

การพัฒนาหลักปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับการคัดเลือกวิธีการบำบัดตะกอน
ของโรงงานผลิตน้ำบางเขน



นางสาวภาณี ดีเจริญกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-019-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Development of Appropriate Procedure for Selection of Sludge Treatment Method
at The Bangkhen Water Treatment Plant

Miss Pharanee Deechareonkul



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduated School

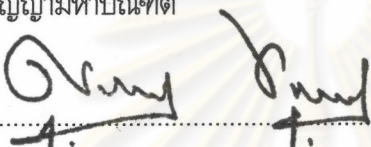
Chulalongkorn University

Academic Year 1996


ISBN 974-635-019-6

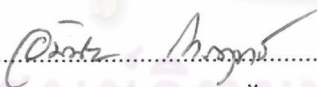
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาหลักปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับการคัดเลือกวิธีการบำบัดตะกอน
 ของโรงงานผลิตน้ำบางเขน
 โดย นางสาว ภาวณี ดีเจริญกุล
 ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
 อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นายวัฒนา ยุกแผน

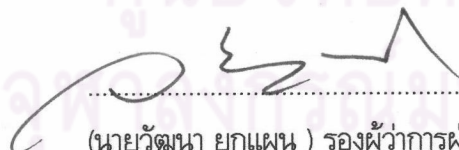
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
 ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

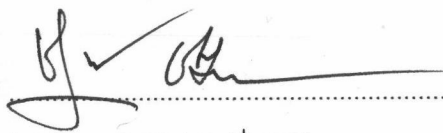

 (ศาสตราจารย์ นายแพทย์ คุ่ววัฒน์ ชูติวงศ์)
 คณบดีคณะแพทยศาสตร์
 รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


 ประธานกรรมการ
 (ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)


 อาจารย์ที่ปรึกษา
 (ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์)


 ที่ปรึกษาร่วม
 (นายวัฒนา ยุกแผน) รองผู้อำนวยการฝ่ายแผนและพัฒนา


 กรรมการ
 (รศ.ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช)


 กรรมการ
 (อ. จิรพัฒน์ เกาประเสริฐวงศ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



การนี้ ดีเจริญกุล : การพัฒนาหลักปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับการคัดเลือกวิธีการบำบัดตะกอนของโรงงานผลิตน้ำบางเขน (DEVELOPMENT OF APPROPRIATE PROCEDURE FOR SELECTION OF SLUDGE TREATMENT METHOD AT THE BANGKHEN WATER TREATMENT PLANT) อ. ที่ปรึกษา : ศ. อัมพิกา ไกรฤทธิ, นายวัฒนา ยุกแผน, 209 หน้า. ISBN 974-635-019-6

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการพัฒนาหลักปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับการคัดเลือกวิธีการบำบัดตะกอนของโรงผลิตน้ำบางเขน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการในการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบำบัดตะกอน โดยพิจารณาจากความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิจัยได้อาศัย ข้อมูลจากโรงผลิตน้ำบางเขนและข้อมูลด้านวิศวกรรมจากทางบริษัทซึ่งเป็นตัวแทนจำหน่ายเครื่องบำบัดตะกอน เพื่อกำหนดทางเลือกแล้วนำมาวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่า วิธีการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องเซนตริเฟลสมีความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์มากที่สุด คือมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิต่อหน่วยพื้นที่เท่ากับ (-111,785,957) บาทต่อไร่ ตามมาด้วย วิธีการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องฟิลเตอร์เพลส ลานทรายตากตะกอน และบ่อกักตะกอน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิต่อหน่วยพื้นที่ เท่ากับ (-95,508,871), (-2,879,040) และ (-925,020) บาทต่อไร่ ตามลำดับ

หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์โดยประยุกต์ใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ในการคัดเลือกวิธีการ ภายใต้ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกวิธีการบำบัดตะกอน ทั้งปัจจัยที่ตีค่าเป็นเงินได้ และปัจจัยที่ตีค่าเป็นเงินไม่ได้ ทั้งนี้ได้เลือกวิธีการบำบัดตะกอน 3 อย่างที่เป็นไปได้ในการบำบัดตะกอน คือ การบำบัดตะกอนโดยใช้ลานทรายตากตะกอน เครื่องฟิลเตอร์เพลส และเครื่องเซนตริเฟลส เปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน คือวิธีการบำบัดตะกอนด้วยบ่อกักตะกอน ซึ่งผลของการตัดสินใจ พบว่า ผู้ตัดสินใจได้เลือกวิธีการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องเซนตริเฟลสเป็นอันดับหนึ่ง ด้วยคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.343 คะแนนตามด้วยวิธีการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องฟิลเตอร์เพลส,บ่อกักตะกอน,ลานทรายตากตะกอน ด้วยคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.269,0.211 และ 0.177 คะแนน ตามลำดับ

ภาควิชา
สาขาวิชา
ปีการศึกษา

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

##C716462 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD:

SLUDGE TREATMENT, WATER TREATMENT PLANT

PHARANEE DEECHAROENKUL: DEVELOPMENT OF APPROPRIATE PROCEDURE FOR SELECTION OF SLUDGE TREATMENT METHOD AT THE BANGKHEN WATER TREATMENT PLANT. THESIS ADVISOR: PROF. AMPIKA KRIRIT, MR. WATTANA YUKPAN, 209 pp. ISBN 974-635-019-6

This thesis is presented on "The Development of Appropriate Procedure for Selection of Sludge Treatment Method At The Bangkhen Water Treatment Plant" and aims at development of methods of selection of appropriate technology for "Sludge Treatment" based upon engineering economic value.

The analysis is based on data taken from The Bangkhen Water Treatment Plant and engineering data of the company which is agent supplier of sludge Treatment Machine. In order to set choice for economic analysis, we conclude that the centripres method is the most suitable in economic field (i.e. the specification net present value per unit area is (-111,785,957 Bath/rai), followed by filterpress (-95,508,871 Bath/rai), sand drying bed is (-2,879,040 Bath/rai) and lagoon is (-925,020 Bath/rai) respectively.

On analysis, from Hierachy Process for the selection under the general resources which effects the consideration of selection of sludge treatment method whether should be estimated by both monetary value and value that cannot be counted in money. Therein, there are 3 possible alternatives for selection for Sludge Treatment Method as follows By sand drying bed, filterpress and centripres. Comparing with current lagoon methods, we found that the consistency ratio is acceptable.

From the above, we considered that the first choice would be centripres method (approximately 0.343 points), followed by filterpress, lagoon and sand drying bed (approx. 0.269, 0.211 and 0.177 points) respectively.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

ปีการศึกษา.....2539.....

ลายมือชื่อนิสิต.....PH.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....Amika Kririt.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....Wattana Yukpan.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งของ ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคุณวัฒนา ยุกแผน (รองผู้ว่าการปราบปรามคหหลวงฝ่ายวางแผน) อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านได้ให้ความกรุณาสนับสนุนงานวิจัยเรื่องนี้ รวมทั้งได้เสียสละเวลาเพื่อให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณท่านอาจารย์ทั้ง 2 เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ และตรวจสอบเพื่อความสมบูรณ์ถูกต้องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ คุณวีระ ศรีพันธ์วรสกุล(ผู้อำนวยการฝ่ายโรงงานผลิตน้ำบางเขน) คุณเชษฐา ชมชื่น รวมทั้งเจ้าหน้าที่โรงงานผลิตน้ำบางเขนทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำ ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีซึ่งตลอดเวลาที่เข้าไปศึกษาในโรงงาน อันเป็นผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ภารณี ดีเจริญกุล

ตุลาคม 2539

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฅ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 สภาวะความเป็นมา.....	1
1.2 เหตุผลและมูลเหตุจูงใจ.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	3
1.7 การสำรวจงานวิจัย.....	4
2. การศึกษาทั่วไปในโรงงานผลิตน้ำบางเขน.....	8
2.1 การจัดผังบริหารงาน.....	8
2.2 การวางผังโรงงาน.....	13
2.3 กระบวนการผลิตน้ำประปา.....	15
2.4 กระบวนการบำบัดตะกอนในปัจจุบัน.....	20
2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับตะกอนของโรงผลิตน้ำบางเขน.....	23
2.6 ปัญหาของการบำบัดตะกอนโดยใช้บ่อกักตะกอน.....	25
3. แนวทางที่นำมาใช้กับงานวิจัย.....	26
3.1 การบำบัดตะกอน.....	26
3.2 การกำจัดตะกอน.....	29
4. การศึกษาเทคโนโลยีในการบำบัดตะกอน.....	32
4.1 การบำบัดตะกอนโดยใช้บ่อกักตะกอน.....	32
4.2 การบำบัดตะกอนโดยใช้ลานตากตะกอน.....	36
4.3 การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองสายพาน.....	38

4.4	การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองสูญญากาศ.....	42
4.5	การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองแรงเหวี่ยง.....	44
4.6	การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองแรงอัด.....	47
4.7	การบำบัดตะกอนโดยใช้ท้อปฟิดเพลส.....	56
4.8	การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองโดยอาศัยแรงคาปิลารี.....	58
4.9	การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองด้วยแรงอัดทรงกระบอก.....	61
4.10	การบำบัดตะกอนโดยเครื่องจักรที่ใช้แยกน้ำในอนาคต.....	63
4.11	การวิเคราะห์ทางเลือก.....	66
4.12	การคัดเลือกวิธีการบำบัดตะกอนขั้นต้น.....	67
5.	การพัฒนาทางเลือกทางวิศวกรรม.....	70
5.1	การบำบัดตะกอนโดยใช้บ่อกักตะกอน.....	76
5.2	การบำบัดตะกอนโดยใช้ลานตากตะกอน.....	79
5.3	การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองด้วยแรงเหวี่ยงเซนตริเฟลส.....	87
5.4	การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองด้วยแรงอัดฟิลเตอร์เพลส.....	97
6.	การพัฒนาทางเลือกทางด้านเศรษฐศาสตร์.....	108
6.1	การวิเคราะห์การลงทุนของบ่อกักตะกอน.....	109
6.2	การวิเคราะห์การลงทุนของลานตากตะกอน.....	112
6.3	การวิเคราะห์การลงทุนของเครื่องกรองด้วยแรงเหวี่ยงเซนตริเฟลส.....	120
6.4	การวิเคราะห์การลงทุนของเครื่องกรองด้วยแรงอัดฟิลเตอร์เพลส.....	128
6.5	การประเมินการลงทุนและค่าใช้จ่ายในทางเลือกต่าง ๆ.....	136
7.	การศึกษาด้านการลงทุน.....	143
7.1	แหล่งเงินทุน.....	143
7.2	การประมาณการด้านการเงิน.....	144
7.3	การประมาณการงบการเคลื่อนไหวเงินสด.....	147
7.4	การหาผลตอบแทนที่ต่ำที่สุด.....	148
7.5	การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน.....	148
7.6	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของพื้นที่.....	150
8.	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	155
8.1	สรุปผลการวิจัย.....	155
8.2	ข้อเสนอแนะ.....	162
	รายการอ้างอิง.....	163

ภาคผนวก		
ภาคผนวก ก	การเปรียบเทียบทางเลือกในการบำบัดตะกอน.....	166
ภาคผนวก ข	เครื่องฟیلเตอร์ เพลส.....	178
ภาคผนวก ค	การทำปริมาณพื้นที่ที่ต้องการใช้สำหรับก่อสร้าง ลานทรายตากตะกอน.....	201
ภาคผนวก ง	อัตราค่าไฟฟ้า.....	204
ภาคผนวก จ	ผลการทดสอบเพื่อหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการดีโวเตอร์ริง โดยใช้เครื่องเซนตริเฟลส.....	206
ภาคผนวก ฉ	ผลการวิจัยตะกอนที่ตากแห้งของโรงผลิตน้ำบางเขน.....	208
ประวัติผู้เขียน.....		210

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ปริมาณน้ำตะกอนที่ระบายจากบ่อตกตะกอนในปี 2533 ถึงปี 2536.....	20
ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณน้ำที่ระบายออกจากบ่อกรองในปี 2533 ถึงปี 2536.....	20
ตารางที่ 2.3 แสดงลักษณะของตะกอนจากบ่อตกตะกอน.....	23
ตารางที่ 2.4 ลักษณะสมบัติที่วิเคราะห์ได้จากตะกอนเหลวของโรงงานผลิตน้ำบางเขน.....	24
ตารางที่ 2.5 ชนิดและปริมาณของธาตุองค์ประกอบในรูปออกไซด์ที่มีอยู่ในตะกอนเหลว (% โดย น้ำหนัก)	24
ตารางที่ 4.1 แสดงความสามารถในการบำบัดตะกอนของทางเลือกต่าง ๆ	67
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการคัดเลือกวิธีการบำบัดตะกอนตามเกณฑ์ขั้นต้น.....	68
ตารางที่ 5.1 แสดงการคาดคะเนปริมาณตะกอนที่เพิ่มขึ้น.....	73
ตารางที่ 5.2 แสดงปริมาณตะกอนจากบ่อกรองและบ่อตกตะกอน.....	75
ตารางที่ 5.3 แสดงปริมาณตะกอนเหลว.....	74
ตารางที่ 5.4 รายละเอียดบ่อกักตะกอน.....	76
ตารางที่ 5.5 รายละเอียดบ่อตกตะกอน.....	76
ตารางที่ 5.6 แสดงความเข้มข้นของตะกอน (% dry solids by weight) ที่ระดับความลึกต่าง ๆ ของขบวนการบำบัดตะกอน.....	78
ตารางที่ 5.7 แสดงจำนวนเครื่องสูบน้ำที่ต้องการในบ่อกรองทราย.....	82
ตารางที่ 5.8 แสดงปริมาตรของถังเก็บตะกอนของบ่อกรองทราย.....	82
ตารางที่ 5.9 แสดงจำนวนเครื่องสูบน้ำที่ต้องการของบ่อกรองทราย.....	83
ตารางที่ 5.10 แสดงจำนวนบ่อกรองทรายที่กำลังการผลิตต่าง ๆ	85
ตารางที่ 5.11 แสดงจำนวนพนักงานที่ใช้ในส่วนต่าง ๆ ของลานทรายตากตะกอน.....	86
ตารางที่ 5.12 แสดงจำนวนเครื่องสูบน้ำที่ต้องการของการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องเซนตริเฟลส.....	90
ตารางที่ 5.13 ขนาดและข้อมูลด้านเทคนิคของเครื่องเซนตริเฟลส.....	90
ตารางที่ 5.14 แสดงจำนวนเครื่องกรองแรงเหวี่ยงที่กำลังการผลิตต่าง ๆ.....	92
ตารางที่ 5.15 แสดงจำนวนพนักงานที่ต้องการของการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องเซนตริเฟลส.....	96
ตารางที่ 5.16 แสดงขนาดและข้อมูลด้านเทคนิคของเครื่องฟิลเตอร์เพลส.....	98
ตารางที่ 5.17 แสดงจำนวนเครื่องฟิลเตอร์เพลสที่กำลังการผลิตต่าง ๆ.....	102
ตารางที่ 5.18 แสดงจำนวนเครื่องสูบน้ำที่ต้องการของการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องฟิลเตอร์เพลส.....	102
ตารางที่ 5.19 แสดงจำนวนพนักงานที่ต้องการของการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องฟิลเตอร์เพลส.....	107

ตารางที่ 6.1	แสดงปริมาณการผลิตน้ำประปา และค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอน.....	109
ตารางที่ 6.2	การคาดคะเนปริมาณการผลิตน้ำประปา.....	110
ตารางที่ 6.3	แสดงค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอน.....	110
ตารางที่ 6.4	แสดงค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอนต่อปี.....	111
ตารางที่ 6.5	แสดงจำนวนพื้นที่ที่ใช้สร้างถังเก็บตะกอน.....	112
ตารางที่ 6.6	แสดงจำนวนพื้นที่และราคาที่ดิน.....	114
ตารางที่ 6.7	ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ่อกรองทราย.....	115
ตารางที่ 6.8	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งไฟฟ้าท่อน้ำ ของบ่อกรองทราย.....	116
ตารางที่ 6.9	แสดงค่าไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าของบ่อกรองทราย.....	117
ตารางที่ 6.10	ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานของบ่อกรองทราย.....	118
ตารางที่ 6.11	ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีของบ่อกรองทราย.....	118
ตารางที่ 6.12	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง.....	118
ตารางที่ 6.13	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง.....	119
ตารางที่ 6.14	แสดงจำนวนเที่ยวในการบรรทุกเด็ก และจำนวนรถบรรทุกที่ต้องการ.....	119
ตารางที่ 6.15	แสดงค่าใช้จ่ายของสถานีเครื่องสูบน้ำล่างบ่อกรอง.....	121
ตารางที่ 6.16	แสดงการประมาณราคาเครื่องเซนตริเฟลสที่กำลังการผลิตต่าง ๆ.....	122
ตารางที่ 6.17	แสดงค่าใช้จ่ายของเครื่องสูบน้ำ.....	123
ตารางที่ 6.18	แสดงค่าใช้จ่ายของเครื่องป้อนโพลีเมอร์.....	123
ตารางที่ 6.19	แสดงค่าใช้จ่ายในการติดตั้งไฟฟ้าท่อน้ำ ในการใช้เครื่องเซนตริเฟลส	124
ตารางที่ 6.20	แสดงค่าไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องจักรที่ติดตั้งของโรงงานผลิตน้ำบางเขน.....	125
ตารางที่ 6.21	แสดงค่าแรงงานต่อปีในการใช้เครื่องเซนตริเฟลส.....	126
ตารางที่ 6.22	แสดงค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีในการใช้เครื่องเซนตริเฟลส.....	126
ตารางที่ 6.23	แสดงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงในการใช้เครื่องเซนตริเฟลส.....	127
ตารางที่ 6.24	แสดงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทั้งหมด ในการใช้เครื่องเซนตริเฟลส.....	127
ตารางที่ 6.25	แสดงจำนวนเที่ยวในการบรรทุกเด็ก	127
ตารางที่ 6.26	แสดงค่าใช้จ่ายของสถานีเครื่องสูบน้ำล่างบ่อกรอง.....	129
ตารางที่ 6.27	แสดงการประมาณราคาเครื่องฟิลเตอร์เพลสที่กำลังการผลิตต่าง ๆ.....	131
ตารางที่ 6.28	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งไฟฟ้าท่อน้ำ ในการใช้เครื่องฟิลเตอร์เพลส.....	131
ตารางที่ 6.29	ค่าไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องจักรที่ติดตั้งของโรงงานผลิตน้ำบางเขน ในการใช้เครื่องฟิลเตอร์เพลส.....	132
ตารางที่ 6.30	ค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน ในการใช้เครื่องฟิลเตอร์เพลส.....	133

ตารางที่ 6.31 ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมี ในการใช้เครื่องฟิลเตอร์เพลส.....	133
ตารางที่ 6.32 ค่าใช้จ่ายด้านการซ่อมบำรุง ในการใช้เครื่องฟิลเตอร์เพลส.....	134
ตารางที่ 6.33 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทั้งหมดในการใช้เครื่องฟิลเตอร์เพลส.....	134
ตารางที่ 6.34 แสดงจำนวนเที่ยวในการบรรทุกเล็ก	135
ตารางที่ 6.35 แสดงค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอนด้วยบ่อกักตะกอน.....	136
ตารางที่ 6.36 แสดงค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอนด้วยลานทรายตากตะกอน.....	137
ตารางที่ 6.37 สรุปค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอนด้วยลานทรายตากตะกอน.....	138
ตารางที่ 6.38 แสดงค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอนด้วยเซนตริเฟลส.....	139
ตารางที่ 6.39 สรุปค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอนด้วยเซนตริเฟลส.....	140
ตารางที่ 6.40 แสดงค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอนด้วยฟิลเตอร์เพลส.....	141
ตารางที่ 6.41 สรุปค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอนด้วยฟิลเตอร์เพลส.....	142
ตารางที่ 7.1 การชำระดอกเบี้ยในระหว่างการทำงาน.....	143
ตารางที่ 7.2 การประมาณต้นทุนการผลิต ของการบำบัดตะกอน ด้วยบ่อกักตะกอน ปีที่ 1- ปีที่ 20.....	144
ตารางที่ 7.3 การประมาณต้นทุนการผลิต ของการบำบัดตะกอน ด้วยลานทรายตากตะกอน ปีที่ 1- ปีที่ 20.....	145
ตารางที่ 7.4 การประมาณต้นทุนการผลิต ของการบำบัดตะกอน ด้วยเครื่องเซนตริเฟลส ปีที่ 1- ปีที่ 20.....	146
ตารางที่ 7.5 การประมาณต้นทุนการผลิต ของการบำบัดตะกอน ด้วยเครื่องฟิลเตอร์เพลส ปีที่ 1- ปีที่ 20.....	147
ตารางที่ 7.6 งบประมาณการเคลื่อนไหวของเงินสดของการบำบัดตะกอนด้วยบ่อกักตะกอน.....	151
ตารางที่ 7.7 งบประมาณการเคลื่อนไหวของเงินสดของการบำบัดตะกอนด้วยลานทรายตากตะกอน.....	152
ตารางที่ 7.8 งบประมาณการเคลื่อนไหวของเงินสดของการบำบัดตะกอนด้วยเซนตริเฟลส.....	153
ตารางที่ 7.9 งบประมาณการเคลื่อนไหวของเงินสดของการบำบัดตะกอนด้วยฟิลเตอร์เพลส.....	154
ตารางที่ 8.1 แสดงเหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจตามเกณฑ์ที่กำหนด.....	162

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 ผังบริหารของการประปานครหลวง.....	9
รูปที่ 2.2 ผังบริหารของฝ่ายโรงงานผลิตน้ำบางเขน	11
รูปที่ 2.3 ผังบริเวณโรงงานผลิตน้ำบางเขน.....	14
รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา.....	19
รูปที่ 2.5 ขั้นตอนของการบำบัดตะกอนที่โรงผลิตน้ำบางเขน.....	22
รูปที่ 4.1 การระบายน้ำเข้าในบ่อกักตะกอนของโรงผลิตน้ำบางเขน.....	33
รูปที่ 4.2 บ่อกักตะกอนของโรงผลิตน้ำบางเขน.....	34
รูปที่ 4.3 ลานตากตะกอนของโรงผลิตน้ำบางเขน.....	34
รูปที่ 4.4 การตัดตะกอนเพื่อบรรทุกขนย้ายออกจากโรงผลิตน้ำบางเขน.....	35
รูปที่ 4.5 ลานทรายตากตะกอน.....	37
รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องกรองแบบสายพาน.....	40
รูปที่ 4.7 การทำงานของเครื่องกรองด้วยสายพาน.....	40
รูปที่ 4.8 ตะกอนที่ผ่านการรีดน้ำด้วยเครื่องกรองด้วยสายพาน.....	41
รูปที่ 4.9 เครื่องกรองด้วยสายพาน.....	41
รูปที่ 4.10 การทำงานของเครื่องกรองสูญญากาศ.....	43
รูปที่ 4.11 ระบบการทำงานของเครื่องกรองสูญญากาศ.....	43
รูปที่ 4.12 เครื่องกรองด้วยแรงเหวี่ยง	46
รูปที่ 4.13 การทำงานของเครื่องกรองด้วยแรงเหวี่ยง (เซนตริเฟลส)	46
รูปที่ 4.14 เครื่องกรองด้วยแรงอัด (ฟิลเตอร์เพลส)	51
รูปที่ 4.15 เด็กที่ถูกปล่อยจากเครื่องกรองด้วยแรงอัด.....	52
รูปที่ 4.16 การทำงานของเครื่องเมมเบรนฟิลเตอร์เพลส.....	53
รูปที่ 4.17 เครื่องกรองด้วยแรงอัดในแนวตั้ง.....	54
รูปที่ 4.18 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องกรองด้วยแรงอัดในแนวตั้ง.....	55
รูปที่ 4.19 การทำงานของเครื่องที่อบฟีดเพลส.....	57
รูปที่ 4.20 ขนาดของเครื่องที่อบฟีดเพลส.....	57
รูปที่ 4.21 เครื่องกรองโดยอาศัยแรงคาบิลลารี	60
รูปที่ 4.22 เครื่องกรองด้วยแรงอัดแบบทรงกระบอก.....	62
รูปที่ 4.23 เครื่องกรอง HIP	63

รูปที่ 4.24 เครื่องกรองแรงดันสูง (CHP)	64
รูปที่ 4.25 เครื่องกรองแรงดันสูง (HI-COMPACT)	65
รูปที่ 5.1 แสดงแผนผังกระบวนการผลิต	72
รูปที่ 5.2 แสดงแผนผังป้องกันตะกอน.....	77
รูปที่ 5.3 แสดงขั้นตอนการบำบัดตะกอนด้วยลานทรายตากตะกอน.....	80
รูปที่ 5.4 แสดงภาพด้านบนและภาพด้านข้างของบ่อกรองทราย	84
รูปที่ 5.5 แสดงผังส่วนบำบัดตะกอน.....	85
รูปที่ 5.6 แสดงขบวนการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องเซนตริเฟลส.....	88
รูปที่ 5.7 แสดงเครื่องเซนตริเฟลส.....	91
รูปที่ 5.8 แสดงผังส่วนกำจัดกำจัดตะกอน.....	94
รูปที่ 5.9 แสดงแผนผังของอาคารบำบัดตะกอน.....	95
รูปที่ 5.10 แสดงเครื่องฟิลเตอร์เฟลส.....	99
รูปที่ 5.11 แสดงส่วนประกอบของเครื่องฟิลเตอร์เฟลส.....	100
รูปที่ 5.12 แสดงภาพของก้อนเค้กที่ผ่านการอัดด้วยเครื่องฟิลเตอร์เฟลส	100
รูปที่ 5.13 แสดงขบวนการบำบัดตะกอนด้วยเครื่องฟิลเตอร์เฟลส.....	101
รูปที่ 5.14 แสดงผังส่วนบำบัดตะกอน.....	104
รูปที่ 5.15 แสดงแผนผังของอาคารบำบัดตะกอน.....	106
รูปที่ 6.1 แสดงค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอน.....	111
รูปที่ 8.1 แผนภาพแสดงเงินลงทุนในปีแรกของทางเลือกต่าง ๆ.....	157
รูปที่ 8.2 แผนภาพแสดงต้นทุนการผลิตต่อตันของตะกอนแห้ง ของทางเลือกต่าง ๆ.....	157
รูปที่ 8.3 แผนภาพแสดงต้นทุนการผลิตต่อการผลิตน้ำประปาล้านลูกบาศก์เมตร.. ..	158
รูปที่ 8.4 แผนภาพแสดงมูลค่าปัจจุบันสุทธิกรณีไม่พิจารณามูลค่าที่ดินของทางเลือกต่าง ๆ.....	159
รูปที่ 8.5 แผนภาพแสดงมูลค่าปัจจุบันสุทธิกรณีพิจารณามูลค่าที่ดินของทางเลือกต่าง ๆ.....	160
รูปที่ 8.6 แสดงคะแนนที่ได้จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนด.....	162

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

กปน.	หมายถึง	การประปานครหลวง
ลบ.ม.	หมายถึง	หน่วยวัดปริมาตรของน้ำเป็น "ลูกบาศก์เมตร"
kg	หมายถึง	หน่วยวัดน้ำหนักเป็น "กิโลกรัม"
DS	หมายถึง	ปริมาณของแข็งแห้งในตะกอน (Dry Solid)
NTU	หมายถึง	หน่วยแสดงความขุ่นของของเหลว
AL-T Ratio	หมายถึง	ค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอะลูมิเนียม(มิลลิกรัมต่อลิตร) และความขุ่นของน้ำ(NTU)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย