รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

การประปานครหลวง. "รายงานประจำปี 2537". กรุงเทพมหานคร, 2537.

การประปานครหลวง. "สถิติผลงานการประปานครหลวง"กรุงเทพมหานคร 2537".
คณะกรรมการปฏิบัติภารกิจการวิจัยเกี่ยวกับกรุงเทพมหานคร สถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อม,2537.

การสัมมนาเชิงทฤษฎีและปฏิบัติการ. " Filter Press ". ศูนย์เทคโนโลยีอนุภาคไทย
(Thai Powder Technology center). คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2536.

กิตติ อินทรานนท์ , "เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม". ฉบับเสริมประสบการณ์ . สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย - ญี่ปุ่น) , 2531.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์., " วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย " เล่มที่ 1 , กทม., 2536.

โครงการศูนย์การศึกษา. "รายงานการวิจัยแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปาในเขตกรุงเทพมหานคร".
กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

จันทร์เพ็ญ อนุรัตนานนท์." ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับควบคุมต้นทุนการผลิตของอุตสาหกรรมเครื่องประดับ", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2535.

ชูเวช ชาญสง่าเวช ."เอกสารประกอบการบรรยาย 164639 การวิเคราะห์การตัดสินใจในโรงงานวิศวกรรม" , วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2538.

ดุลยนัย วนะภูติ. " การใช้ประโยชน์กากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย เพื่อการปลูกผักคะน้า" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2538.

เติมศักดิ์ โชติวรรณวิรัช , " Introduction to sludge treatment ", ส่วนวิเคราะห์คุณภาพน้ำระบบผลิต ฝ่ายโรงงานผลิตน้ำบางเขน การประปานครหลวง , 2538.

ธเนศ ดาวาสุวรรณ. "การศึกษาลงทุนสำหรับการประปาขนาดกลางในประเทศไทย". วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2526.

ธีระชัย โรจนพิสุทธิ์ . " การควบคุมต้นทุนในโรงงานผลิตน้ำบางเขน " .วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2532.

ประนอม ชำนาญ ,"การนำกลับอะลูมินั่มในรูปสารโคแอกกูแลนท์จากสลัดจ์อะลูมินัม" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2533.

ปิยภรณ์ ธนังธีรพงศ์. "การศึกษาระบบสารสนเทศเพื่อควบคุมต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตคลัตช์" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2530.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์. "วิศวกรรมการประปา เล่มที่ 1". กรุงเทพมหานคร. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2526.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ ," วิศวกรรมการประปา เล่ม 2 " ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , พิมพ์ครั้งที่ 1 , เมษายน 2537.

ใยผกา เพียรศรีวัชรา. "ความเป็นไปได้ในการนำกากตะกอนโลหะหนักมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตกระเบื้องดินเผาปูพื้น" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2537.

วันชัย ริจิรวนิช , ชอุ่ม พลอยมีค่า , "เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม",พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .กรุงเทพมหานคร:บริษัทซีเอ็ดเตชั่น จำกัด,2527.

ศุภฤกษ์ สินสุวรรณ. "การประปาและการควบคุมมลภาวะ 1". คณะวิศวกรรมศาสตร์.มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2526.

ส่วนโสตทัศนูปกรณ์ กองประชาสัมพันธ์ การประปานครหลวง "กรรมวิธีการผลิตน้ำประปา". กรุงเทพมหานคร,2537.

สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. " การศึกษาความเป็นไปได้และวิเคราะห์โครงการ "เอกสารทางวิชาการประกอบการฝึกอบรม, 2538.

สุรีย์พร สุรัตน์,"การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนเพื่อการตัดสินใจในอุตสาหกรรมอาหารทะเลส่งออก" ,วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พ.ศ. 2538

อัชฌา เอื้อนนฤมลสุข ." การทำแผนดำเนินงานเปลี่ยนทดแทนท่อ เพื่อลดการรั่วไหลของน้ำประปา ของการประปานครหลวง ". วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

อสังหาริมทรัพย์. "แผนที่และราคาประเมินที่ดิน ปี 2539-2542 ". ฉบับที่ 1.พิมพ์ครั้งที่ 1,2539.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

AIT ."Upgrading and Management of Sludge Treatment Facility at North Bangkok Water Treatment Plant".Bangkok,1990.

Antion F. Miorin and Joint Comittee Member. "Wastewater Treatment Plant Design". A Joint Committee the Water Pollution Control Federation and the American Society of Civil Engineers , 1991.

F. van VOORNEBURG.BSC , and H.J. VEEN BSC , "Treatment and Disposal of Municipal Sludge in the Netherlands",1971.

Hong Kong Government Water supplies Department , "Feasibility study of the treatment and Disposal of Water works Sludge From Existing Treatment Works" , Montgomery Watson . Hong Kong , 1994.

Kazuhiro Kojima ,JICA Expert. "Technical Advise and Proposal on Sludge Treatment and Disposal of Bangkhen Water Treatment Plant".1995.

M.B. Pescod and D.A. OK . "Water Supply and Wastewater Disposal in Developing Countries" Asian Institute of Technology Bangkok , Thailand , 1971.

Mt. Crosby Water treatment Plants. "Sludge Handling and Disposal .Brisbane City council , Department of water Supply and Sewerage , April 1991.

P.J. Matthews , Cchem , FRSC (Fellow),"Sewage Sludge Disposal in UK. A New Challenge for the Next twenty years , J.IWEM , 1992.

P.Lowe , Cchem , FRSC , MBIM (Fellow) , "Development of a Sludge Disposal Strategy for the Hong kong Territories", J.IWEM, 1993.

P.T. Rugaenthaler , "Dewatering tests with alum sludge from drinking water treatment plants in Bangkok and Pattaya.". Wat. Sci. Tech. Vol 21 , PP. 1447-1451 , Michalsky , Back , Gyu-Seok , Report - No.024-95 , July 1995.

Susumu Kawamura ."Integrated Design of Water Treatment Facilities ",A Wiley-Interscience Publication,1991.

T.H.Y. Tebbutt Ph D. Ceng FICE (Past President), "Japanese Sewage Sludge treatment , Utilization and Disposal Report on IWEM / JSWA + Technology Exchogramme" , 1991.

ภาคผนวก ก

การเปรียบเทียบทางเลือกในการบำบัดตะกอน

ในการเปรียบเทียบทางเลือกในการบำบัดตะกอน จะพิจารณาทางเลือก 4 ทางจากหัวข้อ 4.11 ในบทที่ 4 คือ

1. การบำบัดตะกอนโดยใช้บ่อกักตะกอน.(sludge drying lagoon)
2. การบำบัดตะกอนโดยใช้ลานตากตะกอน (sludge drying bed)
3. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องเซนตริเพลส (centripress)
4. การบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องกรองด้วยแรงอัด(filter press)

การคัดเลือกทางเลือกที่ใช้ในหัวข้อวิจัยนี้ เป็นการคัดเลือกทางเลือกโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (The Analytic Hierachy Process (AHP)) โดยใช้โปรแกรมช่วยตัดสินใจ (expert choice) มาใช้ในงานวิจัยนี้ได้ ทำการตัดสินใจโดยกรรมการ จำนวน 3 คน คือ

1. วิศวกรที่ปรึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อม ประจำบริษัทบริษัทโปรเกรส เทคโนโลยี คอนซัลแทนซ์ จำกัด
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการบำบัดตะกอน 1 โรงผลิตน้ำบางเขน การประปานครหลวง
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการบำบัดตะกอน 2 โรงผลิตน้ำบางเขน การประปานครหลวง

โดยจะให้น้ำหนักของกรรมการทุกคนเท่ากัน

จากนั้นทำการคัดเลือกเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งสามารถเลือกเกณฑ์หลักจำนวน 2 เกณฑ์ คือ

ก.1 ปัจจัยที่สามารถแทนค่าเป็นเงินได้ จะแบ่งเป็นเกณฑ์ย่อย 2 เกณฑ์ คือ

ก.1.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ ทำการเปรียบเทียบค่าจากหัวข้อ 7.1

ก.1.2 ประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่ ทำการเปรียบเทียบค่าจากหัวข้อ 7.2

ก.2 ปัจจัยที่ไม่สามารถแทนค่าเป็นเงินได้ แบ่งเป็นเกณฑ์ย่อย 3 เกณฑ์ คือ

ก.2.1 ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันของเครื่องบำบัดตะกอน จำนวน 4 เกณฑ์ คือ

ก.2.1.1 กลิ่นรบกวน เนื่องจากการสะสมตัวของเชื้อโรคของตะกอน

ก.2.1.2 เสียงดังรบกวน และความสั่นสะเทือน เนื่องจากการทำงานของเครื่องบำบัดตะกอน

ก.2.1.3 ฝุ่นละออง ซึ่งเกิดขึ้นจากการขนย้ายตะกอนออกนอกพื้นที่

ก.2.1.4 การจราจรที่เพิ่มขึ้นจากการขนย้ายตะกอนออกนอกพื้นที่

ก.2.2 ความสะดวกในการปฏิบัติงานแบ่งเป็นเกณฑ์ย่อย 2 เกณฑ์ คือ

ก.2.2.1 การปฏิบัติงาน เป็นระบบที่ต่อเนื่องหรือไม่ ระบบที่ต่อเนื่องจะทำให้การปฏิบัติงานสะดวกขึ้น

ก.2.2.2 การขนย้ายตะกอนไปทิ้ง จะพิจารณาความยากง่ายในการย้ายตะกอนจากเครื่องบำบัดตะกอนไปจนถึงการขนย้ายออกนอกพื้นที่

ก.2.3 ทัศนียภาพ และความเป็นระเบียบเรียบร้อยของระบบบำบัดตะกอน รวมถึงผลกระทบต่อสังคม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการยอมรับของชุมชนใกล้เคียงและภาพพจน์ของหน่วยงาน

เมื่อได้คัดเลือกเกณฑ์ในการตัดสินใจแล้วจึงให้กรรมการใช้โปรแกรมช่วยตัดสินใจเพื่อวิเคราะห์ทางเลือกต่าง ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความหมายของคำในโปรแกรม

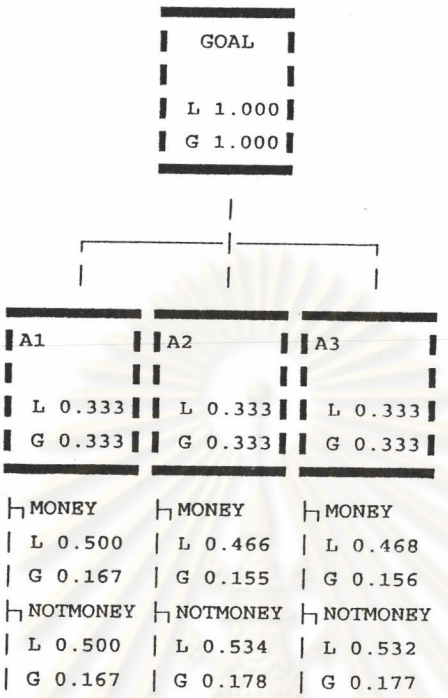
คำ	ความหมาย
A1	กรรมการ 1
A2	กรรมการ 2
A3	กรรมการ 3
Money	ปัจจัยที่สามารถแทนค่าเป็นเงินได้
Utility	ประสิทธิภาพของการใช้ พื้นที่
NPV	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ
Environment	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
Odor	กลิ่นรบกวน
Sound	เสียงรบกวน
Dust	ฝุ่นจากการขนย้ายตะกอน
Traffic	ผลกระทบต่อการจลาจร
Vision	ทัศนียภาพ และผลกระทบต่อสังคม
Operate	การทำงาน
continue	การทำงานเป็นระบบต่อเนื่องหรือไม่
Transfer	การขนย้ายตะกอน

หลังจากที่ได้คัดเลือกเกณฑ์ในการตัดสินใจ แล้วจึงให้กรรมการใช้โปรแกรมช่วยตัดสินใจเพื่อวิเคราะห์ทางเลือกต่าง ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งจะสรุปได้ว่า วิธีการบำบัดตะกอนโดยใช้เครื่องบำบัดตะกอนด้วยแรงเหวี่ยงหรือเซนตริเพลส เป็นวิธีการบำบัดตะกอนที่มีคะแนนความเหมาะสมสูงสุดคือ 34.3 เปอร์เซนต์ และวิธีบำบัดตะกอนด้วยเครื่องกรองแรงอัดฟิลเตอร์เพลส, วิธีการบำบัดตะกอนโดยใช้บ่อกักตะกอนมีคะแนนความเหมาะสมเป็น 26.9 เปอร์เซ็นต์และ 21.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และวิธีการที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด คือ วิธีการบำบัดตะกอนโดยใช้ลานทรายตากตะกอน มีคะแนนความเหมาะสมเป็น 17.7 เปอร์เซ็นต์

D:\LEK\DECISION

Expert Choice Version 8.0

SELECTION OF SLUDGE TREATMENT METHOD



A1 --- COMMITTEE 1
A2 --- COMMITTEE 2
A3 --- COMMITTEE 3
MONEY ---
NOTMONEY ---

L --- LOCAL PRIORITY: PRIORITY RELATIVE TO PARENT
G --- GLOBAL PRIORITY: PRIORITY RELATIVE TO GOAL

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

D:\LEK\DECISION

Expert Choice Version 8.0

SELECTION OF SLUDGE TREATMENT METHOD

Synthesis of Leaf Nodes with respect to GOAL
DISTRIBUTIVE MODE

OVERALL INCONSISTENCY INDEX = 0.01

CENTRIPR --- CENTRIPRESS
FILTERPR --- FILTERPRESS
LAGOON --- LAGOONING
SAND --- SAND DRYING BED

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

D:\LEK\DECISION Expert Choice Version 8.0

SELECTION OF SLUDGE TREATMENT METHOD

Sorted Details for Synthesis of Leaf Nodes with respect to GOAL

DISTRIBUTIVE MODE

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5
A1 =0.333				
.	MONEY =0.167			
.	.	UTILITY =0.111		
.	.	.	CENTRIPR =0.057	
.	.	.	FILTERPR =0.036	
.	.	.	SAND =0.012	
.	.	.	LAGOON =0.006	
.	.	NPV =0.056		
.	.	.	LAGOON =0.032	
.	.	.	SAND =0.015	
.	.	.	FILTERPR =0.005	
.	.	.	CENTRIPR =0.003	
.	NOTMONEY =0.167			
.	.	ENVIRON =0.122		
.	.	.	ODOR =0.030	
.	.	.	.	CENTRIPR =0.013
.	.	.	.	FILTERPR =0.013
.	.	.	.	LAGOON =0.002
.	.	.	.	SAND =0.002
.	.	.	SOUND =0.030	
.	.	.	.	LAGOON =0.011
.	.	.	.	SAND =0.011
.	.	.	.	CENTRIPR =0.004
.	.	.	.	FILTERPR =0.004
.	.	.	DUST =0.030	
.	.	.	.	CENTRIPR =0.013
.	.	.	.	FILTERPR =0.013
.	.	.	.	LAGOON =0.003
.	.	.	.	SAND =0.003
.	.	.	TRAFFIC =0.030	
.	.	.	.	FILTERPR =0.016
.	.	.	.	CENTRIPR =0.010

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                                                    LAGOON    =0.002
                                                    SAND      =0.002
                    VISION    =0.031
                                    CENTRIPR =0.012
                                    FILTERPR =0.012
                                    SAND     =0.005
                                    LAGOON   =0.002
                    OPERATE   =0.013
                                    CONTINUE =0.008
                                                    CENTRIPR =0.004
                                                    LAGOON   =0.002
                                                    SAND     =0.002
                                                    FILTERPR.61E-03
                                    TRANFER  =0.006
                                                    CENTRIPR =0.002
                                                    FILTERPR =0.002
                                                    LAGOON   .48E-03
                                                    SAND     .48E-03
A2        =0.333
          NOTMONEY =0.178
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SELECTION OF SLUDGE TREATMENT METHOD

Sorted Details for Synthesis of Leaf Nodes with respect to GOAL

DISTRIBUTIVE MODE

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5
		ENVIRON =0.081		
			ODOR =0.020	
				CENTRIPR =0.008
				FILTERPR =0.008
				LAGOON =0.003
				SAND =0.003
			SOUND =0.020	
				LAGOON =0.008
				SAND =0.008
				CENTRIPR =0.003
				FILTERPR =0.003
			DUST =0.020	
				CENTRIPR =0.008
				FILTERPR =0.008
				LAGOON =0.003
				SAND =0.003
			TRAFFIC =0.020	
				FILTERPR =0.009
				CENTRIPR =0.006
				LAGOON =0.002
				SAND =0.002
		OPERATE =0.081		
			CONTINUE =0.047	
				CENTRIPR =0.026
				SAND =0.012
				LAGOON =0.006
				FILTERPR =0.003
			TRANFER =0.034	
				CENTRIPR =0.014
				FILTERPR =0.014
				LAGOON =0.003
				SAND =0.003
		VISION =0.016		
			CENTRIPR =0.006	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
.                .                .                FILTERPR =0.006
.                .                .                SAND     =0.002
.                .                .                LAGOON   =0.001
.                MONEY    =0.155
.                .                UTILITY  =0.086
.                .                .                CENTRIPR =0.044
.                .                .                FILTERPR =0.028
.                .                .                SAND     =0.010
.                .                .                LAGOON   =0.005
.                .                NPV      =0.069
.                .                .                LAGOON   =0.040
.                .                .                SAND     =0.019
.                .                .                FILTERPR =0.006
.                .                .                CENTRIPR =0.004
A3       =0.333
.                NOTMONEY =0.177
.                .                OPERATE  =0.111
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SELECTION OF SLUDGE TREATMENT METHOD

Sorted Details for Synthesis of Leaf Nodes with respect to GOAL

DISTRIBUTIVE MODE

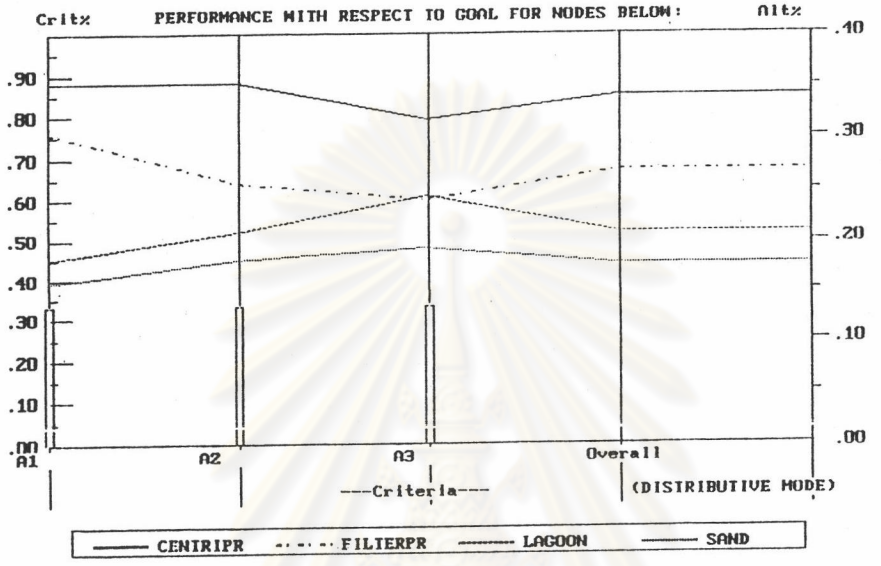
LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5
			CONTINUE =0.064	
				LAGOON =0.020
				SAND =0.020
				CENTRIPR =0.020
				FILTERPR =0.004
			TRANFER =0.047	
				CENTRIPR =0.020
				FILTERPR =0.020
				LAGOON =0.004
				SAND =0.004
		ENVIRON =0.042		
			ODOR =0.011	
				CENTRIPR =0.004
				FILTERPR =0.004
				LAGOON =0.001
				SAND =0.001
			SOUND =0.011	
				LAGOON =0.004
				SAND =0.004
				FILTERPR =0.002
				CENTRIPR.72E-03
			DUST =0.011	
				CENTRIPR =0.004
				FILTERPR =0.004
				LAGOON .88E-03
				SAND .88E-03
			TRAFFIC =0.011	
				FILTERPR =0.005
				CENTRIPR =0.004
				LAGOON .79E-03
				SAND .79E-03
		VISION =0.024		
			CENTRIPR =0.009	
			FILTERPR =0.009	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                                        SAND        =0.004
                                        LAGOON      =0.002
MONEY       =0.156
                    UTILITY   =0.078
                                        CENTRIPR    =0.040
                                        FILTERPR    =0.026
                                        SAND        =0.009
                                        LAGOON      =0.004
                    NPV       =0.078
                                        LAGOON      =0.045
                                        SAND        =0.021
                                        FILTERPR    =0.007
                                        CENTRIPR    =0.005
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

):\LEK\DECISION Expert Choice Version 8.0



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

เครื่องฟิลเตอร์เพลส

ในส่วนนี้ได้รวมรวบภาพและข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องฟิลเตอร์เพลส ทั้งในส่วนของข้อมูลด้านเทคนิค และประสิทธิภาพในการทำงาน รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับตะกอนจากการผลิตน้ำประปา ซึ่งใช้เป็นเงื่อนไขในการเลือกใช้เครื่องฟิลเตอร์เพลสได้

ตารางที่ ข.1 ขนาดและข้อมูลด้านเทคนิคของเครื่องฟิลเตอร์เพลสที่ใช้ในการวิจัย

Number of filters	10
Size of plates	1300*1300
Number of filter chambers	85
Number of filter plates	86
Expandable to	100
Cake tickness	30 mm.
Material	ST-37.2
Filter area	202.24 m2
Expanded filter area	253.44 m2
Cake volume	3073 l
Expanded cake volume	3851 l
Material of plate	PP
Form of plates	Standard JVK
Form of execution	Closed
Filtrate outlet	4*DN-65 PN-16
Slurry feed inlet connection	DN-125 PN-16
Working length	6.302 mm.
Expanded working length	3.850 mm.
Dimensions (length/width/height)	See drawing

ตารางที่ ข.1 ขนาดและข้อมูลด้านเทคนิคของเครื่องฟิลเตอร์เพลส (ต่อ)

Complete weight	16800 kg.
Weight in operation	22700 kg.
Maximum filtration temperature	80 C
Number of supporting sidebars	2
Sidebars diameter	125 mm
Sidebar material	F-114
Operating pressure	16 bar
Closing pressure	368 bar
Lower round bars	PP lined
Driving motors	for hydraulic/plate Shifting
Performance	4.0 kW/5.5 HP
Kind of Protection	IP-54
Operating Voltage	380 V,3,50 Hz
Control voltage	220 V,1,50 Hz
Electrical equipment	wire to control box
Anticorrosive protection	sandblasting grade 2,1/2
Cake washing process	zincprimer &Epoxy paint
Core blow process	Optional
Hydraulics	Included
Operation	HAWE/BERTMA
Connection to cylinder	electro-Hydraulic
Oil tank capacity	Hydraulic steel tubes
Electric motor	40 liters
	5.5 HP
Type of Cylinder	Double-acting
Cylinder finish	Rectified and lapped
Piston rod finish	Hard chromium plated
Rod material	F-114

ตารางที่ ข.1 ขนาดและข้อมูลด้านเทคนิคของเครื่องฟิลเตอร์เพลส (ต่อ)

Cylinder material	ST-52.3
Cylinder/rod diameter	320/220 mm
Piston stroke	450 mm
Inner finishing	rectified and lapped

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของตะกอนและความเข้มข้นของเค็กในการอัดด้วยฟิลเตอร์เพลส

Type of sludge	Dry Solid Content in Filter Cake	
	Membrane Chamber Filter Press	Chamber Filter Press
I. Aluminum sludge from reservoir water treatment plant, polymer flocculated	28 - 33%	20 - 25%
II. Aluminum sludge from river water treatment plant, polymer flocculated	30 - 50%	25 - 45%
III. Municipal sludge, stabilised, DS 4% - 5%, organic dry substance < 50%		
a) Polymer conditioned	33 - 35%	31 - 33%
b) FeCl + Lime conditioned (depending on lime content)	42 - 43%	41 - 42%
IV. Municipal sludge, not stabilised, DS 3% - 4%, organic dry substance 50% - 60%		
a) Polymer conditioned	28 - 32%	26 - 30%
b) FeCl + Lime conditioned (depending on quantity of lime)	42 - 43%	41 - 42%
v. Kaolin	67 - 72%	65 - 69%
VI. Ceramic Hard Porcelain		75 - 78%
VII. Bone China		81%
VIII. Paper pulp		50 - 65%

ตาราง ข.3 แสดงความถ่วงจำเพาะของตะกอนชนิดต่าง ๆ

	Media to be filtered	Specific gravity	
		Sludge kg/dm3	Filter cake kg/dm3
1	Municipal sludge; polyelectrolyte flocculant	1.0	1.1
2	Municipal sludge; lime and metal salt flocculant	1.0	1.15
3	Industrial waste water sludge; polyelectrolyte flocculant	1.0	1.1
4	Industrial waste water sludge; lime and metal salt flocculant	1.0	1.1
5	Kaolin	1.2 - 1.3	1.6 - 1.7
6	Metal hydroxide	1.2	1.4 - 1.5
7	Potable water; Aluminum sludge	1.0	1.1
8	Heavy metal precipitate	1.2	1.4

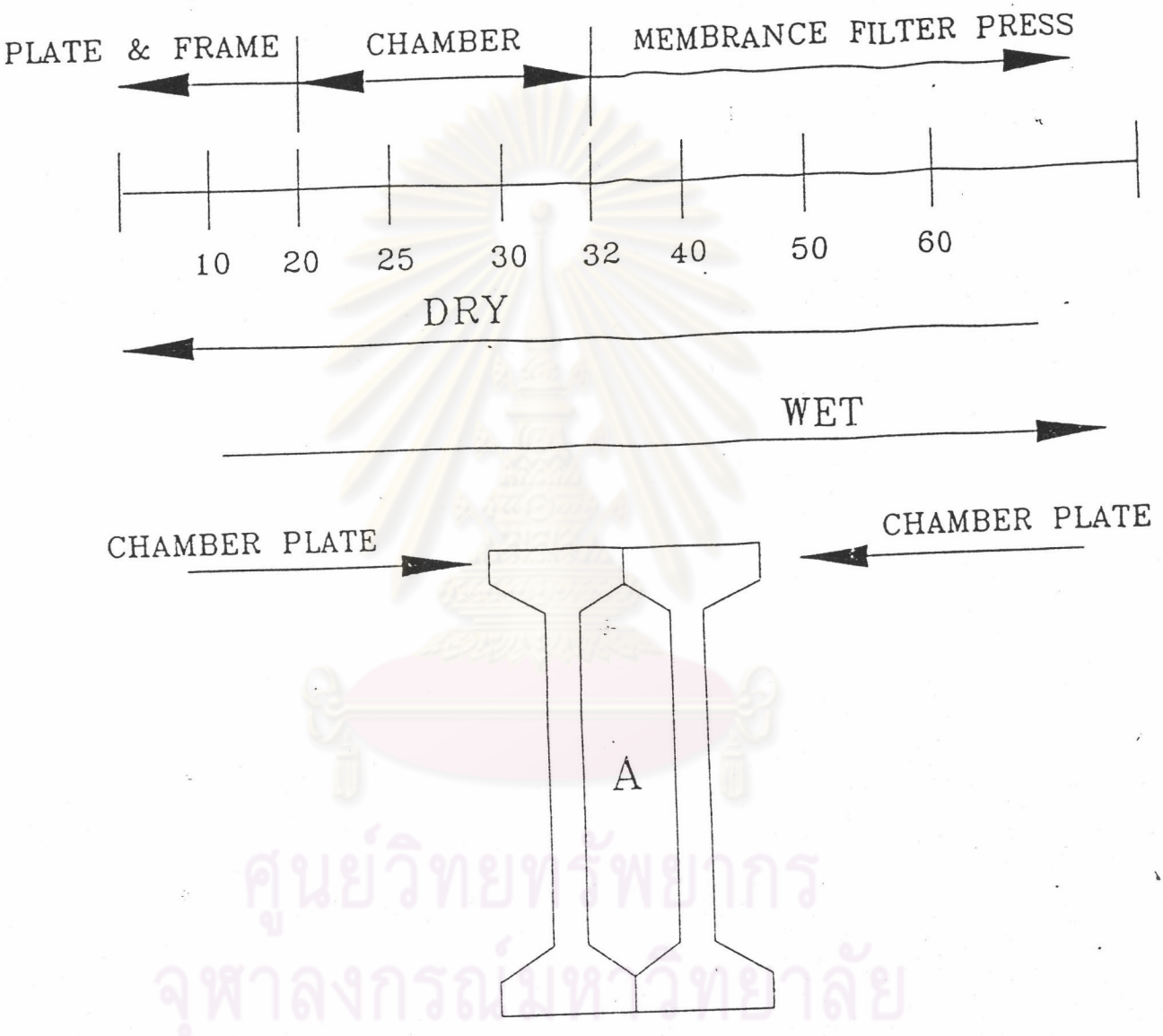
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.4 แสดงลักษณะจำเพาะของฟิลเตอร์เพลสที่ขนาดของเพลทต่างกัน

FILTER PLATE SIZE	CHAMBER DEPTH (Cake Thickness) (mm)	VOLUME PER CHAMBER (ℓ)	FILTRATION AREA PER CHAMBER (m^2)
470	25	3.9	0.35
	30	4.8	0.35
630	25	7.1	0.62
	30	8.9	0.62
800	25	11.9	1.04
	30	14.5	1.04
1000	25	19.9	1.69
	30	24.2	1.69
1200	25	24.0	2.30
	30	29.7	2.30
1500	25	39.2	3.56
	30	48.1	3.56
2000	25	71.9	6.70
	30	88.9	6.70

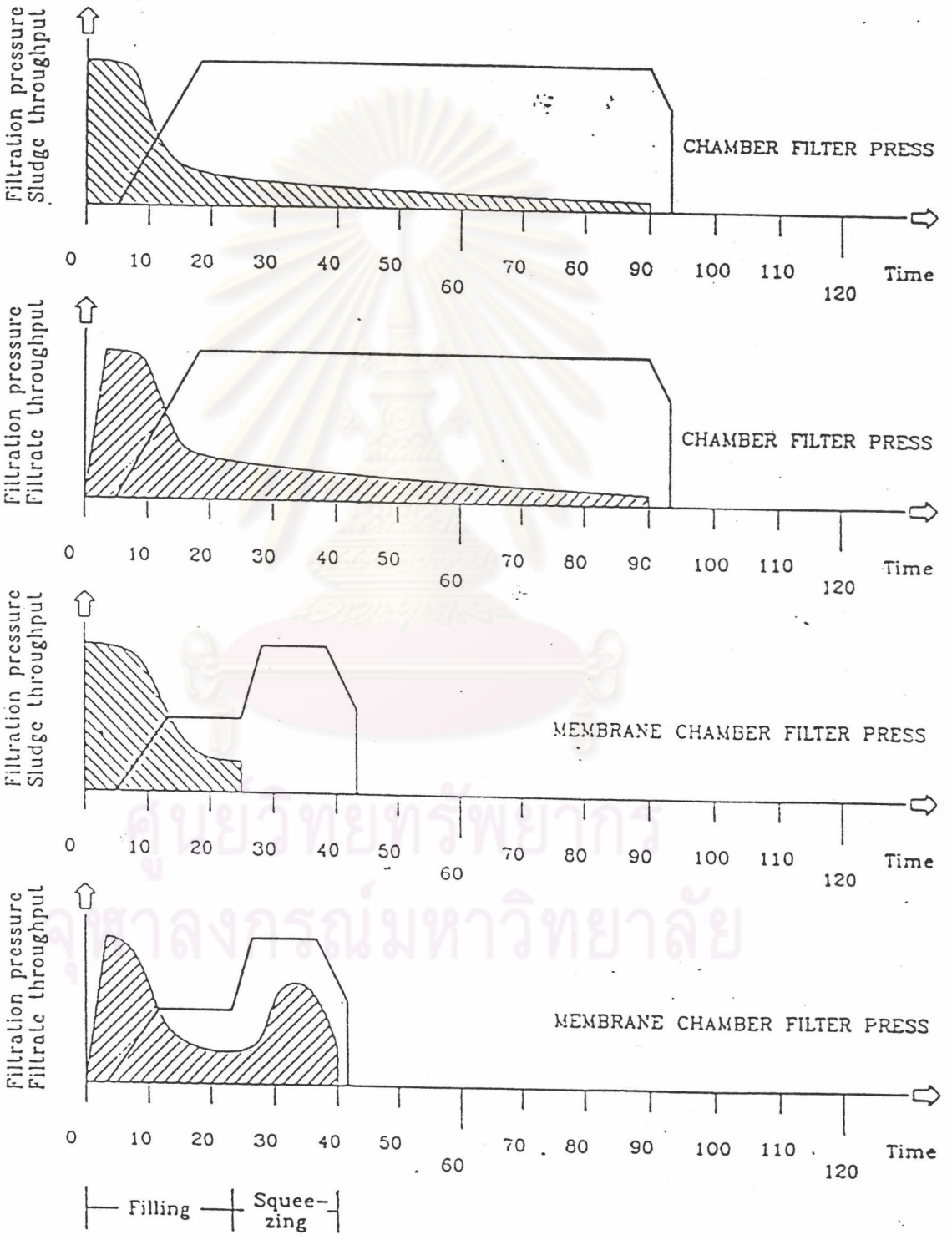
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

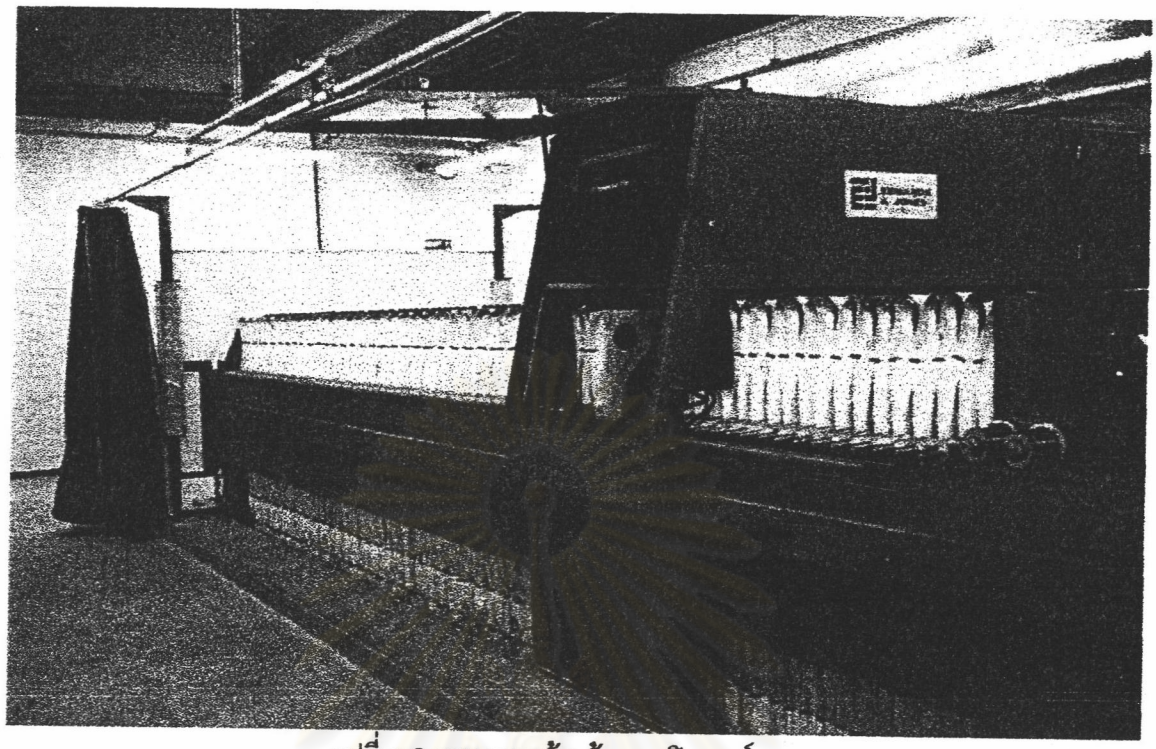
รูปที่ ข.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของเครื่องฟิลเตอร์เพลส และความหนาของเค็ก (มิลลิเมตร)



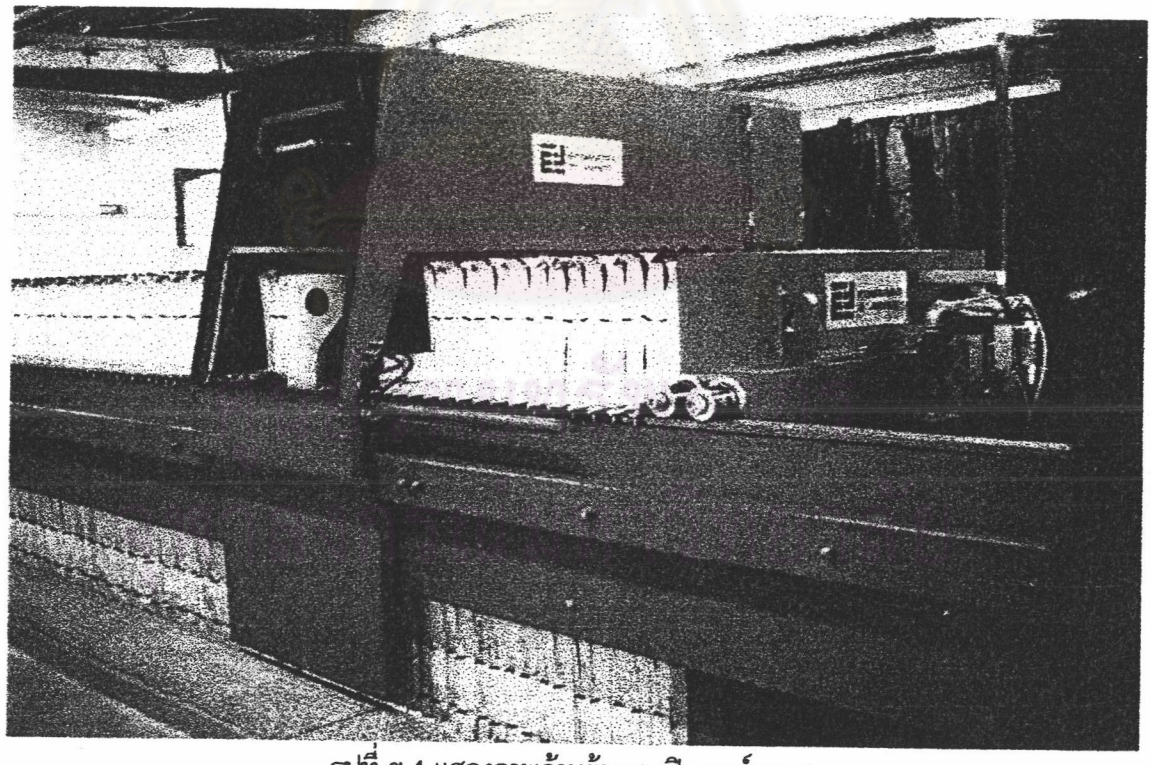
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ข.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและเวลาที่ใช้ในการอัดตะกอน
ของเครื่องแชมเบอร์ฟิลเตอร์เพลสและเครื่องเมมเบรนฟิลเตอร์เพลส

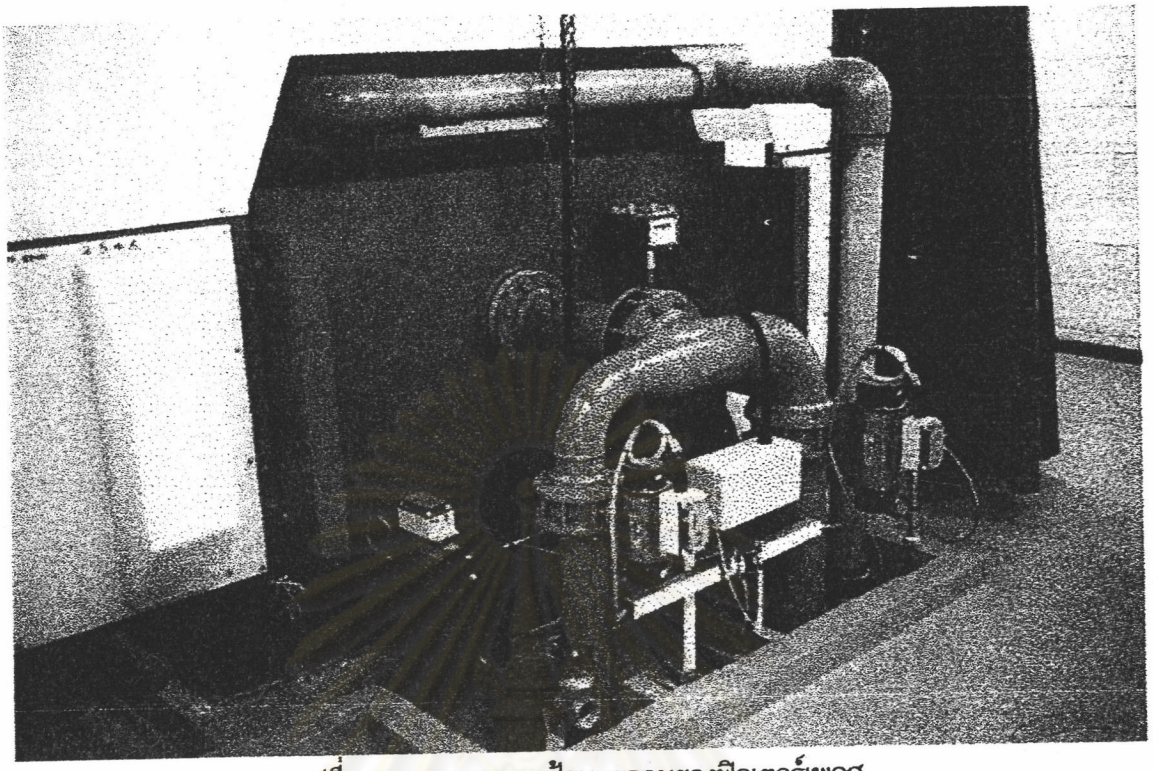




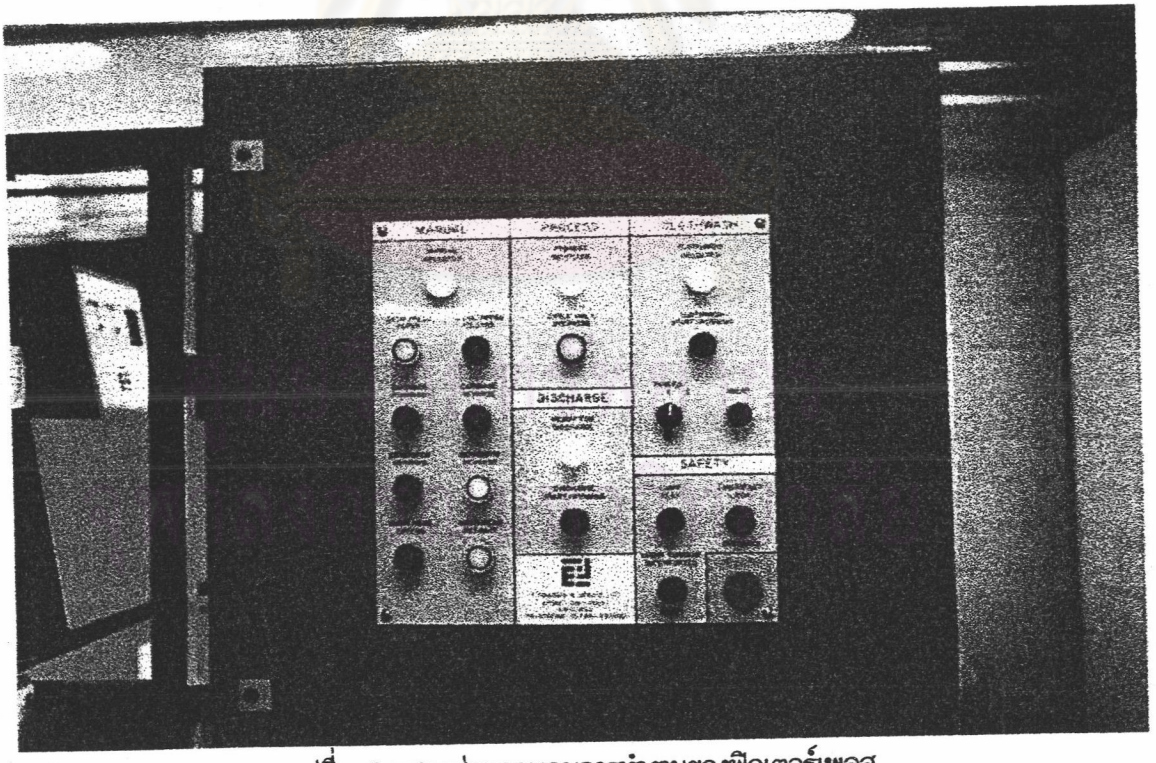
รูปที่ ข.3 แสดงภาพด้านข้างของฟิลเตอร์เพลส



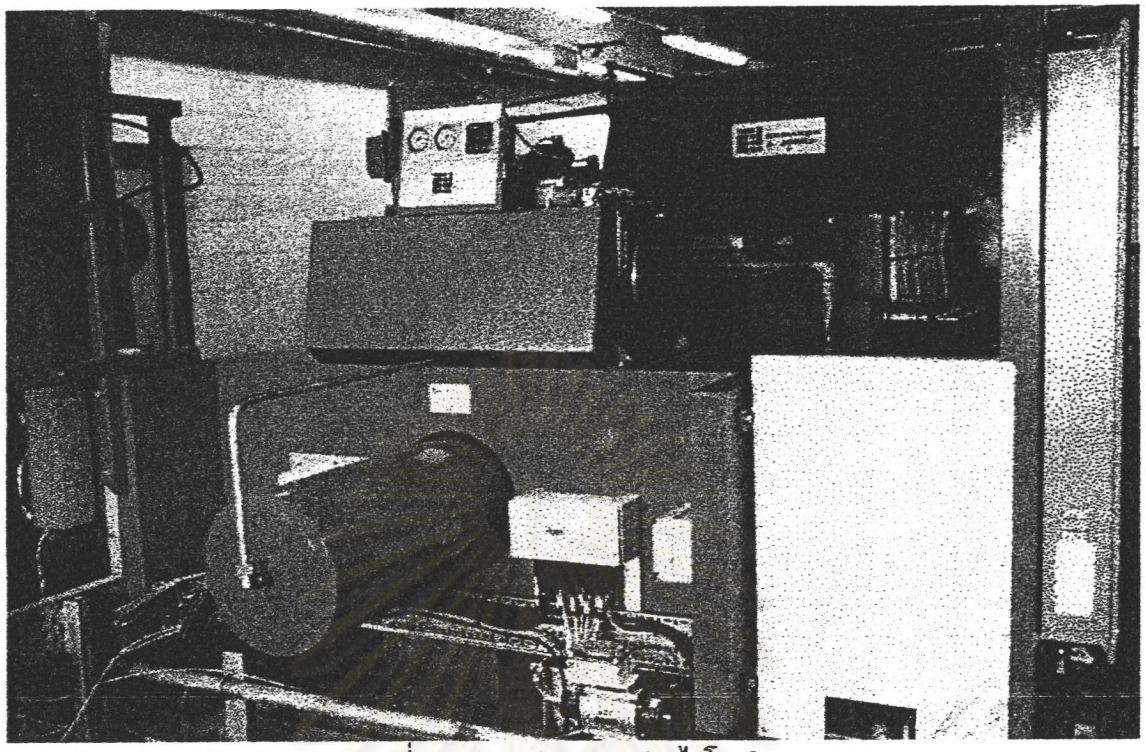
รูปที่ ข.4 แสดงภาพด้านข้างของฟิลเตอร์เพลส



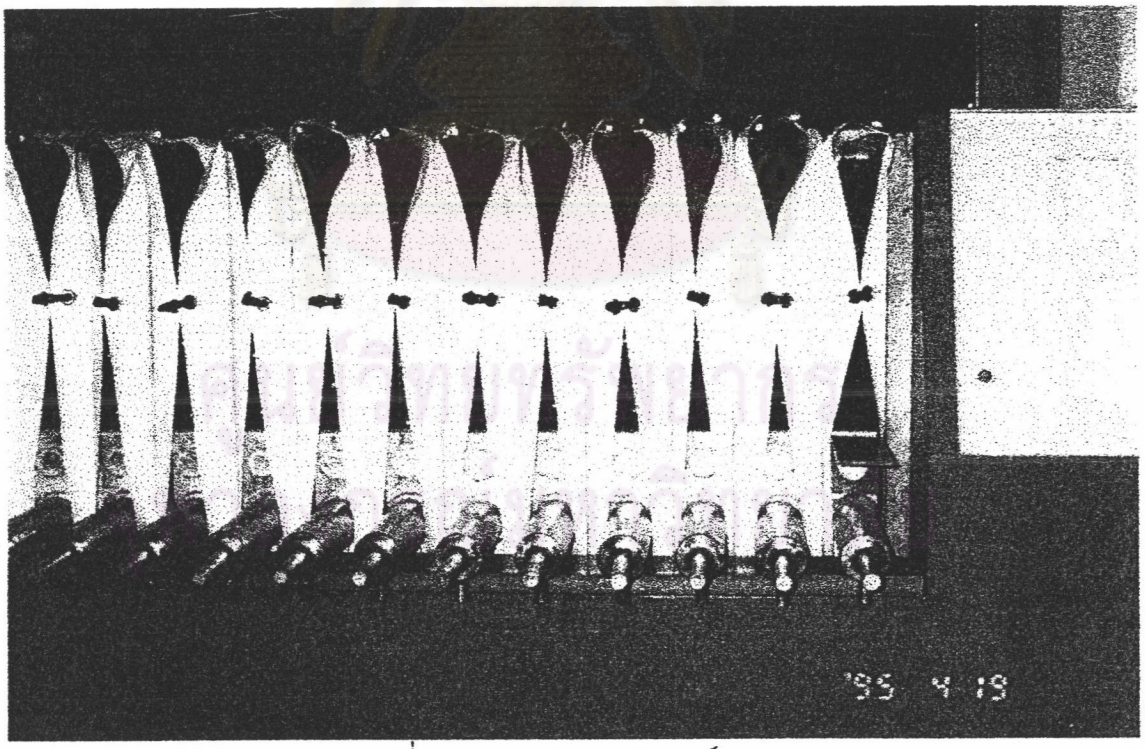
รูปที่ ข.5 แสดงภาพการป้อนตะกอนของฟิลเตอร์เพลส



รูปที่ ข.6 แสดงส่วนควบคุมการทำงานของฟิลเตอร์เพลส



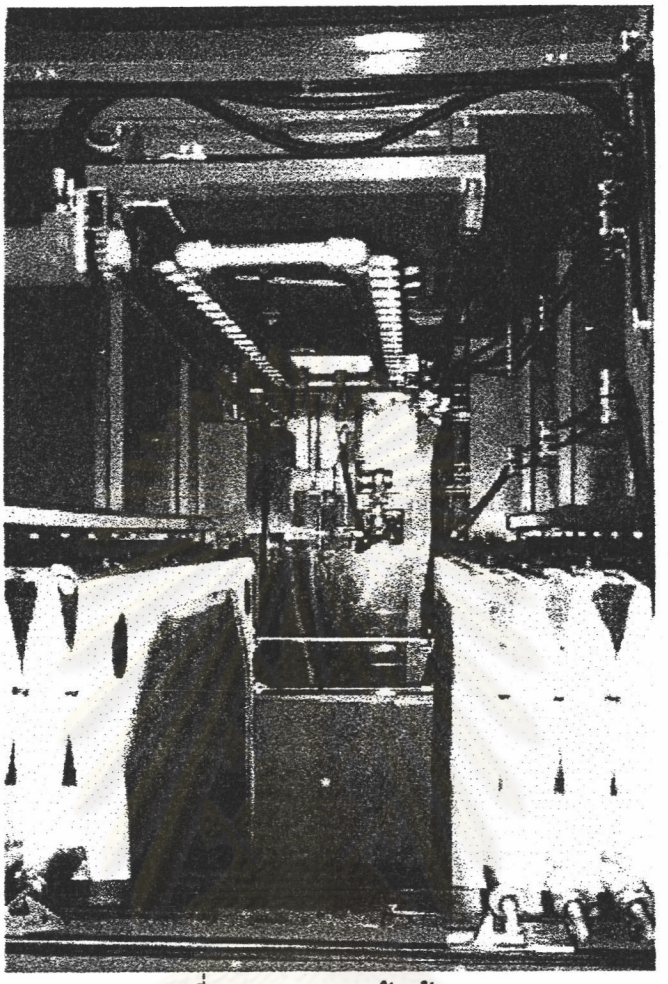
รูปที่ ข.7 แสดงส่วนของหน่วยไฮโดรลิก



รูปที่ ข.8 แสดงเฟรมของฟิลเตอร์เพลส

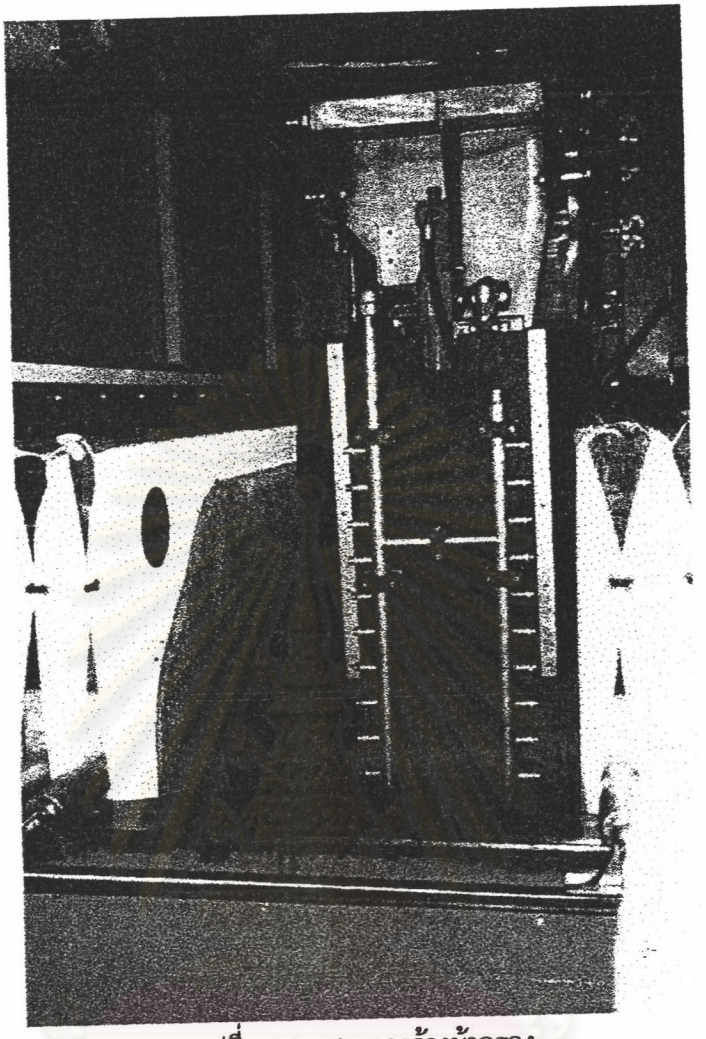
รูปที่ ข.9 แสดงส่วนของการล้างผ้ากรอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



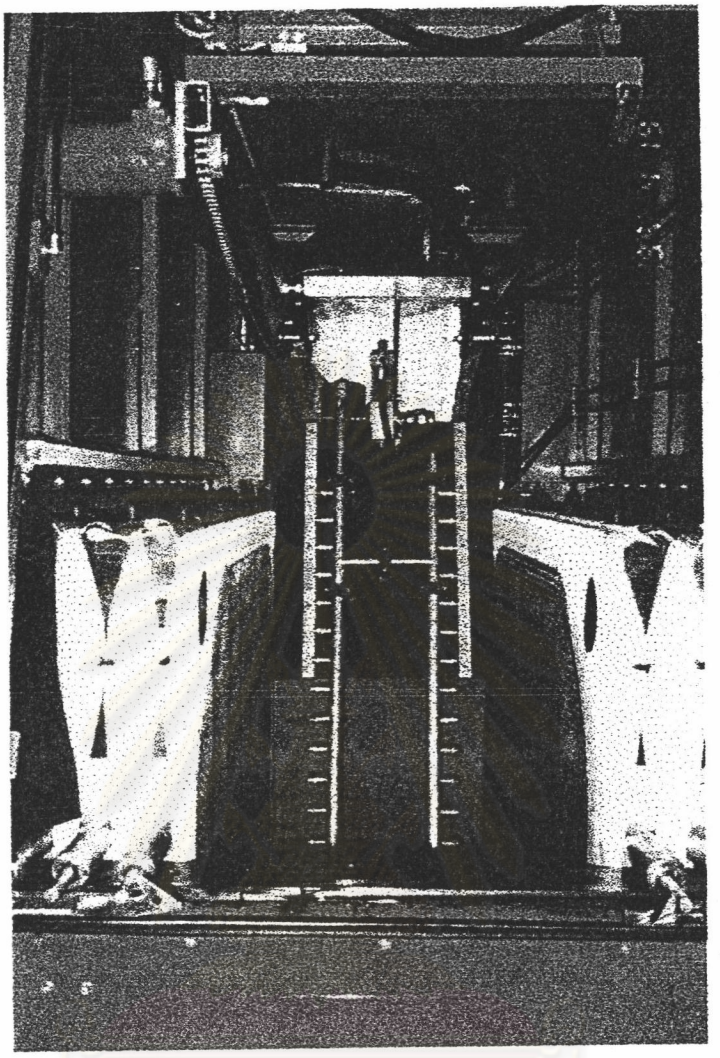
รูปที่ ข.10 แสดงการล้างผ้ากรอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



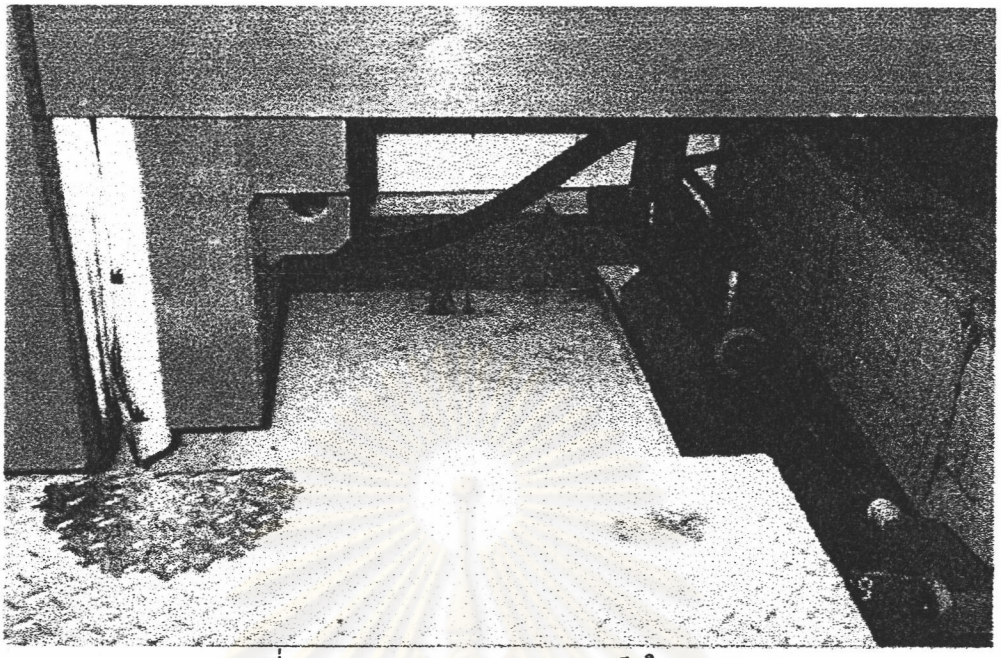
รูปที่ ข.11 แสดงการล้างผ้ากรอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

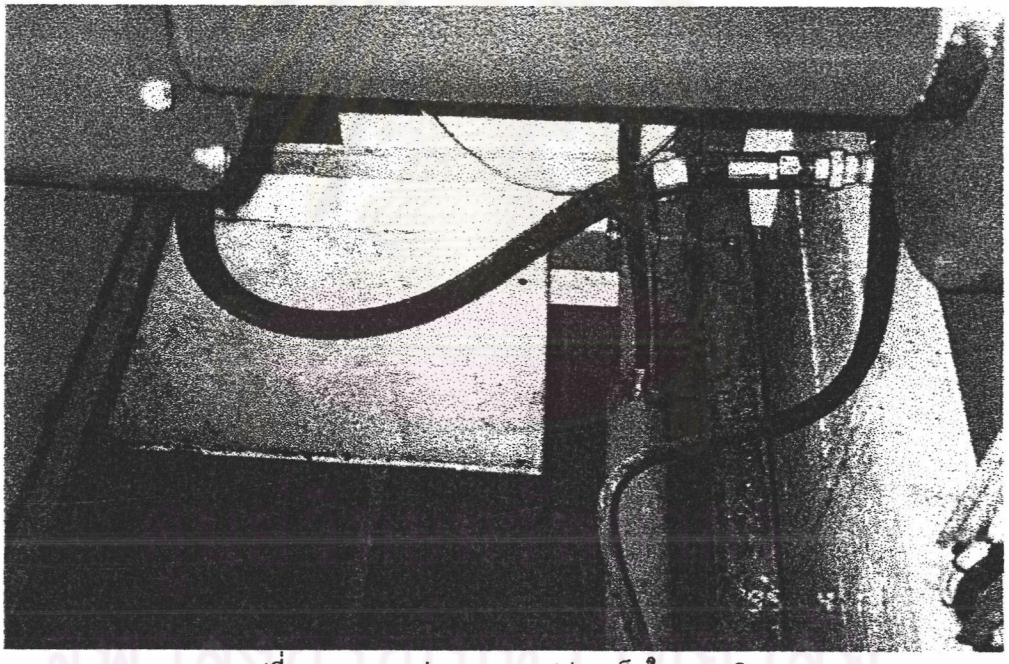


รูปที่ ข.12 แสดงการล้างผ้ากรอง

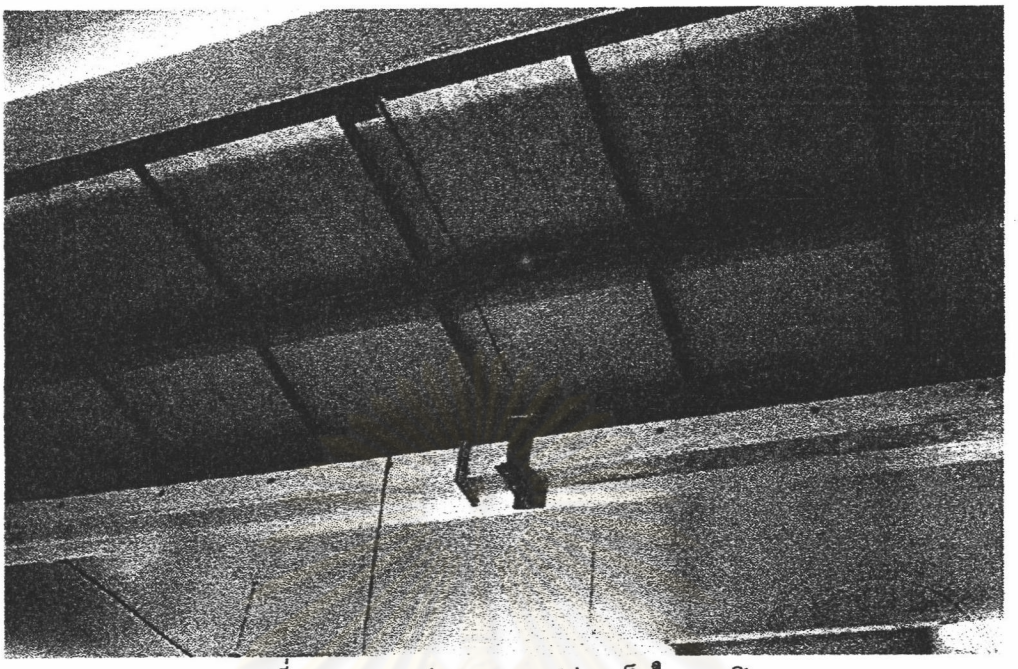
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



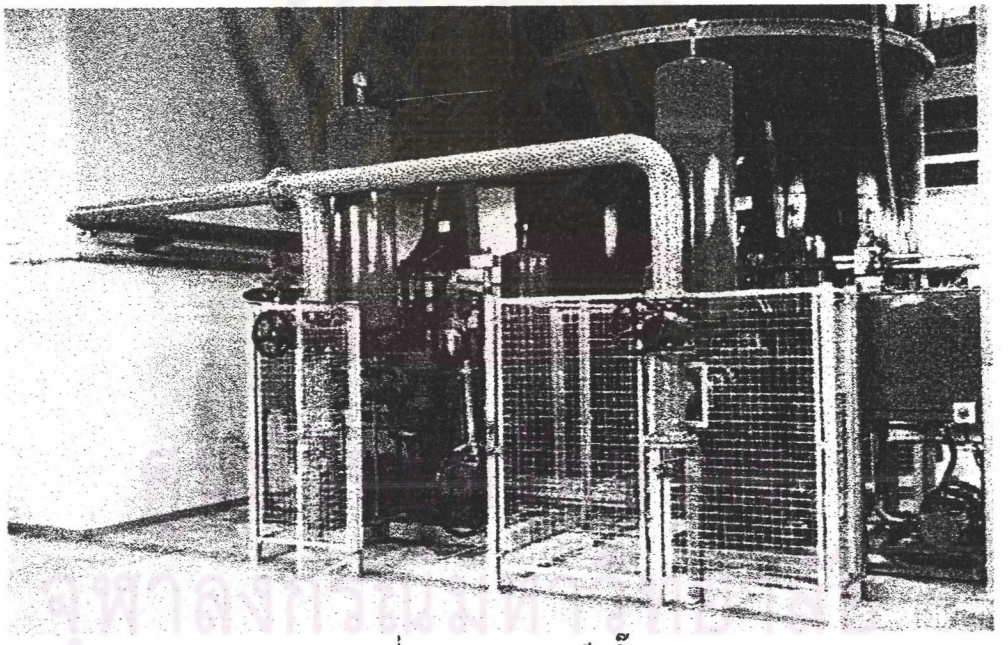
รูปที่ ข.13 แสดงส่วนของการปล่อยเค็กในขณะเปิด



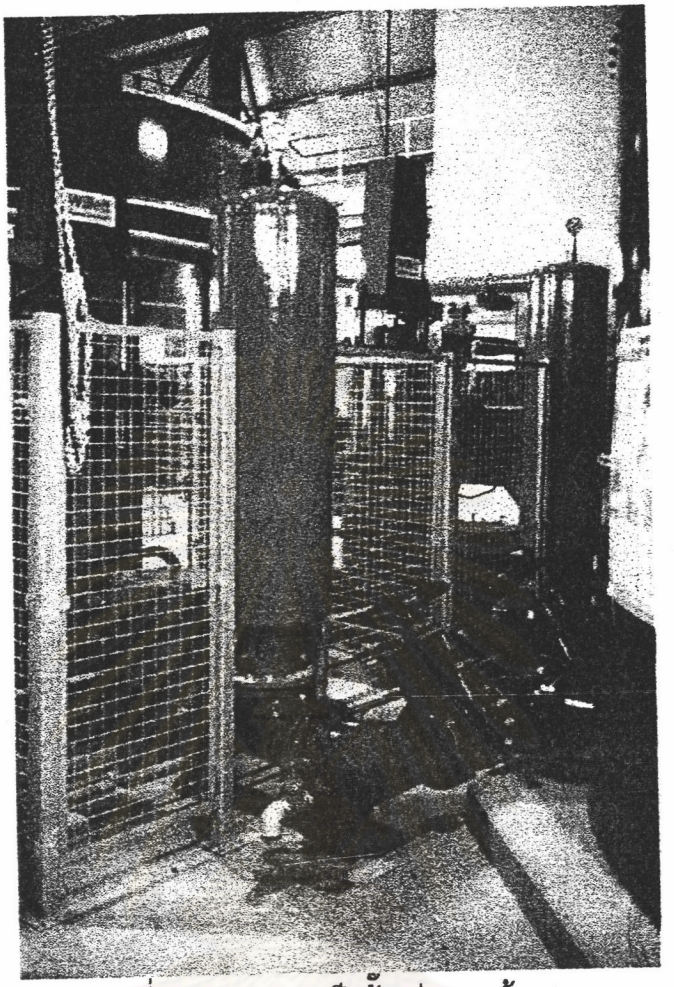
รูปที่ ข.14 แสดงส่วนของการปล่อยเค็กในขณะเปิด



รูปที่ ข.15 แสดงส่วนของการปล่อยเค็กในขณะปิด

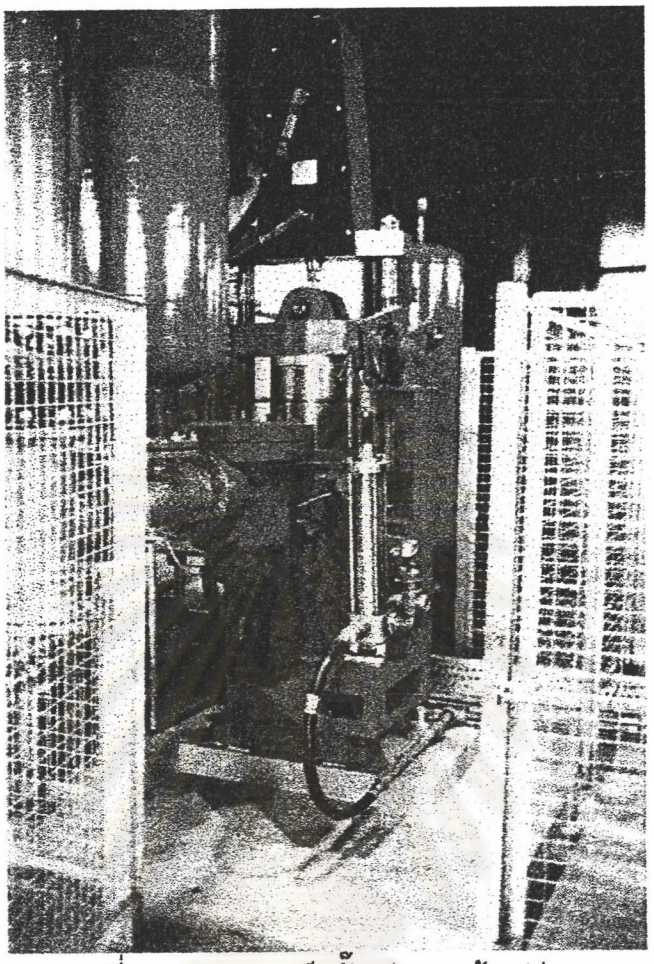


รูปที่ ข.16 แสดงภาพฟีดปั๊ม



รูปที่ ข.17 แสดงภาพฟีดปั๊ม ส่วนของด้านสูบ

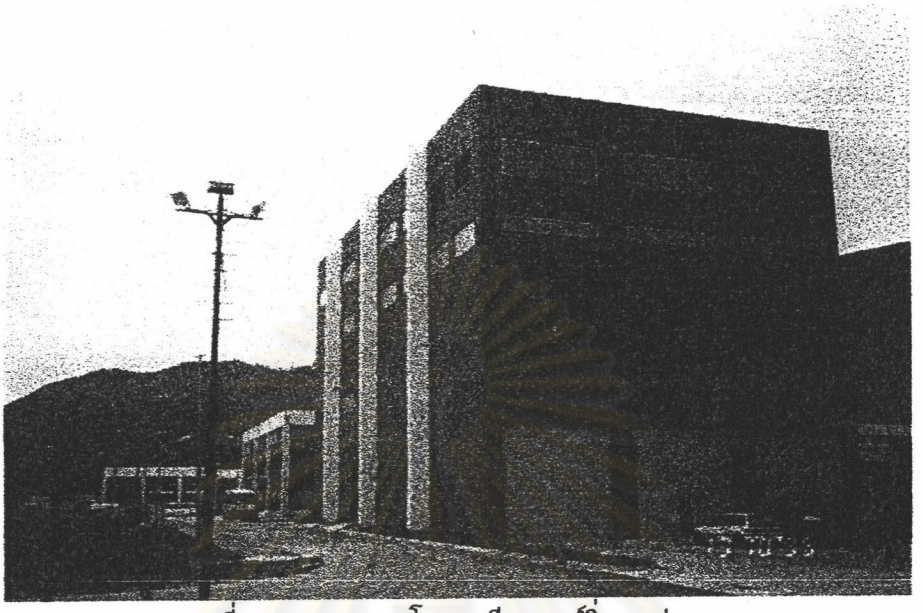
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



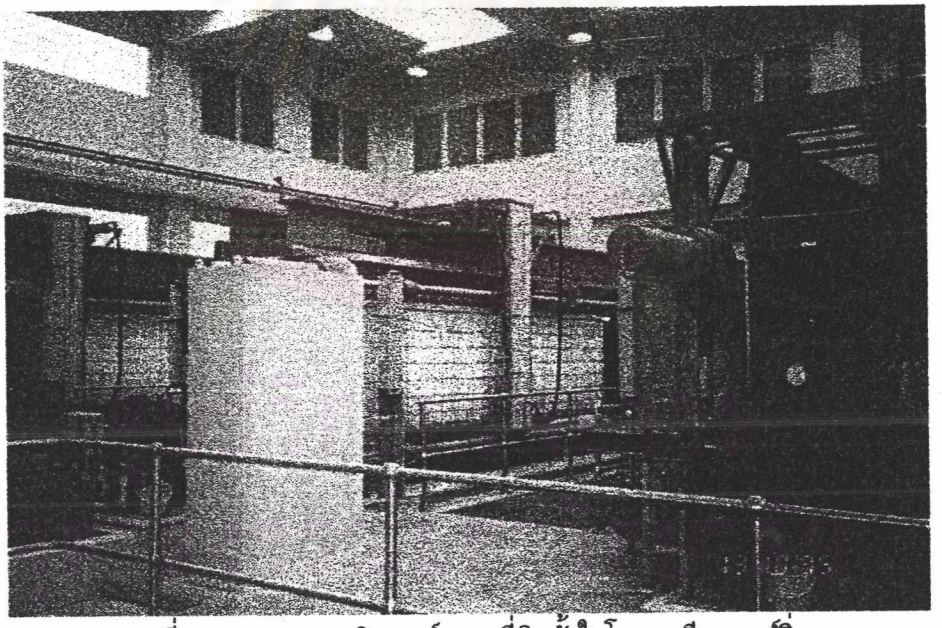
รูปที่ ข.18 แสดงภาพฟีดปั๊ม ส่วนของด้านปล่อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

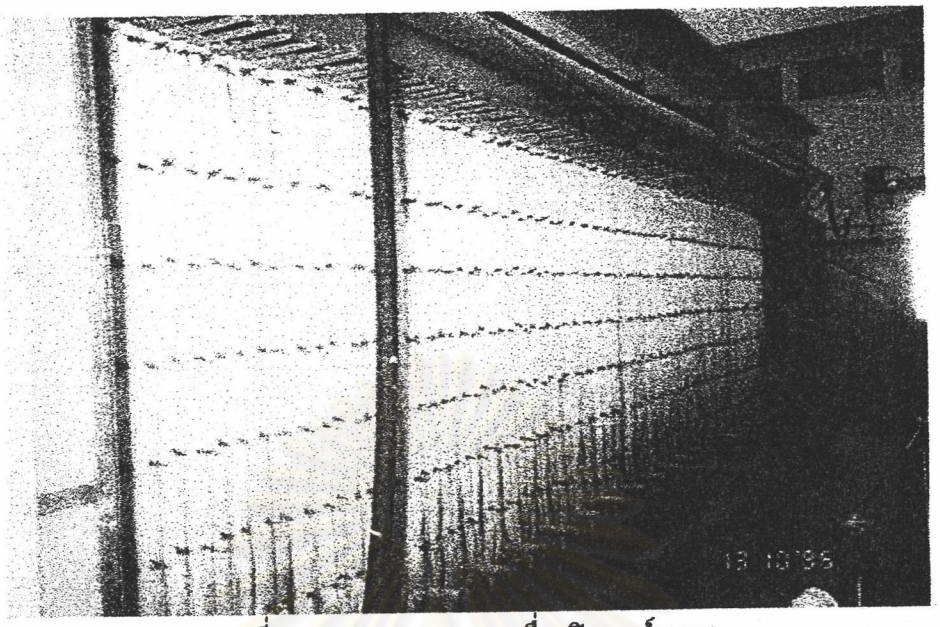
โรงงานดีวอเตอร์ริ่งที่ฮ่องกง ซึ่งมีการติดตั้งเครื่องฟิลเตอร์เพลท ดังรูปที่ ข.19 ถึงรูปที่ ข.25



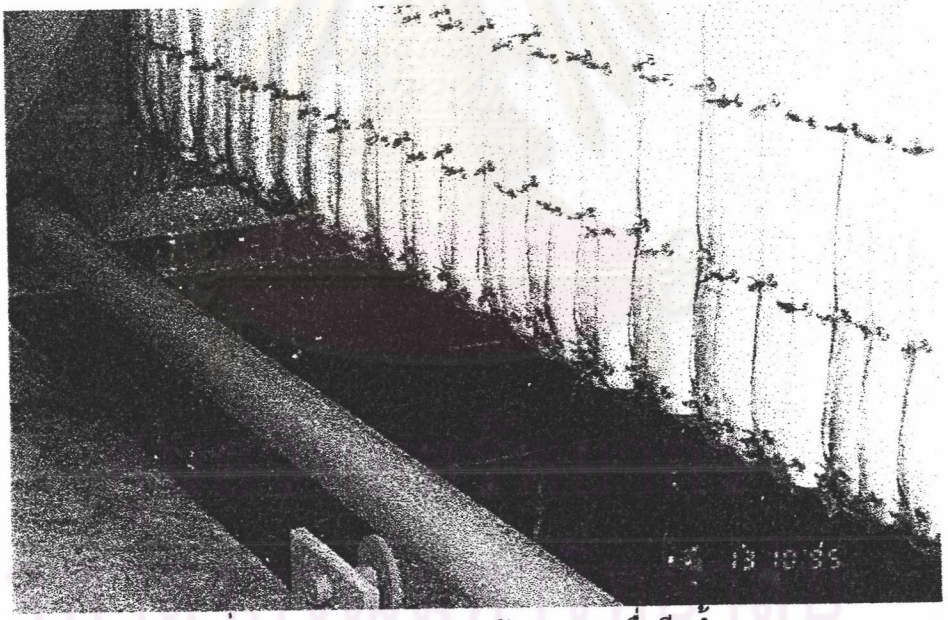
รูปที่ ข.19 แสดงภาพโรงงานดีวอเตอร์ริ่งของฮ่องกง



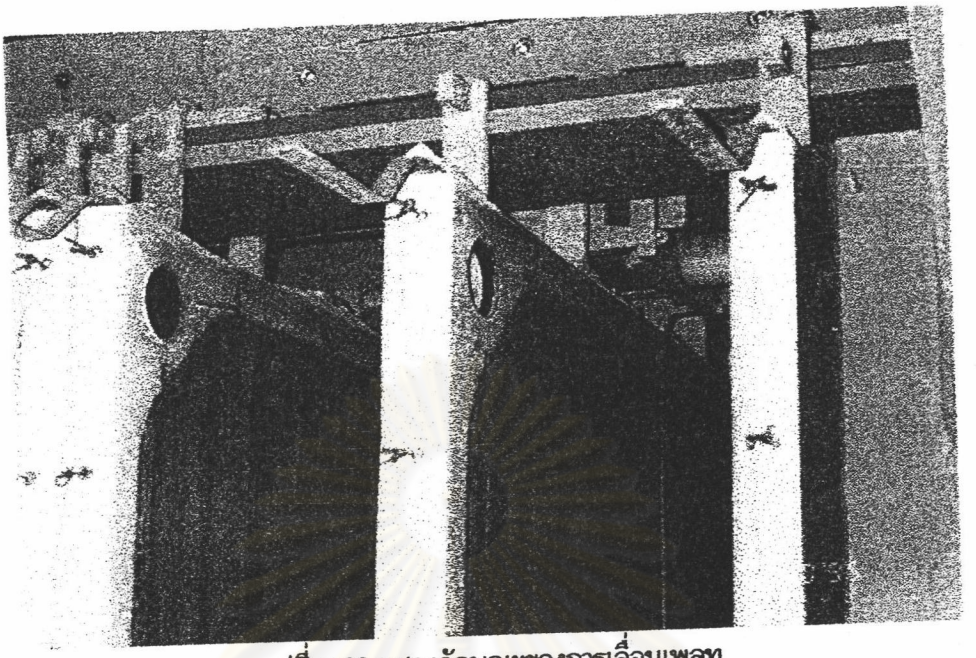
รูปที่ ข.20 แสดงภาพฟิลเตอร์เพลสที่ติดตั้งในโรงงานดีวอเตอร์ริ่ง



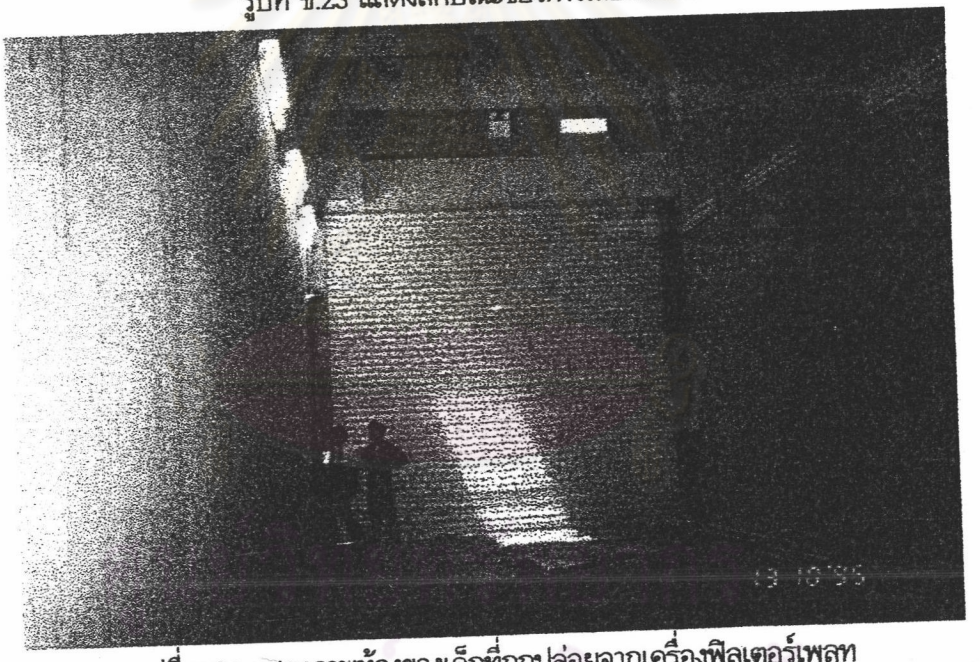
รูปที่ ข.21 แสดงเพลทของเครื่องฟิลเตอร์เพลส



รูปที่ ข.22 แสดงภาพของการอัดตะกอน เพื่อบีบน้ำออก

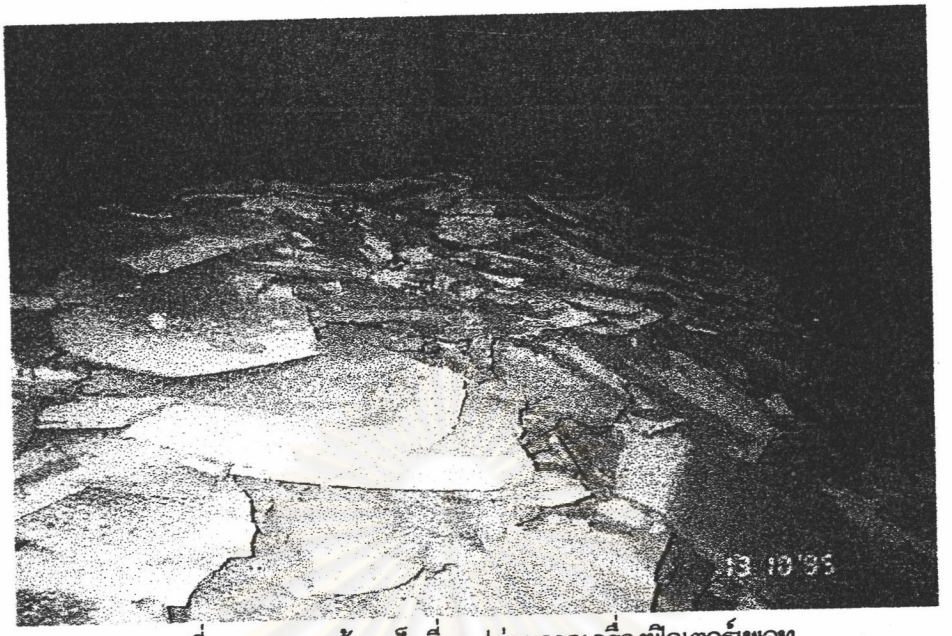


รูปที่ ข.23 แสดงลักษณะของการเลื่อนเพลท



รูปที่ ข.24 แสดงภาพห้องของเค็กที่ถูกปล่อยจากเครื่องฟิลเตอร์เพลท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.25 แสดงก้อนเค็กที่ถูกปล่อยจากเครื่องฟิลเตอร์เพลท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

อัตราค่าไฟฟ้า

ประเภทที่ 4

กิจการขนาดใหญ่

ลักษณะการใช้

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 2000 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน

4.1 ระดับแรงดันไฟฟ้า 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป

ค่าความต้องการไฟฟ้า

เวลา 18.30-21.30 น.(On-Peak) : กิโลวัตต์ละ 240.00 บาท

เวลา 08.00-18.30 น.(Partial Peak) : กิโลวัตต์ละ 32.00 บาท

(คิดเฉพาะความต้องการพลังงานไฟฟ้าในส่วนที่เกินจากช่วง On-Peak)

เวลา 21.30 -08.00 น. (Off-Peak) : ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้า

ทุกช่วงเวลา : หน่วย(กิโลวัตต์ชั่วโมง) ละ 1.03 บาท

4.2 ระดับแรงดันไฟฟ้า 12-24 กิโลโวลท์

ค่าความต้องการไฟฟ้า

เวลา 18.30-21.30 น.(On-Peak) : กิโลวัตต์ละ 305.00 บาท

เวลา 08.00-18.30 น.(Partial Peak) : กิโลวัตต์ละ 63.00 บาท

(คิดเฉพาะความต้องการพลังงานไฟฟ้าในส่วนที่เกินจากช่วง On-Peak)

เวลา 21.30 -08.00 น. (Off-Peak : ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้า

ทุกช่วงเวลา : หน่วย(กิโลวัตต์ชั่วโมง) ละ 1.07 บาท

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา (สิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน)

ภาคผนวก ค

การหาปริมาณพื้นที่ที่ต้องการใช้สำหรับก่อสร้างลานทรายตากตะกอน

จากข้อมูลการทดลองของสถาบัน เอ ไอ ที ในตาราง ค.1 และรูป ค.1 สามารถ เลือก TS Loading ที่ให้เวลาในการทำตะกอนให้แห้งได้ ที่ 50 kg/m^2

เวลาในการทำให้แห้งเป็น 30 % คือ 16.2 วัน

เวลาในการเคลื่อนย้ายตะกอน คือ 5 วัน

รวมเวลาในการ loading คือ $\frac{50}{16.2+5} = 2.36\ kg/(m^2 d)$

พื้นที่ที่ต้องการใช้คือ $\frac{500\ \text{ตัน}*1000\ kg}{2.36\ kg/(m^2 d)} = 211{,}864\ m^2$

กรณีใช้พื้นที่เป็น 2 เท่า เพื่อสลับกันตากแห้ง ใช้พื้นที่ $2*211{,}864 = 423{,}328\ m^2$

$= 265$ ไร่

กรณีใช้พื้นที่โดยการป้อนตะกอนทุกวันและขนออกทุกวัน

เวลาในการทำให้แห้งเป็น 30 % คือ 16.2 วัน

เวลาในการเคลื่อนย้ายตะกอน คือ 2 วัน

รวมเวลาในการ loading คือ $\frac{50}{16.2+2} = 2.75\ kg/(m^2 d)$

พื้นที่ที่ต้องการใช้คือ $\frac{500\ \text{ตัน}*1000\ kg}{2.75\ kg/(m^2 d)} = 181{,}818\ m^2$

$= 113$ ไร่

จึงเลือกใช้พื้นที่โดยการป้อนตะกอนทุกวันและขนออกทุกวัน จะใช้พื้นที่ 181,818 m^2 ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่เป็น 19 บ่อ ขนาดบ่อละ 10,000 m^2 และเป็นบ่อสำรองอีก 1 บ่อ รวมใช้พื้นที่ที่เป็นลานตากตะกอน จำนวน 200,000 m^2 หรือ 125 ไร่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1

แสดงผลการทดลองของลานตากตะกอนขนาดทดลองกับตะกอนที่ไม่มีการเติมสารช่วยตกตะกอน

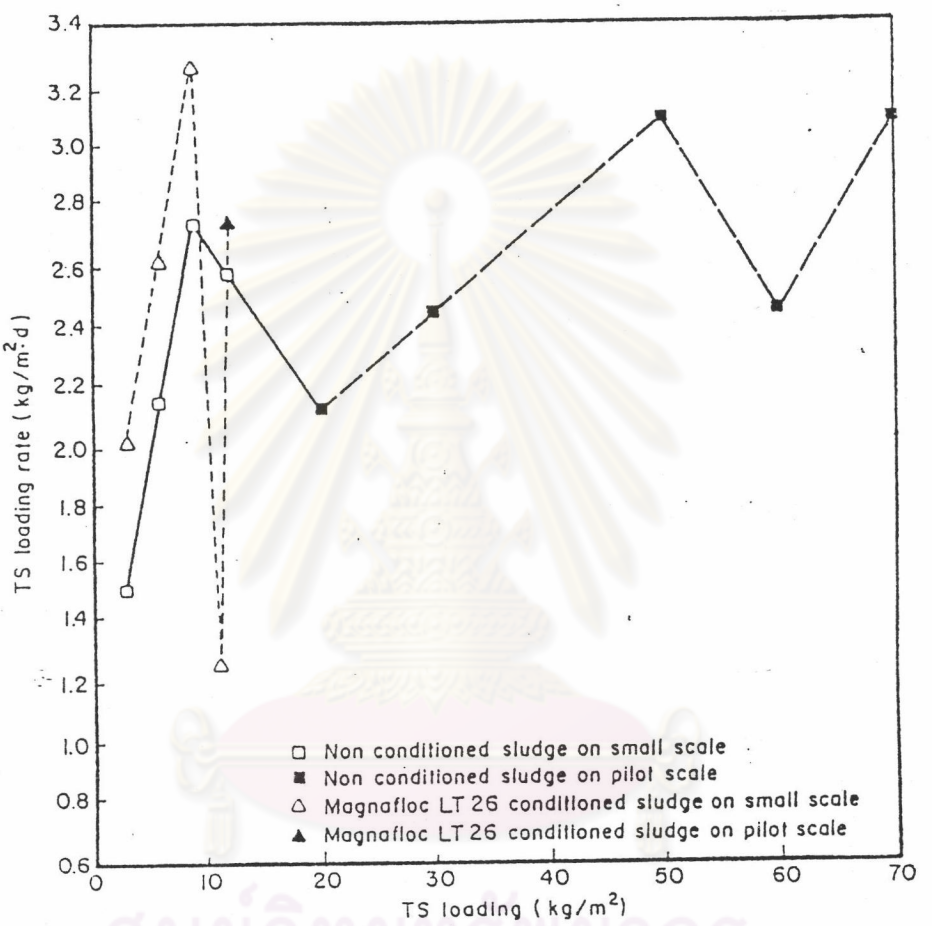
Run No.	TS loading (kg/m^2)	Drying time to achieve 30% TS (day)	TS loading rate(kg/m^2*day)	Remarks
1	11.6*	9	1.39	Rainfalls
2	20	9.5	2.11	-
3	30	12.3	2.44	-
4	50	16.2	3.09	-
5	60	24.5	2.45	-
6	70	22.7	3.08	-

ที่มา : AIT Research Report no. 241 . Asian Institute of Technology.

* มีการเติมสาร Magnafloc LT26-conditioned ในตะกอนในช่วงฝนตก ระหว่างการป้อนตะกอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป ค.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง TS loading กับ TS loading rate



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดของแต่ละช่วงเวลาในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์แลก (Lag) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ (Maximum) 15 minute kilovar demand) เกินกว่าร้อยละ 63 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์ (Maximum 15 minute kilowatt demand) แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 15.00 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวาร์

แหล่งที่มา : เอกสารเผยแพร่การไฟฟ้านครหลวง

หมายเหตุ : อัตราค่าไฟฟ้านี้ เริ่มใช้ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2534

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

ผลการทดสอบเพื่อหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการดีวอเตอร์ริ่ง โดยใช้เครื่องเซนตริเพลส

สถานที่	โรงผลิตน้ำบางเขน กรุงเทพมหานคร
วันที่ทดสอบ	11/7/95
เครื่องจักร	CENTRIPRESS 1-1.1 5113
ประเภทตะกอน	ตะกอนอลูมินั่ม
ความหนาแน่นของแข็ง	1.5 g/ccm
ความหนาแน่นของเหลว	1 g/ccm

ผลการทดสอบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ ฉ.1 และสามารถสรุปข้อมูลจากตารางได้ดังนี้

อัตราการเติม Stockh. โดยเฉลี่ย	2.60	kg/tTS
ความเข้มข้นของแข็งเฉลี่ย	46.70	M%TS
อัตราการเติม Stockh.ที่ได้ของแข็งสูงสุด	192	kg/tTS
ความเข้มข้นของแข็งเฉลี่ย	48.7	M%TS
อัตราการเติม Floerger ที่ได้ของแข็งสูงสุด	4.44	kg/tTS
ความเข้มข้นของแข็งเฉลี่ย	48.7	M%TS
อัตราการเติม Oiltools ที่ได้ของแข็งสูงสุด	4.76	kg/tTS
ความเข้มข้นของแข็งเฉลี่ย	45.7	M%TS

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง จ.1 แสดงผลการทดสอบเพื่อหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการดีวอเตอร์ริ่งด้วยเครื่องเซนตริเพลส

	รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
สารเคมี																				
ผู้ผลิต		stockh.	stockh.	stockh.	stockh.	floerger	floerger	floerger	stockh.	stockh.	stockh.	stockh.	stockh.	stockh.	stockh.	stockh.	stockh.	Oiltools	stockh.	Oiltools
ชนิด		2540	2540	2540	853bc	910	910	910	2540	2540	2540	2540	2540	2540	2540	2540	2540	GK1	2540	GK1
อัตราการเติมสารเคมี	g/cbm	119.70	73.15	73.15	138.89	395.00	395.00	358.12	221.13	163.60	176.60	176.50	125.00	106.33	95.50	286.50	282.14	282.14	282.14	282.14
อัตราการเติมสารเคมี	kg/tTS	1.92	1.27	1.23	2.09	5.56	5.13	4.44	2.71	2.35	2.63	2.61	1.79	1.54	1.41	4.86	5.13	4.70	4.94	4.76
ผลิตภัณฑ์																				
การป้อน	M%TS	6.11	5.62	5.85	6.48	6.96	7.49	7.86	7.95	6.77	5.83	6.60	6.84	6.75	6.64	5.78	5.40	5.88	5.61	5.84
	g/l	62.40	57.30	59.80	66.20	71.30	76.80	80.70	81.60	89.30	89.90	67.50	70.00	69.20	67.90	69.00	85.00	60.00	57.20	59.60
ความหนาแน่นของตะกอน	kg/l	1.021	1.019	1.02	1.022	1.024	1.026	1.027	1.027	1.023	1.023	1.022	1.023	1.023	1.023	1.02	1.018	1.02	1.019	1.02
ผล																				
ปริมาณของแข็ง	M%TS	48.70	48.50	46.60	43.90	46.10	49.50	48.70	45.60	46.10	47.70	46.80	47.70	46.90	46.40	45.10	48.20	43.40	45.60	45.70
	g/l	581.40	578.50	551.70	514.30	644.70	592.80	581.40	537.70	644.70	667.20	554.50	567.20	555.90	548.90	530.80	574.30	507.40	537.70	539.10
อัตราการป้อน	cbm/h	3.30	2.70	2.70	2.70	1.00	1.00	1.60	3.10	10.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	2.00	1.40	1.40	1.40	1.40

ภาคผนวก ฉ

ผลการวิจัยตะกอนที่ตากแห้งของโรงผลิตน้ำบางเขน

สถานที่ทดสอบ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

การวิจัย ตะกอนที่ตากแห้งแล้วของโรงผลิตน้ำบางเขน

วัตถุประสงค์ เพื่อวิจัยดินตะกอนที่ตากแห้งว่ามีประโยชน์อย่างใด ในเรื่องเกี่ยวกับความสมบูรณ์ของดิน ว่ามีแร่ธาตุใดยอยู่บ้าง เหมาะสำหรับปลูกพืชได้เพียงใด และสามารถนำมาปรับปรุงได้อย่างไรบ้าง

ผลการวิจัย ดินตะกอนแห้งไม่เป็นปัญหาในการปลูกพืช และมีประโยชน์ในการนำมาเป็นส่วนผสมในการปลูกไม้ดอกไม้ประดับในกระถางหรือแปลงประดับ เพราะว่ามี pH ค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อย และมี O.M. ปานกลาง แต่เนื่องจากดินตะกอนแห้งมีเนื้อละเอียดมาก ถ้าใช้เพียงอย่างเดียวจะมีปัญหาเรื่องการระบายน้ำ ฉนั้นเวลาใช้จึงควรผสมกับปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และเปลือกถั่วต่าง ๆ ก็จะช่วยทำให้มีการระบายน้ำดีขึ้น

ตารางที่ ฉ.1 แสดงผลการวิจัยดินที่เกิดจากการทำตะกอนแห้ง

				Total (%)					
ตัวอย่าง	pH	N	P	K	Ca	Na	Mg	O.M.	WHC.
1	7.54	0.133	0.0783	1.113	0.325	0.098	0.35	2.064	75.65
2	7.38	0.169	0.0867	1.050	0.320	0.105	0.35	2.060	85.44
3	7.42	0.158	0.1000	1.250	0.195	0.110	0.35	2.062	75.84
เฉลี่ย	7.45	0.153	0.088	1.138	0.280	0.104	0.35	2.062	78.98

Note : WHC = Water Holding Capacity ; O.M. = Organic Matter

ผลการทดลองปลูกข้าวโพดพันธ์สุวรรณ 1. เปรียบเทียบกับดินพระพุทธบาท แสดงผลได้ดังตารางที่ ฉ.2 จากผลการทดลองพบว่า ตะกอนแห้งนี้ไม่เป็นปัญหาในการปลูกพืช แต่เนื่องจากเป็นดินที่มีเนื้อละเอียดมาก จึงควรที่จะใช้ผสมปุ๋ยอินทรีย์ด้วย

ตารางที่ ฉ.2 แสดงผลการงอกเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดเมื่ออายุ 1 สัปดาห์

ปลูกในกระถาง	ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพด(ซม.)
ตะกอนแห้ง ไม่ใส่ปุ๋ย	30.38 + 2.90
ตะกอนแห้ง + ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่	31.44 + 2.08
ดินพระพุทธบาท ไม่ใส่ปุ๋ย	31.00 + 1.41
ดินพระพุทธบาท + ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่	32.44 + 2.68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวภารณี ดีเจริญกุล เกิดเมื่อวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2513 ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปีการศึกษา 2537

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย