

บทที่ 6

ผลงานวิจัยและการวิเคราะห์ผลงานวิจัย

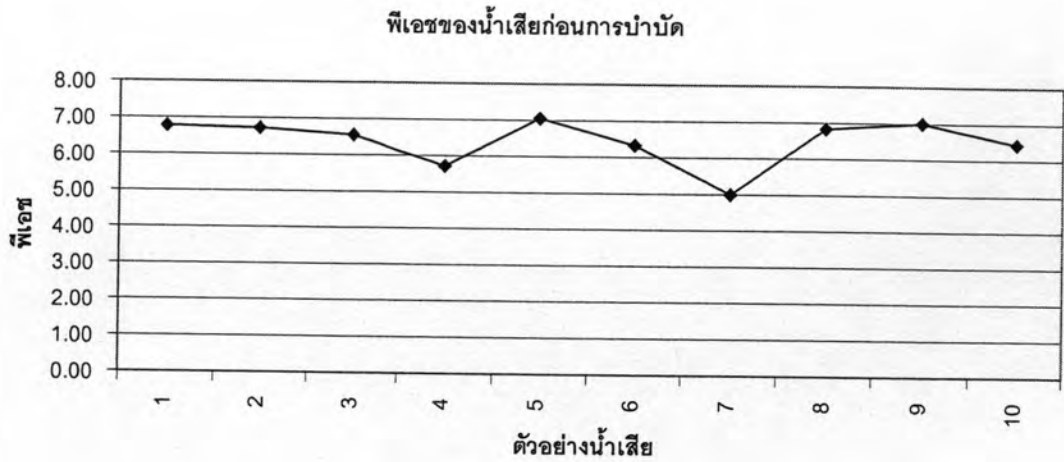
ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปของงานวิจัยในการทดลองขั้นที่ 1 และการทดลองขั้นที่ 2 ตามลำดับ อีกทั้งยังกล่าวถึงผลสรุปของค่าการตอบแทนของการลงทุน (ROI-Return on investment) และค่าช่วงเวลาการชำระคืน (Payback period) ในการที่ต้องสร้างอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อทำการบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะนำมาผสมกับน้ำดิบเพื่อให้มีคุณภาพเหมาะสมในการจะนำมาใช้เติมในหอระบายความร้อน

6.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองในขั้นที่ 1

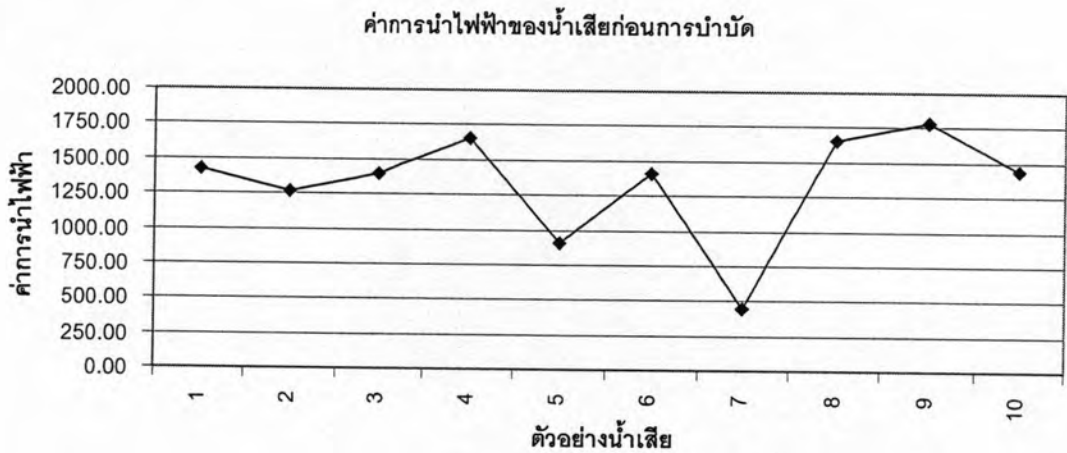
จากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียมาทำการทดลองทั้งหมด 10 ตัวอย่างพบว่าค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียก่อนการบำบัดมีค่าอยู่ระหว่าง 5.00 – 7.07 และ 439 – 1783 ไมโครซีเมน/ซม. ตามลำดับ ดังตารางที่ 6.1 ซึ่งค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียในแต่ละกะ (Batch) มีค่าที่แตกต่างกันเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตมีหลายผลิตภัณฑ์ แต่ละผลิตภัณฑ์มีค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกัน ดังนั้นในการเปลี่ยนเกรดการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องใช้น้ำในการล้างถังปฏิกรณ์ก่อนที่จะทำการผลิตผลิตภัณฑ์เกรดใหม่ซึ่งทำให้น้ำเสียที่เกิดขึ้นมีค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 6.1 แสดงค่าพีเอชและการนำไฟฟ้าของน้ำเสียก่อนการบำบัด

ตัวอย่างน้ำเสียชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
พีเอช	6.80	6.74	6.56	5.75	7.07	6.36	5.00	6.86	6.99	6.45
ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/ซม.)	1,430	1,273	1,396	1,648	907	1,416	439	1,660	1,783	1,444



รูปที่ 6.1 แสดงค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำเสียก่อนการบำบัด



รูปที่ 6.2 แสดงค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำเสียก่อนการบำบัด

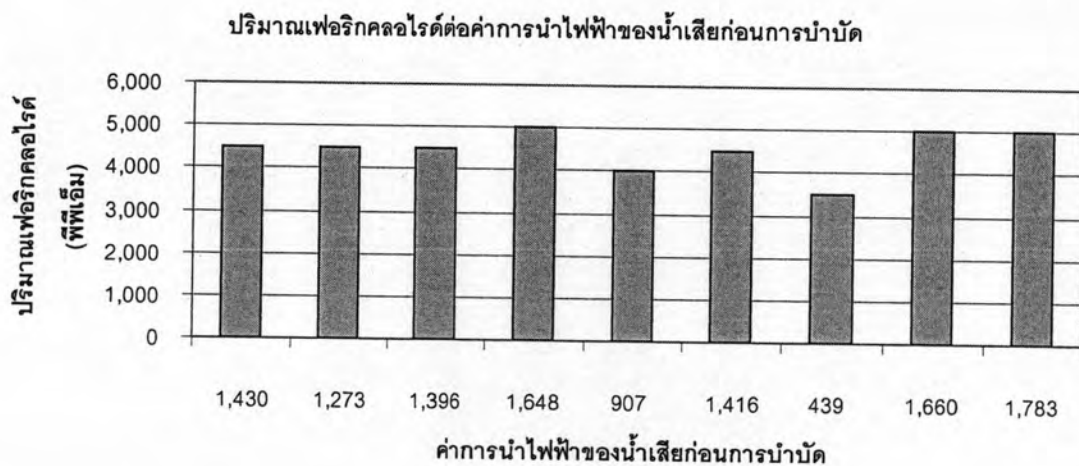
ในการทดลองขั้นที่ 1 ได้มีการหาปริมาณเฟอริกคลอไรด์และพอลิเมอร์ที่เหมาะสมเพื่อให้ค่าความขุ่นของน้ำเสียภายหลังการบำบัดมีค่าน้อยกว่า 50 เอ็นทียู โดยมีการแปรผันปริมาณเฟอริกคลอไรด์และพอลิเมอร์ ดังตารางที่ 5.1

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณเฟอริกคลอไรด์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียเพื่อให้ได้ค่าความขุ่นของน้ำเสียภายหลังการบำบัดมีค่าน้อยกว่า 50 เอ็นทียู นั้นจะแปรผันตามค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียก่อนการบำบัด (ผลการทดลองทั้งหมดอยู่ที่ภาคผนวก ก.) โดยถ้าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียก่อนการบำบัดมีค่าสูง ปริมาณของเฟอริกคลอไรด์ที่ใช้ในการบำบัดก็จะใช้ปริมาณมากตามค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสีย และจากผลการทดลองสามารถที่จะสรุปช่วงค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียก่อนการบำบัดและปริมาณเฟอริกคลอไรด์ที่ใช้ในการบำบัดได้ดังนี้ (ตารางที่ 6.2)

ตารางที่ 6.2 แสดงปริมาณเฟอริกคลอไรด์ที่ใช้ในการบำบัดในแต่ละช่วงของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียก่อนการบำบัด

ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/ซม.)	0 – 500	500 – 1000	1000 - 1500	1500 - 2000
ปริมาณเฟอริกคลอไรด์* (พีพีเอ็ม)	3500	4000	4500	5000

*ปริมาณที่ทำให้ค่าความขุ่นของน้ำเสียหลังการบำบัดมีค่าน้อยกว่า 50 NTU



รูปที่ 6.3 แสดงปริมาณเฟอริกคลอไรด์ที่ใช้บำบัดในแต่ละช่วงค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสีย

สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียก่อนการบำบัดที่อยู่ในช่วง 0 – 500, 500 – 1000, 1000 – 1500, 1500 – 2000 ไมโครซีเมน/ซม. จะใช้ปริมาณเฟอริกคลอไรด์ในการบำบัดเพื่อให้ได้น้ำเสียหลังการบำบัดมีค่าความขุ่นน้อยกว่า 50 เอ็นทียู เท่ากับ 3500, 4000, 4500 และ 5000 พีพีเอ็ม ตามลำดับ

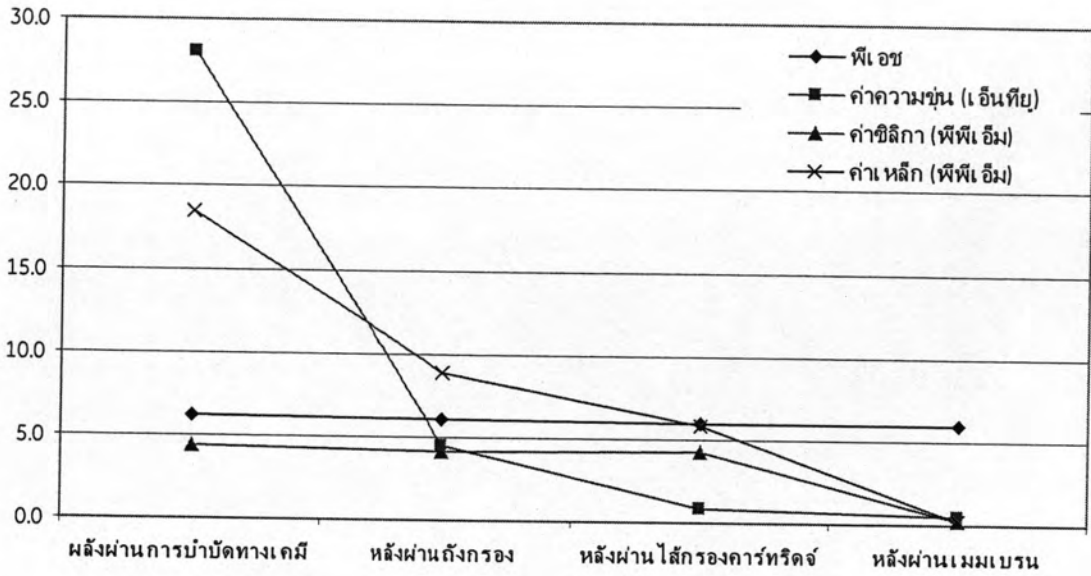
สำหรับในการแปรผันปริมาณพอลิเมอร์ที่ใช้ในการทดลอง พบว่าปริมาณของพอลิเมอร์ที่ 1, 2 และ 3 พีพีเอ็มในแต่ละตัวอย่างการทดลอง ไม่ได้ทำให้ค่าความขุ่นของน้ำเสียภายหลังการบำบัดมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือค่าความขุ่นของน้ำเสียภายหลังการบำบัดที่ปริมาณพอลิเมอร์ 1, 2 และ 3 พีพีเอ็ม มีค่าที่ใกล้เคียงกันในแต่ละการทดลอง

6.2 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองในขั้นที่ 2

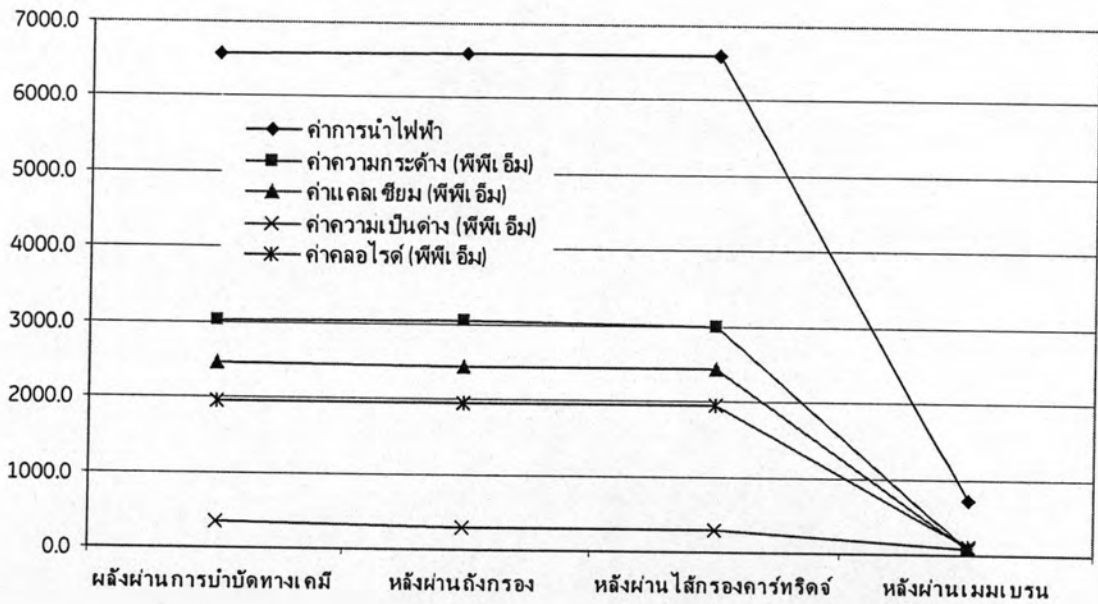
ภายหลังจากที่ได้ทำการทดลองหาปริมาณของเฟอริกคลอไรด์และพอลิเมอร์ที่เหมาะสมในการทดลองขั้นที่ 1 แล้ว จากนั้นนำปริมาณเฟอริกคลอไรด์และพอลิเมอร์ที่หาได้มาทำการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน จากนั้นนำน้ำเสียภายหลังการบำบัดด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชันมาผ่านถังกรอง (Multimedia filter), ผ่านไส้กรองคาร์ทริดจ์ (Cartridge filter) และผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามจุดต่าง ๆ ดังรูปที่ 5.8

ตารางที่ 6.3 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่านไส้กรองคาร์ทริดจ์ และผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (น้ำเสียตัวอย่างที่ 1)

ลักษณะสมบัติ	หลังผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี	หลังผ่านถังกรอง	หลังผ่าน Vacuum filter apparatus	หลังผ่าน Membrane cell system
พีเอช	6.15	6.03	5.99	5.94
การนำไฟฟ้า (micro S/cm.)	6580	6610	6600	712
ความขุ่น (NTU)	28.0	4.45	0.86	0.54
ความกระด้าง (มก./ลิตร)	3020	3040	3000	90
แคลเซียม (มก./ลิตร)	2460	2440	2420	86
ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	340	300	300	72
คลอไรด์ (มก./ลิตร)	1950	1960	1940	120
ซิลิกา (มก./ลิตร)	4.34	4.18	4.22	0.25
เหล็ก (มก./ลิตร)	18.43	8.87	5.78	0.22



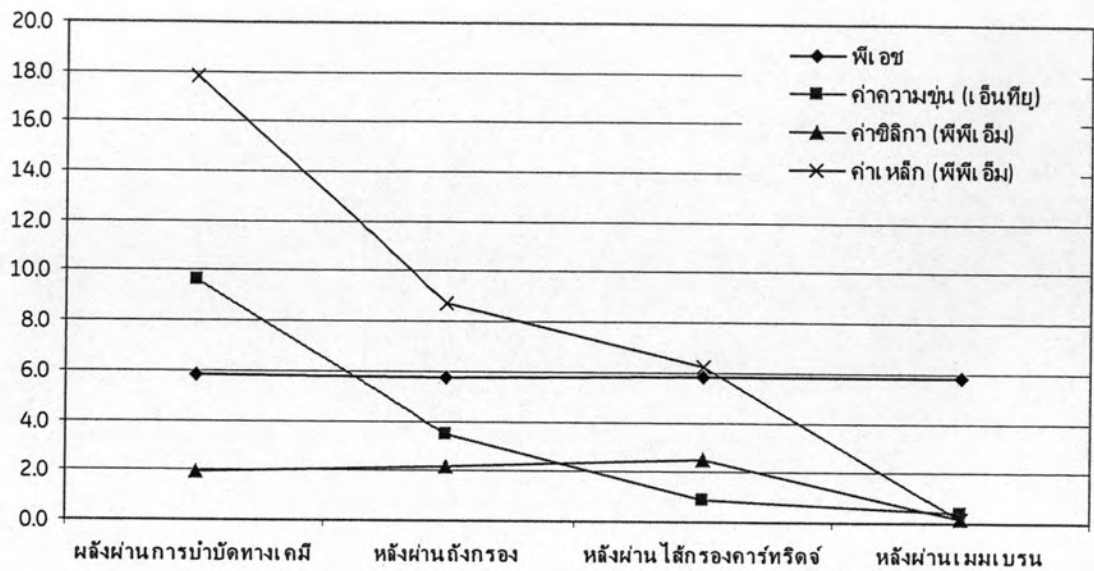
รูปที่ 6.4 แสดงค่าพีเอช, ค่าความขุ่น, ค่าซัลเฟต และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 1



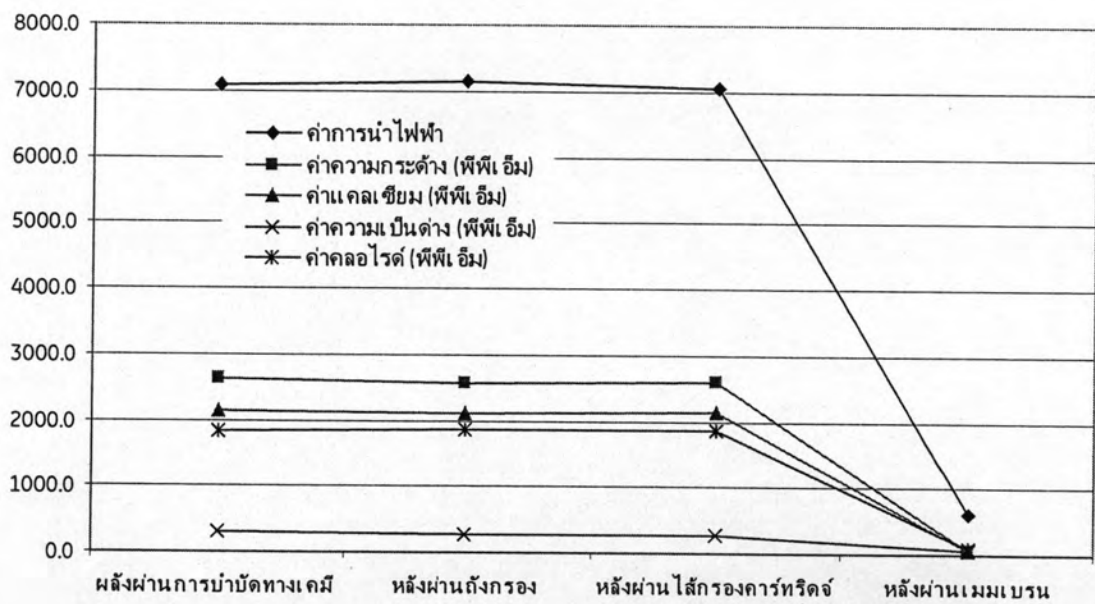
รูปที่ 6.5 แสดงค่าการนำไฟฟ้า, ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 1

ตารางที่ 6.4 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่านไส้กรองคาร์บอนิก และผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (น้ำเสียตัวอย่างที่ 2)

ลักษณะสมบัติ	หลังผ่าน กระบวนการ บำบัดทางเคมี	หลังผ่านถัง กรอง	หลังผ่าน Vacuum filter apparatus	หลังผ่าน Membrane cell system
พีเอช	5.83	5.78	5.79	5.79
การนำไฟฟ้า (micro S/cm.)	7080	7130	7060	599
ความขุ่น (NTU)	9.66	3.48	0.93	0.44
ความกระด้าง (มก./ลิตร)	2620	2580	2600	68
แคลเซียม (มก./ลิตร)	2140	2120	2140	54
ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	300	280	280	60
คลอไรด์ (มก./ลิตร)	1830	1860	1850	105
ซิลิกา (มก./ลิตร)	1.93	2.22	2.48	0.18
เหล็ก (มก./ลิตร)	17.80	8.78	6.22	0.14



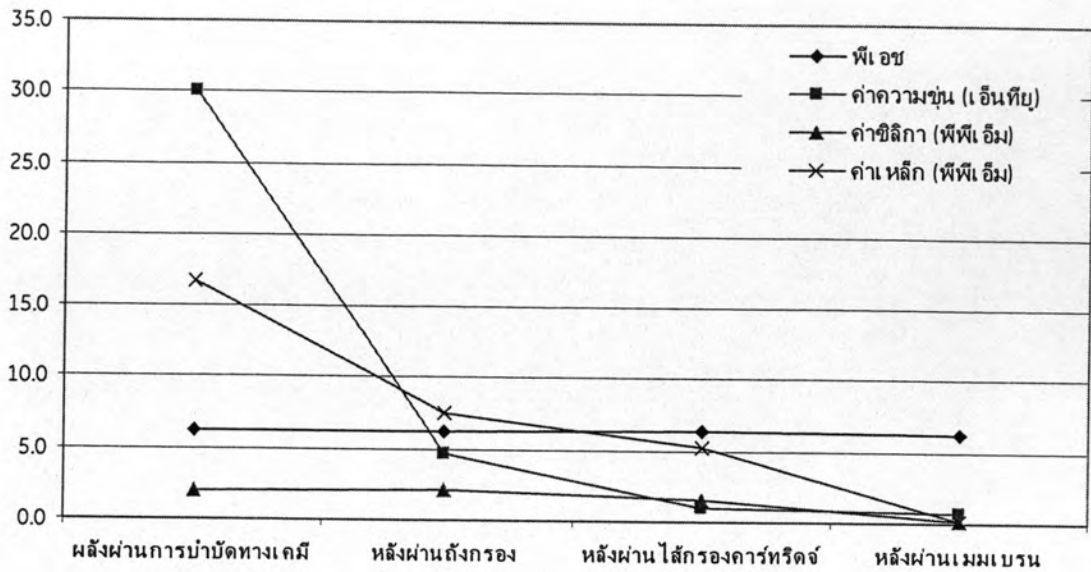
รูปที่ 6.6 แสดงค่าพีเอช, ค่าความขุ่น, ค่าซัลเฟต และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 2



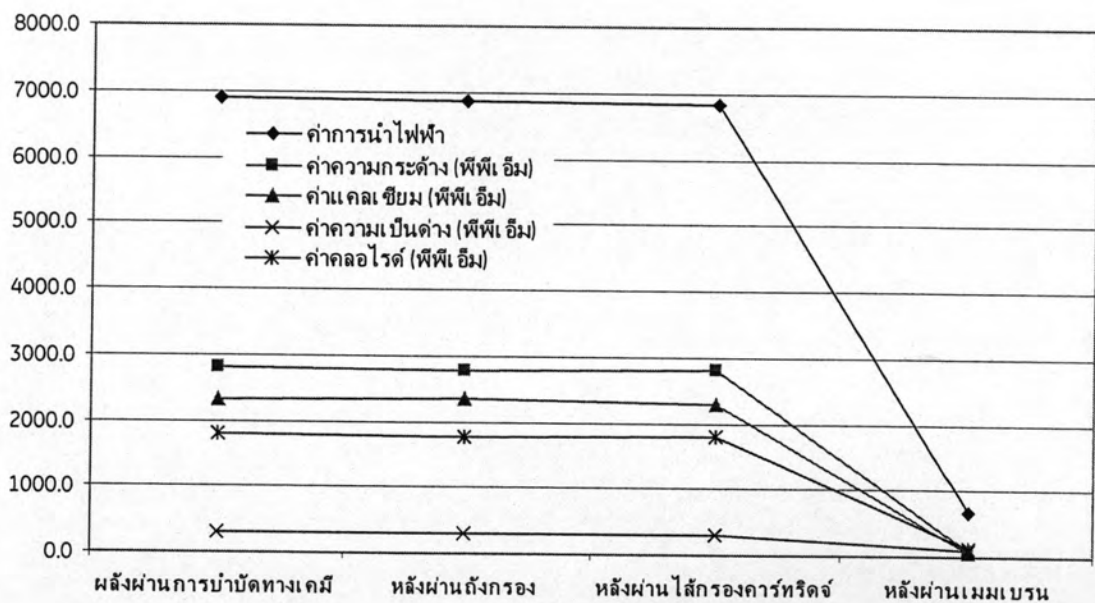
รูปที่ 6.7 แสดงค่าการนำไฟฟ้า, ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 2

ตารางที่ 6.5 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่านไส้กรองคาร์บอนกัมมันต์ และผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (น้ำเสียตัวอย่างที่ 3)

ลักษณะสมบัติ	หลังผ่าน กระบวนการ บำบัดทางเคมี	หลังผ่านถัง กรอง	หลังผ่าน Vacuum filter apparatus	หลังผ่าน Membrane cell system
พีเอช	6.25	6.3	6.34	6.18
การนำไฟฟ้า (micro S/cm.)	6910	6880	6830	675
ความขุ่น (NTU)	30.00	4.68	0.96	0.68
ความกระด้าง (มก./ลิตร)	2820	2780	2800	101
แคลเซียม (มก./ลิตร)	2320	2340	2300	60
ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	300	300	320	100
คลอไรด์ (มก./ลิตร)	1810	1780	1800	130
ซิลิกา (มก./ลิตร)	2.00	2.18	1.61	0.10
เหล็ก (มก./ลิตร)	16.70	7.45	5.23	0.14



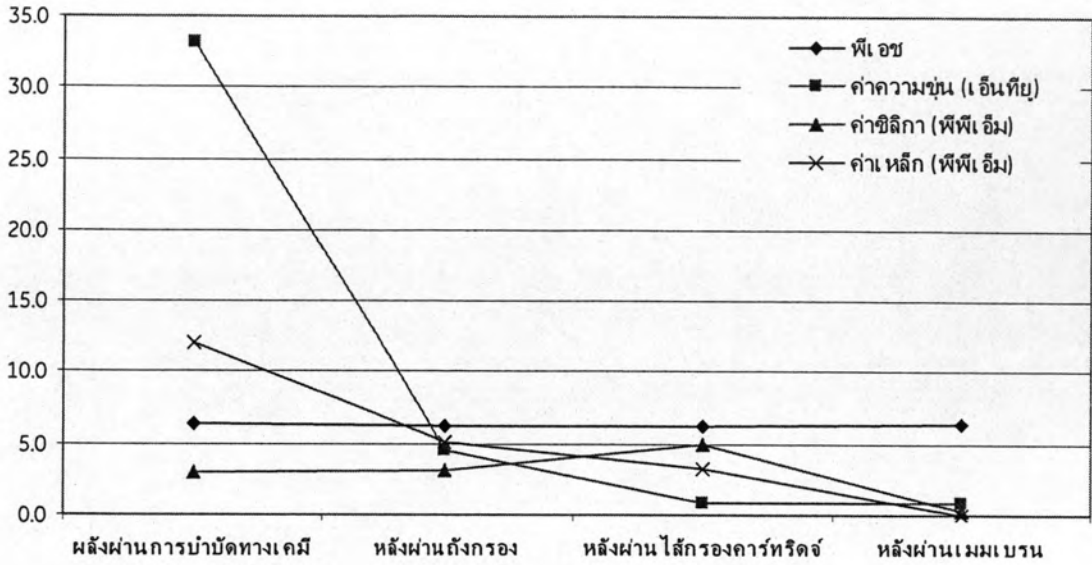
รูปที่ 6.8 แสดงค่าพีเอช, ค่าความขุ่น, ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 3



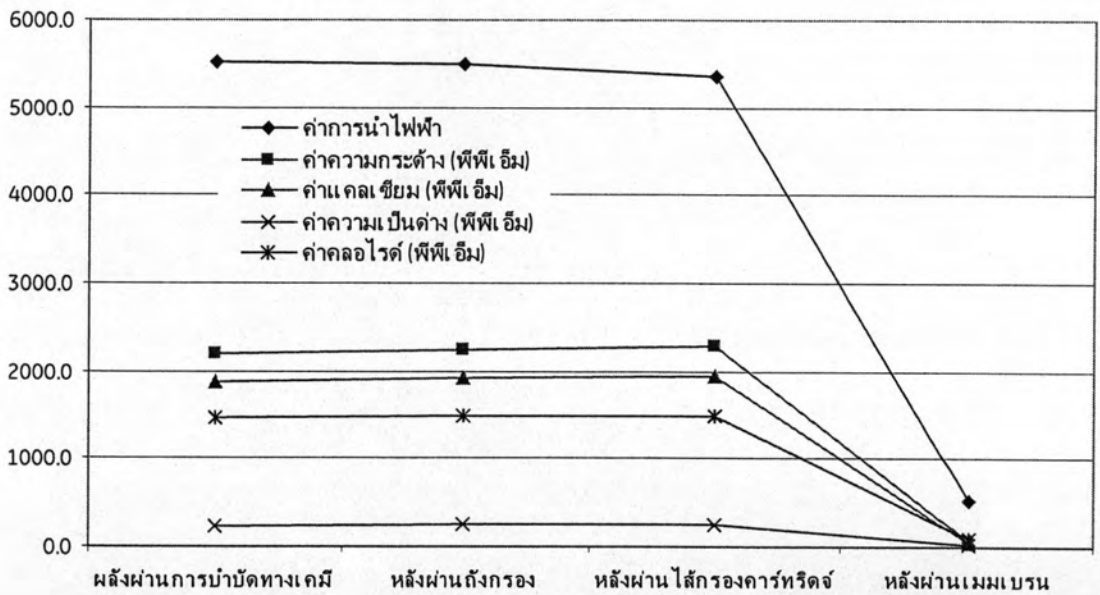
รูปที่ 6.9 แสดงค่าการนำไฟฟ้า, ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 3

ตารางที่ 6.6 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่านไส้กรองคาร์บอนกัมมันต์ และผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (น้ำเสียตัวอย่างที่ 4)

ลักษณะสมบัติ	หลังผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี	หลังผ่านถังกรอง	หลังผ่าน Vacuum filter apparatus	หลังผ่าน Membrane cell system
พีเอช	6.42	6.19	6.22	6.34
การนำไฟฟ้า (micro S/cm.)	5530	5490	5370	527
ความขุ่น (NTU)	33.1	4.56	0.91	0.83
ความกระด้าง (มก./ลิตร)	2200	2240	2280	70
แคลเซียม (มก./ลิตร)	1880	1920	1940	56
ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	240	260	260	34
คลอไรด์ (มก./ลิตร)	1470	1490	1480	85
ซัลเฟต (มก./ลิตร)	2.93	3.15	4.89	0.28
เหล็ก (มก./ลิตร)	12.08	5.05	3.21	0.012



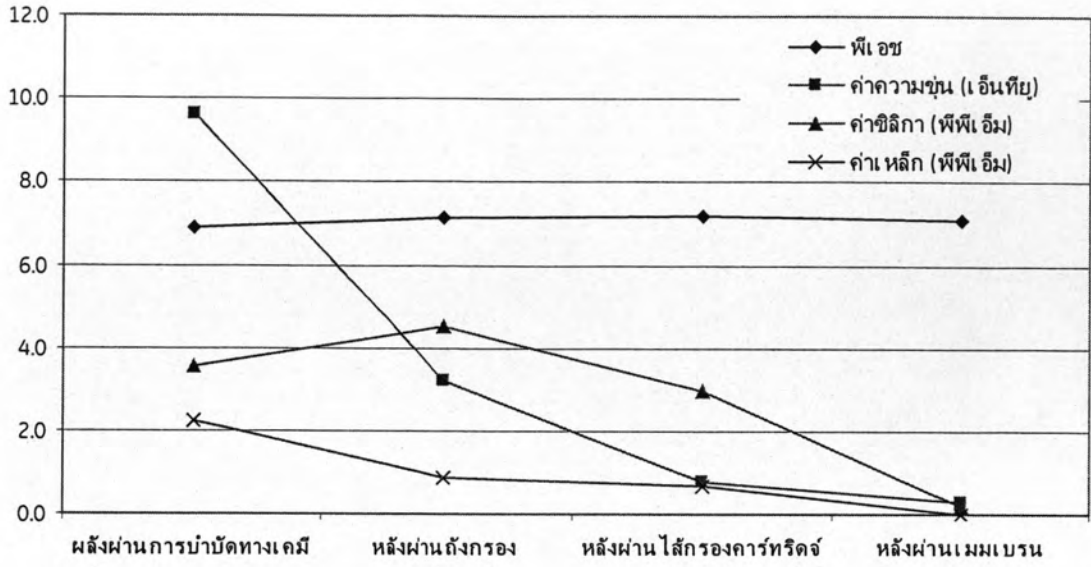
รูปที่ 6.10 แสดงค่าพีเอช, ค่าความขุ่น, ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 4



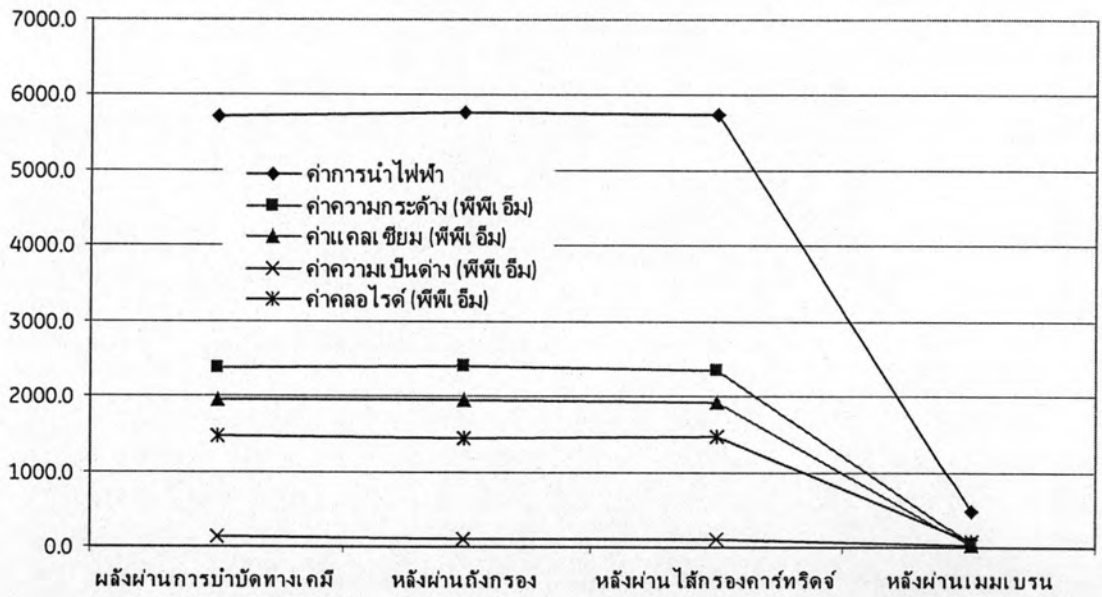
รูปที่ 6.11 แสดงค่าการนำไฟฟ้า, ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 4

ตารางที่ 6.7 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่านไส้กรองคาร์บอนกัมมันต์ และผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (น้ำเสียตัวอย่างที่ 5)

ลักษณะสมบัติ	หลังผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี	หลังผ่านถังกรอง	หลังผ่าน Vacuum filter apparatus	หลังผ่าน Membrane cell system
พีเอช	6.88	7.13	7.17	7.07
การนำไฟฟ้า (micro S/cm.)	5720	5760	5740	482
ความขุ่น (NTU)	9.60	3.23	0.78	0.29
ความกระด้าง (มก./ลิตร)	2380	2400	2360	50
แคลเซียม (มก./ลิตร)	1940	1960	1920	40
ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	140	100	100	14
คลอไรด์ (มก./ลิตร)	1470	1450	1480	82
ซิลิกา (มก./ลิตร)	3.54	4.51	2.96	0.21
เหล็ก (มก./ลิตร)	2.23	0.88	0.68	0.02



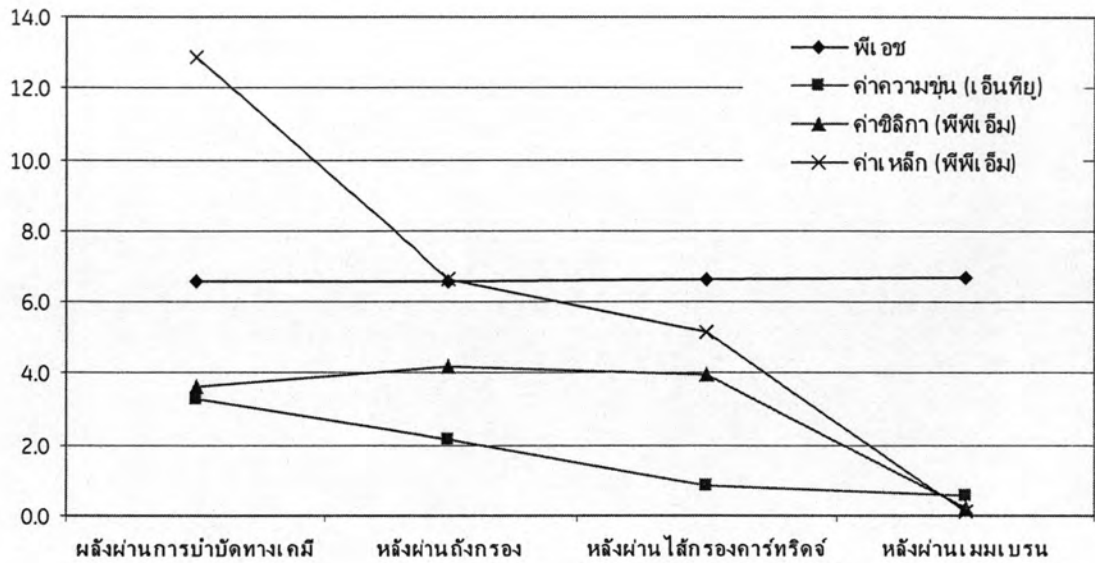
รูปที่ 6.12 แสดงค่าพีเอช, ค่าความขุ่น, ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 5



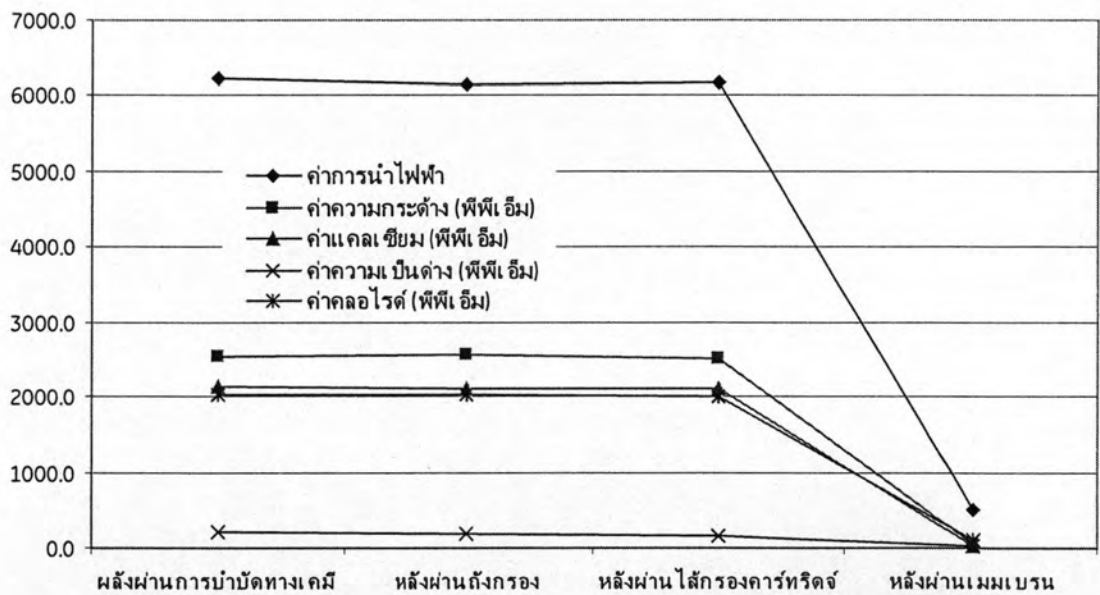
รูปที่ 6.13 แสดงค่าการนำไฟฟ้า, ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 5

ตารางที่ 6.8 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่านไส้กรองคาร์บอนิก และผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (น้ำเสียตัวอย่างที่ 6)

ลักษณะสมบัติ	หลังผ่าน กระบวนการ บำบัดทางเคมี	หลังผ่านถัง กรอง	หลังผ่าน Vacuum filter apparatus	หลังผ่าน Membrane cell system
พีเอช	6.58	6.55	6.61	6.68
การนำไฟฟ้า (micro S/cm.)	6230	6140	6180	517
ความขุ่น (NTU)	3.29	2.17	0.87	0.56
ความกระด้าง (มก./ลิตร)	2540	2560	2520	42
แคลเซียม (มก./ลิตร)	2140	2120	2120	38
ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	220	180	160	36
คลอไรด์ (มก./ลิตร)	2020	2030	2010	110
ซิลิกา (มก./ลิตร)	3.65	4.20	3.97	0.21
เหล็ก (มก./ลิตร)	12.85	6.62	5.14	0.12



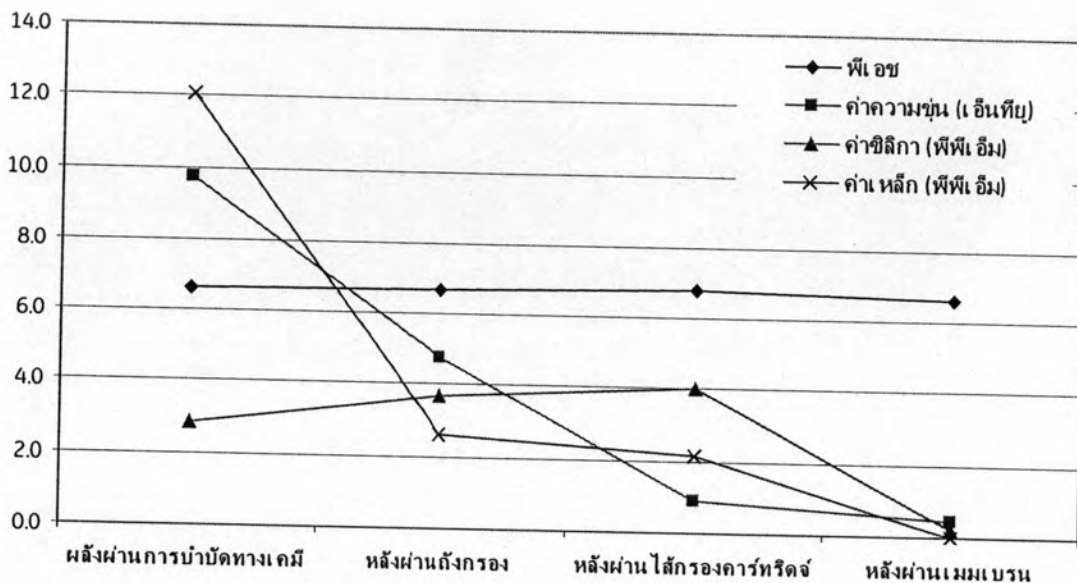
รูปที่ 6.14 แสดงค่าพีเอช, ค่าความขุ่น, ค่าซัลเฟต และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 6



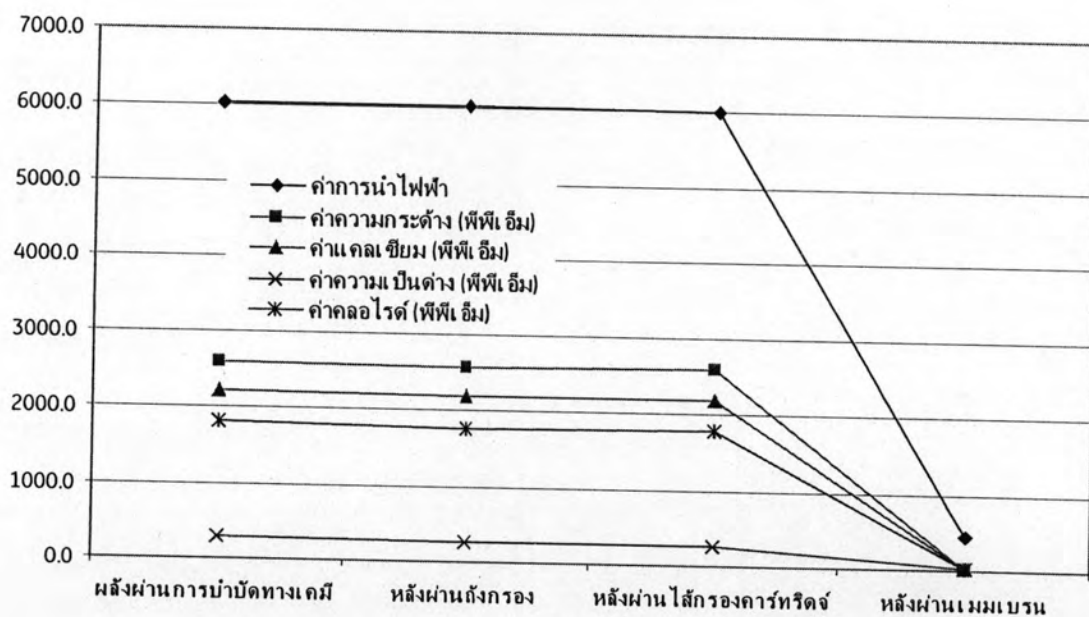
รูปที่ 6.15 แสดงค่าการนำไฟฟ้า, ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอรีน ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 6

ตารางที่ 6.9 แสดงผลคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน, ผ่านถังกรอง, ผ่านไส้กรองคาร์บอนกัมมันต์ และผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส (น้ำเสียตัวอย่างที่ 7)

ลักษณะสมบัติ	หลังผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมี	หลังผ่านถังกรอง	หลังผ่าน Vacuum filter apparatus	หลังผ่าน Membrane cell system
ทีเอช	6.62	6.71	6.78	6.65
การนำไฟฟ้า (micro S/cm.)	6050	6030	6020	450
ความขุ่น (NTU)	9.76	4.74	0.88	0.43
ความกระด้าง (มก./ลิตร)	2600	2560	2580	34
แคลเซียม (มก./ลิตร)	2220	2180	2200	30
ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	300	260	260	25
คลอไรด์ (มก./ลิตร)	1820	1770	1780	24
ซิลิกา (มก./ลิตร)	2.85	3.71	4.01	0.21
เหล็ก (มก./ลิตร)	12.07	2.61	2.14	0.005



รูปที่ 6.16 แสดงค่าพีเอช, ค่าความขุ่น, ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 7



รูปที่ 6.17 แสดงค่าการนำไฟฟ้า, ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์ ของตัวอย่างน้ำเสียที่ 7

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 4 จุด พบว่าน้ำเสียภายหลังจากผ่านถังกรองมีค่าความขุ่นและค่าเหล็กลดลง สำหรับค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า, ค่าซิลิกา, ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์มีค่าไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากมาจากหน้าที่ของสารกรองทำหน้าที่ดักจับอนุภาคแขวนลอยที่ปะปนอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งวัดออกมาในรูปของค่าความขุ่น อนุภาคของเหล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเสียมาจากเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ใช้ในการตกตะกอน ดังนั้นเมื่อผ่านถังกรองค่าดังกล่าวจึงมีค่าลดลงด้วย สำหรับคุณภาพของน้ำเสียที่ผ่านไส้กรองคาร์ทริดจ์พบว่า ค่าความขุ่นและค่าเหล็กมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน ส่วนค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า, ค่าซิลิกา, ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์มีค่าไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากการทำงานของไส้กรองคาร์ทริดจ์เหมือนกับถังกรองคือดักจับอนุภาคสารแขวนลอยที่ปะปนอยู่ในน้ำเสีย แต่ไส้กรองคาร์ทริดจ์สามารถดักจับอนุภาคแขวนลอยที่มีขนาดเล็กมากกว่าที่ถังกรองจะสามารถดักจับได้ ซึ่งความสามารถในการดักจับขึ้นกับขนาดรูกรองของไส้กรองคาร์ทริดจ์ ในการทดลองนี้ใช้ไส้กรองคาร์ทริดจ์ที่มีขนาดรูกรองเท่ากับ 1 ไมครอน ซึ่งอนุภาคแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอนไม่สามารถที่จะลอดผ่านไปได้ สุดท้ายในส่วนคุณภาพของน้ำเสียที่ผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส พบว่าค่าพีเอชของน้ำเสียมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง แต่ในส่วนของคุณค่าความขุ่น, ค่าเหล็ก, ค่าการนำไฟฟ้า, ค่าซิลิกา, ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง และค่าคลอไรด์มีค่าลดลง เนื่องจากเยื่อเมมเบรนหรือเยื่อเลือกผ่านสามารถที่จะกั้นไม่ให้อนุภาคแขวนลอยผ่านไปได้และยังรวมไปถึงไอออนหรือสารละลายที่ละลายอยู่ในน้ำเสียก็ไม่สามารถที่จะผ่านเยื่อเมมเบรนไปได้เช่นกัน แต่ความสามารถในการเลือกผ่านของเมมเบรนยังมีข้อจำกัดซึ่งขึ้นอยู่กับตัวแปรต่าง ๆ ดังนั้นจึงยังมีไอออนหรือสารละลายผ่านเยื่อเมมเบรนไปได้

จากการทดลองเมื่อพิจารณาคุณภาพของน้ำเสียภายหลังจากผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิสพบว่า ความสามารถของเมมเบรนในการกำจัดสารละลายหรือไอออนต่าง ๆ ในน้ำเสียมีค่าไม่เท่ากัน ดังนี้ ความสามารถในการกำจัดค่าการนำไฟฟ้า, ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม, ค่าความเป็นด่าง, ค่าคลอไรด์, ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก โดยเฉลี่ยเท่ากับ 90.97, 97.51, 97.60, 80.59, 94.69, 93.87 และ 97.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีผลทำให้คุณภาพของน้ำเสียภายหลังจากผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิสแปรผันตามคุณภาพน้ำเสียก่อนเข้าระบบรีเวอร์สออสโมซิส โดยเปอร์เซ็นต์การกำจัดสารละลายหรือไอออน (%Rejection) มีค่าคงที่ ดังนี้คือ เมื่อปริมาณสารละลายหรือไอออนต่าง ๆ ในน้ำเสียก่อนเข้าระบบรีเวอร์สออสโมซิสมีค่าสูงขึ้น จะทำให้ปริมาณสารละลายหรือไอออนต่าง ๆ ในน้ำเสียภายหลังจากผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิสมีค่าสูงขึ้น ในทำนองเดียวกันถ้าปริมาณสารละลายหรือไอออนต่าง ๆ ในน้ำเสียก่อนเข้าระบบรีเวอร์สออสโมซิสมีค่าลดลง จะทำให้ปริมาณสารละลายหรือไอออนต่าง ๆ ในน้ำเสียภายหลังจากผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิสมีค่าลดลง

สำหรับระบบน้ำหล่อเย็นของโรงงานคาร์โบเคมีคอล (ประเทศไทย) จำกัด ได้ทำการควบคุมพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังตารางภาคผนวก ค.3 ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของน้ำที่จะนำมาใช้เติมในหอระบายความร้อน สำหรับคุณภาพของน้ำดิบที่ใช้เติมในหอระบายความร้อนเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2549 ดังตารางภาคผนวก ค.2

ในการที่จะนำน้ำเสียภายหลังการบำบัดมาใช้เติมในหอระบายความร้อน จำเป็นที่จะต้องผสมกับน้ำดิบในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คุณภาพ ดังตารางภาคผนวก ค.4 จึงจะสามารถนำมาใช้เป็นน้ำเติมในหอระบายความร้อนได้

ตารางที่ 6.10 แสดงคุณภาพของน้ำเสียภายหลังผ่านระบบรีเวอร์ออสโมซิส

ลักษณะสมบัติ	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5	ตัวอย่างที่ 6	ตัวอย่างที่ 7	ค่าเฉลี่ย
พีเอช	5.94	5.79	6.18	6.34	7.07	6.68	6.65	6.38
การนำไฟฟ้า (micro S/cm.)	712	599	675	527	482	517	450	566
ความขุ่น (NTU)	0.54	0.44	0.68	0.83	0.29	0.56	0.43	0.54
ความกระด้าง (มก./ลิตร)	90	68	101	70	50	42	34	65
แคลเซียม (มก./ลิตร)	86	54	60	56	40	38	30	52
ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	72	60	100	34	14	36	25	49
คลอไรด์ (มก./ลิตร)	120	105	130	85	82	110	24	94
ซิลิกา (มก./ลิตร)	0.25	0.18	0.10	0.28	0.21	0.21	0.21	0.21
เหล็ก (มก./ลิตร)	0.22	0.14	0.14	0.012	0.02	0.12	0.005	0.09

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำเสียภายหลังผ่านระบบรีเวอร์ออสโมซิส และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับคุณภาพของน้ำดิบที่ใช้เติมในปัจจุบันพบว่า ค่าพีเอช, ค่าความขุ่น, ค่าซิลิกา และค่าเหล็ก ของน้ำเสียโดยเฉลี่ยมีค่าต่ำกว่าน้ำดิบ โดยถ้านำน้ำเสียมาทำการผสมในสัดส่วนที่สูง

ขึ้นจะทำให้ร่างกายหลังการผสมมีค่าต่าง ๆ เหล่านี้ลดลง ตามสมการสมดุลของมวลสาร ซึ่งเป็นผลดีต่อระบบฮอร์โมนความร้อน แต่ค่าความกระด้าง, ค่าแคลเซียม และค่าคลอไรด์ของน้ำเสียโดยเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าน้ำดิบ เมื่อนำน้ำเสียมาผสมในสัดส่วนที่สูงขึ้น จะทำให้คุณภาพน้ำภายหลังการผสมมีค่าต่าง ๆ เหล่านี้สูงตามไปด้วย ซึ่งจะไม่เป็นผลดีต่อระบบฮอร์โมน เพราะฉะนั้นค่าความกระด้าง และค่าคลอไรด์จึงเป็นตัวกำหนดสัดส่วนในการผสมระหว่างน้ำเสียกับน้ำดิบ เพื่อให้ร่างกายหลังการผสมมีคุณภาพเหมาะสมในการนำไปใช้เดิมในฮอร์โมนความร้อน

นำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียภายหลังผ่านระบบรีเวอร์ออสโมซิสของแต่ละตัวอย่างมาหาค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำเสีย จากนั้นทำการคำนวณสัดส่วนการผสมระหว่างน้ำเสียที่ผ่านระบบออสโมซิสและน้ำดิบที่ในสัดส่วนการผสมของน้ำเสียที่ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 6.11

ตารางที่ 6.11 แสดงคุณภาพน้ำหลังผสมกันระหว่างน้ำดิบและน้ำเสียในสัดส่วนการผสมต่าง ๆ

ลักษณะสมบัติ	สัดส่วนการผสมน้ำเสียที่ 5 เปอร์เซ็นต์	สัดส่วนการผสมน้ำเสียที่ 10 เปอร์เซ็นต์	สัดส่วนการผสมน้ำเสียที่ 15 เปอร์เซ็นต์	สัดส่วนการผสมน้ำเสียที่ 20 เปอร์เซ็นต์	สัดส่วนการผสมน้ำเสียที่ 25 เปอร์เซ็นต์	สัดส่วนการผสมน้ำเสียที่ 30 เปอร์เซ็นต์
พีเอช	6.98	7.01	7.04	7.04	7.10	7.13
การนำไฟฟ้า (micro S/cm.)	246	263	280	296	313	330
ความกระด้าง (มก./ลิตร)	51	51	52	53	54	54
แคลเซียม (มก./ลิตร)	39	39	40	41	42	42
ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	28	29	30	31	33	34
คลอไรด์ (มก./ลิตร)	34	37	40	44	47	50
ซิลิกา (มก./ลิตร)	10	10	9	9	8	8
เหล็ก (มก./ลิตร)	0.72	0.68	0.65	0.62	0.58	0.55

เนื่องจากค่าความกระด้างและค่าคลอไรด์เป็นตัวกำหนดสัดส่วนการผสมระหว่างน้ำเสียและน้ำดิบ จึงเป็นค่าที่จะนำมาใช้ในการพิจารณาสัดส่วนการผสมที่เหมาะสมหรือสัดส่วนการผสมสูงสุดของน้ำเสีย ดังนี้

จากผลการคำนวณสัดส่วนผสมระหว่างน้ำดิบและน้ำเสียที่ผ่านระบบรีเวอร์สออสโมซิส พบว่าสัดส่วนการผสมน้ำเสียที่ 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพน้ำภายหลังการผสมมีค่าความกระด้างและค่าคลอไรด์ไม่เกินค่าควบคุม สามารถที่จะนำมาใช้เป็นน้ำเติมในหอระบายน้ำร้อนได้ แต่ที่สัดส่วนการผสมของน้ำเสียมากกว่าหรือเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่าคุณภาพน้ำภายหลังการผสมไม่สามารถนำไปใช้เป็นน้ำเติมในหอระบายน้ำร้อนได้เนื่องจากค่าคลอไรด์มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 50 พีพีเอ็ม ซึ่งเกินกว่าค่าควบคุมของคุณภาพน้ำที่ใช้เติมในระบบหอระบายน้ำร้อนของโรงงานคาร์ไบเคมิคอล (ประเทศไทย) จำกัด

6.3 สรุปและวิเคราะห์ผลของค่าการตอบแทนการลงทุน (ROI) และค่าช่วงเวลาการชำระคืน (Payback period)

สำหรับค่าการตอบแทนการลงทุน (ROI) และค่าช่วงเวลาการชำระคืน (Payback period) นี้ จะคิดในกรณีที่ภาวะปริมาณน้ำดิบขาดแคลนดังเช่นเมื่อปี 2548 เท่านั้นเนื่องจากราคาน้ำดิบพุ่งสูงขึ้นถึง 120 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับภาวะปริมาณน้ำดิบปกติ ราคาน้ำดิบจะอยู่ที่ 20 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ทำให้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนในการบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ (ค่าอุปกรณ์ที่มีการติดตั้งเพิ่มเติม, ค่าดำเนินการ และค่าผลตอบแทนในการลดค่าใช้จ่ายแสดงในตาราง ง.1)

$$\begin{aligned} \text{ค่าการตอบแทนการลงทุน (ROI)} &= \frac{54,460 \text{ (บาท)}}{880,000 \text{ (บาท)}} \times 100 \\ &= 6.19\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าช่วงเวลาการชำระคืน (Payback period)} &= \frac{880,000 \text{ (บาท)}}{54,460 \text{ (บาทต่อปี)}} \\ &= 16.16 \text{ ปี} \end{aligned}$$

ค่าการตอบแทนการลงทุน (ROI) และค่าช่วงเวลาการชำระคืน (Payback period) มีค่าเท่ากับ 6.19 เปอร์เซ็นต์ และ 16.16 ปี ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการลงทุนและ

ระยะเวลาในการคืนทุนแล้วถือว่าไม่น่าที่จะลงทุนในการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อบำบัดน้ำเสีย และน้ำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ใหม่ เนื่องจากค่าการตอบแทนการลงทุน (ROI) มีค่า ต่ำและค่าช่วงเวลาการชำระคืน (Payback period) ใช้เวลานาน แต่ถ้ามองในแง่ของสถานการณ์ ภาวะขาดแคลนน้ำดิบแล้วส่งผลกระทบต่อทำให้โรงงานอุตสาหกรรมต้องหยุดการผลิตเนื่องจากขาด แคลนน้ำหรือมองในแง่ของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแล้ว ถือว่าเป็นโครงการที่น่าสนใจอีกโครงการหนึ่ง