

พฤติกรรมของพีซีทีในการขจัดแอลจี



นางสาว สุดา อนันท์ลีมานนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2527.

ISBN 974-563-872-2

009817

117950314

BEHAVIOR OF PREFILTERS IN ALGAL REMOVAL

Miss Suda Anantasimanont

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1984

หัวข้อวิทยานิพนธ์

พฤติกรรมของพรีฟิลเตอร์ในการขจัดแอสซี

BEHAVIOR OF PREFILTERS IN ALGAL REMOVAL

โดย

นางสาว สุภา อนันต์ลีมานนท์

ภาควิชา

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ สุดใจ จำปา



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประติษฐ์ บุณนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วีรวรรณ ปัทมาภีรัต)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพพรรณ พรประภา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์)

.....กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษา)
(รองศาสตราจารย์ สุดใจ จำปา)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	พฤติกรรมของพรีฟิลเตอร์ในการขจัดแอลจี
ชื่อนิสิต	นางสาว สุภา อนันต์เฉลิมานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สุคใจ จำปา
ภาควิชา	วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา	2527



บทคัดย่อ

เมื่อนำคืบของระบบประปามีแอลจีอยู่ในปริมาณมาก จนก่อให้เกิดปัญหาอุดตัน เครื่องทรายกรอง ไททอลองไซท์พรีฟิลเตอร์ซึ่งได้ผลในการกำจัดแอลจี มาใช้กับระบบประปาดันแอม ที่เขื่อนศรีนครินทร์ โดยให้น้ำไหลผ่านพรีฟิลเตอร์ในแนวระนาบ และได้เลือกใช้กรวดขนาด 4-12 และ 9-20 มม. เป็นสารกรองของพรีฟิลเตอร์ดังหนึ่ง เรียกว่าดังกรวด, และใช้วงแหวนพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2" และ 3" และแผ่นพลาสติกลอน หรือกลาสไฟเบอร์ ขนาดระยะห่างแผ่น 1.0 และ 1.5 ซม. เป็นสารกรองของพรีฟิลเตอร์ดังที่สองและสาม โดยเรียกว่า ดังใส่สารกรองพลาสติก ดังพรีฟิลเตอร์ทั้ง 3 ดังนี้ มีขนาดแต่ละดังเท่ากับ $3 \times 5.4 \times 0.8$ ม.³ โดยมีชั้นสารกรองสูง 0.5 ม. โดยประมาณ แต่ละดังแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย ขนาด $3 \times 1.8 \times 0.8$ ม.³

พรีฟิลเตอร์ทั้ง 9 ส่วนนี้ มีรายละเอียดการจัดวางสารกรอง และตำแหน่งที่ตั้ง แยกต่างกันไปดังนี้คือ ดังกรวดซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้:-

ส่วนแรก ใช้กรวดขนาด 9-20 มม. เป็นสารกรอง อัตราการกรองเป็น 5.6 ม³/ชม.

ส่วนที่สอง ใช้กรวดขนาด 9-20 และ 4-12 มม. เป็นสารกรอง มีอัตราการกรอง 5.6 ม³/ชม.

ส่วนที่สาม ใช้กรวดขนาด 9-20 และ 4-12 มม. เป็นสารกรอง มีอัตราการกรอง 3.6 ม³/ชม.

ดังใส่สารกรองพลาสติก 2 ดัง มีรายละเอียดดังนี้:-

ส่วนที่หนึ่ง ใช้วงแหวนพลาสติกขนาด ϕ 2" และ 3" อัตราการกรอง 5.36 ม³/ชม

ส่วนที่สอง ใช้วงแหวนพลาสติกขนาด ϕ 2" อัตราการกรอง 5.36 ม³/ชม.

ส่วนที่สาม ใช้แผ่นกลาสซิเฟล็กซ์ ขนาดระยะห่างระหว่างแผ่น 1 ซม. อัตราการกรอง 2.55 ม³/ชม.

ส่วนที่สี่ ใช้วงแหวนกลาสซิเฟล็กซ์ขนาด ϕ 3" อัตราการกรอง 7.0 ม³/ชม.

ส่วนที่ห้า ใช้แผ่นกลาสซิเฟล็กซ์ขนาดระยะห่างระหว่างแผ่น 1.5 และ 1.0 ซม. อัตราการกรอง 7 ม³/ชม.

ส่วนที่หก ใช้แผ่นกลาสซิเฟล็กซ์ขนาดระยะห่างระหว่างแผ่น 1.5 ซม. อัตราการกรอง 7 ม³/ชม.

อนึ่ง ดังกรวดทั้ง 3 ส่วน และดั่งไส้สารกรองพลาสติกส่วนที่ 1-3 ติดตั้งอยู่ที่ชุมชนเขื่อนศรีนครินทร์ โดยใช้น้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำ และดั่งไส้สารกรองพลาสติก ส่วนที่ 4-6 ติดตั้งอยู่ที่ฝั่งซ้าย บริการนักท่องเที่ยว และใช้น้ำดิบจากน้ำท้ายเขื่อน

ไ้ทำการศึกษาพฤติกรรมในการขจัดแอลจี โดยมุ่งเก็บข้อมูลของการสะสมของแอลจี ในเทอมคโลโรฟิลล์เอ. และน้ำหนักฟิล์มบนสารกรองพลาสติก ตามระดับความลึกของชั้นกรอง และระยะทางในการไหลของน้ำที่กรองจากพรีฟิลเตอร์ นอกจากนี้ ยังศึกษาถึงชนิดที่สำคัญ ซึ่งมีอยู่ในน้ำดิบ, ฟิล์มบนสารกรอง และน้ำที่กรองจากพรีฟิลเตอร์แล้ว สุดท้ายก็ได้หาแนวทางในการทำความสะอาดสารกรองที่รุนแรงและประหยัดอีกด้วย

การวิจัยได้ผลสรุปดังนี้คือ

1. สารกรองที่อยู่ในชั้นลึกที่สุด คือ ความสูง 10-30 ซม. จากพื้นถัง มีแอลจีและฟิล์มสะสมอยู่มากที่สุด
2. การกำจัดแอลจี และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ เกิดจากการตกตะกอน และการดูดซับผิวเป็นหลัก
3. การสะสมแอลจี และน้ำหนักฟิล์มบนสารกรอง ลดลงตามระยะทางในการไหล คือมีการสะสมมากในช่วงความยาวของถัง 2.4-2.7 ม. (จากความยาวของถังทั้งหมด 3 ม.)
4. แอลจีที่พบในน้ำดิบ ส่วนใหญ่เป็นชนิดอุคตันเครื่องกรอง มากกว่าที่จะเป็นแบบก่อให้เกิดกลิ่นและรส พบว่าพรีฟิลเตอร์สามารถกำจัดโคอะทอมได้ด้วย

5. การล้างกรวดที่อุดตันแล้ว อาจเลือกใช้กรวดเกลือ (HC1) ซึ่งหาง่าย และราคาถูก ความเข้มข้นตั้งแต่ 20% โดยปริมาตรขึ้นไป ส่วนสารกรองพลาสติก ทั้งแบบ วงแหวน และแผ่นกลาสซิเฟล็กซ์ ซึ่งมีความพรุนมากกว่า 90% ไม่จำเป็นต้องล้างด้วยกรวด จึงอาจใช้วิธีพ่นน้ำล้างภายในถัง แล้วถ่ายตะกอนสลัดจ์ออกจากถังในภายหลัง

6. ดั้งกรวด มีประสิทธิภาพสูงกว่าสารกรองอื่นๆ ในแง่การกำจัดแอสซี และ ความขุ่น รองลงมา คือวงแหวนพลาสติก และแผ่นกลาสซิเฟล็กซ์ ตามลำดับ

Thesis Title Behavior of Prefilters in Algal Removal
Name Miss Suda Anantasimanont
Thesis Advisor Associate Professor Sutchai Champa
Department Sanitary Engineering
Academic Year 1984



ABSTRACT

As there are vast numbers of algae in surface water which cause many problems in a water supply system, for example, clogging sand filters. Prefilters are proposed for the study at Srinagarindra Dam and found that they are efficiently in algal removal. For this experiment; gravel size of 4-12 mm., 9-12 mm and plastic ring diameter 2" and 3" also corrugated plastic sheets, named "glassiflex" with 1.0-1.5 cm. pitch were used as the media in three sets of prefilters, respectively. The dimensions of each prefilter chamber was 3 x 5.4 x 0.8 m³ with 0.5 m. filter bed depth. Each chamber was divided into 3 compartments with dimension of 3 x 1.8 x 0.8 m³, each.

The details of these nine compartments were as follow:-

The first chamber:-

The 1st compartment used gravel size 9-20 mm.

The 2nd compartment used gravel size 9-20 and 4-12 mm.

The 3rd compartment used gravel size 9-20 and 4-12 mm.

The flow rate of the 1st and the 2nd one were 5.6 m³/hr and the last one was 3.6 m³/hr.

The second chamber:-

The 1st compartment used plastic ring \emptyset 2" and 3"

The 2nd compartment used plastic ring \emptyset 2"

The last one used glassiflex a pitch of 1 cm.

The flow rate of both the 1st and 2nd one were 5.36 m³/hr and the last one was 2.55 m³/hr.

The third chamber:-

The 1st compartment used plastic ring \emptyset 3"

The 2nd compartment used glassiflex a pitch of 1.5 and 1.0cm.

The last one used glassiflex a pitch 1.5 cm.

Each compartment had the flow rate $7 \text{ m}^3/\text{hr}$.

The 1st and 2nd chamber located in the community area of Srinagarindra Dam and using raw water from the reservoir. The 3rd one located in left bank with raw water supplied from the lower part of the dam.

The purpose of the study aimed on the behavior of prefilters in algal removal by analysing algae, in term of chlorophyll a, and solid film accumulation at various depths of media and distance of flow. Furthermore, the Significant kinds of algae in raw water, solid film on media and prefiltered water were observed. Ineventually, appropriate methods for cleaning media had to be suggested.

The study can be concluded as follows:-

1. There were heavy algal cells and solid film accumulation at the lowest depth of media or 10-30 cm. from the bottom of compartments.
2. Suspended solid and algal removal were expected to be due to sedimentation and adsorption.
3. Algal and solid film accumulation were decreased by the end of flow.
4. In raw water, most of algae were filter clogging algae rather than taste and odor algae. Prefilters was also found to be able to remove diatom.
5. In case of gravel, HCl concentration not less than 20% by volume was found to be Suitable for cleaning. Plastic ring and glassiflex, which porosity are more than 90%, need not to be cleaned by chemicals, only flushing out the sludge at the bottom of each compartment was enough.
6. In algal removal, gravel media was the most efficient prefiltering media, then plastic ring and glassiflex, resprctively.



กิติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สุดใจ จำปา เป็นอย่างสูง ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ควบคุมการวิจัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเป็นที่ปรึกษา ตลอดจนตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และคุณสว่าง จำปา (ผู้อำนวยการโครงการก่อสร้างเขื่อนศรีนครินทร์โครงการ 2 และผู้อำนวยการฝ่ายบำรุงรักษาโยธา การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย) ที่ได้ให้การสนับสนุนตลอดการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ที่ได้ให้ความรู้ทางด้านวิชาการ แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณ พนักงานเจ้าหน้าที่เขื่อนศรีนครินทร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในระหว่างการศึกษาวิจัย

ขอขอบคุณ บรรดาเพื่อนๆ และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆมาด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณรุจ บัณฑิตพงศ์ และคุณพ่อ คุณแม่ ซึ่งได้ให้ความสนับสนุน และซ้อกคิตที่ดียิ่งเสมอมา

ขอขอบคุณ คุณองอร สัตตยาพันธุ์ ซึ่งได้ช่วยเหลือในการพิมพ์วิทยานิพนธ์นี้

อนึ่ง ผู้วิจัย ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการทำวิจัยครั้งนี้ จึงขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ความดี หรือประโยชน์ทั้งหลายของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่คุณพ่อ คุณแม่ และ พี่ๆ ซึ่งเป็นผู้มีพระคุณสูงสุดและสนับสนุนให้กำลังใจเสมอมา.

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก - ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง - จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
รายการตารางประกอบ	ณ - ญ
รายการรูปประกอบ	ฎ - ฏ
บทที่	
1. บทนำ	1 - 8
1.1 คำนำ	1 - 7
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7 - 8
1.3 ขอบข่ายการวิจัย	8
2. การสำรวจเอกสารและแนวสมมุติฐาน	9 - 37
2.1 แอลจี	9 - 10
2.2 บทบาทของแอลจีต่อสิ่งแวดล้อม	11 - 17
2.2.1 ผลทางเคมี	11
2.2.2 บทบาทของแอลจีในระบบประปา	11 - 13
2.2.3 แอลจีอุดตันเครื่องกรอง	13 - 16
2.2.4 ปัญหาอื่นๆ เนื่องจากแอลจี	16 - 17
2.3 ไคอะตอม	17 - 19
2.4 ภาวะแวดล้อมของชุมชนแอลจี	20 - 23
2.4.1 อุณหภูมิ	20
2.4.2 ภาวะที่ละลายอยู่ในน้ำและ pH	20 - 21

2.4.3	แสงแดด	21 - 22
2.4.4	องค์ประกอบอื่นๆ	22 - 23
2.5	การก่อตัวของกลุ่มสิ่งมีชีวิต	23 - 24
2.6	การป้องกันและการควบคุม	24 - 25
2.7	ทฤษฎีการกรองและการกำจัดแอลจี	25 - 31
2.8	ฟริฟิลเตอร์	31 - 35
2.9	การใช้ฟริฟิลเตอร์กับเครื่องกรองทรายช้า	35 - 36
2.10	องค์ประกอบที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัด	36 - 37
3.	การดำเนินการและวิธีทำการทดลอง	38
3.1	การดำเนินการ	38
3.2	ระบบผลิตประปาตามแบบ	38 - 52
3.3	การเก็บข้อมูล	53
3.3.1	การวิเคราะห์แอลจี และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ เกาะติดบนสารกรอง	53
3.4	วิธีวิเคราะห์	54 - 55
3.4.1	ปริมาณแอลจีในรูปคลอโรฟิลล์เอ. จากสารกรอง...	54
3.4.2	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เกาะติดบนสารกรอง.....	55
3.4.3	วิเคราะห์แอลจีด้วยกล้องจุลทรรศน์	55
3.5	การทดลองล้างสารกรองที่สกปรก	55
4.	ผลการทดลองและวิจารณ์	56
4.1	ผลของความลึกของชั้นกรองต่อการเกาะติดของแอลจีบน สารกรอง	56 - 79
4.2	ผลของความลึกต่อการสะสมของแข็งบนสารกรอง	79 - 91

4.3 ผลของระยะทางในการไหลต่อการเกาะติดของแอลจีบน	
สารกรอง	91 - 95
4.4 ผลของระยะทางในการไหลต่อการสะสมของแข็งบนแหวน-	
พลาสติก	95
4.5 ผลการวิเคราะห์แอลจีด้วยกล้องจุลทรรศน์	96 - 99
4.6 ลักษณะการกำจัดแอลจี และสารแขวนลอยในน้ำโดยสาร-	100
กรองทั้ง 3 ชนิด.....	
4.7 ผลการล้างสารกรอง	101
5. สรุปผลการทดลอง และประโยชน์ที่ได้รับ	102 - 103
6. ข้อเสนอแนะ	104
เอกสารอ้างอิง	105 - 109
ภาคผนวก ก.....	110 - 139
ภาคผนวก ข	140 - 154
ประวัติ	155

รายการตารางประกอบ

ตารางที่

หน้า

1	ผลการเปรียบเทียบการกำจัดแอลจีของเครื่องกรองทราย และ Anthrafilt filters.....	15
2	Filter Clogging Algae.....	16
3	ผลการทำงานของเครื่องทรายกรองช้า ณ สถานีการประปานครหลวงแห่งอังกฤษ	35
3-1	สรุประบบพรีฟิลเตอร์ต้นแบบของระบบประปาเขื่อนศรีนครินทร์	52
	ภาคผนวก ก.	
4-1	ปริมาณแอลจีที่เกาะติดกับสารกรองกรวด	111 - 112
4-2	ปริมาณแอลจีที่เกาะติดกับสารกรองพลาสติกส่วน 1 (1P).....	113 - 114
4-3	ปริมาณแอลจีที่เกาะติดกับสารกรองพลาสติก ส่วน 2 (2P).....	115 - 116
4-4	ปริมาณแอลจีที่เกาะติดกับสารกรองพลาสติก ส่วน 3 (3P).....	117 - 118
4-5	ปริมาณแอลจีที่เกาะติดกับสารกรองพลาสติก ส่วน 4 (4P).....	119 - 120
4-6	ปริมาณแอลจีที่เกาะติดกับสารกรองพลาสติก ส่วน 5 (5P).....	121 - 122
4-7	ปริมาณแอลจีที่เกาะติดกับสารกรองพลาสติก ส่วน 6 (6P).....	123 - 124
4-8	น้ำหนักฟิล์มบนแหวนพลาสติกใน ส่วน 1 (1P)	125 - 126
4-9	น้ำหนักฟิล์มบนแหวนพลาสติกใน ส่วน 2 (2P)	127 - 128
4-10	น้ำหนักฟิล์มบนแหวนพลาสติกใน ส่วน 4 (4P)	129 - 130
4-11	ปริมาณแอลจีที่เกาะติดกับกรวดตามระยะทางการไหล	131
4-12	ปริมาณแอลจีที่เกาะติดกับสารกรองพลาสติก ตามระยะทางการไหล	132 - 133

ตารางที่

หน้า

4-13	น้ำหนักฟิล์มบนแหวนพลาสติกตามระยะทางการไหล	134 - 135
4-14	ผลการตรวจสอบตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์ แสดงประเภท- แอลจีจากฟิล์มบนสารกรอง	136
4-15	ผลการตรวจสอบแอลจีด้วยกล้องจุลทรรศน์ แสดงชนิดแอลจีที่เก็บ จากตัวอย่างน้ำ	137
4-16	ผลการตรวจสอบแอลจีด้วยกล้องจุลทรรศน์ แสดงชนิดแอลจีที่เก็บ จากตัวอย่างน้ำ	138
4-17	ตารางแสดงการทำความสะอาดสารกรองด้วยกรดเกลือที่ความ เข้มข้นต่างๆ กัน	139

รายการรูปประกอบ

รูปที่

หน้า

1-1	แอลจีที่อุ้กตันเครื่องกรอง	3
1-2	แอลจีที่ทำให้เกิดรสและกลิ่น	4
2-1	กลไกการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยในน้ำเข้าหาสารกรอง	26
2-2	กลไกการกรองน้ำในเครื่องกรองแบบทรายกรองเร็ว	29
3-1	รูปค้ำบนของถังกรวด ชุ่มชนเชื่อมสรีนครินทร์	41
3-2	รูปตัด ก-ก ของรูป 3-1 จุดเก็บตัวอย่างกรวดของ 1G	42
3-3	รูปตัด ข-ข ของรูป 3-1 จุดเก็บตัวอย่างกรวดของ 1G	42
3-4	รูปตัด ค-ค ของรูป 3-1 จุดเก็บตัวอย่างกรวดของ 1G	42
3-5	รูปค้ำบนของถังใส่สารกรองแหวนพลาสติกและกลาสสิเฟล็กซ์ ชุ่มชน - เชื่อมสรีนครินทร์	43
3-6	รูปตัด ง-ง ของรูป 3-5 จุดเก็บตัวอย่างของส่วน 1P	44
3-7	รูปตัด จ-จ ของรูป 3-5 จุดเก็บตัวอย่างของส่วน 2P	44
3-8	รูปตัด ฉ-ฉ ของรูป 3-5 จุดเก็บตัวอย่างของส่วน 3P	44
3-9	รูปค้ำบนของถังใส่สารกรองแหวนพลาสติกและกลาสสิเฟล็กซ์ ผังซ้าย	45
3-10	รูปตัด ช-ช ของรูป 3-9 จุดเก็บตัวอย่างของส่วน 4P	46
3-11	รูปตัด ซ-ซ ของรูป 3-9 จุดเก็บตัวอย่างของส่วน 5P	46
3-12	รูปตัด ฅ-ฅ ของรูป 3-9 จุดเก็บตัวอย่างของส่วน 6P	46
3-13	พรีฟิลเตอร์กรวดที่ชุ่มชนเชื่อมสรีนครินทร์	47
3-14	ถังกรวดส่วนที่ 1 และ 2 แสดงทางน้ำเข้ารวมกันและช่องใส่กรวด	47
3-15	พรีฟิลเตอร์ถัง 2 ที่ชุ่มชนเชื่อมสรีนครินทร์	48

3-16	พรีฟิลเตอร์ดั่ง 3 ที่ฝั่งซ้าย	48
3-17	สารกรองแหวนพลาสติก	49
3-18	สารกรองซึกแผ่นกลาสซิเฟล็กซ์	49
3-19	ที่เก็บตัวอย่างของลูกพลาสติก ซึ่งมี 2 ชั้นซ้อนกัน ชั้นในแบ่งเป็น 3 อันย่อยๆ เพื่อเก็บตัวอย่างที่ความสูง 10, 30 และ 45 ซม. จากพื้นดั่ง ตามลำดับ	50
3-20	แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างของแหวนพลาสติกในการวิเคราะห์แอลจีและน้ำหนักฟิล์ม	51
3-21	แสดงตำแหน่งการวางแผ่นกลาสซิเฟล็กซ์ ซึ่งมี 7 ช่อง ในแต่ละส่วนของพรีฟิลเตอร์	51
4-1 ถึง 4-51	แสดงผลความสัมพันธ์ของความลึกของชั้นกรองต่อการเกาะติดของแอลจีบนสารกรอง (Effect of media depth to the attachment of algae)	57 - 80
4-52 ถึง 4-75	แสดงผลของความลึกของชั้นกรองต่อการสะสมของแข็งบนสารกรอง (Effect of media depth to the solid deposition on media)	80 - 90
4-76 ถึง 4-78	แสดงผลของระยะทางในการไหลต่อการเกาะติดของแอลจีบนสารกรอง (Effect of distance to the attachment of algae)	92 - 94
4-79 ถึง 4-84	แอลจีที่ตรวจพบด้วยกล้องจุลทรรศน์จากตัวอย่างสารกรอง	97 - 99
4-85	กลไกการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยในน้ำเข้าสู่สารกรอง	100