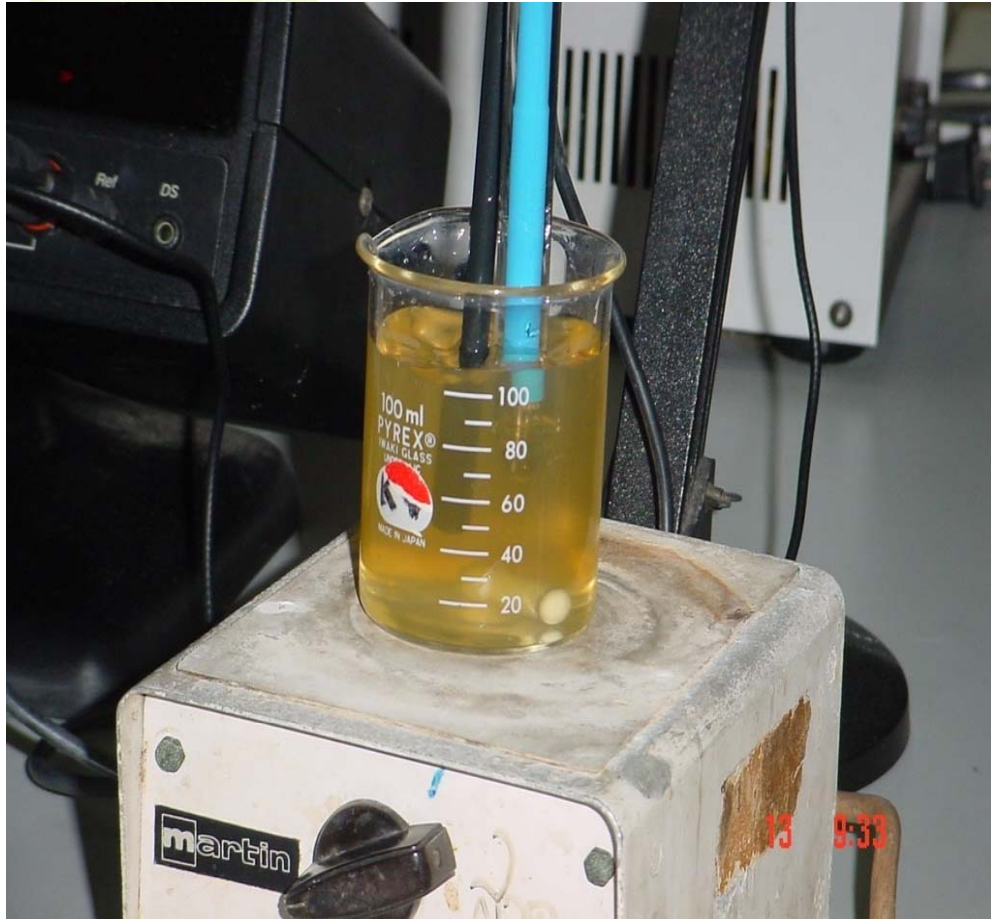
Alkalinity = 68 mg/l as CaCO_3

KMnO₄ Dose (mg/L)	0.0	5	10	15	20	25
ALUM Dose (mg/l)	20	20	20	20	20	20
Initial Mn²⁺ (mg/l)	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12
Initial Fe²⁺ (mg/l)	43	43	43	43	43	43
Final Mn²⁺ (mg/l)	1.94	<u>0.19</u>	over dose	over dose	over dose	over dose
Final Fe²⁺ (mg/l)	0.1	<u>0.00</u>	over dose	over dose	over dose	over dose
% Mn²⁺ Removal	-	90.2	-	-	-	-
% Fe²⁺ Removal	-	100	-	-	-	-
pH Final	7.47	7.45	7.43	-	-	-

หมายเหตุ : ใช้ด่างทับทิมเพิ่มขึ้น 0.36 mg/l (จากการคำนวณ Dose ควรเป็น 5+0.36 = 5.36 mg/l)

Mn²⁺ 1 mg/l = 1.92 mg/l KMnO₄

ภาพการทดลองที่ 1



น้ำดิบจริง(ไม่ใส่กรด)ปรับ
pH โดยใช้ Na_2CO_3 เพื่อ
คำนวณหาค่าสารเคมีจริง



น้ำดิบจริง(ใส่กรด)ปรับ pH
โดยใช้ Na_2CO_3 เพื่อทดลอง
Jar Test

ภาพการทดลองที่ 1 ช่วง Flash Mix 100 rpm เวลา 1 min

1. เติม KMnO_4 ก่อน ที่ Flash Mix 100 rpm 1 min
2. เติม Alum หลัง ที่ Flash Mix 100 rpm 1 min



ภาพการทดลองที่ 1 ช่วง Slow Mix 50 และ 20 rpm เวลา 5 min



13 13:41

ภาพการทดลองที่ 1 ช่วง Slow Mix 50 และ 20 rpm เวลา 5 min



13 13:42

ภาพการทดลองที่ 1 ช่วง Setting 5 min



ALUM Dose (mg/l) 20

KMnO₄ Dose (mg/L) 0.0



20

5 →



20

10



ALUM Dose (mg/l) 20

KMnO₄ Dose (mg/L) 15



20

20



20

25

Jar Test RESULT NO.2

Raw Water Quality : pH = 6.08 ปรับ pH ให้ได้ 7.5 โดยใช้ Na_2CO_3

Alkalinity = 68 mg/l as CaCO_3

KMnO₄ Dose (mg/L)	0.0	6	8			
ALUM Dose (mg/l)	30	30	30			
Initial Mn²⁺ (mg/l)	2.12	2.12	2.12			
Initial Fe²⁺ (mg/l)	43	43	43			
Final Mn²⁺ (mg/l)	1.94	<u>0.5</u> (over)	← over dose	จากต่างทับทิม(KMnO ₄)		
Final Fe²⁺ (mg/l)	0.1	<u>0.00</u>	over dose	M.W KMnO ₄ = 157.996 M.W Mn = 54.938		
% Mn²⁺ Removal	-	over dose	-	-	-	-
% Fe²⁺ Removal	-	100	-	-	-	-
pH Final	7.5	7.45	7.43	-	-	-

หมายเหตุ : ใช้ต่างทับทิมเกิน 1.43 mg/l ซึ่งเกิดจากต่างทับทิม(KMnO₄) (จากการคำนวณ Dose ควรเป็น 6-1.43 = 4.53 mg/l)

ภาพการทดลองที่ 2 ช่วง Flash Mix 100 rpm 1 min

1. เติม KMnO_4 ก่อน ที่ Flash Mix 100 rpm 1 min
2. เติม Alum หลัง ที่ Flash Mix 100 rpm 1 min



ภาพการทดลองที่ 2 ช่วง Slow Mix 50 และ 20 rpm 5 min



14 12:40

ภาพการทดลองที่ 2 ช่วง Setting 5 min



ALUM Dose (mg/l) 30

30

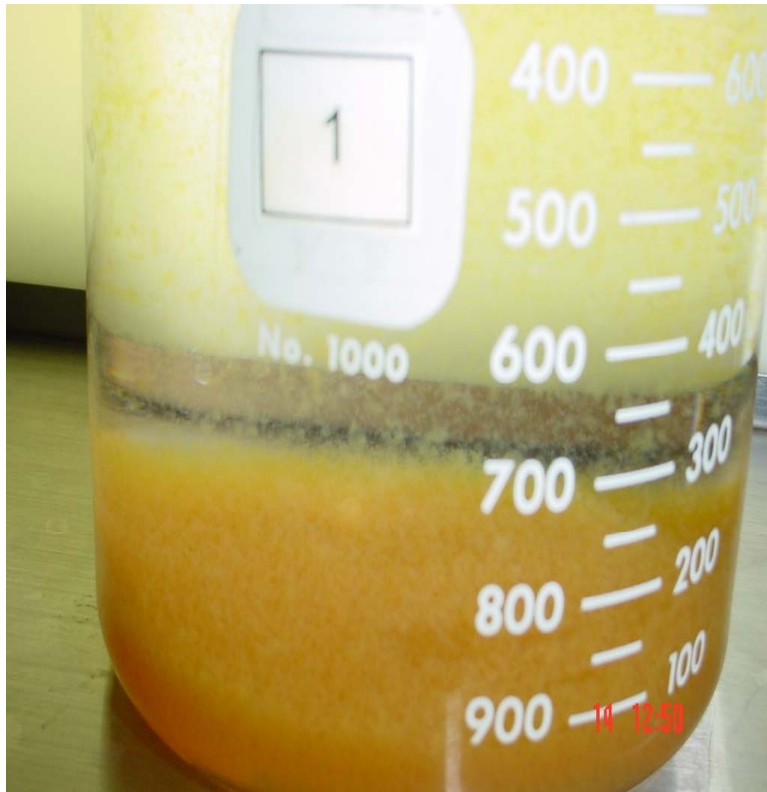
30

KMnO₄ Dose (mg/L) 0.0

← 6

8

ภาพการทดลองที่ 2 ช่วง Setting 5 min



ALUM Dose (mg/l)

30

30

30

KMnO₄ Dose (mg/L)

0.0

← 6

8

สรุปการทดลอง :

1. ต้องใช้สารส้มความเข้มข้นระหว่าง 20 ถึง 30 มิลลิกรัม/ลิตร
2. ต้องใช้ด่างทับทิมความเข้มข้นระหว่าง 4.53 ถึง 5.36 มิลลิกรัม/ลิตร

Oxidation by O_3



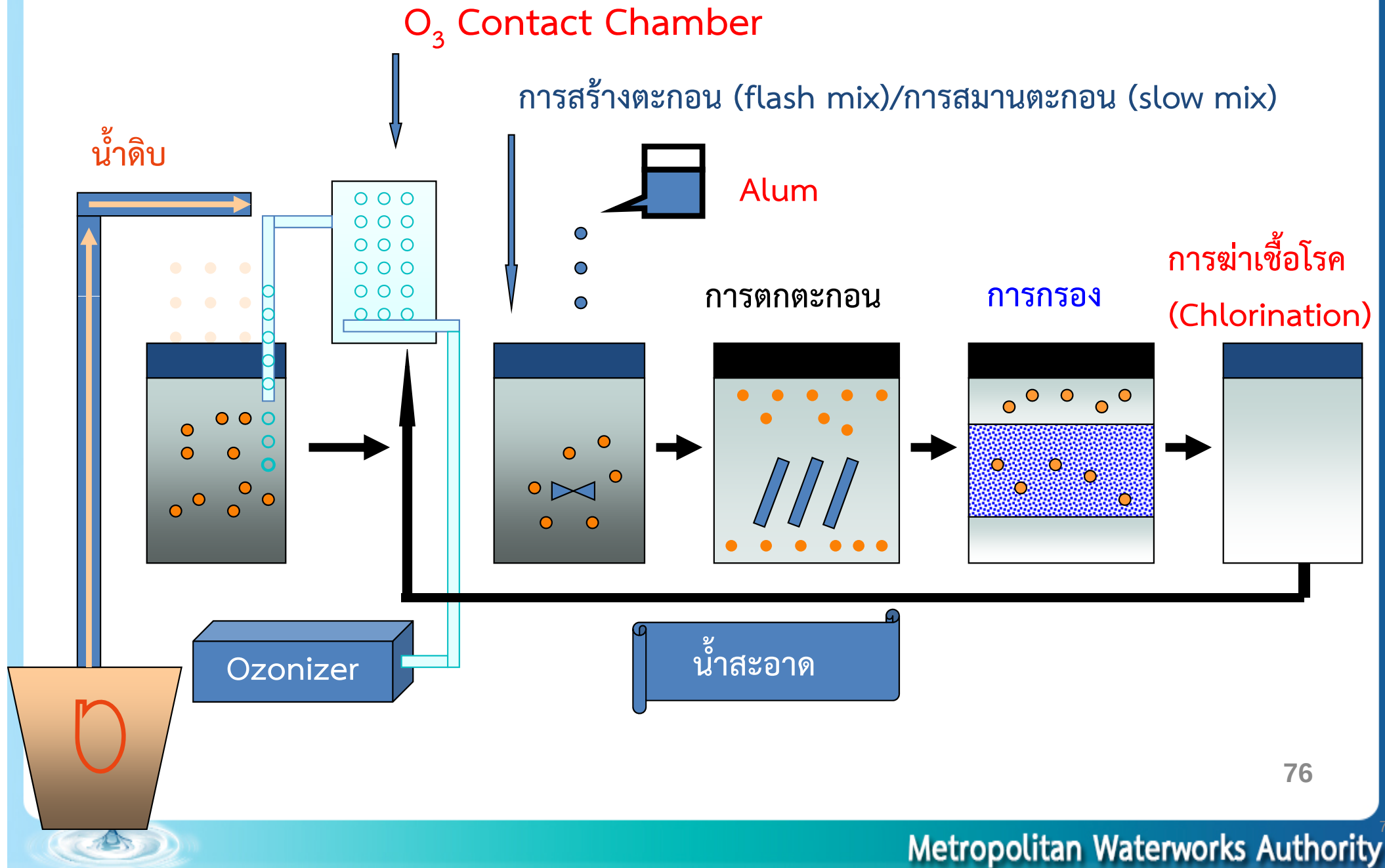
หลักทฤษฎีพื้นฐาน

$$Mn^{2+} : O_3 = 1 : 0.87 \text{ mg/l}$$

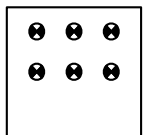
$$Fe^{2+} : O_3 = 1 : 0.43 \text{ mg/l}$$



Treatment Processes for Mn and Fe Removal by O_3 Oxidation



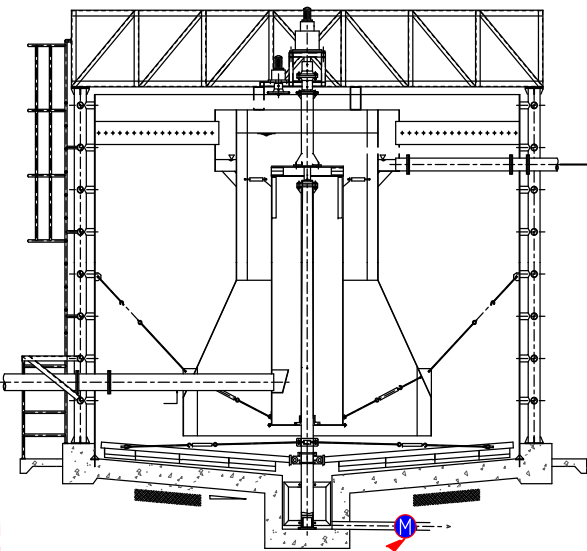
Electrical Control Box



Logic control

SOLID CONTACT CLARIFIER TANK (SLUDGE RECIRCULATION)

Qty.: 1
Capacity :50 m³/Hr/unit
Ø = 6.5 m.
HEIGHT = 4.75 m.
WEIGHT + WATER = TONS
AUTOMATIC SLUDGE DRAIN
Material : Mild Steel with Sand Blast SA2.5 and epoxy lining



Logic control

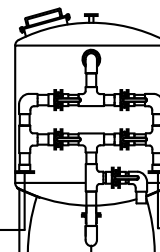
Logic control

Logic control

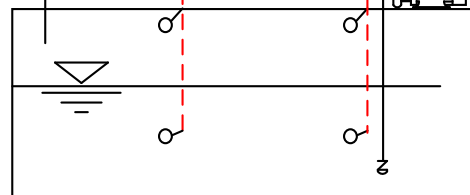
Logic control

SAND FILTER

Qty.: 1
Capacity :75 m³/Hr/unit
Material : Mild Steel with Sand Blast SA2.5 and epoxy lining
Dimension : Dia.3000x1500hx4.50
Manual Backwash
WEIGHT + MEDIA = 25 TONS



Booster pump
Capacity :50 cu.m./hr. x30mH

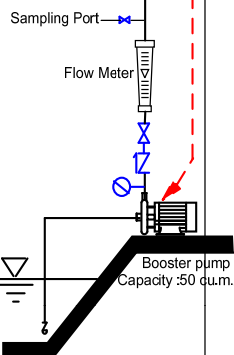


CLEAR WATER TANK

Qty.: 1/unit
Capacity : 100 m³/unit

SOLID CONTACT CLARIFIER

Static Mixer



Booster pump
Capacity :50 cu.m./hr. x15mH

SLUDGE STORAGE FEEDER
Qty: 1
PE-Tank 2000 Its

Na₂CO₃ Feeder
Qty: 1
Capacity : 10-15 M/hr
TDH.: 5.5 bar
PE-Tank 2000 Its

Al₂(SO₄)₃ Feeder
Qty: 1
Capacity : 10-15 M/hr
TDH.: 5.5 bar
PE-Tank 2000 Its

Ozone generator

Air Blower
Qty: 1
Capacity :6 Cu.m/min
Discharge Pressure 5500 mmAq

Chlorine Feeder
Qty: 1
Capacity : 10-15 M/hr
TDH.: 5.5 bar
PE-Tank 2000 Its

Flow Diagram

DRAWING TITLE :	SUBMITTED :	DATE :
PROJECT :	CHECK :	DATE :
SCALE :	Engineer :	DATE :
DRAWING NO.	Drawing :	DATE :

ตารางสรุปการกำจัดเหล็กและแมงกานีส

ชนิดสารเคมี	ปริมาณสารเคมี (มก.) สำหรับกำจัด 1 มก.	
	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>
O_2	0.14	0.29
Cl_2	0.64	1.29
ClO_2	1.21	2.50
$KMnO_4$	0.94	1.92
O_3	0.43	0.87

การกำจัดเหล็กและแมงกานีส โดยใช้สารกรอง (Contact Oxidation)

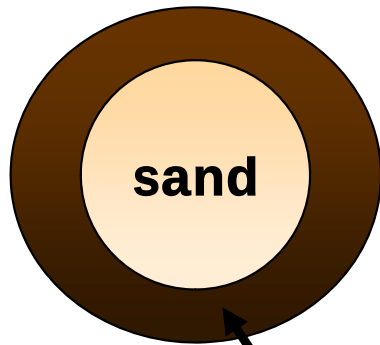
หลักพื้นฐาน

Mn , Fe Water → **Pass Through**
Mn , Fe Sand → Mn , Fe Free Water

Mechanism : *Contact Oxidation*

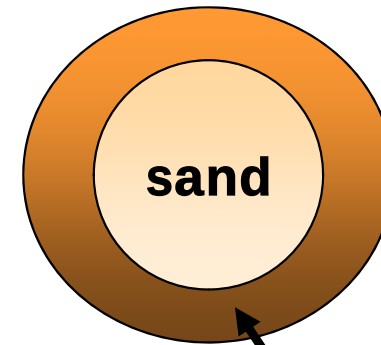
คุณลักษณะของ Mn และ Fe Sand

Mn – Sand (greensand)



MnO₂ coating material

Fe – Sand



FeOOH coating material
(goethite)

การสร้าง Mn-Sand

1. สร้างโดยปฏิกิริยาเคมี

1. Add $\text{MnCl}_2 \Rightarrow \text{Mix}$

2. Add $\text{KMnO}_4 \Rightarrow \text{Mix} \Rightarrow \text{Leave 24 Hr.}$

3. Wash with water

2. สร้างโดยการ regenerate Cl_2 ในกระบวนการผลิตน้ำประปา

Condition : Continuous Chlorination

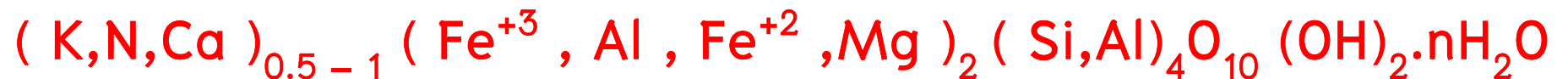
Raw Water containing Mn^{+2}

(0.05 mg/L Mn^{+2} in Raw Water Mn-Sand develop in 3 months)

การสร้าง Mn-Sand โดยปฏิกิริยาทางเคมี

วัสดุที่ใช้เป็น Media

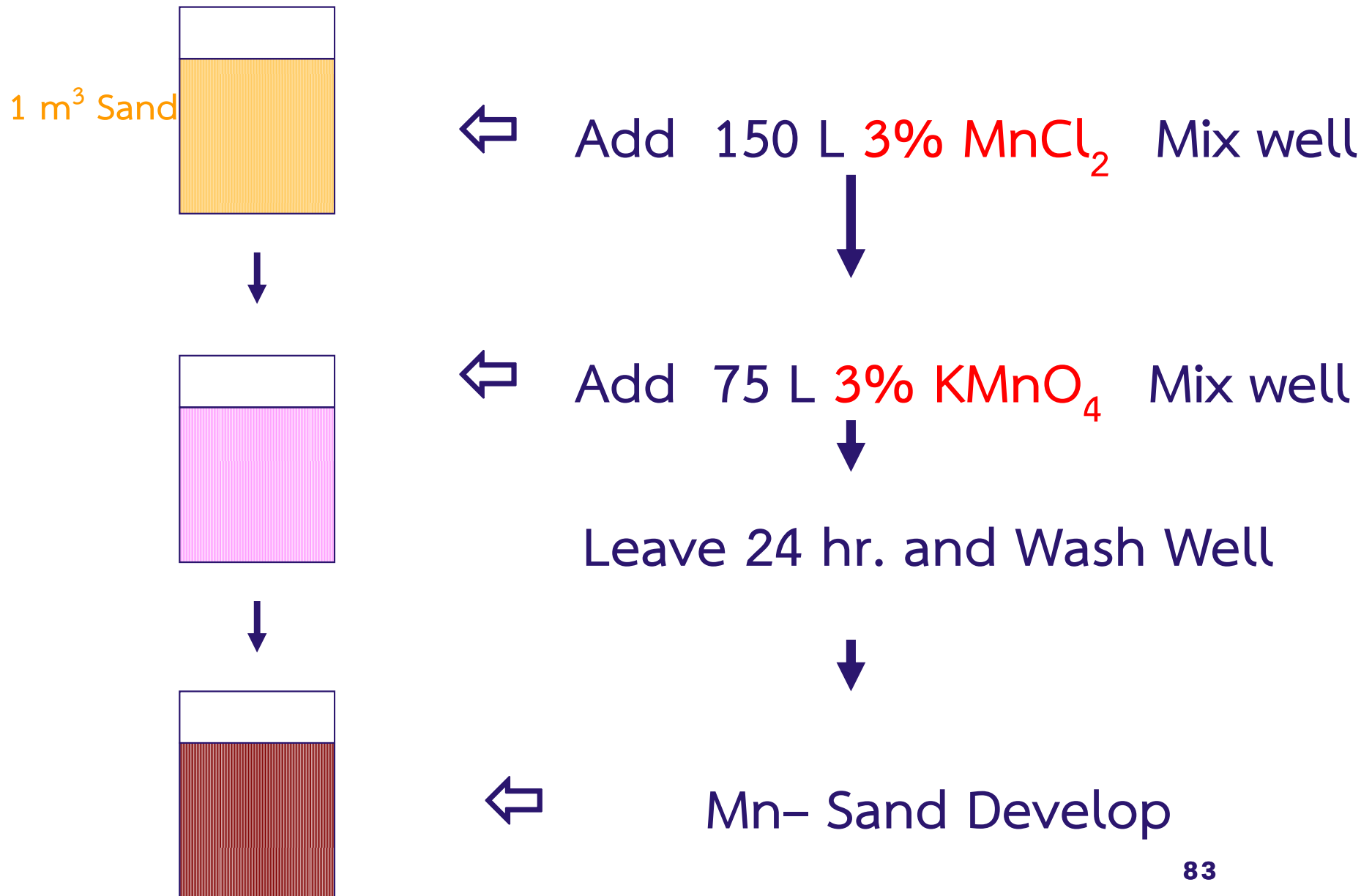
1. Zeolite (Glauconite)



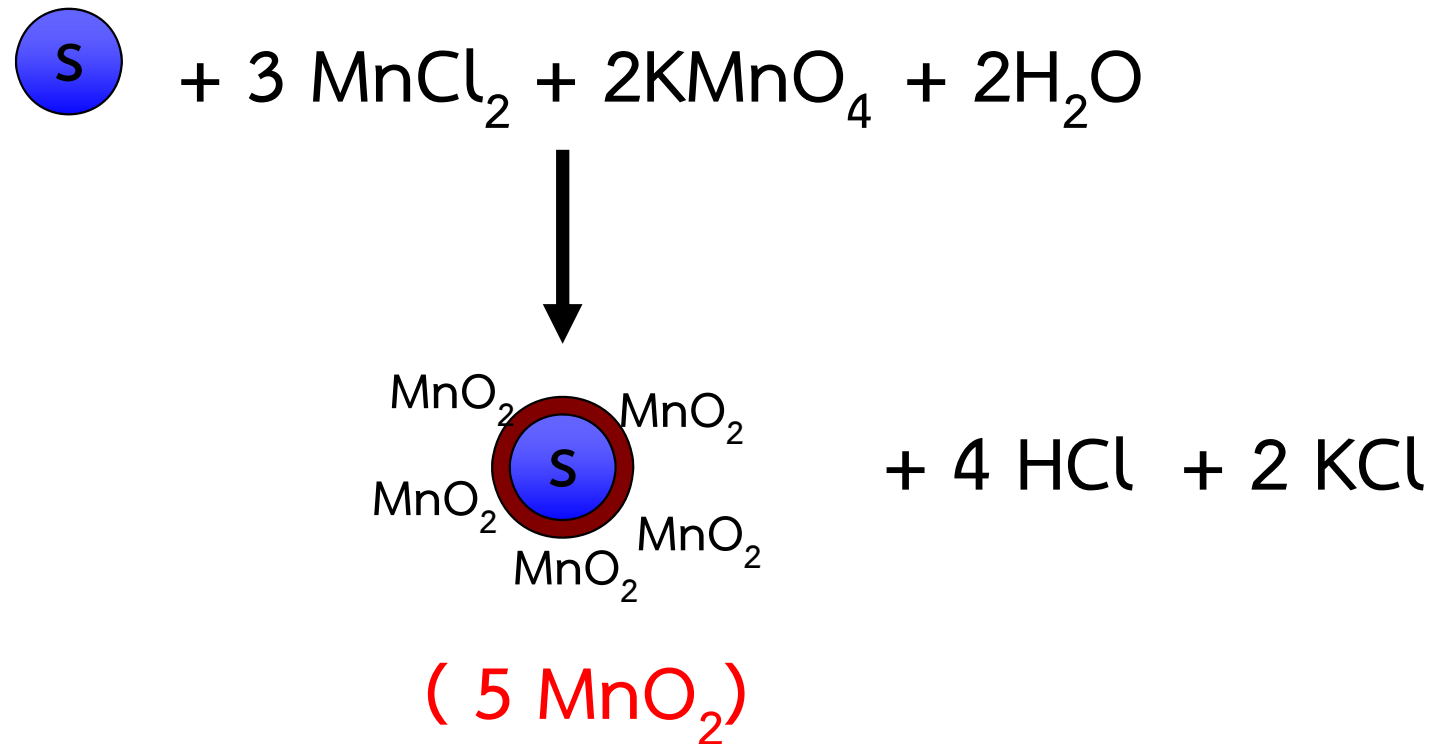
2. Graded Sand

Silica(SiO_2)

การสร้าง Mn-Sand โดยปฏิกิริยาทางเคมี



ปฏิกิริยาทางเคมีเมื่อวัสดุเป็น GRADED SAND





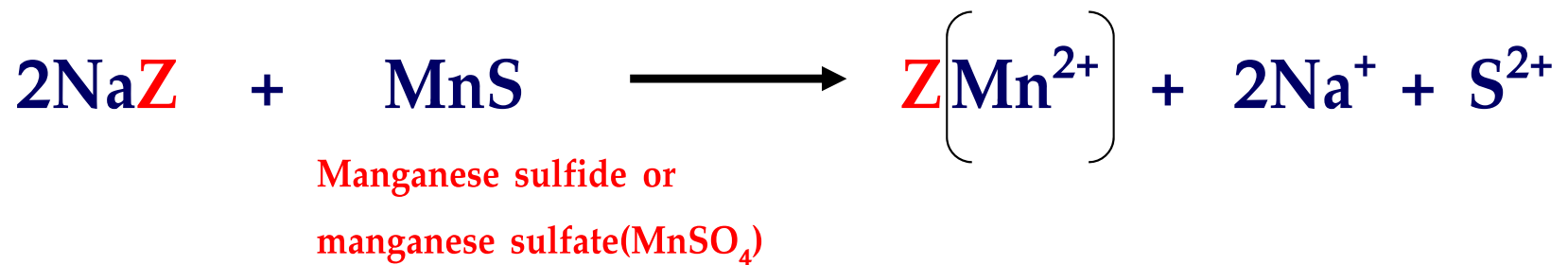
24 9 2009

double mangan

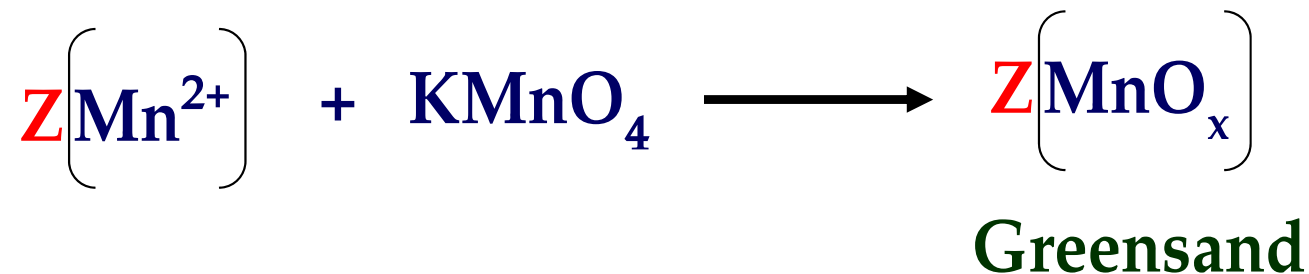
885, 685, 96

ปฏิกิริยาทางเคมีเมื่อวัสดุเป็น Zeolite (Glaucanite)

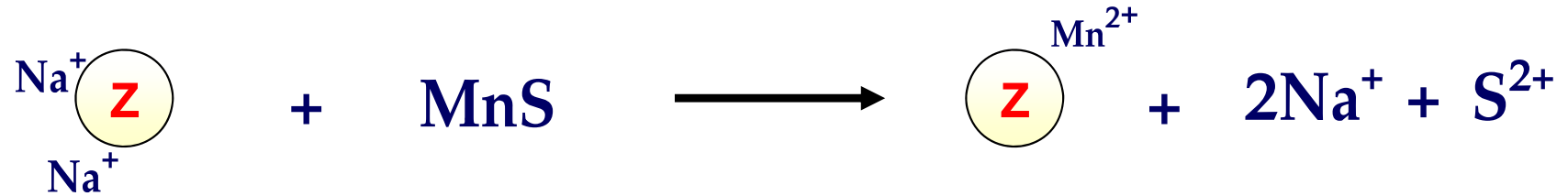
Step 1. Ion Exchange :



Step 2. Activation :

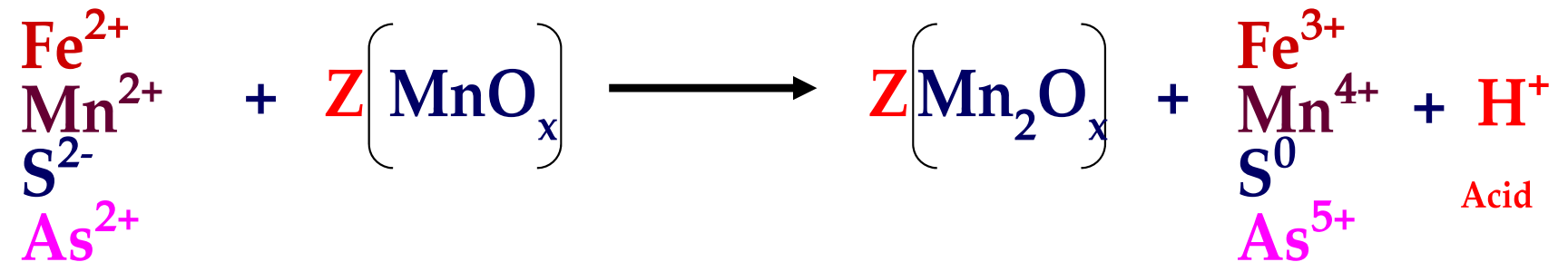


ปฏิกิริยาการสร้าง Green Sand ด้วยวัสดุ Zeolite (Glaucanite)

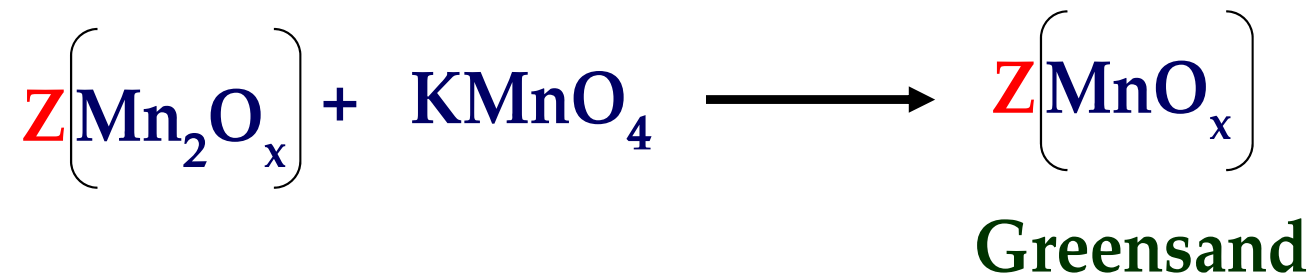


ปฏิกิริยาทางเคมีเมื่อวัสดุเป็น Zeolite (Glaucanite)

Step 3. Deactivation :



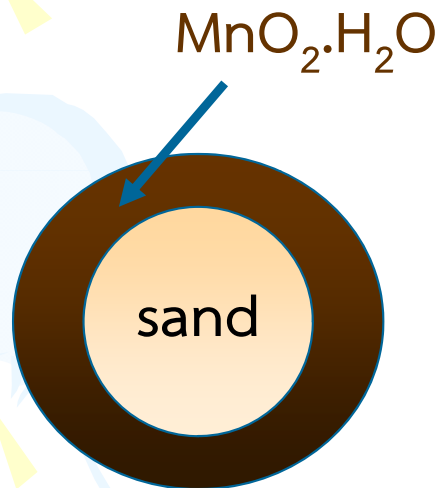
Step 4. Regeneration :



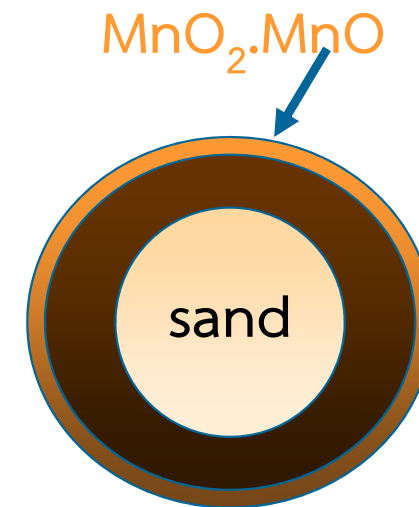
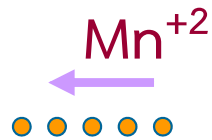


24 9 2009

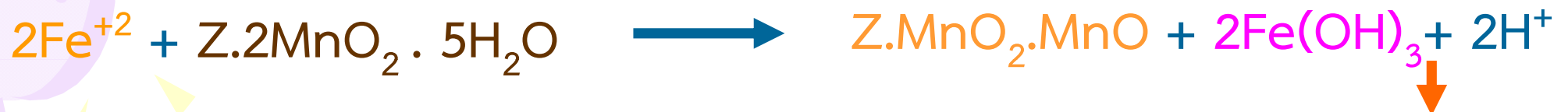
กลไกการเกิดปฏิกิริยา Contact Oxidation (Mn)



Active

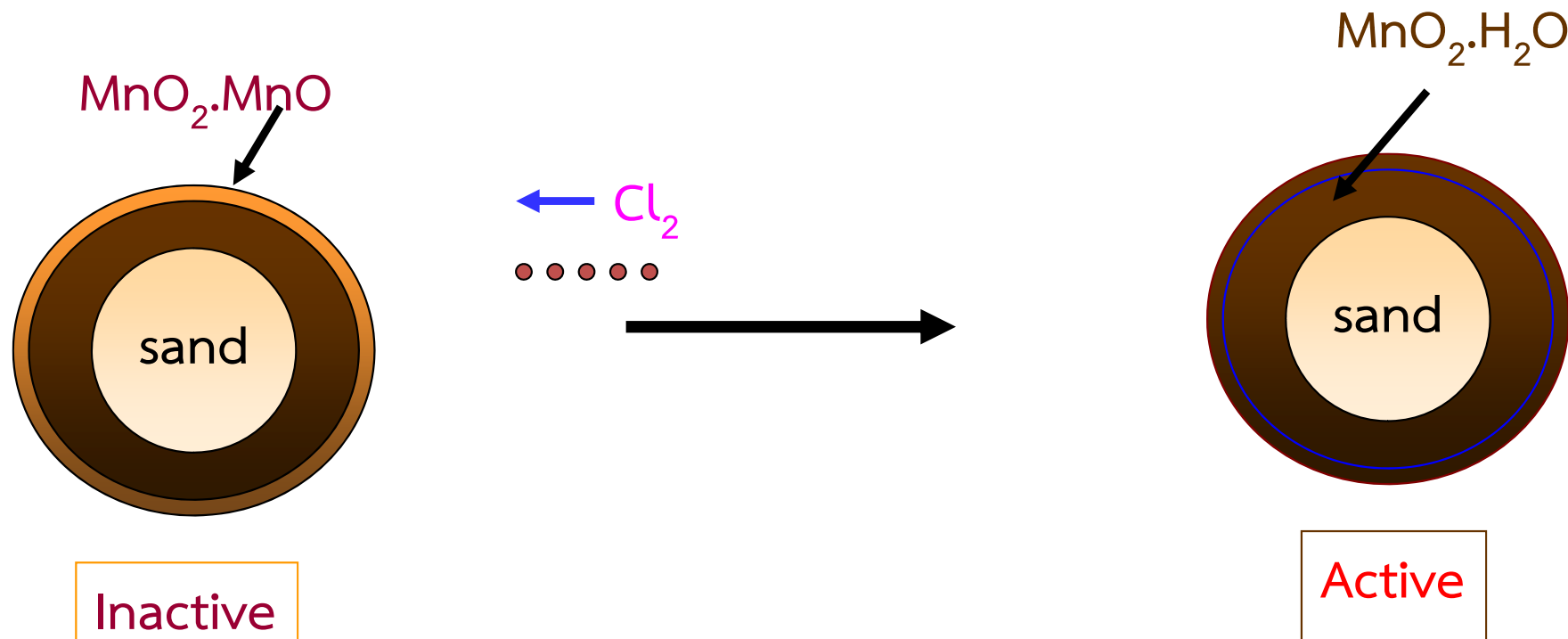
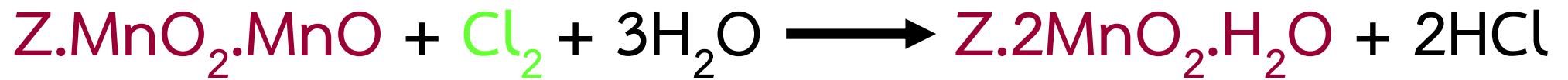


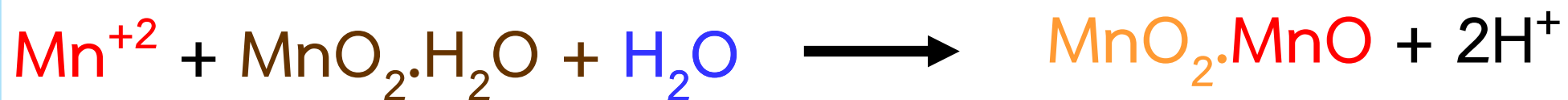
Inactive



กลไกการฟื้นฟูสภาพ Mn-Sand ที่หมดประสิทธิภาพ

1.กรณีใช้คลอรีน

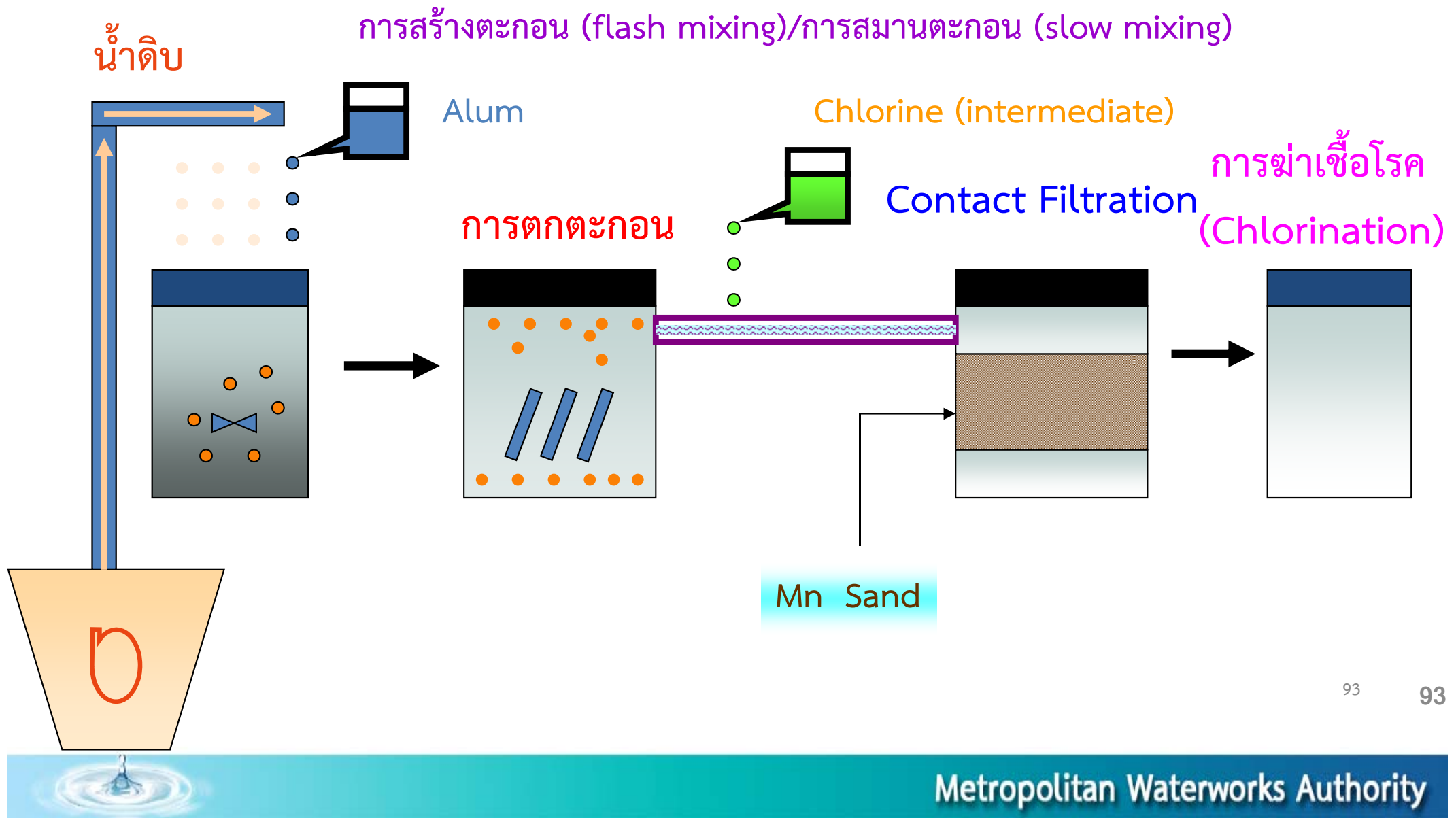




๒.กรณีใช้ต่างกับทิม



Treatment Processes for Mn Removal by Contact Filtration

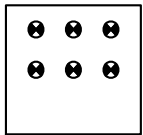


Formation of Manganese greensand by Residual Chlorine in Operation



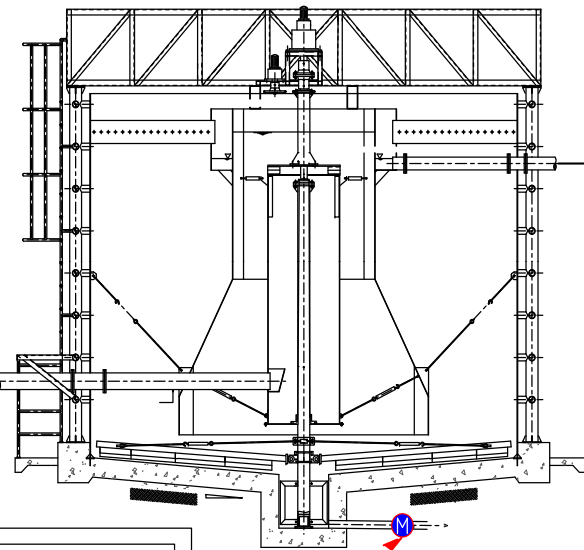
24 9 2009

Electrical Control Box



Logic control

SOLID CONTACT CLARIFIER TANK (SLUDGE RECIRCULATION)
Qty.: 1
Capacity :50 m³/Hr/unit
Ø = 6.5 m.
HEIGHT = 4.75 m.
WEIGHT + WATER = TONS
AUTOMATIC SLUDGE DRAIN
Material : Mild Steel with Sand Blast SA2.5 and epoxy lining



SOLID CONTACT CLARIFIER

Logic control

Logic control

Logic control

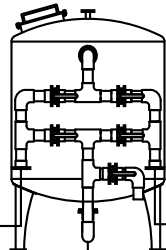
Logic control

Logic control

Booster pump
Capacity :50 cu.m./hr. x30mH

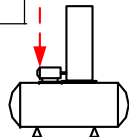
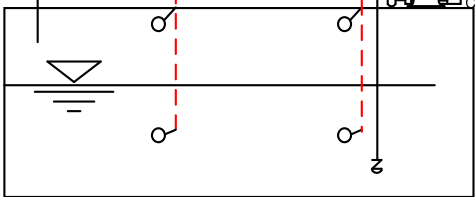
MANGANESE GREENSAND FILTER

Qty.: 1
Capacity :75 m³/Hr/unit
Material : Mild Steel with Sand Blast SA2.5 and epoxy lining
Dimension : Dia.3000x1500hx4.5m
Manual Backwash
WEIGHT + MEDIA = 25 TONS

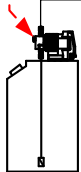


(OWNER)

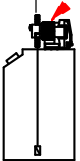
CLEAR WATER TANK
Qty.: 1/unit
Capacity : 100 m³/unit
(OWNER)



Air Blower
Qty: 1
Capacity :6 Cu.m/min
Discharge Pressure 5500 mmAq



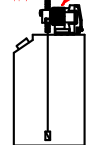
Chlorine Feeder
Qty: 1
Capacity : 10-15 m³/hr
TDH.: 5.5 bar
PE-Tank 2000 lts



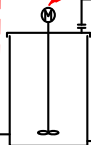
Qty: 1
Chlorine Feeder
Qty: 1
Capacity : 10-15 m³/hr
TDH.: 5.5 bar
PE-Tank 2000 lts



PACl Feeder
Qty: 1
Capacity : 10-15 m³/hr
TDH.: 5.5 bar
PE-Tank 2000 lts



Chlorine Feeder
Qty: 1
Capacity : 10-15 m³/hr
TDH.: 5.5 bar
PE-Tank 2000 lts



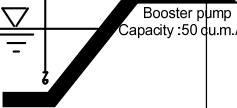
SLUDGE STORAGE FEEDER
Qty: 1
PE-Tank 2000 lts

Static Mixer

Sampling Port

Flow Meter

Booster pump
Capacity :50 cu.m./hr. x15mH



Flow Diagram

DRAWING TITLE :

SUBMITTED :

DATE :

PROJECT :

CHECK :

DATE :

SCALE :

DRAWING NO.

Engineer :

DATE :

Drawing :

DATE :

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำจัดแอมกานีสด้วยแอมกานีสกรีนแซนด์

1. ปริมาณแอมกานีสในน้ำ

เมื่อปริมาณแอมกานีสในน้ำเพิ่มมากขึ้น อำนาจในการออกซิไดซ์ของแอมกานีสกรีนแซนด์จะหมดลงเร็ว ทำให้อายุของสารกรองสั้นลง ซึ่งจะทำให้เปลืองสารเคมีที่ใช้ในการรีเจเนอเรชั่น นอกจากนี้ อัตราการกรองที่ใช้จะต่ำลง เพื่อให้แอมกานีสถูกกำจัดออกจากน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ค่าพีเอช

ค่าพีเอชจะมีผลต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชันแอมกานีส โดยอัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเพิ่มตามการเพิ่มของค่าพีเอชหรือลดลงเมื่อค่าพีเอชลดและที่ค่าพีเอชเป็นกรดอาจทำให้แอมกานีสไดออกไซด์ที่เคลือบบนสารกรองหลุดออก สำหรับพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดแอมกานีสในน้ำด้วยกรีนแซนด์ คือ พีเอชในช่วง 7.5 – 8 สำหรับกระบวนการรีเจเนอเรชั่นแบบทีละครั้ง ส่วนรีเจเนอเรชั่นแบบต่อเนื่อง สารละลายโปตัสเซียมเปอร์แมงกาเนตสามารถออกซิไดซ์แอมกานีสที่กว้างกว่า

3. อัตราการกรอง

อัตราการกรองต่ำจะทำให้เวลาสัมผัสระหว่างน้ำดิบกับชั้นกรองมีมากขึ้น เมกกานีสถูกออกซิไดซ์โดยชั้นกรองของเมกกานีสกรีนแซนด์ได้มาก ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดเมกกานีสเพิ่มขึ้น แต่ถ้าอัตราการกรองสูง เวลาสัมผัสระหว่างน้ำดิบกับชั้นกรองน้อย โอกาสที่เมกกานีสจะถูกออกซิไดซ์สั้นลง ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดเมกกานีสลดลง อัตราการกรองระหว่าง 5 – 12 เมตร/ชั่วโมง

4. สารที่เจือปนในน้ำดิบ

สารที่เจือปนในน้ำดิบ เช่น เหล็ก สารอินทรีย์ สารประกอบไนโตรเจน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ สี และความขุ่น จะมีผลทำให้ความต้องการปริมาณสารละลาย โพตัสเซียมเปอร์แมงกาเนตเพื่อใช้ในการออกซิไดซ์เพิ่มมากขึ้น และทำให้อำนาจในการออกซิไดซ์ของเมกกานีสกรีนแซนด์ลดลงด้วย



5. การรีเจนเนอเรชัน

การ Regeneration เป็นการฟื้นฟูอำนาจการออกซิไดซ์ของแมงกานีสกรีนแซนด์ให้มีประสิทธิภาพเช่นเดิม การ Regeneration จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแมงกานีสของแมงกานีสกรีนแซนด์ ดังนั้นในการ Regeneration แบบทีละครั้ง จึงต้องใช้สารละลายโปตัสเซียมเปอร์แมงกาเนตในปริมาณที่มากเกินไปเพื่อให้แน่ใจว่าแมงกานีสกรีนแซนด์มีประสิทธิภาพในการออกซิไดซ์เหมือนเดิมสำหรับการรีเจนเนอเรชันแบบต่อเนื่องนั้นการเติมสารละลายโปตัสเซียมเปอร์แมงกาเนตควรให้มีเวลาสัมผัสระหว่างน้ำดิบกับสารละลายประมาณ 20 – 60 วินาที ก่อนที่น้ำดิบจะเข้าสู่ถังกรองเพื่อให้เกิดการออกซิไดซ์อย่างสมบูรณ์

6. ความแตกต่าง

เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของแมงกานีสที่เกิดขึ้น จะทำลายสภาพความแตกต่างของน้ำเนื่องจากมีการตกจากปฏิกิริยา ดังนั้นพีเอชของน้ำจะลดลงถ้าน้ำมีสภาพความแตกต่างไม่เพียงพอที่จะทำลายกรดที่เกิดขึ้น ทำให้อัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะช้าลง

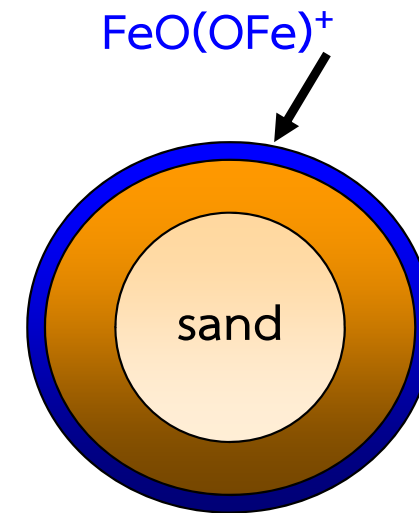
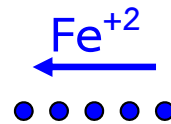
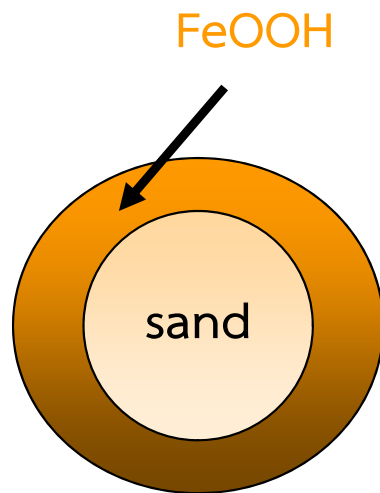


7. อุณหภูมิ

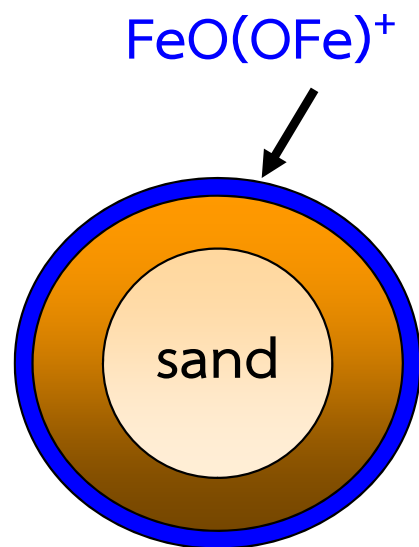
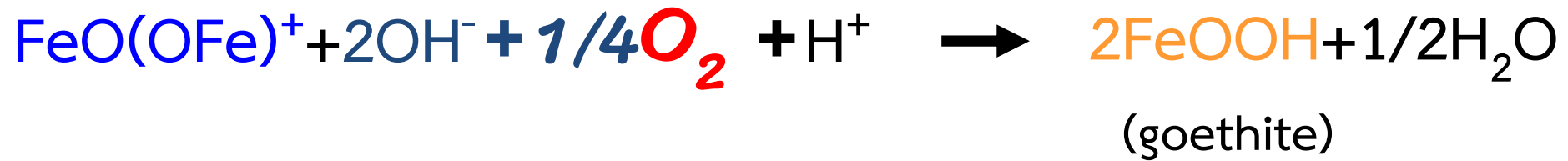
อุณหภูมิจะมีผลต่อค่าคงที่ของอัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชัน และยังมีผลต่อ สมดุลย์ของกรด-ด่าง และการละลายน้ำของสารต่างๆในน้ำ อัตราการทำ ปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างแมงกานีสกับออกซิเจนจะช้าลงเมื่ออุณหภูมิลดลง



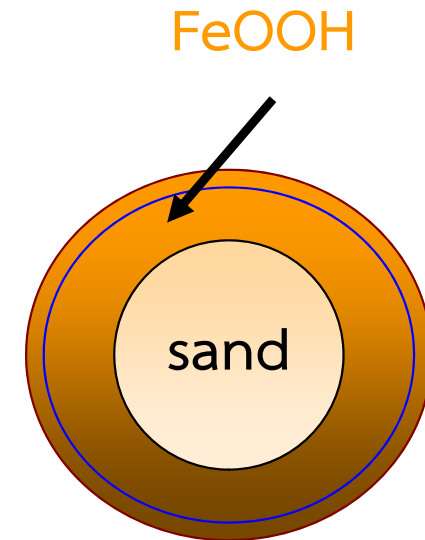
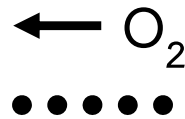
กลไกการเกิดปฏิกิริยา Contact Oxidation (Fe)



กลไกการฟื้นฟูสภาพ Fe-Sand ที่หมดประสิทธิภาพ



Inactive



Active



Treatment Processes for Fe Removal by Contact Filtration

การสร้างตะกอน (flash mixing)/การสมานตะกอน (slow mixing)

น้ำดิบ

Alum

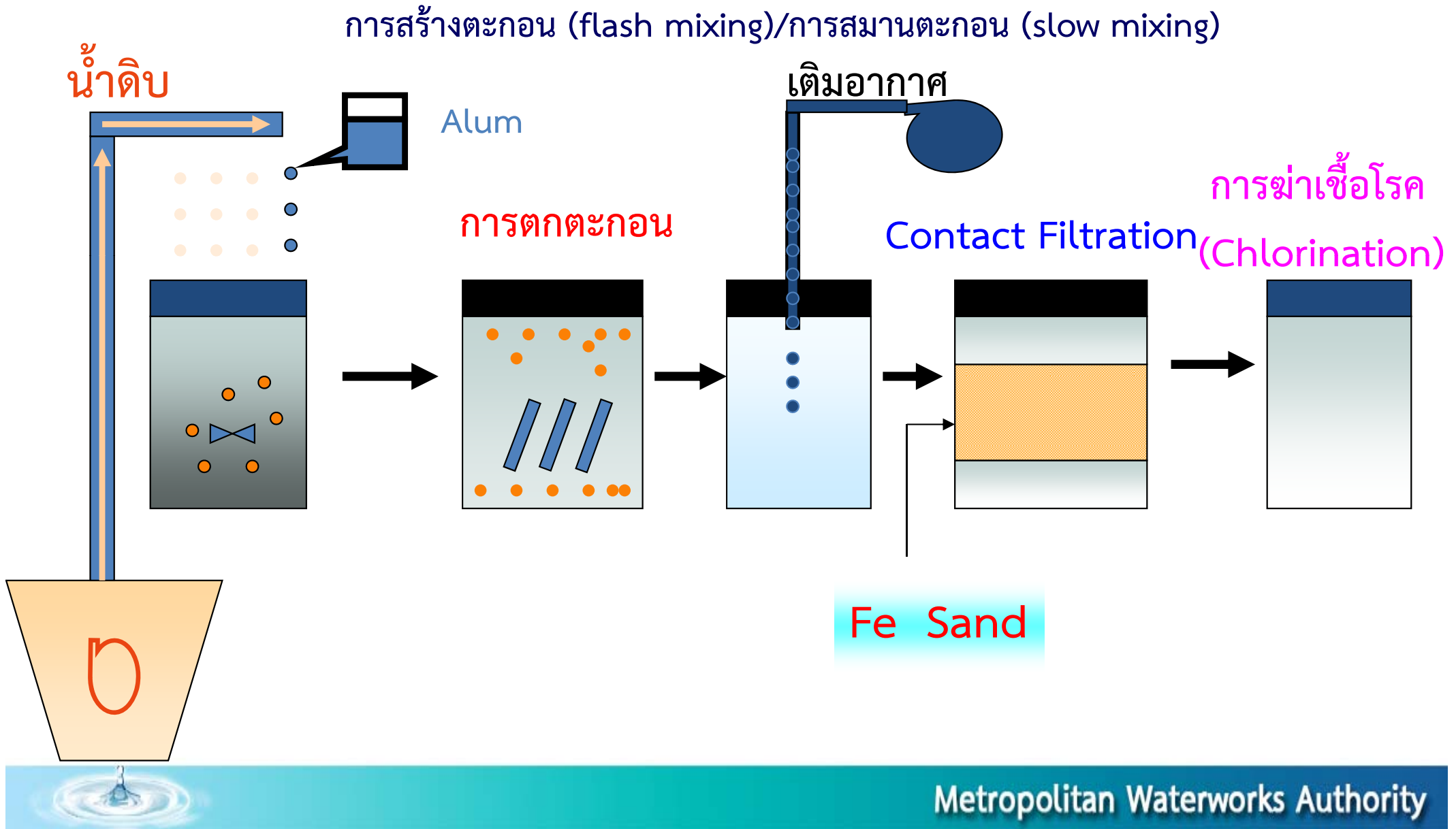
เติมอากาศ

การตกตะกอน

Contact Filtration (Chlorination)

การฆ่าเชื้อโรค

Fe Sand



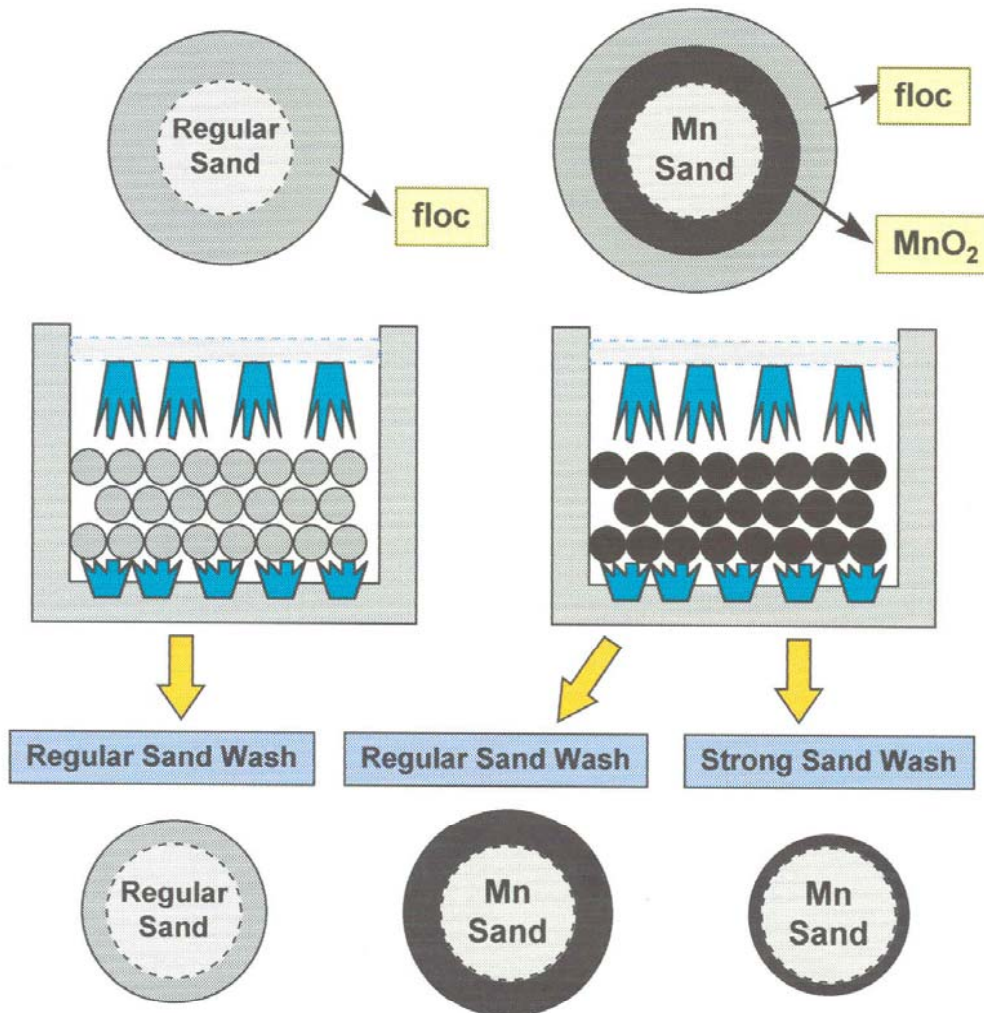
สภาพปัญหาและวิธีการแก้ไข

สภาพปัญหา	ผลที่เกิด	วิธีการแก้ไข
Effective Size and Uniformity เปลี่ยนไป	หน้าที่ของทรายกรอง ทำงานได้ไม่เต็มที่	ปรับปรุงระบบการ ล้างย้อนใหม่

การปรับปรุงระบบการล้างย้อน (Washing System)

Regular Sand

Manganese Sand

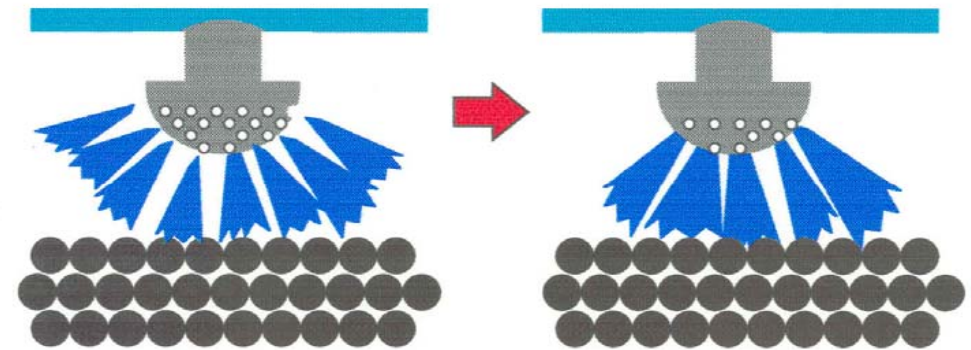


Regular Sand is washed cleanly by regular strength of sand wash

Mn is accumulated on the surface of Mn sand! Strong Sand Wash (especially overlap wash) is necessary to maintain Mn Sand Filter.

Improvement of Sand Wash of Mn-sand

- (1) Strengthen Surface Wash Energy during sand wash
- (2) Change Opening area of nozzle
- (3) Change Angle of nozzle
- (4) Take long time to overlap washing (surface wash and back wash)



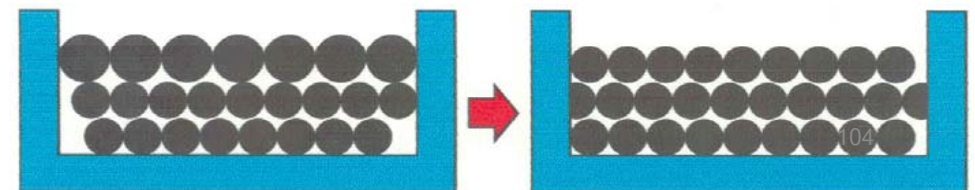
	Before Improved	After Improved
Water Quantity to surface wash	0.20 (m ³ /m ² /min)	0.20 (m ³ /m ² /min)
Opening area of nozzle	271(mm ²)	106(mm ²)
Water angle of nozzle	74 degree	60 degree
Energy for surface wash	0.150(kgf m/m ² /sec)	0.186(kgf m/m ² /sec)

Overlap time (Surface & Back)	2 min	4 min
-------------------------------	-------	-------

Effectiveness

Increase of sand diameter	0.02 mm/year	0.04 mm/year
---------------------------	--------------	-------------------------

0.009



Alternate Manganese Dioxide Coated Media

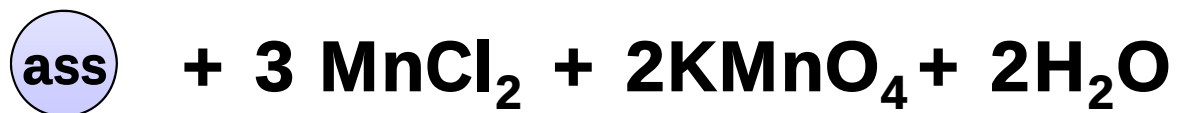
1. BIRM Media (**B**urgess **I**ron **R**emoval **M**ethod)

วัตถุดิบประกอบด้วย

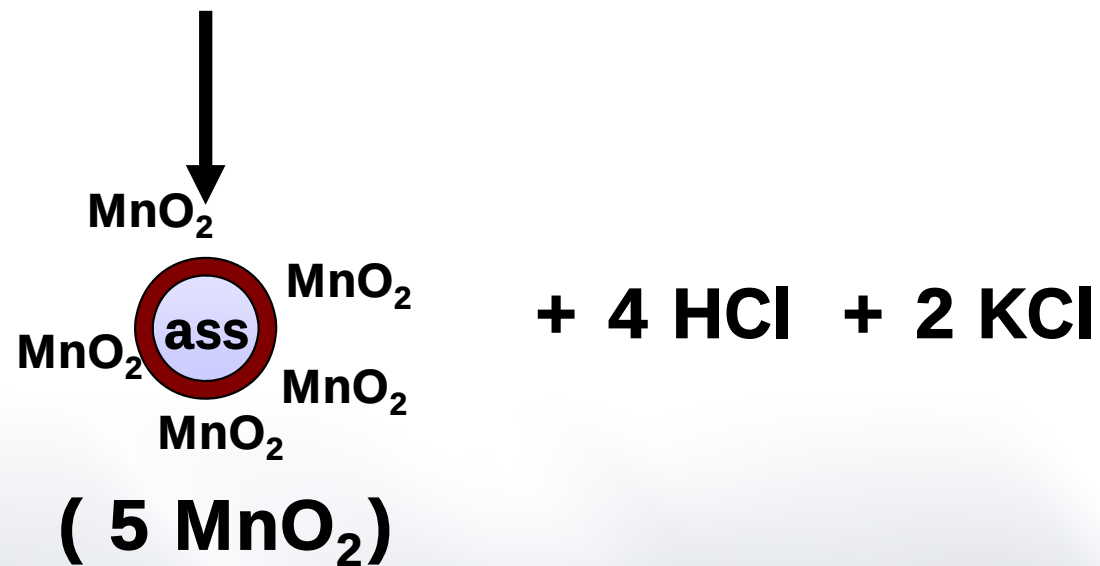
- Aluminum Silicate Sand ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) - Media
- Manganous salts – MnCl_2 or MnSO_4
- Potassium permanganate – KMnO_4

2. Pyrolusite (pure manganese dioxide – MnO_2)

ปฏิกิริยาทางเคมี(BIRM)



Aluminum Silicate Sand





24 9 2009

สภาวะการใช้งาน BIRM

1. ความเป็นด่าง (Alkalinity) ต้องมากกว่าความเข้มข้นของซัลเฟต(Sulfate) และคลอไรด์ (Chloride) 2 เท่า
2. ค่า pH ต้องอยู่ระหว่าง 6.8 - 9
3. ต้องมีการจ่ายอากาศเข้าบริเวณด้านหน้า BIRM เพื่อให้มีค่าออกซิเจนละลายน้ำมากกว่าความเข้มข้นของเหล็ก 15 % เมื่อความเข้มข้นของเหล็กละลายน้ำมากกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร

สภาวะการใช้งาน BIRM (ต่อ)

4. อัตราการกรองผ่าน BIRM ระหว่าง 8 – 12 เมตร/ชั่วโมง
5. ความสูงของ BIRM ระหว่าง 75 – 90 เซนติเมตร
6. น้ำดิบที่มีค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) หรือสารอินทรีย์มากกว่า 4 มิลลิกรัม/ลิตร ไม่เหมาะสำหรับการใช้ BIRM
7. น้ำดิบไม่ควรมีความฟอสเฟต(polyphosphates) เพราะจะไปเคลือบ BIRM ทำให้ประสิทธิภาพลดลง



Pyrolusite

24 9 2009









Q

uestions ?