

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ข้อมูลวิเคราะห์ผลน้ำ

น้ำประปา	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
pH	7.60	7.20	7.10
EC (microS/cm)	492.00	337.00	336.00
Total Hardness (mg/L as CaCO ₃)	110.00	108.00	106.00
Calcium Hardness(mg/L as CaCO ₃)	89.00	93.00	82.00
Total Iron (mg/L as Fe)	0.05	0.06	0.012
Chloride Ion (mg/L as Cl ⁻)	26.20	24.10	22.80
Magnesium (mg/L as Mg)	7.64	6.75	9.98

น้ำ RO	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
pH	6.30	6.00	6.00
EC (microS/cm)	9.79	8.84	7.45
Total Hardness (mg/L as CaCO ₃)	0.60	0.40	0.10
Calcium Hardness(mg/L as CaCO ₃)	0.10	0.40	0.10
Total Iron (mg/L as Fe)	0.01	0.01	0.01
Chloride Ion (mg/L as Cl ⁻)	0.46	0.40	0.45
Magnesium (mg/L as Mg)	0.02	0.37	0.06

ข้อมูลวิเคราะห์ผลน้ำ (ต่อ)

RO (ใน Cooling Tower)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
pH	5.80	6.00	5.80
EC (microS/cm)	934.00	1094.00	669.00
Total Hardness (mg/L as CaCO ₃)	177.00	130.00	133.00
Calcium Hardness(mg/L as CaCO ₃)	123.00	96.00	84.00
Total Iron (mg/L as Fe)	0.12	0.61	0.01
Chloride Ion (mg/L as Cl ⁻)	77.10	202.00	63.00
Magnesium (mg/L as Mg)	3.15	4.12	2.86

น้ำ Brine ก่อนแยกตะกอน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
pH	7.70	7.60	7.60
EC (microS/cm)	1216.00	963.00	1005.00
Total Hardness (mg/L as CaCO ₃)	310.00	323.00	344.00
Calcium Hardness(mg/L as CaCO ₃)	239.00	260.00	264.00
Total Iron (mg/L as Fe)	0.01	0.01	0.01
Chloride Ion (mg/L as Cl ⁻)	66.50	73.00	66.30
Magnesium (mg/L as Mg)	22.10	21.80	29.90

ข้อมูลวิเคราะห์ผลน้ำ (ต่อ)

น้ำ Brine หลังแยกตะกอน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
pH	9.20	9.10	9.20
EC (microS/cm)	2980.00	2960.00	2420.00
Total Hardness (mg/L as CaCO ₃)	389.00	399.00	444.00
Calcium Hardness(mg/L as CaCO ₃)	212.00	237.00	278.00
Total Iron (mg/L as Fe)	0.83	0.68	0.49
Chloride Ion (mg/L as Cl ⁻)	241.00	252.00	206.00
Magnesium (mg/L as Mg)	43.40	47.00	41.80

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

GOSHU KOHSAN CO., LTD. WORK INSTRUCTION	DOC. NO. : TCL-WI-006 REV. NO. : 0 PAGE : 1 of 3 EFFECTIVE DATE : February 1, 2002
TITLE : HARDNESS	

สารเคมี

1. Buffer Solution

ละลาย 4.716 g disodium ethylenediaminetetraacetate (analytical grade) และ 3.120 g magnesium sulfate ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ในน้ำกลั่น 200 mL ลงใน 67.6 g NH_4Cl และ 572 mL conc. NH_4OH เขย่าจนละลาย เติมน้ำจนครบ 1000 mL

2. Eriochrome black T Indicator

ละลาย 0.5 g Eriochrome black T ใน 100 mL Triethanolamine

3. Standard EDTA 0.01 M

ชั่ง 3.723 g disodium ethylenediaminetetraacetate (analytical grade) ในน้ำกลั่น จนครบ 1000 mL standardize กับ Standard calcium 1000 mg/L

4. Standard calcium solution 1000 mg/L

ชั่ง 1.000 g anhydrous CaCO_3 ลงใน 500 mL erlenmeyer flask ปิดปากขวดด้วยกรวย หยด 1+1 HCl จน CaCO_3 ละลาย เติมน้ำ 200 mL แล้วต้มจนกระทั่งได้ CO_2 หมุดทิ้งไว้จนเย็น หยด 2 หยดของ methyl red indicator ปรับให้เป็นสีส้มด้วย 3N NH_4OH หรือ 1+1 HCL ถ่ายและ เติมน้ำกลั่นจนครบ 1000 mL ใน Volumetric flask ขนาด 1 L

1 mL = 1.00 mg CaCO_3

หรือใช้ Standard calcium solution 1000 mg/L (MERCK)

1 mL = 2.50 mg CaCO_3

วิธีวิเคราะห์

1. การหา mg CaCO_3 ที่สมมูลกับ 1.00 mL EDTA titrant (B. factor ของ Standard EDTA 0.01 M) โดย

1.1 pipet Standard calcium solution 1000 mg/L (MERCK) 10 mL ลงใน 250 mL erlenmeyer flask

1.2 หยด 2 หยด ของ Eriochrome black T indicator

1.3 เติมน้ำ 4 mL buffer solution

1.4 titrate ด้วย standard EDTA 0.01 M จนกระทั่งสีแดง เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน (titrate ภายในเวลา 5 นาที นับจาก เติมน้ำ buffer)

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.1 pipet ตัวอย่าง โดยใช้ปริมาตร ตามความเหมาะสมลง 250 mL erlenmeyer flask

2.2 หยด 2 หยด ของ Eriochrome black T indicator

2.3 เติมน้ำ 4 mL buffer solution

2.4 titrate ด้วย standard EDTA 0.01 M จนกระทั่งสีแดง เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน (titrate ภายในเวลา 5 นาที นับจาก เติมน้ำ buffer)

GOSHU KOHSAN CO., LTD. WORK INSTRUCTION	DOC. NO. : TCL-WI-006 REV. NO. : 0 PAGE : 2 of 3 EFFECTIVE DATE : February 1, 2002
TITLE : HARDNESS	

การคำนวณ

$$\text{Hardness (mg CaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml. Sample}}$$

โดยที่

A = mL ของ EDTA ที่ titrate กับ sample

B = mg CaCO₃ ที่สมมูลกับ 1.00 mL EDTA titrant

ตัวอย่าง

- standard calcium solution 1000 mg/L (MERCK) 10 mL ใช้ titrant EDTA 25.2 mL
titrant EDTA 25.2 mL สมมูลกับ Standard calcium solution 10×2.5 mg
titrant EDTA 1.00 mL สมมูลกับ Standard calcium solution $\frac{10 \times 2.50}{25.2} = 0.992$ mg

- ตัวอย่าง 50 mL ใช้ titrant EDTA 15.2 mL

$$\text{Hardness (mg CaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml. Sample}}$$

$$= \frac{15.2 \times 0.992 \times 1000}{50}$$

$$= 302 \text{ mg CaCO}_3\text{/L}$$

REV	DATE	NOTE	APPROVED	REVIEWED	PREPARED
0	FEB 1, 2002	NEW ISSUE			

STANDARD METHODS 20th EDITION 1998

C : Total WI-XXX-XXX : ISO 9000

GOSHU KOHSAN CO., LTD.	DOC. NO. : LB0-WI-008
WORK INSTRUCTION	REV. NO. : 1
	PAGE : 1 of 1
	EFFECTIVE DATE : December 3, 2003
TITLE : IRON (GRAPHITE FURNACE)	

สารเคมี

1. Conc HNO_3
2. Iron standard solution 1000 mg/L
3. Iron standard solution, stock solution 100 mg/L
 ปิ่ปด Iron standard solution 1000 mg/L 10 mL ลงใน volumetric flask 100 mL เจือจางให้เป็น 100 mL ด้วย 1% HNO_3
4. Iron standard solution 10 mg/L
 ปิ่ปด Stock solution 100 mg/L, 10 mL ลงใน volumetric flask 100 mL เจือจางให้เป็น 100 mL ด้วย 1% HNO_3
5. Iron standard solution, working solution 0.3 mg/L, 0.5 mg/L, 1 mg/L และ 3 mg/L
 ปิ่ปด standard solution 10 mg/L 3 mL และ 5 mL ลงใน volumetric flask 100 mL และปิ่ปด stock solution 100 mg/L 1 mL และ 3 mL ลงใน volumetric flask 100 mL เจือจางให้เป็น 100 mL ด้วย 1% HNO_3
6. 1% HNO_3
7. 0.2% HNO_3

วิธีวิเคราะห์

ตามวิธีวิเคราะห์ใน LB0-WI-024 โดยใช้ Iron working solution 1000 Chromium working solution

Fe Analytical Conditions

Lamp Current	=	30 mA
Wavelength	=	248.3 nm
Slit	=	0.2 nm
Atomizer	=	STD
Flame	=	C_2H_2 - Air

GOSHU KOHSAN CO., LTD. WORK INSTRUCTION	DOC. NO. : TCL-WI-035 REV. NO. : 0 PAGE : 1 of 1 EFFECTIVE DATE : February 1, 2002
TITLE : MAGNESIUM	

สารเคมี

1. Conc HNO_3
2. Magnesium standard solution 1000 mg/L
3. Magnesium standard solution, stock solution 100 mg/L
 ปิ่ปัด Magnesium standard solution 1000 mg/L, 10 mL ลงใน Volumetric flask 100 mL เจือจางให้ขึ้น 100 mL ด้วย 1% HNO_3
4. Magnesium standard solution, 10 mg/L
 ปิ่ปัด stock solution 100 mg/L, 10 mL ลงใน Volumetric flask 100 mL เจือจางให้ขึ้น 100 mL ด้วย 1% HNO_3
5. Magnesium standard solution, working solution 0.1 mg/L, 0.3 mg/L และ 0.5 mg/L
 ปิ่ปัด stock solution 10 mg/L, 1 mL, 3 mL และ 5 mL ลงใน Volumetric flask 100 mL เจือจางให้ขึ้น 100 mL ด้วย 1% HNO_3
6. 1% HNO_3
7. 0.2% HNO_3

วิธีวิเคราะห์

กำหนดวิธีวิเคราะห์ใน TCL-WI-024 โดยใช้ Magnesium working solution แทน Chromium working solution

Mg Analytical Conditions

Lamp Current	=	6 mA
Wavelength	=	285.2 nm
Slit	=	0.7 nm
Atomizer	=	STD Burner
Flame	=	C_2H_2 - Air

REV	DATE	NOTE	APPROVED	REVIEWED	PREPARED
0	FEB 1, 2002	NEW ISSUE			

GOSHU KOHSAN CO., LTD.	DOC. NO. : TCL-WI-007
	REV. NO. : 0
WORK INSTRUCTION	PAGE : 1 of 1
	EFFECTIVE DATE : February 1, 2002
TITLE : CALCIUM HARDNESS	

สารเคมี

1. Standard EDTA 0.01 M (TCL-WI-006)
2. Sodium Hydroxide (NaOH 1 N)
3. Indicator (บด 1 g Calcon กับ 100 g NaCl จนมีขนาด 40-50 mesh เก็บในขวดปิดสนิท)

วิธีวิเคราะห์

1. ปิเปต ตัวอย่างโดยใช้ปริมาตรที่เหมาะสมลง 250 mL erlenmeyer flask
2. เติม 2 mL 1 N NaOH (pH 12-13)
3. เติม 0.1 - 0.2 mg indicator
4. titrate ด้วย EDTA 0.01 M จนสีเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

การคำนวณ

$$\text{Calcium hardness (mg CaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{mL sample}}$$

โดยที่

A = mL ของ EDTA ที่ใช้

B = mg CaCO₃ ที่สมมูลกับ 1.00 mL EDTA titrant

GOSHU KOHSAN CO., LTD.	DOC. NO. : LB0-WI-008
WORK INSTRUCTION	REV. NO. : 1
	PAGE : 1 of 1
	EFFECTIVE DATE : December 3, 2003
TITLE : IRON (GRAPHITE FURNACE)	

สารเคมี

1. Conc HNO_3
2. Iron standard solution 1000 mg/L
3. Iron standard solution, stock solution 100 mg/L
 ปิ่ปัด Iron standard solution 1000 mg/L 10 mL ลงใน volumetric flask 100 mL เจือจางให้เป็น 100 mL ด้วย 1% HNO_3
4. Iron standard solution 10 mg/L
 ปิ่ปัด Stock solution 100 mg/L, 10 mL ลงใน volumetric flask 100 mL เจือจางให้เป็น 100 mL ด้วย 1% HNO_3
5. Iron standard solution, working solution 0.3 mg/L, 0.5 mg/L, 1 mg/L และ 3 mg/L
 ปิ่ปัด standard solution 10 mg/L 3 mL และ 5 mL ลงใน volumetric flask 100 mL และปิ่ปัด stock solution 100 mg/L 1 mL และ 3 mL ลงใน volumetric flask 100 mL เจือจางให้เป็น 100 mL ด้วย 1% HNO_3
6. 1% HNO_3
7. 0.2% HNO_3

วิธีวิเคราะห์

ตามวิธีวิเคราะห์ใน LB0-WI-024 โดยใช้ Iron working solution UTM Chromium working solution

Fe Analytical Conditions

Lamp Current	=	30 mA
Wavelength	=	248.3 nm
Slit	=	0.2 nm
Atomizer	=	STD
Flame	=	C_2H_2 - Air

GOSHU KOHSAN CO., LTD. WORK INSTRUCTION	DOC. NO. : TCL-WI-007 REV. NO. : 0 PAGE : 1 of 1 EFFECTIVE DATE : February 1, 2002
TITLE : CALCIUM HARDNESS	

สารเคมี

1. Standard EDTA 0.01 M (TCL-WI-006)
2. Sodium Hydroxide (NaOH 1 N)
3. Indicator (บด 1 g Calcon กับ 100 g NaCl จนมีขนาด 40-50 mesh เก็บในขวดปิดสนิท)

วิธีวิเคราะห์

1. ปิ่ปต์ ตัวอย่างโดยใช้น้รีมาตรที่เหมาะสมลง 250 mL erlenmeyer flask
2. เติมน้ 2 mL 1 N NaOH (pH 12-13)
3. เติมน้ 0.1 - 0.2 mg indicator
4. titrate ด้วย EDTA 0.01 M จนสีเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

การคำนวณ

$$\text{Calcium hardness (mg CaCO}_3\text{)/L} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{mL sample}}$$

โดยที่

A = mL ของ EDTA ที่ใช้

B = mg CaCO₃ ที่สอดคล้องกับ 1.00 mL EDTA titrant

REV	DATE	NOTE	APPROVED	REVIEWED	PREPARED
0	FEB 1, 2002	NEW ISSUE			

STANDARD METHODS 20th EDITION 1998

C : Total WI-XXX-XXX : ISO 9000

GOSHU KOHSAN CO., LTD. WORK INSTRUCTION	DOC. NO.	: TCL-WI-003-01
	REV. NO.	: 0
	PAGE	: 1 of 2
	EFFECTIVE DATE	: February 1, 2002
TITLE : pH VALUE		

เครื่องมือ

1. pH meter model IOL-30 และ PHL-20 ของ DKK

สารเคมี

1. Standard solution pH 4.01 (at 25 °C)

ละลาย Potassium hydrogen phthalate 20.42 g (อบที่ 120 °C 1 ชั่วโมง) ใน Ultra pure water (UPW) ที่ต้มแล้ว ปรับปริมาตรเป็น 2 L ใน Volumetric flask สารละลายนี้มีอายุ 4 สัปดาห์

2. Standard solution pH 6.86 (at 25 °C)

ละลาย Potassium dihydrogen phosphate 6.774 g และ disodium hydrogen phosphate 7.066 g (ทั้งสองตัวอบที่ 110 – 130 °C 2 ชั่วโมง) ในน้ำ UPW ที่ต้มแล้ว ปรับปริมาตรเป็น 2 L ใน Volumetric flask สารละลายนี้มีอายุ 4 สัปดาห์

3. Standard solution pH 9.18 (at 25 °C)

ละลาย Sodium borate decahydrate 7.60 g ในน้ำ UPW ที่ต้มแล้ว ปรับปริมาตรเป็น 2 L ใน Volumetric flask สารละลายนี้มีอายุ 4 สัปดาห์

4. 3 M Potassium chloride solution

วิธีวิเคราะห์

1. Warm up pH meter

- 1.1 ตรวจสอบระดับ electrolyte (3 M KCl) ถ้าอยู่ในระดับต่ำกว่าปกติให้เติมสารละลายเพิ่มจนอยู่ในระดับปกติ
- 1.2 ถอด protection cap และ rubber cap ออกจาก electrode แล้วใส่ protection cover ที่หัว electrode ขั้ว electrode ในน้ำ UPW

- 1.3 เสียบ plug และกด switch ด้านข้าง pH meter ไปที่ ON รอประมาณ 15 นาที เพื่อ warm เครื่องก่อนการ Calibrate

2. Calibration or standardization pH meter

- 2.1 การเลือก pH buffer solution

โดยทั่วไปจะเลือกใช้ standard solution pH 6.86 และ pH 4.01 ในการ calibrate pH meter เมื่อวัดตัวอย่างที่เป็นกรด และเลือกใช้ standard solution pH 6.86 และ pH 9.18 ในการ calibrate pH meter เมื่อวัดตัวอย่างที่เป็นด่าง

- 2.2 Automatic calibration procedure

- กดปุ่ม [MODE] จนหน้าจอขึ้น "pH"
- กดปุ่ม [MEAS/ST-BY] เพื่อให้หน้าจอขึ้น "MEAS"
- ยก Electrode ออกและล้างด้วยน้ำ UPW แล้วซับให้แห้งด้วยกระดาษ tissue
- จุ่ม electrode ลงในขวดที่มี standard solution pH 6.86 (เปลี่ยนใหม่ทุกครั้ง) รอจนตัวเลข pH ที่แสดงบนหน้าจอคงที่
- กดปุ่ม [AUTO CAL] รอจนคำว่า "WAIT" หยุดกะพริบ และมีเสียงสัญญาณดังขึ้น 3 ครั้ง คำว่า "1 point" ขึ้นที่หน้าจอให้จลัดถัง electrode ด้วยน้ำ UPW แล้วซับให้แห้งด้วยกระดาษ tissue

GOSHU KOHSAN CO., LTD. WORK INSTRUCTION	DOC. NO. : TCL-WI-003-01 REV. NO. : 0 PAGE : 2 of 2 EFFECTIVE DATE : February 1, 2002
TITLE : pH VALUE	

- จุ่ม electrode ลงในขวดที่มี standard solution pH 4.01 หรือ pH 9.18 (เปลี่ยนใหม่ทุกครั้ง) รอจนตัวเลข pH ที่แสดงบนหน้าจอคงที่
- กดปุ่ม [AUTO CAL] รอจนคำว่า "WAIT" หายจกหน้าจอก และเมื่อเสียงสัญญาณดังขึ้น 3 ครั้ง คำว่า "12 point" ขึ้นที่หน้าจอ ให้เสียบ electrode ด้วยน้ำ UPW แล้วข้ามไปแจ้งด้วยกระดาษ tissue

3. Measure test solution

หมายเหตุ : ในการ calibrate / วัดตัวอย่างทดสอบ จะต้องล้างหัว electrode ด้วยน้ำ UPW แล้วซับด้วยกระดาษ tissue

ทุกครั้งก่อนที่จะทำการวัดค่า pH ของตัวอย่างต่อไป

: เมื่อเสร็จสิ้นการวัด ให้ล้างหัว electrode ด้วยน้ำ UPW แล้วจุ่มหัว electrode ในน้ำ UPW (ในกรณีที่ไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานาน ให้ถอด protection cover ออกแล้วใส่ protection cap ที่ห่อด้วยน้ำ UPW) ปิดเครื่องโดยกดปุ่ม [OFF]

REV	DATE	NOTE	APPROVED	REVIEWED	PREPARED
0	FEB 1, 2002	NEW ISSUE			

GOSHU KOHSAN CO., LTD. WORK INSTRUCTION	DOC. NO. : TCL-WI-011 REV. NO. : 0 PAGE : 1 of 2 EFFECTIVE DATE : February 1, 2002
TITLE : CHLORIDE (ARGENTOMETRIC)	

สารเคมี

1. Potassium Chromate Indicator Solution

ละลาย 100 g K_2CrO_4 ในน้ำกลั่นน้อย เติม $AgNO_3$ Solution จนกระทั่งตกตะกอนแดงเข้มไว้ 24 ชั่วโมง กรองและเจือจางเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

2. Standard Silver Nitrate 0.0141 M (0.0141 N)

ละลาย 2.395 g $AgNO_3$ ในน้ำกลั่นและเจือจางเป็น 1000 mL Standardize กับ NaCl เก็บในขวดสีชา

3. Standard Sodium Chloride 0.0141 M (0.0141 N)

ละลาย 824.0 mg NaCl (อบที่ 140 °C) ในน้ำกลั่นและเจือจางเป็น 1000 mL

$$1.00 \text{ mL} = 500 \mu\text{g Cl}^-$$

หรือ ใช้ Standard Chloride 1000 mg/L (Merck)

4. Special reagents สำหรับกำจัด interference

- Aluminum hydroxide suspension

ละลาย 125 g aluminum potassium sulfate $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ หรือ aluminum ammonium sulfate

$AlNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ในน้ำกลั่น 1 L อุณหภูมิ 60 °C และเติม 55 mL conc ammonium hydroxide (NH_4OH) ช้าๆ จนเข้าสลายกัน ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ก่อนใช้ เตรียมทุกครั้งที่ใช้

- Phenolphthalein indicator solution

- Sodium hydroxide, NaOH, 1 N

- Sulfuric acid, H_2SO_4 , 1 N

- Hydrogen peroxide, H_2O_2 , 30%

วิธีวิเคราะห์

1. การหา normality ที่แท้จริงของ 0.0141 N $AgNO_3$

1.1 pipet 1000 mg/L standard chloride solution 10 mL เติมน้ำUPW ให้มีปริมาตรรวม ~ 100 mL ลงใน 250 mL erlenmeyer flask

1.2 หยด 3 - 5 หยดของ K_2CrO_4 indicator

1.3 titrate ด้วย standard 0.0141 N $AgNO_3$ จนสีเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีแดงอิฐ

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.1 การเตรียมตัวอย่าง ใช้ตัวอย่าง 100 mL (แล้วแต่ความเหมาะสม บดเจือจางให้มีปริมาตรเท่ากับ 100 mL)

2.1.1 ถ้าตัวอย่างมีสีเข้มมาก เติม 3 mL $Al(OH)_3$ เขย่าและกรองตะกอนทิ้ง

2.1.2 ถ้าตัวอย่างมี sulfide, sulfite หรือ thiosulfate เติม 1 mL H_2O_2 และเขย่า 1 นาที

2.2 ปรับสารตัวอย่างให้ pH อยู่ระหว่าง 7 - 10 ด้วย H_2SO_4 หรือ NaOH หยด indicator 2 หยด

2.3 titrate กับ Standard 0.0141 N $AgNO_3$ จนสีเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีแดงอิฐ

2.4 ทำ blank โดยใช้ น้ำกลั่น 100 mL ทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับตัวอย่าง

STANDARD METHODS 20th EDITION 1998

C : Total WI-XXX-XXX : ISO 9000

GOSHU KOHSAN CO., LTD. WORK INSTRUCTION	DOC. NO.	: TCL-WI-011
	REV. NO.	: 0
	PAGE	: 2 of 2
	EFFECTIVE DATE	: February 1, 2002
TITLE : CHLORIDE (ARGENTOMETRIC)		

$$\text{mg Cl}^- / \text{L} = \frac{(A - B) \times N \times 35450}{\text{ml. Sample}}$$

A = ปริมาตร AgNO_3 ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง
 B = ปริมาตร AgNO_3 ที่ใช้ไตเตรท Blank
 N = Normality of AgNO_3

การคำนวณ

1. หา Normality ของ 0.01 N AgNO_3

$$\begin{aligned} \text{Normality of NaCl} &= \frac{A}{58.5} \\ \text{โดยที่} \quad A &= \text{g NaCl ใน 1 L} \\ \text{ตัวอย่าง} \quad A &= 1.0000 \text{ g} \\ \text{Normality of standard chloride} &= \frac{1.0000}{35.5} = 0.0282 \\ \text{จาก} \quad N_1 V_1 &= N_2 V_2 \\ \text{โดยที่} \quad N_1 &= \text{Normality ของ NaCl} \\ V_1 &= \text{ปริมาตรของ NaCl} \\ N_2 &= \text{Normality ของ } \text{AgNO}_3 \\ V_2 &= \text{ปริมาตรของ } \text{AgNO}_3 \end{aligned}$$

จากข้อ 1 : 10 mL ของ 1000 mg/L standard chloride solution (0.0282 N) titrate ใช้ standard AgNO_3 10/ 20.04 mL

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad 0.0282 \times 10 &= N_2 \times 20.04 \\ N_2 &= 0.0141 \end{aligned}$$

2. ตัวอย่าง 100 mL ใช้ titrant 0.0141 N AgNO_3 9.85 mL, blank 100 mL ใช้ titrant 0.0141 N AgNO_3 0.28 mL.

$$\begin{aligned} \text{mg Cl}^- / \text{L} &= \frac{(9.85 - 0.28) \times 0.0141 \times 35450}{100} \\ &= 47.8 \text{ mg Cl}^- / \text{L} \end{aligned}$$

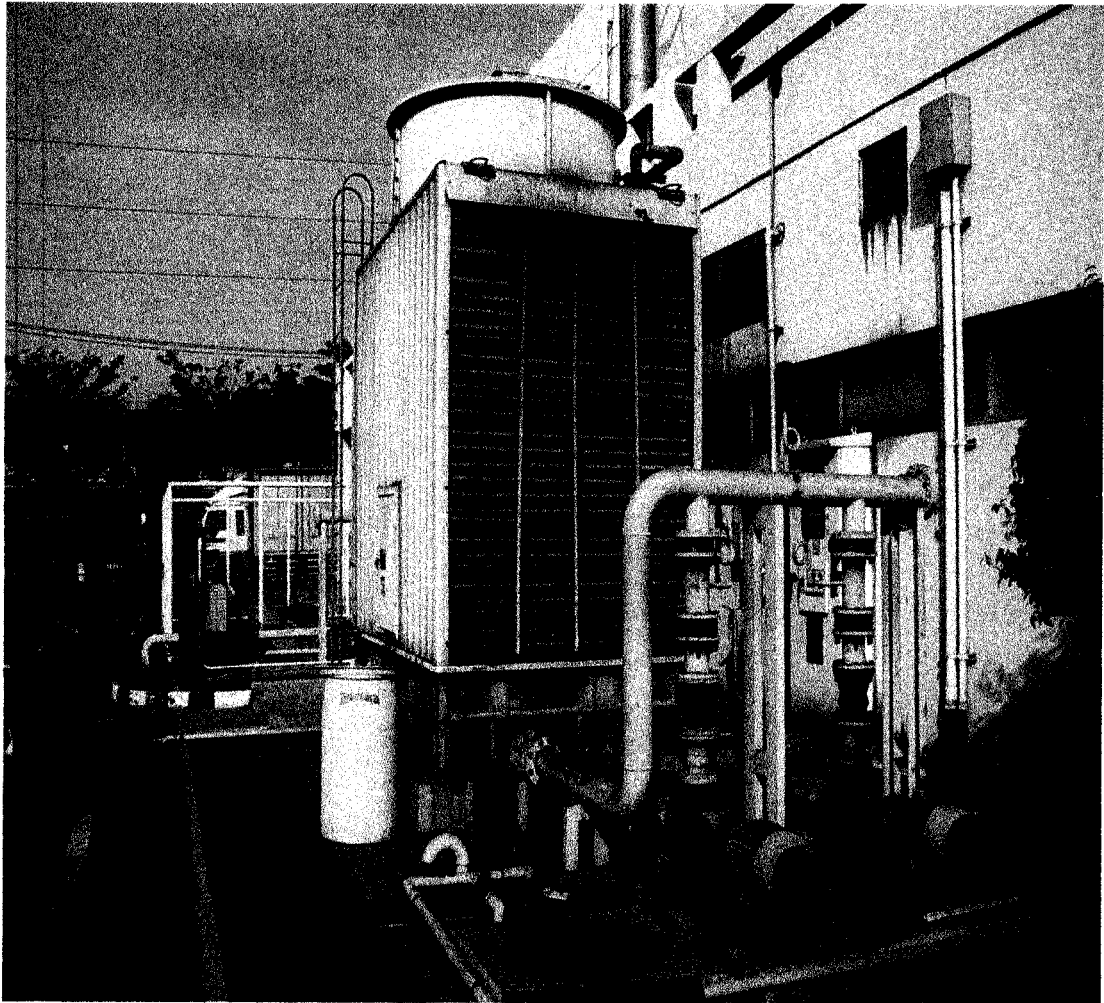
REV	DATE	NOTE	APPROVED	REVIEWED	PREPARED
0	FEB 1, 2002	NEW ISSUE			

STANDARD METHODS 20th EDITION 1998

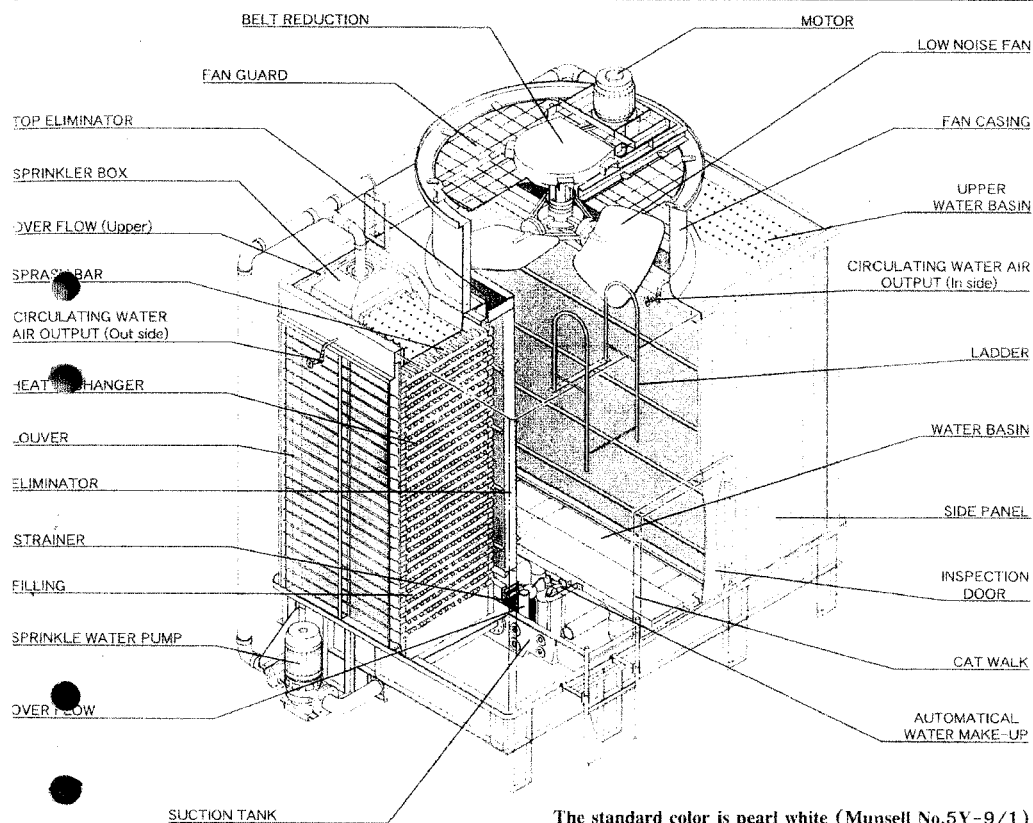
C : Total WI-XXX-XXX : ISO 9000

ภาคผนวก ค

รายละเอียดของหอทำความเย็น



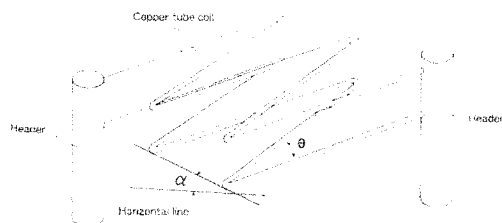
COOLING TOWER



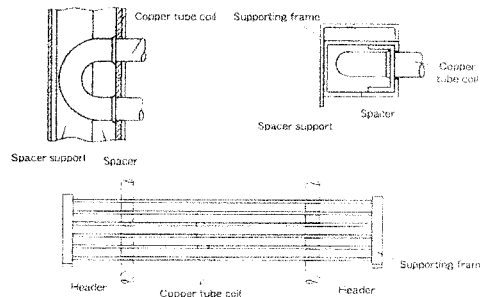
The standard color is pearl white (Munsell No.5Y-9/1)

HEAT EXCHANGER CONSTRUCTED BY SPECIFIC SLOPE
US PAT. 4901792, AND NATIONAL PAT.

HOW TO INSULATE THE COPPER TUBE COIL AND HEAT
EXCHANGER WITH A POSSIBILITY OF TAKING OUT EACH SHELF
US PAT. 4655977, AND NATIONAL PAT.



- The header and the copper tube coil are connected together by union joint. The connection is easy to remove and compose.



- Copper tube coil and supporting frame are insulated by spacer. (look at the above picture)
- In order to insulate header from piping tube in the tower, connecting part of header is covered with EPR rubber.

MODEL SELECTION**STANDARD SPECIFICATION AND ACOUSTICAL VALUES**

(3 PHASES, 200/220V, 50/60Hz, IN COMMON)

Other voltages such as 380-400-415V are also available on request

MXC-Z-ASS (Ultra low noise model) Heat exchanger is composed of copper tube coil

ITEM	EXTERNAL SIZE [mm]				PIPING SIZE (A)		FAN		MOTOR		SPRINKLE WATER				WEIGHT [kg]	CIRCULATING WATER RATE [L/min]			NOISE LEVEL dB (A)											
	L	W	H	h	In	Out	HL [m]	Dp [mm]	kW	P	PIPING SIZE (A)	DIAM. [mm]	FL. [mm]	PUMP	DRY	WET	28 °C	27 °C	24 °C	0m	LOUVER SIDE	PANEL SIDE	2m	10m	16m					
MODEL											ØxDr	Aug, MS	KW	P	NUM. BER															
230	1955	1890	1850	500	65	65	9.7	200	1.5	4	1	25	15	50	0.4	2	1	320	1580	318	390	491	64.5	62.5	50	47.5	57	48.5	45	
240	1955	1890	2270	500	80	80	9.2	200	1.5	4	1	25	15	50	0.4	2	1	930	1730	452	520	675	65.5	63.5	51.5	48.5	57.5	49	46	
250	1955	1890	2620	500	80	80	9.5	200	2.2	4	1	25	15	65	0.75	2	1	1050	1880	565	650	829	67.5	64.5	53	50	58.5	51	47.5	
260	2130	1890	3110	600	80	80	9.2	1400	2.2	4	1	40	15	65	1.5	2	1	1300	2730	679	780	1013	66	63.5	52.5	50	57	50	47	
270	2680	1890	2060	600	100	100	9.4	1400	3.7	4	1	40	20	65	1.5	2	1	1370	2470	790	910	1166	68	64.5	53	50	60	51.5	48.5	
280	2680	1890	2700	600	125	125	9.9	1400	3.7	4	1	40	20	65	1.5	2	1	1440	2470	903	1040	1289	68.5	65	53.5	51	60.5	52.5	49	
290	2680	1890	2550	600	125	125	8.4	1400	3.7	4	1	40	20	65	1.5	2	1	1620	2690	1017	1170	1585	67.5	64.5	53	50.5	59	51.5	48	
3100	2855	1890	2760	600	125	125	8.3	1500	3.7	4	1	40	25	65	1.5	2	1	1740	2890	1130	1300	1758	66.5	63.5	52	49.5	58	50.5	47	
3125	3030	1890	3185	700	125	125	9.4	1700	5.5	4	1	40	25	80	2.2	2	1	2120	3360	1412	1625	2087	66.5	64	53.5	51	58.5	51.5	48.5	
3150	2680	3830	2130	600	100 X 2	100 X 2	9.7	1400	3.7	4	2	40 X 2	20 X 2	65	1.5	2	2	2770	4290	1892	1950	2456	70	67.5	56	53.5	61.5	54.5	51.5	
3175	2680	3830	2410	600	125 X 2	125 X 2	9.2	1400	3.7	4	2	40 X 2	20 X 2	65	1.5	2	2	3630	5180	1976	2275	2947	70	67	56	53.5	61.5	54	51	
3200	2855	3830	2760	600	125 X 2	125 X 2	8.3	1500	3.7	4	2	40 X 2	25 X 2	65	1.5	2	2	3450	5250	2260	2600	3516	68.5	66	55.5	53	58.5	53.5	49.5	
3225	2855	3830	2830	600	125 X 2	125 X 2	9.7	1500	5.5	4	2	40 X 2	25 X 2	65	1.5	2	2	3590	5300	2541	2925	3684	71	67.5	57	54.5	67	53	52	
3250	3030	3830	3185	700	125 X 2	125 X 2	9.4	1700	5.5	4	2	40 X 2	25 X 2	80	2.2	2	2	4210	6690	2824	3250	4175	69	67	56.5	54	60.5	54	51	
3275	2680	5770	2670	600	125 X 3	125 X 3	8.0	1400	3.7	4	3	40 X 3	20 X 3	65	1.5	2	3	4880	8110	3110	3575	4845	70.5	68	57.5	55.5	61	55	52	
3300	2855	5770	2740	600	125 X 3	125 X 3	8.3	1500	3.7	4	3	40 X 3	25 X 3	65	1.5	2	3	5150	8600	3390	3900	5275	69.5	67.5	57	55	60	54	51	
3350	2855	5770	2900	600	125 X 3	125 X 3	9.8	1500	5.5	4	3	40 X 3	25 X 3	65	1.5	2	3	5460	9340	3352	4550	5710	71.5	69	58.5	56.5	62	56	53	
3400	2855	7710	2760	600	125 X 4	125 X 4	8.3	1500	3.7	4	4	40 X 4	25 X 4	65	1.5	2	4	6800	11470	4521	5200	7033	70	68.5	58.5	56	60.5	54.5	51.5	
3450	2855	7710	2830	600	125 X 4	125 X 4	9.7	1500	5.5	4	4	40 X 4	25 X 4	65	1.5	2	4	7160	11780	5083	5850	7368	72.5	70	60	57.5	63	57	54.5	
3500	3030	7710	3185	700	125 X 4	125 X 4	9.4	1700	5.5	4	4	40 X 4	25 X 4	80	2.2	3	4	8380	13340	5649	6500	8351	70.5	69.5	59.5	57.5	61.5	56	53.5	
3550	2855	9650	2760	600	125 X 5	125 X 5	9.9	1500	5.5	4	5	40 X 5	25 X 5	65	1.5	2	5	8810	14560	6210	7150	8504	72.5	70.5	61	58.5	63	57.5	55	52
3600	3030	9650	3115	700	125 X 5	125 X 5	9.2	1700	5.5	4	5	40 X 5	25 X 5	65	1.5	2	5	10310	16460	6771	7800	10132	71	70	60.5	58	61.5	57.5	56.5	54

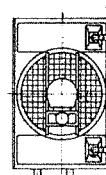
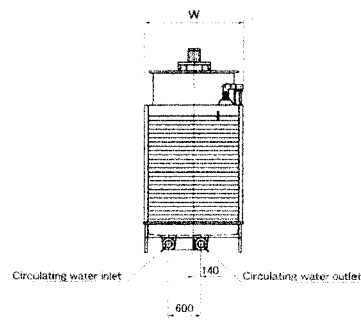
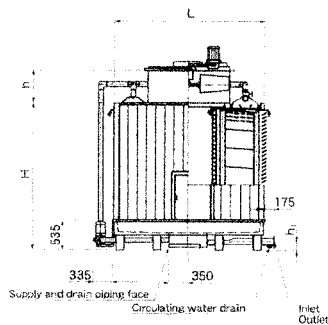
- HL: Head loss, L: Length, W: Width, H: Tower height, h: Fan casing height, In: Water inlet, Out: Water outlet, Ov: Over flow, Dr: Drain, Ba: Automatic make-up, Ma: Manual make-up, DM: Fan 45° diameter point.
- Please treat circulating water with an anticorrosive.
- Based on standard condition for centrifugal chillers: Water Flowrate: 13 L/min/RT (1RT=3900Kcal/h=4.535 Kw/H)
- Water Temp: inlet 37°C-Outlet 32°C-WB 27°C

MXC-Z-AS (Low noise model) Heat exchanger is composed of copper tube coil

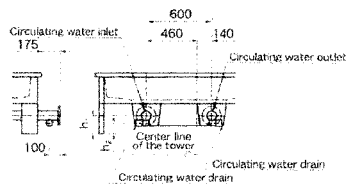
ITEM	EXTERNAL SIZE [mm]				PIPING SIZE (A)		FAN		MOTOR		SPRINKLE WATER						WEIGHT [kg]	CIRCULATING WATER RATE [L/min]			NOISE LEVEL dB (A)								
											PIPING SIZE (A)				PUMP			DRY	WET	W.B.		DM	LOUVER SIDE		PANEL SIDE				
	OV,DP	Au,M	FL	ETER	KW	P	NUM PER	28°C	27°C	24°C	10m	16m	2m	10m	16m														
	MODEL	L	W	H	h	In	Out	HL [m]	Dp [mm]	KW	P	NUM PER	OV,DP	Au,M	FL	ETER	KW	P	NUM PER	28°C	27°C	24°C	DM	10m	16m	2m	10m	16m	
230	1955	1890	1850	500	65	65	9.7	1200	1.5	4	1	25	15	50	0.4	2	1	810	1570	328	390	491	68	62.5	53	50.5	60	51.5	49
240	1955	1890	2270	500	80	80	9.2	1200	1.5	4	1	25	15	50	0.4	2	1	970	1770	452	520	675	69	66	54	51.5	60.5	52.5	49.5
250	1955	1890	2620	500	80	80	9.5	1200	2.2	4	1	25	15	65	0.75	2	1	1040	1870	565	650	829	71	67	55.5	53	62	54.5	51
260	2130	1850	3110	600	80	80	9.2	1400	2.2	4	1	40	15	65	1.5	2	1	1290	2220	679	780	1013	70.5	66.5	55.5	53	61	54	51
270	2680	1890	2060	600	100	100	9.4	1400	3.7	4	1	40	20	65	1.5	2	1	1360	2360	790	910	1166	71	67	56	53	63.5	55	51
280	2680	1890	2200	600	125	125	9.9	1400	3.7	4	1	40	20	65	1.5	2	1	1430	2460	900	1040	1289	71.5	67.5	56.5	53.5	64	56.5	52.5
290	2680	1890	2550	600	125	125	8.4	1400	3.7	4	1	40	20	65	1.5	2	1	1610	2680	1017	1170	1585	71	67	56	53	62.5	55	51.5
3100	2855	1890	2760	600	125	125	8.3	1500	3.7	4	1	40	20	65	1.5	2	1	1750	2880	1130	1300	1758	70.5	66.5	55.5	53	67	54.5	51
3125	3030	1890	3185	700	125	125	9.4	1700	5.5	4	1	40	25	80	2.2	2	1	2090	3330	1412	1625	2087	71	67	57	54.5	63	56	52.5
3150	2680	3830	2130	600	100 X 2	100 X 2	9.7	1400	3.7	4	2	40 X 2	20 X 2	65	1.5	2	2	2750	4270	1892	1950	2456	73.5	70	59	56.5	65	57.5	54.5
3175	2680	3830	2410	600	125 X 2	125 X 2	9.2	1400	3.7	4	2	40 X 2	20 X 2	65	1.5	2	2	3040	5160	1976	2275	2947	73.5	70	59	56.5	64.5	57.5	54.5
3200	2855	3830	2760	600	125 X 2	125 X 2	8.3	1500	3.7	4	2	40 X 2	25 X 2	65	1.5	2	2	3430	5230	2260	2600	3516	72.5	69	58.5	56	63.5	56.5	53.5
3225	2855	3830	2830	600	125 X 2	125 X 2	9.7	1500	5.5	4	2	40 X 2	25 X 2	65	1.5	2	2	3570	5380	2541	2925	3684	75	71	60.5	58	66	59	56
3250	3030	3830	3185	700	125 X 2	125 X 2	9.4	1700	5.5	4	2	40 X 2	25 X 2	80	2.2	2	2	4160	6640	2824	3250	4175	73	70	60	57.5	64.5	56.5	53.5
3275	2680	5770	2670	600	125 X 3	125 X 3	8.0	1400	3.7	4	3	40 X 3	20 X 3	65	1.5	2	3	4850	8080	3110	3575	4845	74	71	60.5	58	64.5	58	55
3300	2855	5770	2740	600	125 X 3	125 X 3	8.3	1500	3.7	4	3	40 X 3	25 X 3	65	1.5	2	3	5120	8570	3390	3900	5275	73.5	70.5	60.5	58	64	58	55
3350	2855	5770	2900	600	125 X 3	125 X 3	9.8	1500	5.5	4	3	40 X 3	25 X 3	65	1.5	2	3	5410	9010	3952	4550	5710	76	72	62	59.5	66.5	60	57.5
3400	2855	7710	2760	600	125 X 4	125 X 4	8.3	1500	3.7	4	4	40 X 4	25 X 4	65	1.5	2	4	6820	11430	4521	5200	7073	74	71	61.5	59	64.5	58.5	56
3450	2855	7710	2830	600	125 X 4	125 X 4	9.7	1500	5.5	4	4	40 X 4	25 X 4	65	1.5	2	4	7170	12740	5083	5890	7368	76.5	73.5	63.5	61	67	61	58.5
3500	3030	7710	3185	700	125 X 4	125 X 4	9.4	1700	5.5	4	4	40 X 4	25 X 4	80	2.2	2	4	8280	12440	5649	6500	8331	75	72.5	63	60.5	65.5	60.5	57.5
3550	2855	9650	2770	600	125 X 5	125 X 5	9.9	1500	5.5	4	5	40 X 5	25 X 5	65	1.5	2	5	8760	14510	6210	7100	8904	77	74	64.5	62	67	63	59
3600	3030	9650	3115	700	125 X 5	125 X 5	9.2	1700	5.5	4	5	40 X 5	25 X 5	65	1.5	2	5	10200	16350	6971	7800	10167	79	75	65.5	63.5	68	60.5	58

OUTLINE AND DIMENSIONS

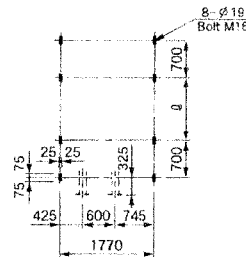
MXC-Z70~125ASS, AS MXW-Z50~80ASS, AS



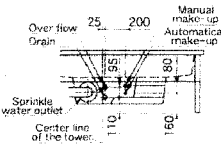
PIPING OF CIRCULATING WATER



ANCHOR BOLT POSITIONS



PIPING OF SUPPLY AND DRAIN



MXC-ASS-AS

MODEL	SYMBOL	Q	h ₁	h ₂
Z70ASS-AS		980	165	80
Z80ASS-AS		980	170	70
Z90ASS-AS		980	170	70
Z100ASS-AS		1155	170	70
Z125ASS-AS		1330	170	70

MXW-ASS-AS

MODEL	SYMBOL	Q	h ₁	h ₂
Z50ASS-AS		980	165	80
Z60ASS-AS		980	165	80
Z70ASS-AS		1155	170	70
Z80ASS-AS		1155	170	70

(Remark)

1. Basic level should be horizontally constructed.
2. Basic bolt should be properly fastened to the main structure of the construction.
3. Water outlet and inlet uses JIS 10K flange. For other pipings, sockets are used. At each connection of piping, please do not load it with too much weight.
4. A ladder position should be determined by a staff meeting.
5. The pressure of supplying water should be arranged to be in a range of 0.03~0.3MPa.
6. Circulating water system should be operating under the ordinary pressure limit (0.5MPa) at the heat exchanger.

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

T-Test

1. pH

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pH_Brine_Before	7.6333	3	.05774	.03333
	pH_Brine_After	9.1000	3	.10000	.05774

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pH_Brine_Before & pH_Brine_After	3	.866	.333

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pH_Brine_Before - pH_Brine_After	-1.46667	.05774	.03333	-1.61009	-1.32324	-44.000	2	.001

2. EC

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	EC_Brine_Before	1061.3333	3	135.58146	78.27799
	EC_Brine_After	2786.6667	3	317.70007	183.42422

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	EC_Brine_Before & EC_Brine_After	3	.389	.746

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	EC_Brine_Before - EC_Brine_After	-1725.33	292.92035	169.11764	-2452.99	-997.679	-10.202	2	.009

3. Total Hardness

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Total_Hardness_Brine_Before	325.6667	3	17.15615	9.90511
	Total_Hardness_Brine_After	410.6667	3	29.29733	16.91482

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Total_Hardness_Brine_Before & Total_Hardness_Brine_After	3	.977	.138

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Total_Hardness_Brine_Before - Total_Hardness_Brine_After	-85.00000	13.07670	7.54983	-117.484	-52.51568	-11.259	2	.008

4. Calcium Hardness

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Calcium_Hardness_Brine_Before	254.3333	3	13.42882	7.75314
	Calcium_Hardness_Brine_After	242.3333	3	33.32166	19.23827

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Calcium_Hardness_Brine_Before & Calcium_Hardness_Brine_After	3	.871	.327

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Calcium_Hardness_Brine_Before - Calcium_Hardness_Brine_After	12.00000	22.60531	13.05118	-44.15470	68.15470	.919	2	.455

5. Total Iron

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Total_Iron_Brine_Before	.0100	3	.00000	.00000
	Total_Iron_Brine_After	.6667	3	.17039	.09838

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Total_Iron_Brine_Before & Total_Iron_Brine_After	3	.	.

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Total_Iron_Brine_Before - Total_Iron_Brine_After	-.65667	.17039	.09838	-1.07994	-.23339	-6.675	2	.022

6. Chloride Ion

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Chloride_Ion_Brine_Before	68.6000	3	3.81182	2.20076
	Chloride_Ion_Brine_After	233.0000	3	24.02082	13.86843

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Chloride_Ion_Brine_Before & Chloride_Ion_Brine_After	3	.704	.503

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Chloride_Ion_Brine_Before - Chloride_Ion_Brine_After	-164.400	21.50884	12.41813	-217.831	-110.969	-13.239	2	.006

7. Magnesium

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Magnesium_Brine_Before	24.6000	3	4.59239	2.65141
	Magnesium_Brine_After	44.0667	3	2.66333	1.53768

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Magnesium_Brine_Before & Magnesium_Brine_After	3	-.759	.452

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Magnesium_Brine_Before - Magnesium_Brine_After	-19.46667	6.83691	3.94729	-36.45049	-2.48284	-4.932	2	.039