ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

บันทึกผลการทดลอง

1. ผลการวัดค่าการนำไฟฟ้าที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำก่อนเข้าระบบ น้ำออกระบบบำบัดเบื้องต้น น้ำออกระบบ RO และน้ำออกระบบ DI ที่เวลา 0 30 60 90 และ 120 นาที ที่อัตราการไหลและความดันต่างๆ

1.1 อัตราการไหล 100 l/h ความดัน 50 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	85.4	82.7	19.17	19.1
30	73.6	71.8	4.55	1.39
60	76.7	67.3	4.08	1.05
90	77.6	69	4.23	1.032
120	75.9	67.8	4.32	1.025
average	77.84	71.72	7.27	4.7194

1.2. อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 50 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	115.2	79.7	5.93	22.6
30	92.1	74.7	4.8	1.584
60	93.1	80.6	4.82	1.18
90	92.2	78.2	4.69	1.15
120	88.5	77.7	4.68	1.17
average	96.22	78.18	4.984	5.5368

1.3. อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 100 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	108.2	73.9	3.46	1.82
30	101	71	3.63	1.1
60	97.7	70.7	3.63	1.23
90	104.7	78.2	4.07	1.17
120	106.3	86.9	4.34	1.35
average	103.58	76.14	3.826	1.334

1.4. อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 150 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	278	272	12.55	1.11
30	267	256	14.53	0.93
60	263	257	13.45	1.15
90	275	265	14.5	1.016
120	273	278	14.8	1.115
average	271.2	265.6	13.966	1.0642

1.5. อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 200 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	311	295	19.17	1.102
30	307	286	19.25	1.113
60	315	275	19.8	1.287
90	345	288	19.7	0.854
120	375	288	20.1	0.62
average	330.6	286.4	19.604	0.9952

1.6. อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 50 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	75.9	61.6	3.34	1.45
30	77.3	63.2	4.69	1.044
60	82	66.7	3.81	1.192
90	78.3	62.4	3.58	1.209
120	81	73.3	3.92	1.2
average	78.9	65.44	3.868	1.219

1.7. อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 100 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	104.9	72.7	3.08	1.395
30	78.8	57.9	2.17	1.386
60	78.7	62.8	2.19	1.21
90	78.2	70.3	2.68	1.044
120	80	73.1	2.81	1.145
average	84.12	67.36	2.586	1.236

1.8. อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 150 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	83.7	68.7	2.41	1.225
30	84.4	59	1.97	1.028
60	83.2	57.7	2.28	0.987
90	81.4	59.4	2.43	1.194
120	84.7	68	2.63	1.367
average	83.48	62.56	2.344	1.1602

1.9. อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 200 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	83.4	64	2.32	1.375
30	83	60.6	2.24	1.015
60	83.8	63.8	2.38	1.268
90	82.5	65.5	2.36	1.11
120	98.7	65.8	2.65	0.915
average	86.28	63.94	2.39	1.1366

2. ปริมาณน้ำ Permeate และ Retentate ที่ความดัน 50 100 150 และ 200 psi ที่อัตราการไหล 150 และ 200 l/h

Presure (psi)	50	100	150	200
Per. at flow150	36.9	70.2	90	132
Per. at flow150	29.4	64.5	111.8	134.2
Ret. at flow150	98.9	86.1	58.2	28.8
Ret. at flow150	162.6	135.9	113.3	81.9

3. ผลการวัดปริมาณเหล็กที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำก่อนเข้าระบบ น้ำออกระบบบำบัดเบื้องต้น น้ำออกระบบ RO และน้ำออกระบบ DI ที่เวลา 0 30 60 90 และ 120 นาที ที่อัตราการไหลและความดันต่างๆ

3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 50 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	1.9214	0.9802	0.2225	0
30	1.851	0.8136	0	0
60	1.8205	0.8961	0	0
90	1.8845	0.884	0	0
120	1.7401	0.8886	0	0
Average	1.8435	0.8925	0	0

3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 100 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	1.9524	0.8761	0.1995	0.0728
30	1.6357	0.7902	0	0
60	1.5442	0.7739	0	0
90	1.8711	1.7752	0	0
120	1.8865	1.7787	0	0
Average	1.77798	1.19882	0	0

3.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 150 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	2.1548	2.1224	0	0
30	1.9468	0.2188	0	0
60	1.8108	0.5151	0	0
90	2.5825	0.5353	0	0
120	2.9571	0.5241	0	0
Average	2.2904	0.78314	0	0

3.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 200 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	1.884	0.4252	0	0
30	1.8794	0.4315	0	0
60	1.8329	1.6769	0	0
90	1.3554	1.5187	0	0
120	1.8413	1.813	0	0
Average	1.7586	1.17306	0	0

3.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 50 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	1.2993	1.4407	0.2425	0
30	1.8143	0.8629	0	0
60	3.4479	0.6903	0	0
90	1.6817	1.1861	0	0
120	0.7541	0.8746	0	0
Average	1.79946	1.01092	0	0

3.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 100 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	1.2993	1.4407	0.2425	0.0739
30	1.004	0.6291	0	0
60	1.9723	0.6903	0	0
90	3.4518	1.2644	0	0
120	2.2541	1.3854	0	0
Average	1.9963	1.08198	0	0

3.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 150 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	0.1799	0.453	0	0
30	0.9468	0.2156	0	0
60	0.9102	0.6352	0	0
90	2.4225	0.6953	0	0
120	3.919	0.2376	0	0
Average	1.67568	0.44734	0	0

3.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 200 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	1.804	1.4252	0	0
30	2.2794	1.0316	0	0
60	2.9325	1.6769	0	0
90	1.3584	1.245	0	0
120	1.8466	1.5	0	0
Average	2.04418	1.37574	0	0

4. ผลการวัดปริมาณความกระด้างที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำก่อนเข้าระบบ น้ำออกระบบบำบัดเบื้องต้น น้ำออกระบบ RO และน้ำออกระบบ DI ที่เวลา 0 30 60 90 และ 120 นาที ที่อัตราการไหล และความดันต่างๆ

4.1 ผลการวิเคราะห์ความกระด้าง ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 50 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	47.31	30.11	8.6	10.75
30	38.7	34.41	8.6	4.3
60	36.56	30.11	4.3	6.45
90	30.11	34.41	6.45	4.3
120	36.56	25.81	2.15	4.3
Average	37.848	30.97	6.02	6.02

4.2 ผลการวิเคราะห์ความกระด้าง ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 100 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	40.86	32.26	2.15	6.45
30	43	32.25	6.45	8.6
60	43	36.56	8.6	4.3
90	43	32.26	2.15	4.3
120	40.86	34.41	6.45	10.75
Average	42.144	33.548	5.16	6.88

4.3 ผลการวิเคราะห์ความกระด้าง ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 150 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	40.52	32.51	2.32	3.25
30	42.5	30.45	5.01	3.38
60	43	30.05	6.25	3.15
90	43	32.26	4.05	3
120	40.86	32.57	5.66	4.5
Average	41.976	31.568	4.658	3.456

4.4 ผลการวิเคราะห์ความกระด้าง ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 200 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	40.42	33.51	2.42	3.25
30	41.5	32.5	3.01	3.08
60	42	31.05	3.23	3.25
90	43	32.26	4.05	3.82
120	40.86	32.57	5.66	4.3
Average	41.556	32.378	3.674	3.54

4.5 ผลการวิเคราะห์ความกระด้าง ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 50 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	32.26	27.96	12.9	4.3
30	38.7	27.96	6.5	8.6
60	34.4	25.8	8.6	6.5
90	36.6	32.3	6.5	8.6
120	43	30.1	15.1	6.5
Average	36.992	28.824	9.92	6.9

4.6 ผลการวิเคราะห์ความกระด้าง ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 100 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	38.7	27.6	6.45	6.45
30	38.7	25.8	10.8	6.45
60	38.7	24.6	12.9	12.9
90	40.8	38.7	10.8	8.6
120	43	30.1	8.6	2.15
Average	39.98	29.36	9.91	7.31

4.7 ผลการวิเคราะห์ความกระด้าง ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 150 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	36.6	32.3	6.6	4.3
30	36.6	28	4.3	4.3

60	36.5	27.9	8.6	2.1
90	32.2	25.8	4.3	2.1
120	32.3	30.1	8.6	2.2
Average	34.84	28.82	6.48	3

4.8 ผลการวิเคราะห์ความกระด้าง ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 200 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	34.4	30.1	2.2	2.2
30	36.6	32.3	4.3	2.2
60	30.1	32.5	4.3	6.6
90	38.7	30.1	6.5	6.5
120	36.6	32.1	8.6	6.4
Average	35.28	31.42	5.18	4.78

5. ผลการวัดปริมาณ TDS ที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำก่อนเข้าระบบ น้ำออกระบบบำบัดเบื้องต้น น้ำออกระบบ RO และน้ำออกระบบ DI ที่เวลา 0 30 60 90 และ 120 นาที ที่อัตราการไหลและความดันต่างๆ

5.1 ผลการวิเคราะห์ TDS ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 50 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	108.2	65.5	18.3	6.8
30	98.4	62.0	13.7	2.2
60	106.5	74.0	14.5	2.0
90	105.5	72.5	16.2	0
120	99.5	66.8	20.0	0
Average	103.62	68.16	16.54	2.2

5.2 ผลการวิเคราะห์ TDS ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 100 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	98.2	76.0	14.5	2.1

30	95.4	80.5	13.6	2.3
60	80.9	52.8	13.4	1.7
90	93.6	75.3	12.5	1.6
120	95.5	81.0	12.8	1.5
Average	92.72	73.12	13.36	1.84

5.3 ผลการวิเคราะห์ TDS ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 150 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	240.3	225.5	13.8	1.8
30	236.5	218.7	13.9	1.6
60	238.5	219.0	12.7	1.7
90	242.0	201.0	11.9	1.3
120	238.5	189.8	12.0	1.0
Average	239.16	210.8	12.86	1.48

5.4 ผลการวิเคราะห์ TDS ที่ อัตราการไหล 150 l/h ความดัน 200 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	259.5	243.8	16.0	1.5
30	246.3	235.6	12.0	1.6
60	239.5	242.5	13.5	1.6
90	245.0	240.0	11.0	1.35
120	250.0	242.0	12.5	1.15
Average	248.06	240.78	13	1.44

5.5 ผลการวิเคราะห์ TDS ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 50 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	108.8	92.7	16.7	7.8
30	96.0	68.0	20.4	8.6
60	75.6	63.3	27.5	2.1
90	88.9	65.9	18.4	6.7

120	72.7	45.2	14.3	9.8
Average	88.4	67.02	19.46	7

5.6 ผลการวิเคราะห์ TDS ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 100 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	102.5	65.3	16.0	5.0
30	74.8	55.8	12.0	4.2
60	76.5	62.5	13.5	4.0
90	64.5	62.5	11.3	4.2
120	64.5	52.5	12.5	3.1
Average	76.56	59.72	13.06	4.1

5.7 ผลการวิเคราะห์ TDS ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 150 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	48.5	43.0	4.0	2.4
30	50.0	26.7	4.0	1.8
60	55.3	34.2	2.3	1.6
90	65.0	39.5	2.5	1.2
120	52.0	52.0	2.08	1.5
Average	54.16	39.08	2.976	1.7

5.8 ผลการวิเคราะห์ TDS ที่ อัตราการไหล 200 l/h ความดัน 200 psi

Time	Inf	Ex-Pret	Ex-RO	Ex-DI
0	85.5	76.3	3.0	2.0
30	75.8	68.3	3.5	1.8
60	85.3	65.8	2.3	1.6
90	85.5	76.5	2.5	1.2
120	86.5	76.9	2.08	1.5
Average	83.72	72.76	2.676	1.62

5.9 ผลการวิเคราะห์น้ำ Retentate ที่อัตราการไหล 150 l/h

ที่ความดัน	Conductivity (micromho/cm)	pH	Fe (mg/l)	Total hardness (mg/l CaCO3)	TDS (mg/l)
P50	66.4	6.7	1.35	36.6	112
P100	146	7.07	1.7	53.8	254
P150	259	6.85	1.8	98	265
P200	275	7.1	1.85	105	283

5.10 ผลการวิเคราะห์น้ำ Retentate ที่อัตราการไหล 200 l/h

ที่ความดัน	Conductivity (micromho/cm)	pH	Fe (mg/l)	Total hardness (mg/l CaCO3)	TDS (mg/l)
P50	88.4	6.9	1.3	32.2	67
P100	113	6.8	0.6	43	88
P150	122	7	2	43	95.8
P200	209	7.2	0.8	62.3	158

5.11 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำป้อนเข้าระบบและน้ำหมุนเวียนที่สัดส่วนต่างๆ

เวลา (นาที)	0	30	90	180	300
น้ำป้อน:Retentate=1:1.65	83.7	160.3	325	464	880
น้ำป้อน:Retentate= 1:2.38	91	123	181	267	320
น้ำป้อน:Retentate =1:2	91	123	181.1	267	320

5.11 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำออกระบบ RO เมื่อป้อนน้ำหมุนเวียนที่สัดส่วนต่างๆ

เวลา (นาที)	0	30	90	180	300
น้ำป้อน:Retentate=1:1.65	4.34	7.32	17.76	21.1	41.9
น้ำป้อน:Retentate= 1:2.38	5.7	6.9	9.8	12.4	15.5
น้ำป้อน:Retentate =1:2	5.71	6.91	9.8	12.36	15.41

5.12 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำออกระบบ DI เมื่อป้อนน้ำหมุนเวียนที่สัดส่วนต่างๆ

เวลา (นาที)	0	30	90	180	300
น้ำป้อน:Retentate=1:1.65	0.78	0.75	0.78	0.86	0.82
น้ำป้อน:Retentate= 1:2.38	1.07	0.59	0.65	0.85	0.85
น้ำป้อน:Retentate =1:2	1.07	0.596	0.658	0.85	0.847

6. การคำนวณ โดยที่สภาวะที่หมาะสม คำนวณ % removal

6.1 ตัวอย่างการคำนวณ % removal ของ เหล็ก ความกระด้าง และ TDS

% removal in RO			
Presure (psi)	% removal Fe	% removal T-h	% removal TDS
50	100	80.561834	75.733568
100	100	84.61997	81.728665
150	100	85.239151	93.899431
200	100	88.665843	94.60088

$$\% \text{ removal} = \frac{(\text{ความเข้มข้นก่อนบำบัด} - \text{ความเข้มข้นหลังบำบัด})}{\text{ความเข้มข้นก่อนบำบัด}} \times 100$$

$$\% \text{ recovery} = \frac{(\text{ปริมาณน้ำป้อนเข้าระบบ} - \text{ปริมาณน้ำที่ผ่านระบบ})}{\text{ปริมาณน้ำป้อนเข้าระบบ}} \times 100$$