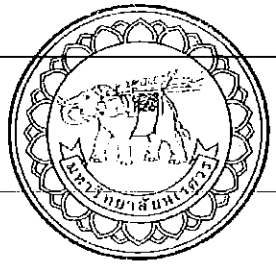


การศึกษาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำทิ้งจากอาคารภายใน มหาวิทยาลัยนเรศวร

THE STUDY OF NITROGEN AND PHOSPORUS OF EFFLUENT WATER FROM NARESUAN UNIVERSITY BUILDING

นาย กณวรรธน์ มูลพฤกษ์

นาย ชัยรัตน์ เกียรติอุทัย

นาย นุกูล เห็นเจริญสุข

นาย สานิตย์ พากเพียร

13983055

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 12 ส.ค 2545
เลขทะเบียน 4400805
เลขเรียกหน้าตู้ TD
741
ม หาวิทยาลัยนเรศวร ก522
2544

โครงงานวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2544

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมโยธา

หัวข้อโครงงานวิศวกรรมโยธา : การศึกษาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำทิ้งจากอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ดำเนินงาน : นาย กณวรรธน์ มูลพฤกษ์ รหัส 41361577
นาย ชัยรัตน์ เกียรติอุทัย รหัส 41361643
นาย นุกูล เห็นเจริญสุข รหัส 41361726
นาย สานิตย์ พากเพียร รหัส 41361940

ที่ปรึกษาโครงงานวิศวกรรมโยธา : อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น

สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา : วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา : 2544

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรมโยธา

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

.....กรรมการ
(อาจารย์ อำพล เตโชวาณิชย์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ รัฐภูมิ ปริชาตปรีชา)

หัวข้อโครงงานวิศวกรรมโยธา	: การศึกษาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำทิ้งจากอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร		
ผู้ดำเนินงาน	: นาย กณวรรธน์	มูลพฤกษ์	รหัส 41361577
	นาย ชัยรัตน์	เกียรติอุทัย	รหัส 41361643
	นาย นุกูล	เห็นเจริญสุข	รหัส 41361726
	นาย สานิตย์	พากเพียร	รหัส 41361577
ที่ปรึกษาโครงงานวิศวกรรมโยธา	: อาจารย์ วรางค์ลักษณ์	ซ่อนกลิ่น	
สาขาวิชา	: วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	: วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร		
ปีการศึกษา	: 2544		

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของอาคารและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร โดยการเก็บน้ำตัวอย่างเป็นเวลา 7 เดือน คือเดือนกรกฎาคม 2544 - มกราคม 2545 จาก 14 อาคาร ดังนี้ หอพักอาจารย์ หอหญิง 1 อาคารมิ่งขวัญ อาคารเรียนรวม วิศวกรรมศาสตร์ เภสัชศาสตร์ มนุษย์ศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีวิทยา โภชนาคาร 1 และโภชนาคาร 2 ทำการวิเคราะห์หาเจดาลไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน ไนไตรทไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

จากการศึกษาพบว่าปริมาณเจดาลไนโตรเจนของแต่ละอาคารในมหาวิทยาลัยนเรศวรส่วนใหญ่มีค่าผ่านมาตรฐาน ยกเว้นเดือนกรกฎาคม ได้แก่อาคารมิ่งขวัญ และอาคารฟิสิกส์ เดือน สิงหาคม ได้แก่ อาคารหอพักหญิง 1

Project Title : THE STUDY OF NITROGEN AND PHOSPORUS OF EFFLUENT WATER FROM NARESUAN UNIVERSUTIY BUILDING

Name	: Mr. Kanawat	Moonpauk	Code	41361577
	Mr. Chairat	Kiatuthai	Code	41361643
	Mr. Nugool	Henchareansuk	Code	41361726
	Mr. Sanit	Parkpearn	Code	41361940

Project Advisor : Miss Warangluek Sonklin

Major : Civil Engineering

Department : Civil Engineering

Academic Year : 2001

Abstract

This project studies nitrogen and phosphorus of building in Naresuan University. The Purposes is determine nitrogen and phosphorus and compare with the standard. The process was collect the water sample for 7 months, June 2001 to January 2002 from 14 building. The location are Woman's Dormitory, Ming Kwan, Faculty of Pharmacy, Faculty of Medicine, Faculty of Science, Faculty of Education, Faculty of Human-Social, Faculty of Agriculture Natural and Environment, Canteen I and Canteen II. To find Kjeldahl Nitrogen, Ammonia Nitrogen, Niteate Nitrogen, Nitoi Nitrogen and Phosphorus.

It was found that almost of Kjeldahl Nitrogen from each building has a value over the limited standardization except Ming Kwan and Physic building in June and Woman 1st Dormitory in August.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้จะไม่สามารถสำเร็จได้เลยถ้าไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลเหล่านี้

- ที่ปรึกษาอาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น สำหรับคำปรึกษา การแนะนำ และการแก้ไขปัญหาต่างๆ
- คุณ วิชญา อิ่มกระจ่าง สำหรับคำแนะนำในการใช้เครื่องมือในการทดลองโครงการนี้ อีกทั้งการสร้างลักษณะนิสัยรักความสะอาดในห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม
- คณาจารย์มหาวิทยาลัยนเรศวร สำหรับความรู้ ความคิด ความรับผิดชอบ และสำนึกต่อสังคม
- หน่วยรักษาความปลอดภัย สำหรับความร่วมมือในการปฏิบัติงาน
- บิดามารดา สำหรับ ทุกสิ่งทุกอย่าง ในชีวิตของพวกเรา
- เพื่อนร่วมกลุ่ม สำหรับ ความช่วยเหลือ ความสามัคคี การยอมรับฟังความคิดเห็น การให้อภัย ความสนุกสนานในการทำงาน

และท่านผู้ซึ่งกำลังอ่านหนังสือเล่มนี้ สำหรับความสนใจ ถ้าท่านไม่หยิบหนังสือเล่มนี้ขึ้นมาอ่าน ความพยายามของคณะผู้จัดทำก็จะไร้ค่า

ขอขอบคุณ
คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
คำนิยามศัพท์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 สถานที่เก็บน้ำ	1
1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน	1
1.3 วัตถุประสงค์	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.5 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินการ	2
1.7 แผนการดำเนินงานตลอดโครงงาน	2
1.8 งบประมาณที่ใช้ในการทดลอง	3
บทที่ 2 ทฤษฎี	4
2.1 ความสำคัญของน้ำ	4
2.2 ที่มาของน้ำเสีย	4
2.3 ประโยชน์ของน้ำ	5
2.4 ปัญหาของทรัพยากรน้ำ	5
2.5 ผลกระทบของน้ำเสียต่อสิ่งแวดล้อม	5
2.6 ลักษณะของน้ำเสีย	5
2.7 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง	11
2.8 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	12
2.9 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย	13
2.10 การเลือกวิธีการบำบัดน้ำเสีย	20

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.11วัฏจักรของไนโตรเจน	22
2.12 วัฏจักรของฟอสฟอรัส	23
2.13 ระบบน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร	25
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	30
3.1 วิธีการทดลอง	30
3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง	30
3.3 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง	37
3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	38
3.5 ไนไตรท-ไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน	38
3.6 แอมโมเนีย-ไนโตรเจนและไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบในสารเคมี	42
3.7 ฟอสฟอรัส	48
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	51
4.1 ปริมาณการใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวร	51
4.2 เจดาลไนโตรเจน	60
4.3 แอมโมเนียไนโตรเจน	63
4.4 สารอินทรีย์ไนโตรเจน	66
4.5 ไนไตรไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน	69
4.6 ฟอสฟอรัส	74
บทที่ 5 สรุปผล	77
5.1 ปริมาณน้ำใช้	77
5.2 การเปรียบเทียบค่าเจดาลไนโตรเจนกับเกณฑ์มาตรฐานของแต่ละจุดเก็บน้ำตัวอย่าง	77
5.3 คุณภาพน้ำทิ้ง	79
5.4 ข้อเสนอแนะ	79
บรรณานุกรม	80
ภาคผนวก ก. ปริมาณการใช้น้ำ	81
ภาคผนวก ข. ตารางข้อมูลการทดลอง	91

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ค. ตารางผลการทดลอง	99
ประวัติผู้เขียน	114

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
บทที่ 1	
ตารางแสดงแผนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2	
ตารางที่ 2.1 แสดงประโยชน์ของการทราบค่าปริมาณของแข็งต่างๆ	7
ตารางที่ 2.2 สรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม	11
ตารางที่ 2.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง	12
ตารางที่ 2.4 วิธีบำบัดน้ำเสียเพื่อกำจัดสารปนเปื้อนต่างๆ	20
ตารางที่ 2.5 ค่าฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำต่างๆในประเทศไทย	24
ตารางที่ 2.6 จำนวนนิสิตในมหาวิทยาลัยนเรศวร	27
ตารางที่ 2.7 จำนวนบุคลากรในมหาวิทยาลัยนเรศวร	28
บทที่ 3	
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	38
ตารางที่ 3.2 ปริมาณน้ำตัวอย่างที่แนะนำในการหาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน	46
ตารางที่ 3.3 ปริมาณน้ำตัวอย่างที่เหมาะสมในการหาปริมาณเจดาลไนโตรเจน	47
บทที่ 4	
ตารางที่ 4.1 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำ เดือนมกราคม 45	51
ตารางที่ 4.2 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำ เดือนกุมภาพันธ์ 45	52
ตารางที่ 4.3 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารโภชนาคาร 2 เดือนมกราคม 45	53
ตารางที่ 4.4 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารโภชนาคาร 2 เดือนกุมภาพันธ์ 45	53
ตารางที่ 4.5 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารเคมี เดือนมกราคม 45	54
ตารางที่ 4.6 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารเคมี เดือนกุมภาพันธ์ 45	54
ตารางที่ 4.7 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารชีววิทยา เดือนมกราคม 45	55
ตารางที่ 4.8 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารชีววิทยา เดือนกุมภาพันธ์ 45	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.9 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารแพทย์ เดือนมกราคม 45	56
ตารางที่ 4.10 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารแพทย์ เดือนกุมภาพันธ์ 45	56
ตารางที่ 4.11 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารโภชนาคาร 1 เดือนมกราคม 45	57
ตารางที่ 4.12 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารโภชนาคาร 1 เดือนกุมภาพันธ์ 45	57
ตารางที่ 4.13 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารเรียนรวม คณะวิศวกรรมศาสตร์ เดือนมกราคม 45	58
ตารงที่ 4.14 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารเรียนรวม คณะวิศวกรรมศาสตร์ เดือนกุมภาพันธ์ 45	58
ตารางที่ 4.15 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารฟิสิกส์ เดือนมกราคม 45	59
ตารางที่ 4.16 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารฟิสิกส์ เดือนกุมภาพันธ์ 45	59
ตารางที่ 4.17 ค่าเจดาลไนโตรเจน	60
ตารางที่ 4.18 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน	63
ตารางที่ 4.19 สารอินทรีย์ไนโตรเจน	66
ตารางที่ 4.20 ไนไตรทไนโตรเจน	69
ตารางที่ 4.21 ไนเตรทไนโตรเจน	71
ตารางที่ 4.22 ฟอสฟอรัส	74
บทที่ 5	
ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบค่าเจดาลไนโตรเจนกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร	78
ภาคผนวก ก.	
ตารางที่ ก.1 ปริมาณการใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร เดือนมกราคม 45	82
ตารางที่ ก.2 ปริมาณการใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร เดือนกุมภาพันธ์ 45	83
ตารางที่ ก.3 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารโภชนาคาร 2	84
ตารางที่ ก.4 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารเคมี	85
ตารางที่ ก.5 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารแพทยศาสตร์	86
ตารางที่ ก.6 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารชีววิทยา	87
ตารางที่ ก.7 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารโภชนาคาร 1	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
ตารางที่ ก.8	ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์	89
ตารางที่ ก.9	ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารฟิสิกส์	90
ภาคผนวก ข.		
ตารางที่ ข.1	ข้อมูลการทดลองเดือนกรกฎาคม 44	92
ตารางที่ ข.2	ข้อมูลการทดลองเดือนสิงหาคม 44	93
ตารางที่ ข.3	ข้อมูลการทดลองเดือนกันยายน 44	94
ตารางที่ ข.4	ข้อมูลการทดลองเดือนตุลาคม 44	95
ตารางที่ ข.5	ข้อมูลการทดลองเดือนพฤศจิกายน 44	96
ตารางที่ ข.6	ข้อมูลการทดลองเดือนธันวาคม 44	97
ตารางที่ ข.7	ข้อมูลการทดลองเดือนมกราคม 45	98
ภาคผนวก ค.		
ตารางที่ ค.1	ผลการทดลองเดือนกรกฎาคม 44	100
ตารางที่ ค.2	ผลการทดลองเดือนสิงหาคม 44	101
ตารางที่ ค.3	ผลการทดลองเดือนกันยายน 44	102
ตารางที่ ค.4	ผลการทดลองเดือนตุลาคม 44	103
ตารางที่ ค.5	ผลการทดลองเดือนพฤศจิกายน 44	104
ตารางที่ ค.6	ผลการทดลองเดือนธันวาคม 44	105
ตารางที่ ค.7	ผลการทดลองเดือนมกราคม 45	106
ตารางที่ ค.8	ผลการทดลอง แสดงค่าน้อยสุด มากสุด และค่าเฉลี่ย	107
ตารางที่ ค.9	ตารางแสดงค่าอุณหภูมิ	108
ตารางที่ ค.10	ตารางแสดงค่าพีเอช	109
ตารางที่ ค.11	ตารางแสดงค่าสภาพการนำไฟฟ้า	110
ตารางที่ ค.12	ตารางแสดงค่าปริมาณสารแขวนลอย	111
ตารางที่ ค.13	ตารางแสดงค่าออกซิเจนละลายน้ำ	112
ตารางที่ ค.14	ตารางแสดงค่าบีโอดี	113

สารบัญรูป

รูป	หน้า
บทที่ 2	
รูปที่ 2.1 น้ำเสียในคลอง	6
รูปที่ 2.2 การแบ่งประเภทของจุลินทรีย์ในน้ำเสีย	10
รูปที่ 2.3 ระบบบำบัดขั้นต้น	15
รูปที่ 2.4 ระบบบำบัดขั้นที่สอง	16
รูปที่ 2.5 ระบบบำบัดขั้นที่สาม	17
รูปที่ 2.6 กระบวนการกำจัดสลัดจ์	18
รูปที่ 2.7 กระบวนการบำบัดน้ำเสียและหน้าที่หลักของแต่ละระบบ	19
รูปที่ 2.8 ราคาทั้งหมดของวิธีบัดน้ำเสียต่างๆเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย	22
รูปที่ 2.9 วัฏจักรไนโตรเจน	23
รูปที่ 2.10 วัฏจักรฟอสฟอรัสในสิ่งแวดล้อมน้ำ	24
รูปที่ 2.11 แผนที่มหาวิทยาลัยนเรศวร	26
รูปที่ 2.12 ระบบการผลิตน้ำประปา	29
บทที่ 3	
รูปที่ 3.1 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารเคมีคณะวิทยาศาสตร์	30
รูปที่ 3.2 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์	31
รูปที่ 3.3 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารคณะเกษตรศาสตร์	31
รูปที่ 3.4 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารชีววิทยาคณะวิทยาศาสตร์	32
รูปที่ 3.5 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารแพทยศาสตร์	32
รูปที่ 3.6 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารเภสัชศาสตร์	33
รูปที่ 3.7 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคาร โภชนาคาร 1	33
รูปที่ 3.8 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคาร โภชนาคาร 2	34
รูปที่ 3.9 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารมนุษยศาสตร์	34
รูปที่ 3.10 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารมิ่งขวัญ	35
รูปที่ 3.11 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารศึกษาศาสตร์	35
รูปที่ 3.12 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารหอพักอาจารย์	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.13 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารหอพักหญิง 1	36
รูปที่ 3.14 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์	37
บทที่ 4	
รูปที่ 4.1 แสดงปริมาณการใช้น้ำในมหาวิทยาลัยนเรศวร เดือนมกราคม 45	51
รูปที่ 4.2 แสดงปริมาณการใช้น้ำในมหาวิทยาลัยนเรศวร เดือนกุมภาพันธ์ 45	52
รูปที่ 4.3 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารโภชนาคาร 2	53
รูปที่ 4.4 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารเคมี	54
รูปที่ 4.5 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารชีววิทยา	55
รูปที่ 4.6 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารแพทยศาสตร์	56
รูปที่ 4.7 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารโภชนาคาร 1	57
รูปที่ 4.8 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์	58
รูปที่ 4.9 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารฟิสิกส์	59
รูปที่ 4.10 ปริมาณเจดาลไนโตรเจนของอาคารต่างๆ	62
รูปที่ 4.11 ปริมาณแอมโมเนียของอาคารต่างๆ	65
รูปที่ 4.12 ปริมาณสารอินทรีย์ของอาคารต่างๆ	68
รูปที่ 4.13 ปริมาณไนไตรทของอาคารต่างๆ	72
รูปที่ 4.14 ปริมาณไนเตรทของอาคารต่างๆ	73
รูปที่ 4.15 ปริมาณฟอสฟอรัสของอาคารต่างๆ	76

คำนิยามศัพท์

TKN	=	Total Kjeldahl Nitrogen
Mg/l	=	milligram per litre
มก./ล.	=	มิลลิกรัม ต่อ ลิตร
ลบ.ม./วัน	=	ลูกบาศก์เมตร ต่อ วัน
ลบ.ม./วัน-คน	=	ลูกบาศก์เมตร ต่อ วัน ต่อ คน

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 สถานที่เก็บน้ำ

มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตบนโลกใบนี้ แต่เนื่องจากทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งที่มีอยู่อย่างจำกัด และประกอบกับน้ำที่เราใช้ในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นการอุปโภคบริโภค ก็จะพบว่าสุดท้ายสิ่งที่ได้ออกมาล้วนเป็นน้ำเสียที่ต้องการบำบัดทั้งสิ้นซึ่งจะถูกบำบัดโดยตามธรรมชาตอยู่แล้ว แต่การดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันนั้นได้ใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด อย่างสิ้นเปลืองอีกทั้งน้ำเสียที่เกิดขึ้นก็มีสารอินทรีย์อยู่มากมายเกิดกว่าที่ระบบของธรรมชาติจะทำการบำบัดน้ำทิ้งนั้นให้กลับสู่สภาพเดิมได้ จึงทำให้เราไม่สามารถนำน้ำนั้นมาใช้อุปโภคบริโภคได้

จากปัญหาดังกล่าวจึงทำให้กลุ่มของข้าพเจ้ามีข้อสงสัยว่าน้ำทิ้งจากอาคารต่างๆภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรนั้นได้ทำการบำบัดน้ำทิ้งจากอาคารต่างๆ ให้เข้าเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎหมายได้ควบคุมไว้หรือไม่ ดังนั้นกลุ่มของข้าพเจ้าจึงได้นำน้ำที่ผ่านระบบบำบัดจากอาคารต่างๆมาทำการตรวจสอบเพื่อจะได้น้ำข้อมูลไปทำการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของแต่ละอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 ศึกษาไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำทิ้งจากอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3.2 ศึกษาเปรียบเทียบค่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัสกับค่ามาตรฐาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. ทำให้ทราบข้อมูลไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำทิ้งจากตัวแทนอาคารเรียนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.4.2. นำข้อมูลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของแต่ละอาคารของมหาวิทยาลัยนเรศวรต่อไปในอนาคต

1.5 ขอบเขตของโครงงาน

ศึกษาปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนไตรท ไนเตรท และฟอสฟอรัส ในน้ำทิ้งจากอาคารต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 14 อาคาร โดยจะทำการทดลองเดือนละ 1 ครั้งเป็นระยะเวลา 7 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่ กรกฎาคม 2544 - มกราคม 2545

1.6 ขั้นตอนการดำเนินการ

1.6.1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและกำหนดสถานที่เก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

1.6.2. สำรวจปริมาณการใช้น้ำของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.6.3. ศึกษาทฤษฎีและขั้นตอนการทดลองวิเคราะห์น้ำเสีย

1.6.4. เก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

1.6.5. วิเคราะห์และสรุปผล

1.6.6. ทำรูปเล่ม

1.7 แผนการดำเนินงานตลอดโครงงาน

กิจกรรม	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1.สำรวจสถานที่ที่จะเก็บตัวอย่าง								
2.ทำการเก็บตัวอย่างพร้อมวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัส								
3.วิเคราะห์และสรุปผล								
4.จัดทำรายงานฉบับโครงร่าง								
5.ปรับปรุงแก้ไขรายงาน								
6.ทำรายงานฉบับสมบูรณ์								

1.8 งบประมาณที่ใช้ในการทดลอง

งบประมาณ		
1.8.1 ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์	2000	บาท
1.8.2 ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	700	บาท
1.8.3 ค่าวัสดุโฆษณาและเผยแพร่	300	บาท
1.8.4 ค่าถ่ายเอกสารและจัดทำรายงาน	500	บาท
รวม	4,000	บาท (สี่พันบาทถ้วน)

หมายเหตุ ค่าใช้จ่ายถัวเฉลี่ยทุกรายการ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ความสำคัญของน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ซึ่งถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น การอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม น้ำเมื่อใช้แล้วก็จะถูกปล่อยทิ้งออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

2.2 ที่มาของน้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสารใด ๆ หรือสิ่งปฏิกูลที่ไม่พึงปรารถนาปนอยู่ การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกเหล่านี้ จะทำให้ คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจนอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ สิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำเสีย เช่น น้ำมัน ไขมัน ผงซักฟอก สบู่ ยาฆ่าแมลง สารอินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเหม็นและเชื้อโรคต่าง ๆ สำหรับแหล่งที่มาของ น้ำเสียพอจะแบ่งได้เป็น 2 แหล่งใหญ่ ๆ ดังนี้

2.1.1 น้ำเสียจากแหล่งชุมชน มาจากกิจกรรมสำหรับการดำรงชีวิตของคนเรา เช่น อาคารบ้านเรือน หมู่บ้านจัดสรร คอนโดมิเนียม โรงแรม ตลาดสด โรงพยาบาล เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าความเน่าเสียของคูคลองเกิดจากน้ำเสียประเภทนี้ 75%

2.1.2 น้ำเสียจากกิจกรรมอุตสาหกรรม ได้แก่น้ำเสียจากขบวนผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมรวมทั้งน้ำหล่อเย็นที่มีความร้อนสูง และน้ำเสียจากห้องน้ำห้องส้วม ความเน่าเสียของคูคลองเกิดจากน้ำเสียประเภทนี้ 25% แม้จะมีปริมาณไม่มากนัก แต่สิ่งสกปรกในน้ำเสียจะเป็นพวกสารเคมีที่เป็นพิษและพวกโลหะหนักต่าง ๆ รวมทั้งพวกสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงด้วย

2.3 ประโยชน์ของน้ำ

น้ำเป็นแหล่งกำเนิดชีวิตของสัตว์และพืชคนเรามีชีวิตอยู่โดยขาดน้ำได้ไม่เกิน 3 วัน และน้ำยังมีความจำเป็นทั้งในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาประเทศ ประโยชน์ของน้ำ ได้แก่

2.3.1 เป็นสิ่งจำเป็นที่เราใช้สำหรับการดื่มกิน การประกอบอาหาร ชำระร่างกาย ฯลฯ

2.3.2 มีความจำเป็นสำหรับการเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ แหล่งน้ำเป็นที่อยู่อาศัยของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ

2.3.3 ทางด้านอุตสาหกรรม ต้องใช้น้ำในขบวนการผลิต ใช้ล้างของเสีย หล่อเครื่องจักรและระบายความร้อน ฯลฯ

2.3.4 การทำนาเกลือโดยการระเหยน้ำเค็มจากทะเล

2..3.5 เป็นแหล่งพลังงาน พลังงานจากน้ำใช้ทำระหัด ทำเขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้าได้

2.3.6 แม่น้ำ ลำคลอง ทะเล มหาสมุทร เป็นเส้นทางคมนาคมขนส่งที่สำคัญ

2.3.7 ทัศนียภาพของริมฝั่งทะเลและน้ำที่ใสสะอาดเป็นแหล่งท่องเที่ยวของมนุษย์

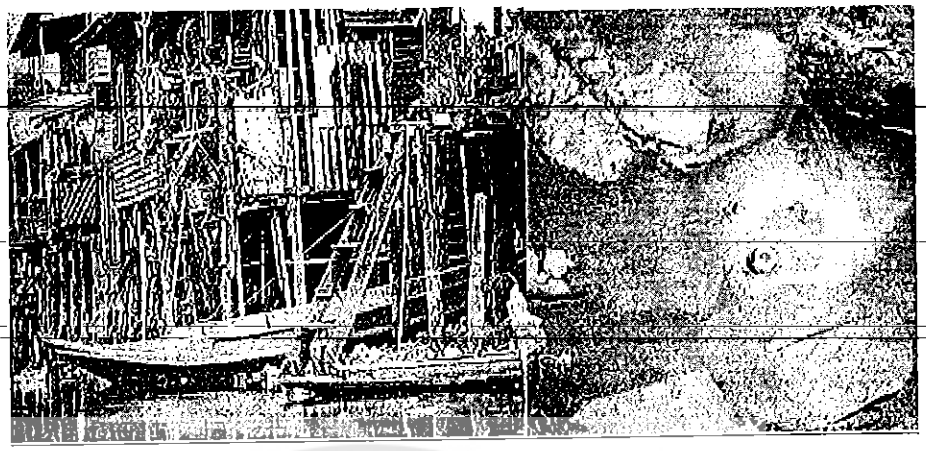
2.4 ปัญหาของทรัพยากรน้ำ

ปัญหาสำคัญ ๆ ที่เกิดขึ้น คือ

2.4.1 ปัญหาการมีน้ำน้อยเกินไป เกิดการขาดแคลนอันเป็นผลเนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่า ทำให้ปริมาณน้ำฝนน้อยลง เกิดความแห้งแล้งเสียหายต่อพืชเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์

2.4.2 ปัญหาการมีน้ำมากเกินไป เป็นผลมาจากการตัดไม้มากเกินไป ทำให้เกิดน้ำท่วมไหลบ่าในฤดูฝน สร้างความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน

2.4.3 ปัญหาน้ำเสีย เป็นปัญหาใหม่ในปัจจุบัน สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเสียเป็นผลมาจากการทิ้งน้ำเสียจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และน้ำฝนที่พัดพาเอาสารพิษที่ตกค้างจากแหล่งเกษตรกรรมลงสู่แม่น้ำลำคลอง น้ำเสียที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลเสียหายทั้งต่อสุขภาพอนามัย เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และมนุษย์ ส่งกลิ่นเหม็น รบกวน ทำให้ไม่สามารถนำแหล่งน้ำนั้นมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการอุปโภค บริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม



รูปที่ 2.1 น้ำเสียในคลอง

2.5 ผลกระทบของน้ำเสียต่อสิ่งแวดล้อม

2.5.1 เป็นแหล่งแพร่ระบาดของเชื้อโรค เช่น อหิวาตกโรค บิด ท้องเสีย

2.5.2 เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงนำโรคต่าง ๆ

2.5.3 ทำให้เกิดปัญหามลพิษต่อดิน น้ำ และอากาศ

2.5.4 ทำให้เกิดเหตุรำคาญ เช่น กลิ่นเหม็นของน้ำโสโครก

2.5.5 ทำให้เกิดการสูญเสียทัศนียภาพ เกิดสภาพที่ไม่น่าดู เช่น สภาพน้ำที่มีสีดำคล้ำไปด้วยขยะ และสิ่งปฏิกูล

2.5.6 ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ เช่น การสูญเสียพันธุ์ปลาบางชนิดจำนวนสัตว์น้ำลดลง

2.5.7 ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในระยะยาว

2.6 ลักษณะของน้ำเสีย

แบ่งลักษณะน้ำเสียออกได้เป็น

2.6.1 ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ จะประกอบด้วย ปริมาณของแข็งทั้งหมด กลิ่น อุณหภูมิ สี ความขุ่น ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันมากน้อยไม่เท่าเทียมกัน เพื่อช่วยให้สามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพของน้ำเสียในทางกายภาพได้ต่อไปนี้จะได้อธิบายลักษณะน้ำเสียทางกายภาพข้างต้น

2.6.1.1 ปริมาณของแข็ง (solids) จะประกอบด้วยปริมาณของแข็งที่แขวนลอย (total suspended solids) และปริมาณของแข็งละลายน้ำ (total dissolved solids) ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะประกอบด้วย ของแข็งที่สามารถระเหยได้ ณ อุณหภูมิ 600 ซ. รวม

กับของแข็งที่ไม่ระเหย ณ อุณหภูมิ 600 ซ. ซึ่งปริมาณของแข็งที่ระเหยไป ณ อุณหภูมิ 600 ซ. ก็คือค่าปริมาณของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้ และปริมาณของแข็งที่ไม่ระเหย ณ อุณหภูมิ 600 ซ. ก็คือค่าปริมาณของปริมาณสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้ ประโยชน์ของการทราบค่าปริมาณของแข็งต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ได้แสดงประโยชน์ของการทราบค่าปริมาณของแข็งต่างๆ

ค่าปริมาณของแข็ง	ประโยชน์ของข้อมูล
1. ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids,TS)	สามารถรู้ถึงค่าความหนาแน่นของน้ำเสียได้ว่ามีค่าสูงหรือต่ำ และใช้ในการเลือกวิธีกำจัดความกระด้างของน้ำ
2. ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids,TSS)	บ่งชี้ถึงความสกปรกของน้ำเสียและบอกถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ได้บ้าง
3. ปริมาณของแข็งที่ตกตะกอนได้ (Settleable Solids)	ใช้ประมาณค่าปริมาณของตะกอนที่จะถูกกำจัดโดยถังตกตะกอนและยังสามารถบอกถึงประสิทธิภาพของถังตกตะกอนได้
4. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Dissolved Solid,TDS)	สามารถบอกปริมาณของธาตุเกลือในน้ำเสียได้ เช่น คลอไรด์ อย่างประมาณ
5. ปริมาณของแข็งที่ระเหยได้ (Volatile Solids,VS)	บอกถึงปริมาณอย่างประมาณของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

ที่มา: ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมโรจน์, 2539

2.6.1.2 กลิ่น (Odor) กลิ่นจากน้ำเสียส่วนมากแล้วมาจากก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ก๊าซส่วนใหญ่แล้วจะเป็น H2S (ก๊าซไข่เน่า) ซึ่งเกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจนได้ทำการเปลี่ยนสภาพของซัลเฟตไปเป็นซัลไฟด์ ส่วนสารอื่นๆที่สามารถทำให้เกิดกลิ่นไม่ดีเนื่องจากอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจนในน้ำเสียดังนี้

กลิ่นไข่เน่า ⟶ H_2S

กลิ่นผักกะหล่ำปลีเน่า ⟶ Organic sulfides

กลิ่นของปลาตาย ⟶ Organic amines

กลิ่นของพวก Worm ⟶ Phosphorus

กลิ่นอับ ⟶ Organic acids

2.6.1.3 อุณหภูมิ (Temperature) น้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยมากจะมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ และเมื่อปล่อยทิ้งไปยังแม่น้ำ ลำคลอง จะทำให้สภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลองนั้นๆเปลี่ยนแปลงไปดังนี้

1) น้ำในแม่น้ำลำคลองนี้จะมีปริมาณของออกซิเจนลดลงกว่าปกติ เพราะค่าอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำจะลดลง เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น

2) เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ปฏิกิริยาชีวเคมีของพวกจุลินทรีย์ก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งหมายความว่า ออกซิเจนในน้ำได้ถูกใช้เพิ่มขึ้น เช่น ในฤดูร้อน น้ำในแม่น้ำลำคลอง จะมีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าในฤดูหนาว

3) เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ การเจริญเติบโตของพืชที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำจะมีมากกว่าปกติ และอาจเกิดราขึ้นในแหล่งน้ำนั้น

2.6.1.4 สี โรงงานหลายแห่งเช่น โรงงานกระดาษ โรงงานทอผ้า ฯลฯ มักจะทำให้เกิดปัญหาเนื่องจากสีของน้ำเสีย ซึ่งค่อนข้างยากในการแยกสีออกจากน้ำเสียได้หมด การเกิดสาหร่าย มากๆในบ่อ หรือ ลำคลอง ก็จะเป็นสาเหตุทำให้น้ำมีสีเขียวได้ ทั้งสองปัญหาดังกล่าวเป็นเพียงปัญหาตัวอย่างที่ได้ยกขึ้นมากล่าว ผลเสียของสีในแหล่งน้ำธรรมชาติมีดังนี้

1) กั้นหรือขวางแสงแดดไม่ให้ส่องลงใต้น้ำซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ลดการเกิดการสังเคราะห์แสง

2) สีเป็นสิ่งที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ดังนั้นจะทำให้น้ำไม่น่าดูได้

3) สีส่วนใหญ่แล้วเกิดจากสารอินทรีย์ชนิด ที่ละลายน้ำได้และเป็นสารแขวนลอยประเภท คอลลอยด์ ซึ่งสารเหล่านี้สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในน้ำ

2.6.1.5 ความขุ่น (Turbidity) คือสารแขวนลอยที่ลอยอยู่ในน้ำจะกั้นหรือขวางแสงแดดไม่ให้ส่องลงใต้น้ำได้มากถึง 100 % เช่นเดียวกับสี น้ำที่มีความขุ่นมากจะทำให้ยากต่อการกรองน้ำในโรงผลิตน้ำประปา และต้องใช้ปริมาณคลอรีนมากกว่าปกติ สำหรับการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ

2.6.2 ลักษณะน้ำเสียทางเคมี

2.6.2.1 สารอินทรีย์ ส่วนประกอบที่สำคัญๆ ของสารอินทรีย์ในน้ำเสียชุมชนคือคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำมัน สำหรับพวกคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนสามารถถูกย่อยสลายโดยทางชีวภาพ ไขมันจะมีเสถียรภาพมากกว่าและจะถูกย่อยสลายโดยทางชีวภาพได้ช้ากว่า น้ำเสียอาจจะประกอบด้วยส่วนเล็กน้อยของผงซักฟอก สารต่างๆ เหล่านี้จะขึ้นอยู่กับว่า มีปริมาณมากน้อยเท่าใดในน้ำเสีย ซึ่งอาจทำให้เกิดน้ำเสียมากขึ้นได้ เมื่อพบสารต่างๆ เหล่านี้จำเป็นต้องกำจัดออกจากน้ำเสียก่อน หลังจากนั้นจึงสามารถทำการบำบัดโดยทางชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.1.2 สารอนินทรีย์ เป็นสารที่มีอยู่ในน้ำเสียทั่วๆไป ซึ่งจะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสียนั้นๆ สารอนินทรีย์บางชนิดก็จำเป็นต้องมีอยู่ในน้ำเสียบ้าง เพื่อช่วยให้กระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยทางชีวภาพเป็นไปได้ด้วยดี แต่มีสารอนินทรีย์บางชนิดไม่ควรให้มีในน้ำเสียเลย เพราะอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายได้

1) ความเป็นด่าง (Alkalinity) เป็นผลมาจาก OH^-,CO_3^{-2},และ HCO_3^- ของธาตุแคลเซียมแมกนีเซียมโซเดียม โปตัสเซียม หรือแอมโมเนีย การรู้ค่าความเป็นด่างจะมีประโยชน์ต่อการบำบัดน้ำเสีย เช่น ใช้ในการเลือกตำแหน่งใส่สารเคมี

2) คลอไรด์ (Chlorides) น้ำในธรรมชาติจะมีคลอไรด์ผสมอยู่ด้วยเสมอ เนื่องจากคลอไรด์มาจากตามดิน และหินต่างๆ ซึ่งน้ำไหลผ่าน และจากบริเวณชายฝั่งทะเลทั่วๆไป ค่าคลอไรด์ในน้ำเสียสามารถบ่งชี้ถึงความสกปรกของน้ำเสียว่ามีมากน้อยเพียงใดได้ อาจใช้เป็นตัวชี้ว่ามีน้ำเสียไหลลงแหล่งน้ำนั้นหรือไม่แต่เป็นเพียงการคาดคะเนเท่านั้น

3) ไนโตรเจน (Nitrogen) เป็นธาตุที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์และพวกพืชทั่วๆไป เป็นอาหารหลักที่สำคัญที่สุดธาตุหนึ่งต่อการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ต่างๆ ดังนั้นในกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการชีวภาพจำเป็นต้องมีไนโตรเจนอย่างเพียงพอในน้ำเสีย ถ้ามีไม่เพียงพอต้องเติมลงไป แต่ถ้ามีมากเกินไปในแม่น้ำลำคลองหรือบ่อน้ำทั่วๆไป ก็จะทำให้เกิดปัญหาขึ้นคือจะมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมาก นิยมเรียกว่า สาหร่ายเบ่งบาน (Algal Blooms) ในแม่น้ำลำคลองนั้นๆได้ จึงต้องมีการควบคุมปริมาณของไนโตรเจนให้เหมาะสม

4)ฟอสฟอรัส (Phosphorus) เป็นธาตุหลักที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ถ้ามีมากจะทำให้แม่น้ำลำคลองหรือบ่อน้ำทั่วๆไป มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมากทำให้น้ำในแม่น้ำลำคลองนั้นเน่าได้

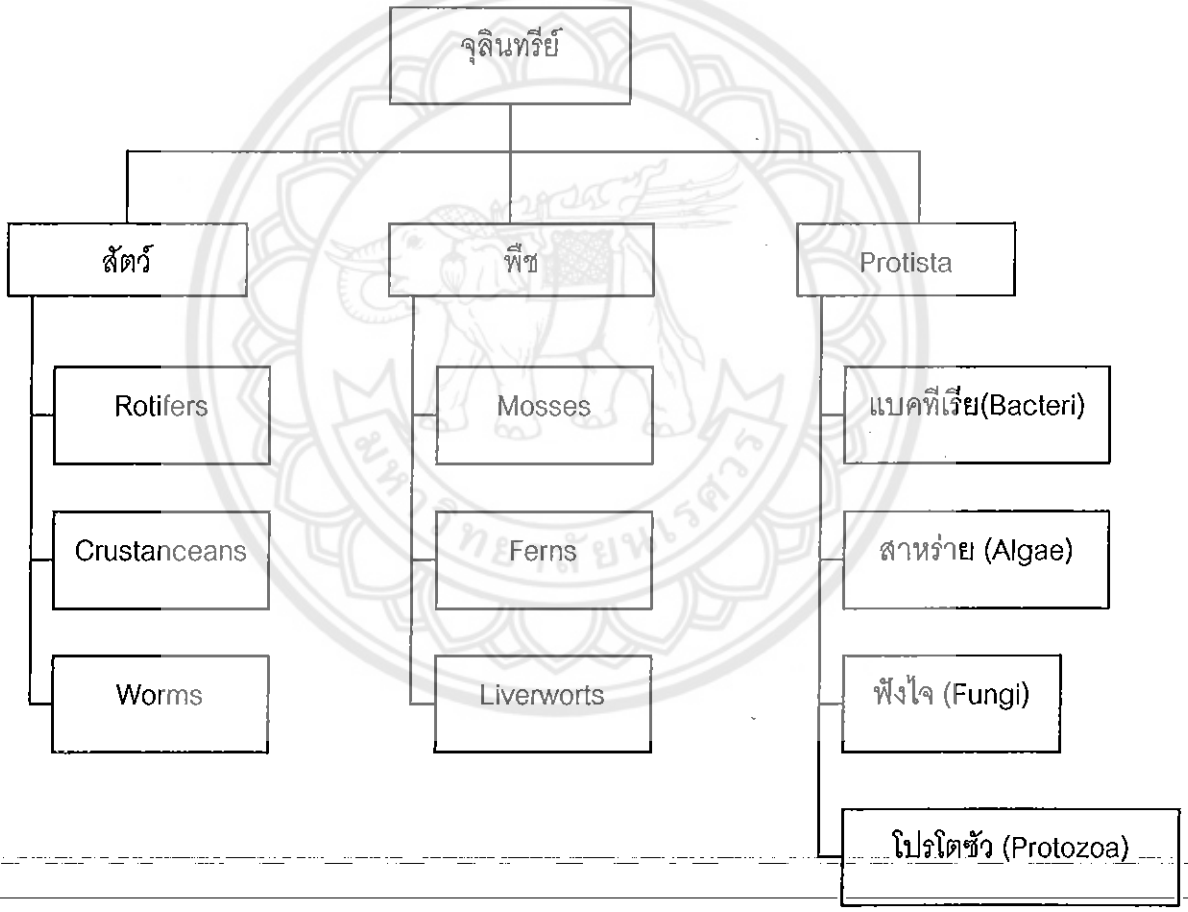
5)ซัลเฟอร์ (Sulfur) ซัลเฟอร์เป็นสารที่มีอยู่ในน้ำธรรมชาติ และจะมีซัลเฟอร์อยู่ในสิ่งมีชีวิตทุกประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งซัลเฟอร์จะเป็นสารหนึ่งที่สำคัญประกอบอยู่ใน Amino acids ของโปรตีน วัฏจักรของซัลเฟอร์เกี่ยวข้องกับงานจัดการน้ำเสียค่อนข้างมาก เนื่องจากสารประกอบซัลเฟอร์ต่างๆ มีความสัมพันธ์กับการอยู่รอดของจุลินทรีย์ การเกิดปัญหากลิ่นเหม็นจากการย่อยสลายของน้ำเสีย การกัดกร่อนต่อสภาพแวดล้อม ฯลฯ

6) โลหะหนัก (Heavy Metals) เป็นสารพิษต่อสิ่งมีชีวิต แม้กระทั่งจุลินทรีย์ ซึ่งมีขนาดเล็กมาก โลหะหนักบางชนิดเป็นสารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตแต่ต้องมีในปริมาณที่พอเหมาะ ถ้าน้ำเสียถูกบำบัดด้วยวิธีชีวภาพจำเป็นต้องนำข้อมูลของสารโลหะ

หนักมาคำนวณหาผลกระทบต่อระบบบำบัด ทั้งนี้เพื่อสามารถบ่งชี้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีวภาพจะสามารถทำการบำบัดได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

7) ก๊าซ (Gases) ก๊าซที่พบในน้ำเสียโดยมากจะเป็นพวก ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย และมีเทน ในบรรยากาศทั่วๆไปจะพบก๊าซ N_2 , O_2 , CO_2 เป็นส่วนมาก สำหรับก๊าซ H_2S , NH_3 ,CH_4 จะเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไม่มีอากาศ

2.6.3 ลักษณะน้ำเสียทางชีววิทยาจุลินทรีย์ (Microorganisms) จุลินทรีย์ที่พบอยู่ในน้ำเสียทั่วๆไป จะประกอบด้วย 3 กลุ่มใหญ่ๆ และในแต่ละกลุ่มก็จะแบ่งเป็นพวกดังแสดง ในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การแบ่งประเภทของจุลินทรีย์ในน้ำเสีย

2.7 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง

จากประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคาร เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม จะต้องมีลักษณะดังตารางที่ 2.2 และมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารต้องเป็นไปตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 สรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
1.อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	ตั้งแต่ 500 ห้องนอน	100 -ไม่ถึง 500 ห้องนอน	ไม่ถึง-100 ห้องนอน	-	-
2.โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม	ตั้งแต่ 200 ห้อง	60 - ไม่ถึง 200 ห้อง	ไม่ถึง 60 ห้อง	-	-
3.หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก	-	ตั้งแต่ 250 ห้อง	50- ไม่ถึง 250 ห้อง	10 - ไม่ถึง 50 ห้อง	-
4. สถานบริการ	-	ตั้งแต่ 5,000 ม.^{2}	1,000 - ไม่ถึง 5,000 ม^2	-	-
5.โรงพยาบาลของทางราชการหรือสถานพยาบาลตามกฎหมาย	ตั้งแต่ 30 เตียง	10 - ไม่ถึง 30 เตียง	-	-	-
6.อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษาของเอกชนหรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ	ตั้งแต่ 25,000 ม.^{2}	5,000-ไม่เกินกว่า 25,000 ม.^{2}	-	-	-
7. อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศหรือเอกชน	ตั้งแต่ 55,000 ม.^{2}	10,000-ไม่ถึง 55,000 ม.^{2}	5,000-ไม่ถึง 10,000 ม.^{2}	-	-
8.อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้า	ตั้งแต่ 25,000 ม.^{2}	5,000-ไม่ถึง 25,000 ม.^{2}	-	-	-
9. ตลาด	เกินกว่าหรือเท่ากับ2,500 ม.^{2}	1,500-ไม่ถึง 2,500 ม.^{2}	1,000-ไม่ถึง 1,500 ม.^{2}	500-ไม่ถึง 1,000 ม.^{2}	-
10.ภัตตาคารและร้านอาหาร	เกินกว่าหรือเท่ากับ2,500 ม.^{2}	500-ไม่ถึง 2,500 ม.^{2}	250-ไม่ถึง 500 ม.^{2}	100-ไม่ถึง 250 ม.^{2}	ไม่ถึง100 ม.^{2}

ที่มา : ผศ. อุดร จารุรัตน์ และคณะ , 2542

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง					วิธีวิเคราะห์
		ก	ข	ค	ง	จ	
1. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)
2. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 200	ใช้วิธีการ Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน หรือวิธีการอื่นที่คณะกรรมการควบคุม มลพิษให้ความเห็นชอบ</TD>
3.ปริมาณของแข็ง - ค่าสารแขวนลอย (Suspended Soilds)	มก./ล.	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 60	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fibre Filter Disc)
- ค่าตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มก./ล.	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	-	วิธีการกรวยอิมฮอฟ์ (Imhoff cone) ขนาดบรรจุ 1,000 ลบ.ซม ในเวลา 1 ชั่วโมง
- ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	มก./ล.	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	-	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง
4. ค่าซัลไฟด์ (Sulfide)	มก./ล.	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 3.0	ไม่เกิน 4.0	-	วิธีการไตเตรต (Titrate)
5. ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูปที เคเอ็น (TKN)	มก./ล.	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 40	-	วิธีการเจลดาห์ล (kjeldahl)
6. น้ำมันและไขมัน (Fat , Oil and Grease)	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 100	วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายแล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

ที่มา : ผศ. อุดร จารุรัตน์ และคณะ , 2542

2.8 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

กระบวนการบำบัดน้ำเสียมีอยู่ด้วยกันหลายกระบวนการ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กระบวนการใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

2.8.1 กระบวนการทางกายภาพ (Physical Unit Operation) คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยแรงต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแยกของแข็งที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำเสีย โดยมากจะเป็นขั้น

ตอนแรกของระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ การดักด้วยตะแกรง (Screening) การตัดย่อย (Comminution) การกวาด (Skimming) การกวน (Mixing) การทำให้ลอย (Flotation) การตกตะกอน (Sedimentation) การแยกตัวด้วยแรงเหวี่ยง (Centrifugation) การกรอง (Filtration) การกำจัดตะกอนหนัก (Grit Removal) เป็นต้น

2.8.2 กระบวนการทางเคมี (Chemical Unit Processes) คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยสารเคมีผสมกับน้ำเสียเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อแยกเอามลสารต่าง ๆ ออกจากน้ำเสีย ได้แก่ การตกตะกอนผลึก (Precipitation) การทำให้เป็นกลางหรือการสะเทิน (Neutralization) การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) เป็นต้น

2.8.3 กระบวนการทางชีวภาพ (Biological Unit Processes) คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยจุลชีพที่จะทำการย่อยสลายและเปลี่ยนสารอินทรีย์ต่าง ๆ ไปเป็นก๊าซลอยขึ้นสู่อากาศและจะได้จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนขึ้น ได้แก่ Activated Sludge, Trickling Filter, Aerated Lagoon, Anaerobic Pond, Stabilization Pond เป็นต้น

2.8.4 กระบวนการทางกายภาพ-เคมี (Physicochemical Unit Processes) คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยทั้งทางกายภาพและทางเคมีร่วมกัน จะใช้ในการกำจัดสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ Ion Exchange, Carbon Adsorption, Reverse Osmosis, Electrodialysis เป็นต้น

2.9 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

สามารถแบ่งได้ดังนี้

2.9.1 ระบบบำบัดก่อนขั้นต้น (Preliminary Treatment) เป็นระบบที่อยู่ในขั้นแรก ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ การดักด้วยตะแกรง การกำจัดตะกอนหนัก การทำให้ลอย การบดตัด เป็นต้น

2.9.2 ระบบบำบัดขั้นต้น (Primary Treatment) เป็นระบบที่อยู่ในขั้นที่ต้องการแยกสารตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสีย และกำจัดสารอินทรีย์บางส่วนออกจากน้ำเสีย ได้แก่ การดักด้วยตะแกรง การตกตะกอน เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.3

2.9.3 ระบบบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) เป็นระบบที่กำจัดสารอินทรีย์ และตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสีย โดยมากจะเป็นระบบบำบัดที่ใช้กระบวนการทางชีวภาพ สำหรับระบบฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้ง เช่น การเติมคลอรีน ก็จัดอยู่ในระบบบำบัดขั้นที่สอง ดังแสดงในรูปที่ 2.4

2.9.4 ระบบบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary Treatment) เป็นระบบที่แยกและกำจัดสารตกตะกอนแขวนลอยที่หลงเหลือจากระบบบำบัดขั้นที่สอง การกำจัดสารไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

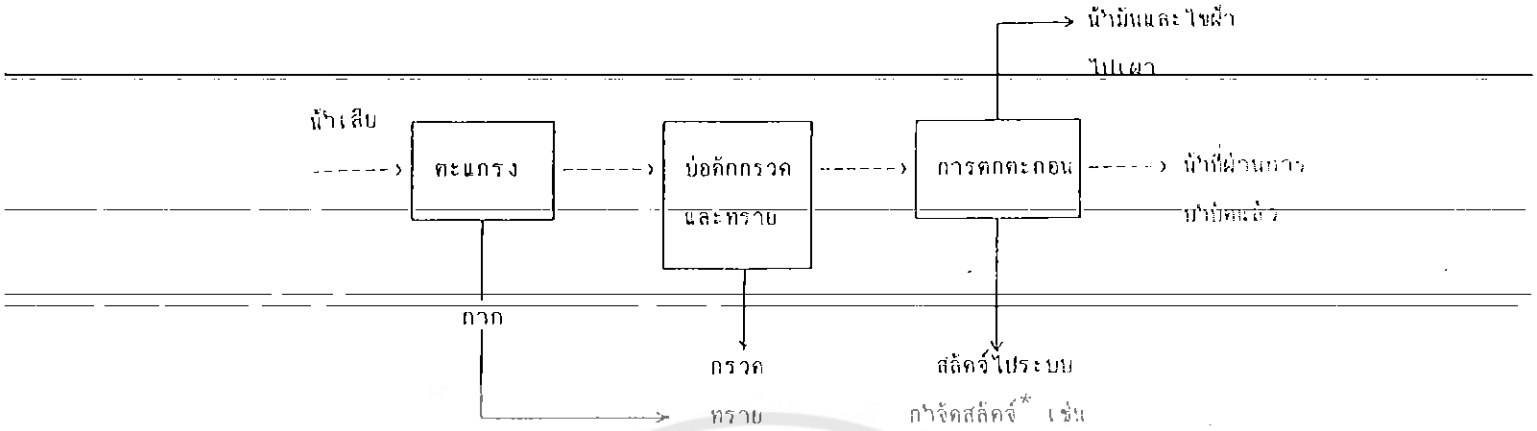
ออกจากน้ำเสีย และการกำจัดสารปนเปื้อนอื่น ๆ ที่หลงเหลือจากระบบบำบัดขั้นที่สอง ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะทำการบำบัดน้ำเสียให้ได้คุณภาพของน้ำทิ้งดีขนาดไหน โดยทั่วไประบบบำบัดขั้นที่สามมักจะใช้กับการบำบัดน้ำเสียเพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่ต้องการนำกลับมาใช้อีก เช่น นำมาใช้รดน้ำสนามหญ้า ใช้กับการชักโครกของโถส้วม ใช้กับระบบหล่อเย็น แม้กระทั่งนำไปใช้ผลิตน้ำประปา ดังแสดงในรูปที่ 2.5

2.9.5 กระบวนการกำจัดสลัดจ์ ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียทั่วไปจะมีปริมาณสลัดจ์เกิดขึ้นจากการตกตะกอนแขวนลอยที่มากับน้ำเสียจากตะกอนจุลินทรีย์ที่ถ่ายทิ้งออกจากระบบบำบัดทางชีวภาพและจากตะกอนเคมีที่ถ่ายทิ้งออกจากระบบบำบัดทางเคมี รูปที่ 2.6 ได้แสดงถึงกระบวนการจำจัดพร้อมทั้งแสดงหน้าที่หลักของแต่ละระบบ ในการเลือกระบบกำจัดสลัดจ์ให้เหมาะสมจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆดังนี้คือ

- ลักษณะสลัดจ์
- ความเหมาะสมของระบบกำจัดกับสภาพพื้นที่
- ปริมาณสลัดจ์ที่เกิดขึ้น
- ทางเลือกของการนำสลัดจ์ไปทิ้ง

โดยทั่วไประบบกำจัดสลัดจ์จะเริ่มด้วยระบบทำให้สลัดจ์ข้น โดยมักจะใช้วิธีตกตะกอนหรือวิธีทำให้ตะกอนลอยขึ้นทั้งนี้เพื่อลดปริมาณสลัดจ์ที่จะเข้าสู่ระบบย่อยสลัดจ์ต่อไป ระบบย่อยสลัดจ์จะเป็นระบบใช้อากาศหรือระบบไม่ใช้อากาศ ซึ่งทำหน้าที่ลดปริมาณน้ำให้เปลืองน้อยที่สุดเพื่อที่จะนำสลัดแห้งนี้ไปทิ้งหรือนำไปใช้เป็นปุ๋ยสำหรับการปลูกพืชต่างๆ หรือนำไปถมที่ดินทั่วไป

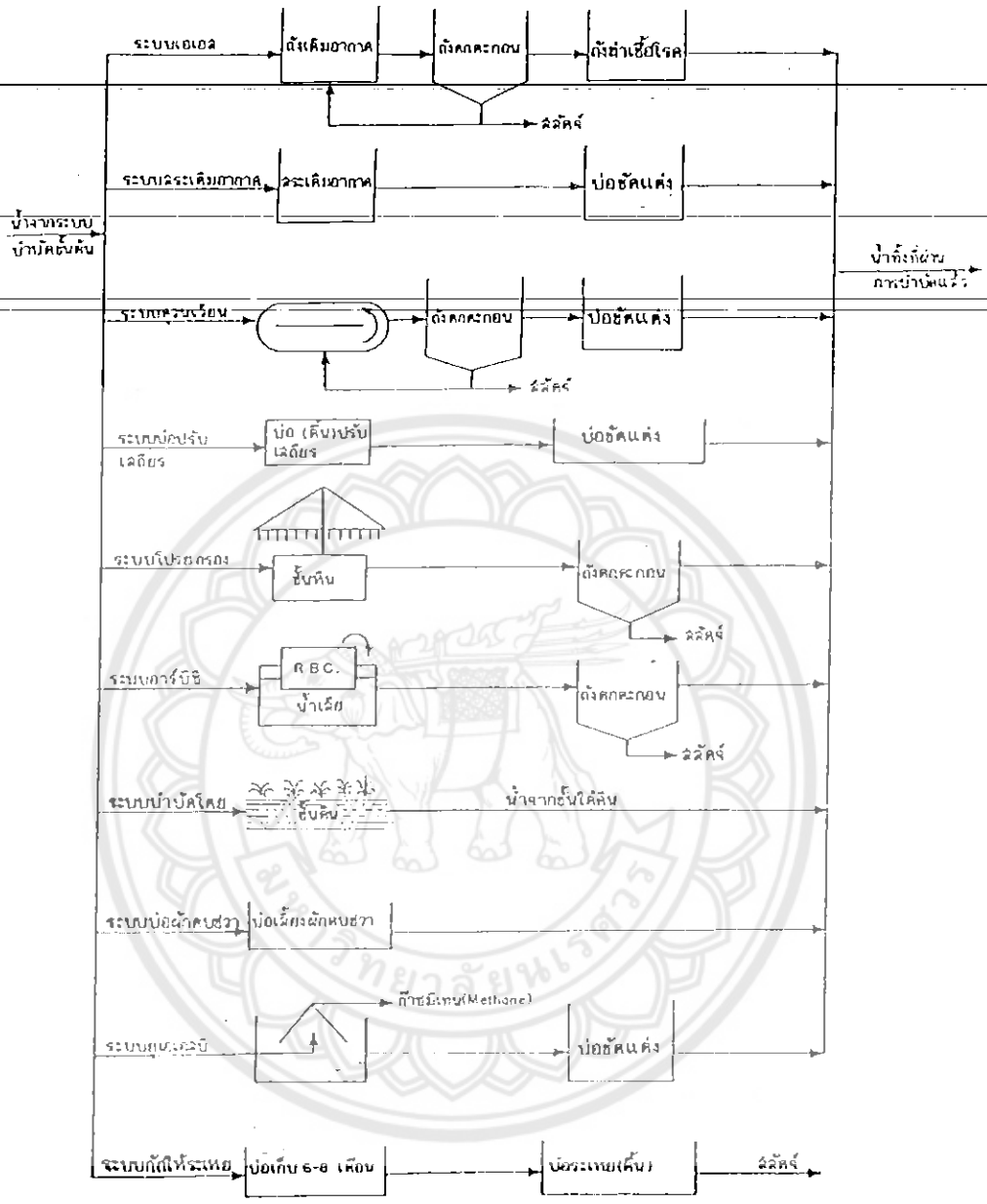
กระบวนการบำบัดน้ำเสียที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่ามีอยู่หลายวิธีและนับวันจะมีกระบวนการบำบัดน้ำเสียใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกกระบวนการที่เหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 2.7



* สลัดจ์ คือ ตะกอนในลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวแบบข้นเละ ซึ่งได้จากการจมตัวของของแข็งในน้ำ ตกตะกอน

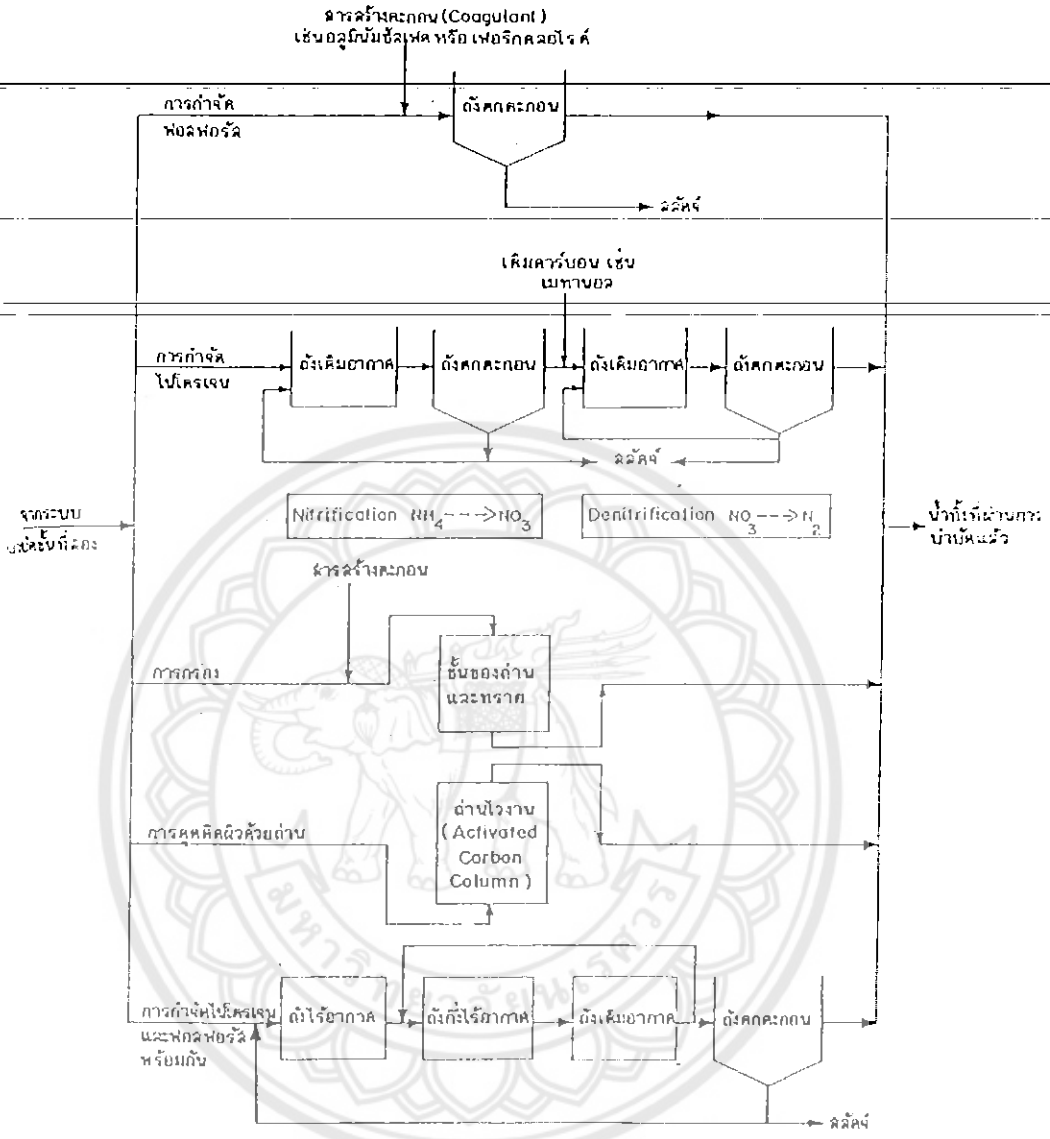
รูปที่ 2.3 ระบบบำบัดขั้นต้น

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2536



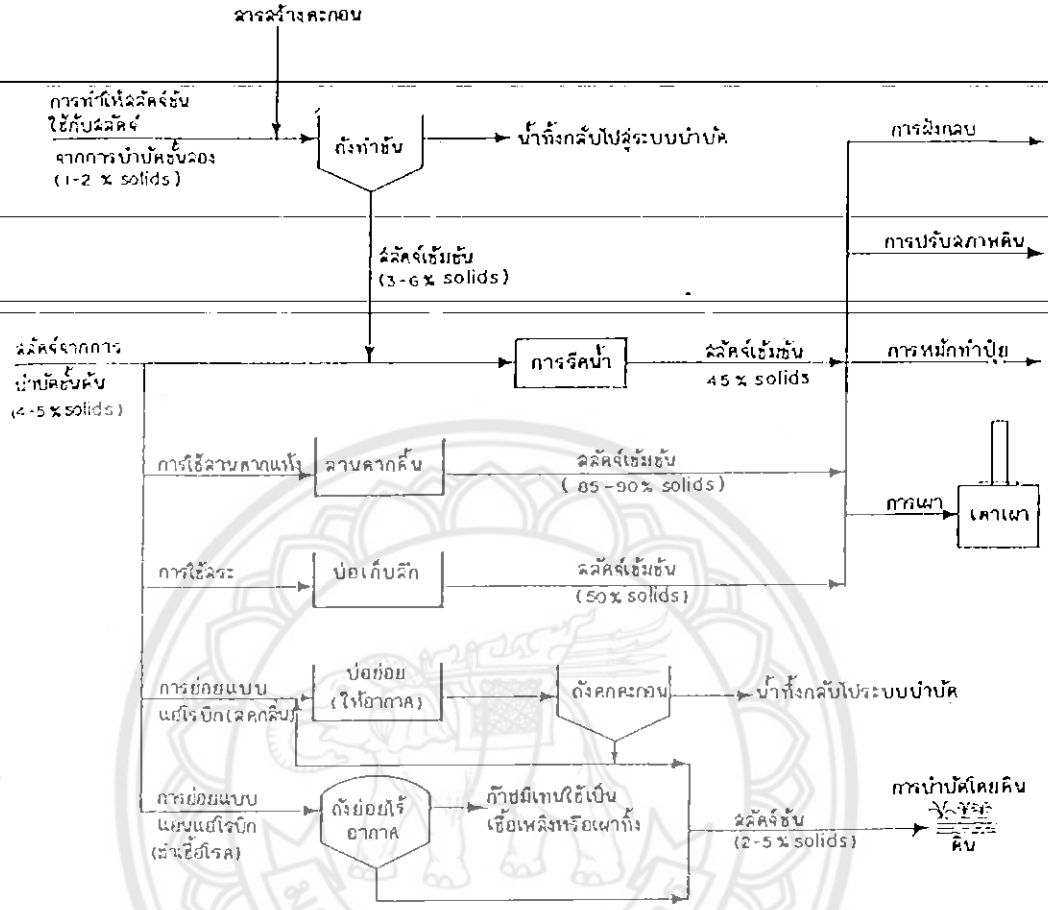
รูปที่ 2.4 ระบบบำบัดขั้นที่สอง

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2536



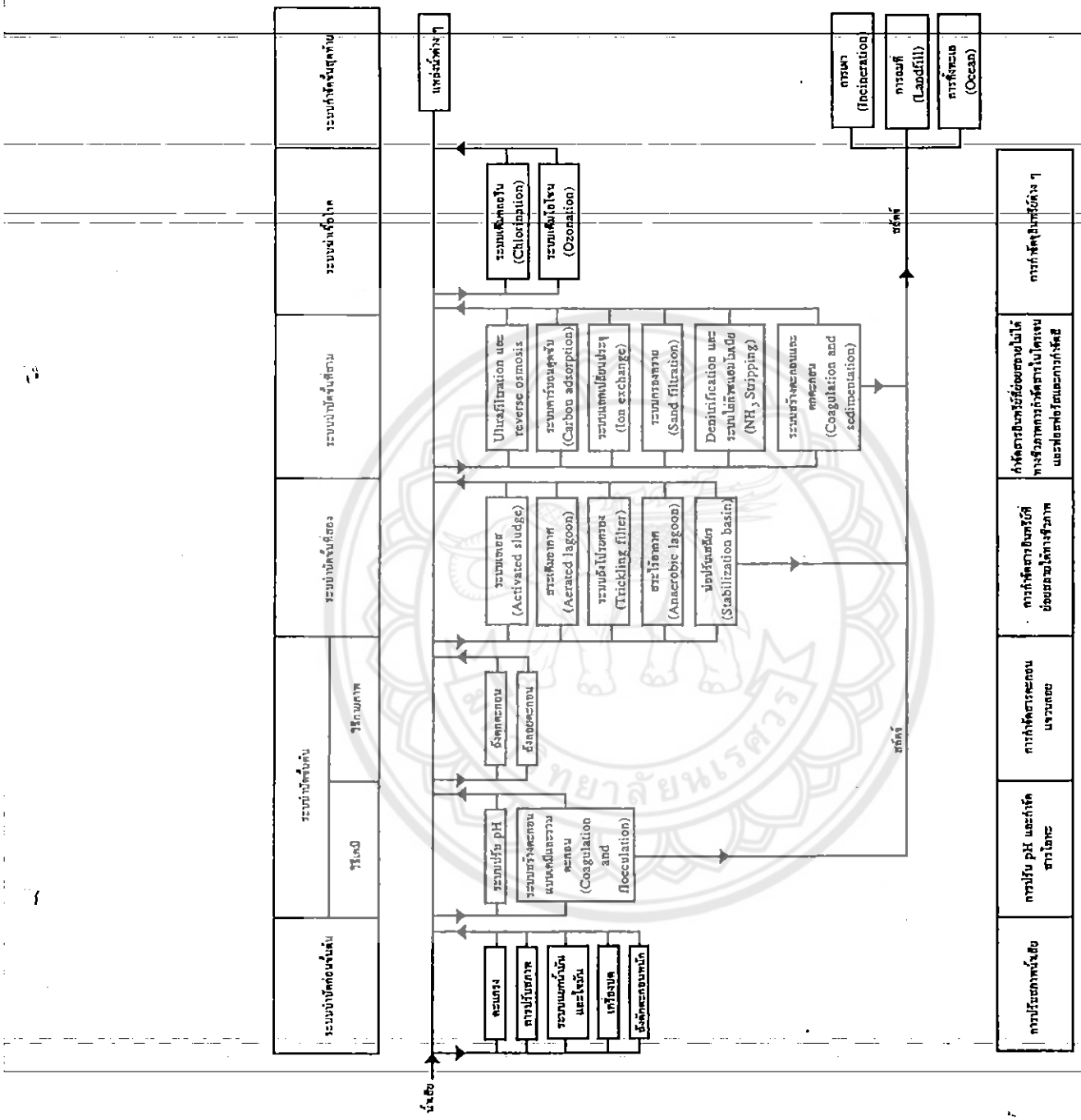
รูปที่ 2.5 ระบบบำบัดขั้นที่สาม

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2536



รูปที่ 2. 6 กระบวนการกำจัดสลัดจ์

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2536



รูปที่ 2.7 กระบวนการบำบัดน้ำเสียและหน้าที่หลักของแต่ละระบบ

ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2542

2.10 การเลือกวิธีการบำบัดน้ำเสีย

ในการเลือกวิธีบำบัดน้ำเสียจะมีปัจจัยต่าง ๆ ที่ควรพิจารณาอยู่ 8 ข้อ ดังนี้

- ความต้องการในการกำจัดสารต่าง ๆ ในน้ำเสีย
- ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย
- ขนาดพื้นที่ที่ต้องการใช้สำหรับโรงบำบัดน้ำเสีย
- ราคาค่าก่อสร้าง
- ราคาบำรุงรักษาและดำเนินงาน
- จำนวนเครื่องมือกลที่ต้องการใช้ในระบบบำบัด
- ความยากง่ายในการควบคุมดูแลระบบ
- ความต้องการระดับความรู้ความสามารถของผู้บริหาร

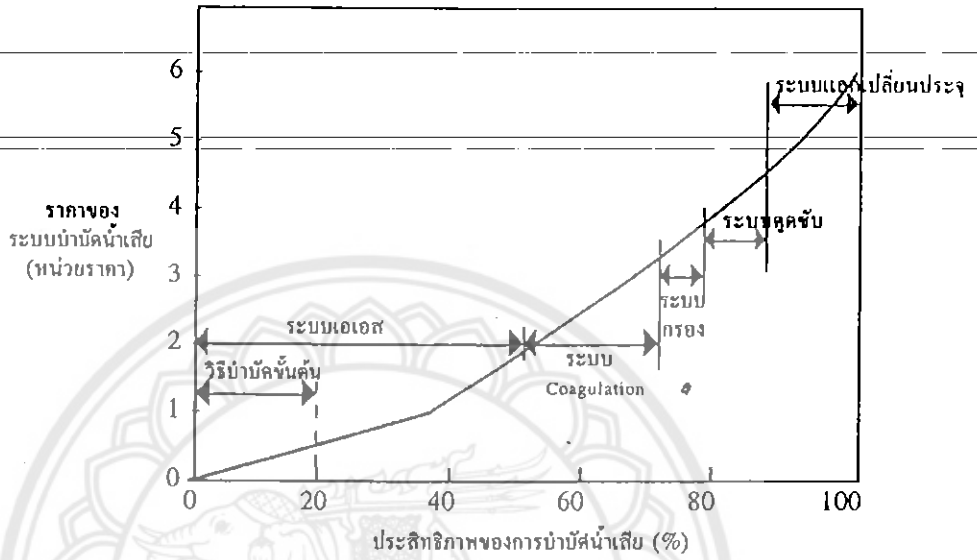
ทั้ง 8 ข้อข้างต้นเป็นปัจจัยที่จำเป็นต้องทราบและควรนำมาพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของระบบบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ ทั้งนี้จะได้วิธีบำบัดน้ำเสียที่ถูกต้องตามหลักวิชา และเหมาะสมกับการปฏิบัติด้วยซึ่งสามารถสรุปออกมาเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 2.4 วิธีบำบัดน้ำเสียเพื่อกำจัดสารปนเปื้อนต่าง ๆ

สารปนเปื้อน	วิธีบำบัดน้ำเสีย
1. สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้	1. กระบวนการเลี้ยงตะกอนเร่ง (Activated Sludge) 2. ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter) 3. ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (RBC) 4. สระบำบัดน้ำเสีย 5. ระบบทรายกรอง 6. ระบบบำบัดทางกายภาพ-เคมี 7. ระบบบำบัดธรรมชาติ
2. สารไนโตรเจน	1. ระบบ Nitrification และ Denitrification ทั้งแบบแขวนลอยและแบบเกาะผิวตัวกลาง 2. ระบบไล่ก๊าซแอมโมเนีย (Ammonia Stripping) 3. ระบบแลกเปลี่ยนประจุ (Ion exchange) 4. ระบบคลอรีน 5. ระบบบำบัดธรรมชาติ
3.สารฟอสฟอรัส	1. ระบบ Anoxic และ Aerobic

	2. ระบบบำบัดแบบชีวภาพ-เคมี 3. ระบบ Coagulation
	4. ระบบบำบัดแบบเคมี 5. ระบบบำบัดธรรมชาติ
4. สารตะกอนแขวนลอย	1. ตะแกรงดักขยะ 2. เครื่องบดขยะ
	3. ระบบกำจัดตะกอนหนัก 4. ระบบตกตะกอน 5. ระบบกรอง 6. ระบบลอยตะกอน 7. ระบบ Coagulation 8. ระบบบำบัดแบบเคมี 9. ระบบบำบัดธรรมชาติ
5. สารโลหะหนัก	1. ระบบตกตะกอนผลึกเคมี 2. ระบบแลกเปลี่ยนประจุ 3. ระบบบำบัดธรรมชาติ
6. สารอินทรีย์ย่อยสลายยาก (Refractory Organics)	1. ระบบดูดซับด้วยคาร์บอน 2. ระบบเติมโอโซน 3. ระบบบำบัดธรรมชาติ
7. สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organics)	1. ระบบไล่ก๊าซ (Gas Stripping) 2. ระบบดูดซับด้วยคาร์บอน
8. สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ	1. ระบบอาร์โอ (Reverse Osmosis) 2. ระบบแลกเปลี่ยนประจุ 3. ระบบแยกด้วยไฟฟ้า-เยื่อกรอง
9. จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคภัย	1. ระบบคลอรีน 2. ระบบเติมโอโซน 3. ระบบแสงอัลตราไวโอเลต (UV) 4. ระบบเติม Bromine Chloride 5. ระบบธรรมชาติ

จากตารางเราสามารถที่จะเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดประหยัดที่สุดและเหมาะสมที่สุดเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกระบบบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ โดยรูปที่ 2.8 แสดงหน่วยราคากับค่าประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียแบบต่าง ๆ

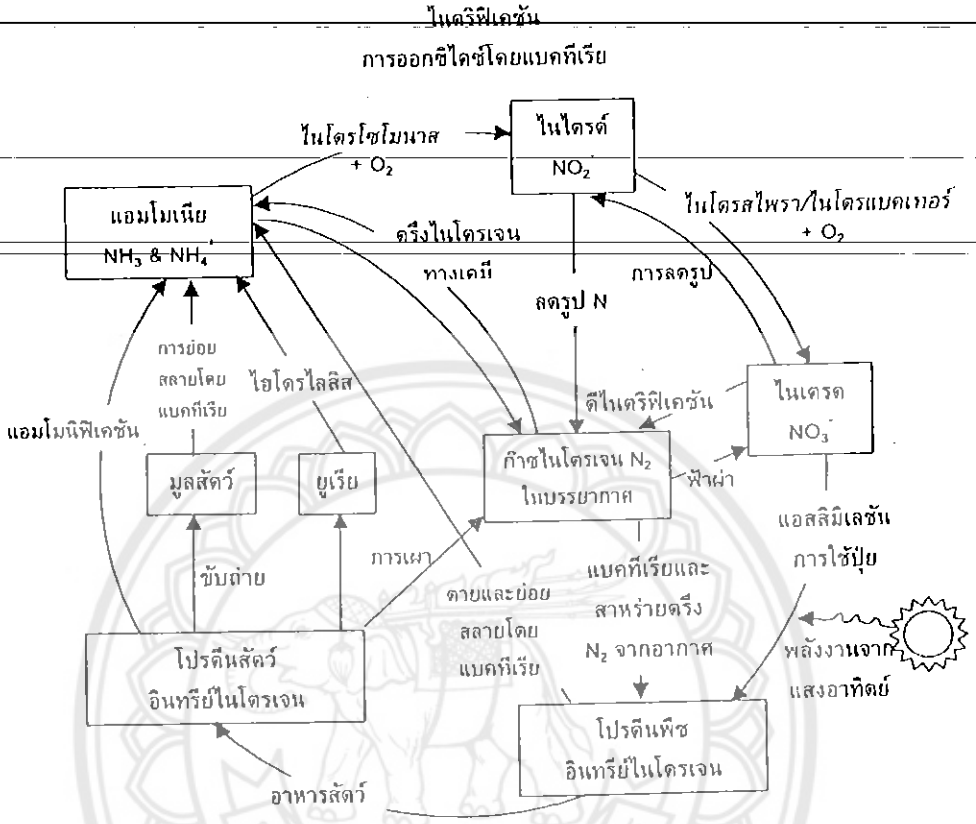


รูปที่ 2.8 ราคาทั้งหมดของวิธีบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ เปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย

ที่มา : ศ.ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544

2.11 วัฏจักรของไนโตรเจน

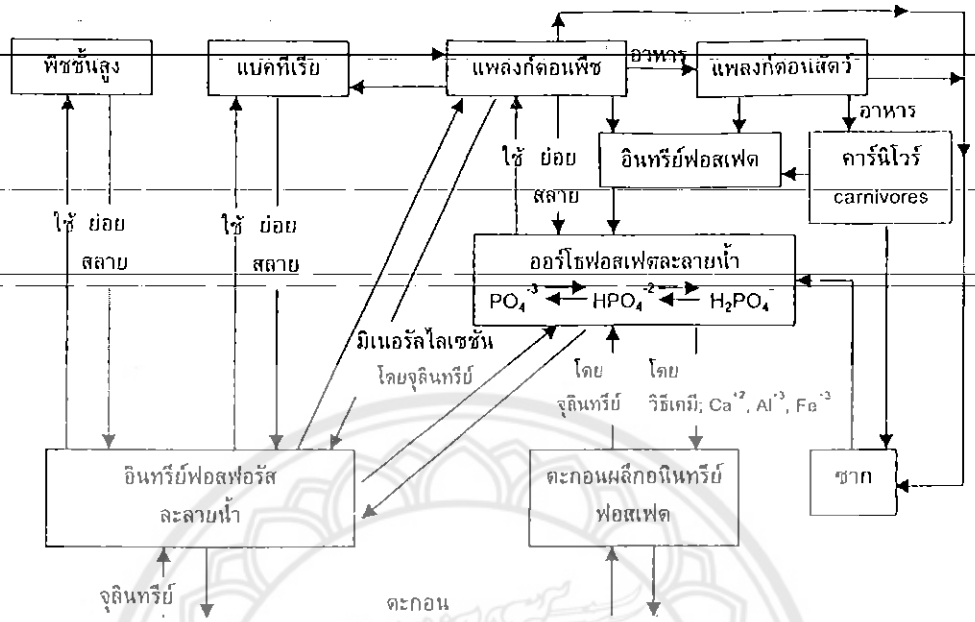
ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับโปรตีนและกรดนิวเคลอิกในเซลล์จุลลินทรีย์และพืชรวมทั้งสัตว์ จึงมีความสำคัญต่อวงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกรูปแบบ แม้ว่าไนโตรเจนจะมีมากคือมีถึงร้อยละ 79 ในบรรยากาศ แต่ไนโตรเจนกลับเป็นธาตุที่มีอยู่จำกัดในดินและน้ำ ทำให้การเกษตรทำได้ไม่ดีนักในบางประเทศ และเนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่คงตัวมากและเปลี่ยนรูปไม่ได้ง่าย ๆ ยกเว้นบางกรณีเช่น ฟ้าผ่า หรือมีอุณหภูมิและความดันสูง ฯลฯ จุลินทรีย์จึงมีบทบาทมากในการเปลี่ยนรูปไนโตรเจนให้เป็นแอมโมเนียภายใต้กระบวนการที่เรียกว่า "แอมโมนิฟิเคชัน" แอมโมเนียจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นไนไตรท์และไนเตรท ซึ่งจะถูกใช้ต่อไปได้ง่าย ๆ โดยพืชและสาหร่าย ซึ่งจะกลายเป็นอาหารของสัตว์ในวงจรชีวิตอีกขั้นหนึ่ง พืชและสัตว์เมื่อตายลงซากของมันจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียกลับมาเป็นแอมโมเนีย ขณะเดียวกันสัตว์ก็สามารถขับถ่ายสารอินทรีย์ออกมาซึ่งแปรรูปไปเป็นแอมโมเนียได้อีกเช่นกัน ดังรูป 2.9



รูปที่ 2.9 วัฏจักรไนโตรเจน
ที่มา : ศ.ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544

2.12 วัฏจักรของฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จำเป็นอีกธาตุหนึ่งสำหรับกรดนิวคลีอิกและเยื่อเมมเบรนของเซลล์ รวมทั้งเอทีพีในเซลล์ ดังนั้นฟอสฟอรัสจึงเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับวงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกอย่างด้วยเช่นกัน ฟอสฟอรัสก็เหมือนกับไนโตรเจนที่จะแปรกลับไปมาระหว่างรูปอินทรีย์และรูปอนินทรีย์แต่จะไม่เหมือนกันตรงที่ฟอสฟอรัสจะอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่สถานะวาเลนซี่ +5 เท่านั้น ทั้งนี้อนินทรีย์ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ คือเป็นเกลือของอลูมินัม แคลเซียม แมกนีเซียม โดยอัตราการละลายหรือไม่ละลายน้ำจะขึ้นอยู่กับพีเอชของน้ำด้วย ดังรูปที่ 2.10 แสดงวัฏจักรฟอสฟอรัสในสิ่งแวดล้อมน้ำ และ ตารางที่ 2.5 แสดงค่าฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำในประเทศไทย



รูปที่ 2.10 วัฏจักรฟอสฟอรัสในสิ่งแวดล้อมน้ำ

ที่มา : ศ.ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544

ตารางที่ 2.5 ค่าฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำต่าง ๆ ในประเทศไทย

แหล่งน้ำ	หน่วย (มิลลิกรัมต่อลิตร)
แม่น้ำเจ้าพระยา (อยุธยาถึงปากแม่น้ำ)	0.02
แหล่งน้ำจืดในชุมชน เช่น บึงแก่นนครและบึงทุ่งสร้าง (จ.ขอนแก่น)ลำตะคลอง(จ.นครราชสีมา)	0.1 – 0.5
คูคลองในกรุงเทพมหานคร	5.9 – 36.2
แม่น้ำบางปะกง, แม่กลอง, ท่าจีน	0.01 – 0.39
ทะเลสาบสงขลา	0.014 – 0.086
ท่าเรือน้ำลึกแหลมฉบัง	0.01 – 0.015
อ่างเก็บน้ำขนาดเล็กในขอนแก่นและมหาสารคาม	1.63 ในหน้าแล้ง 0.27 ในหน้าฝน

ที่มา : ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ, 2536

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

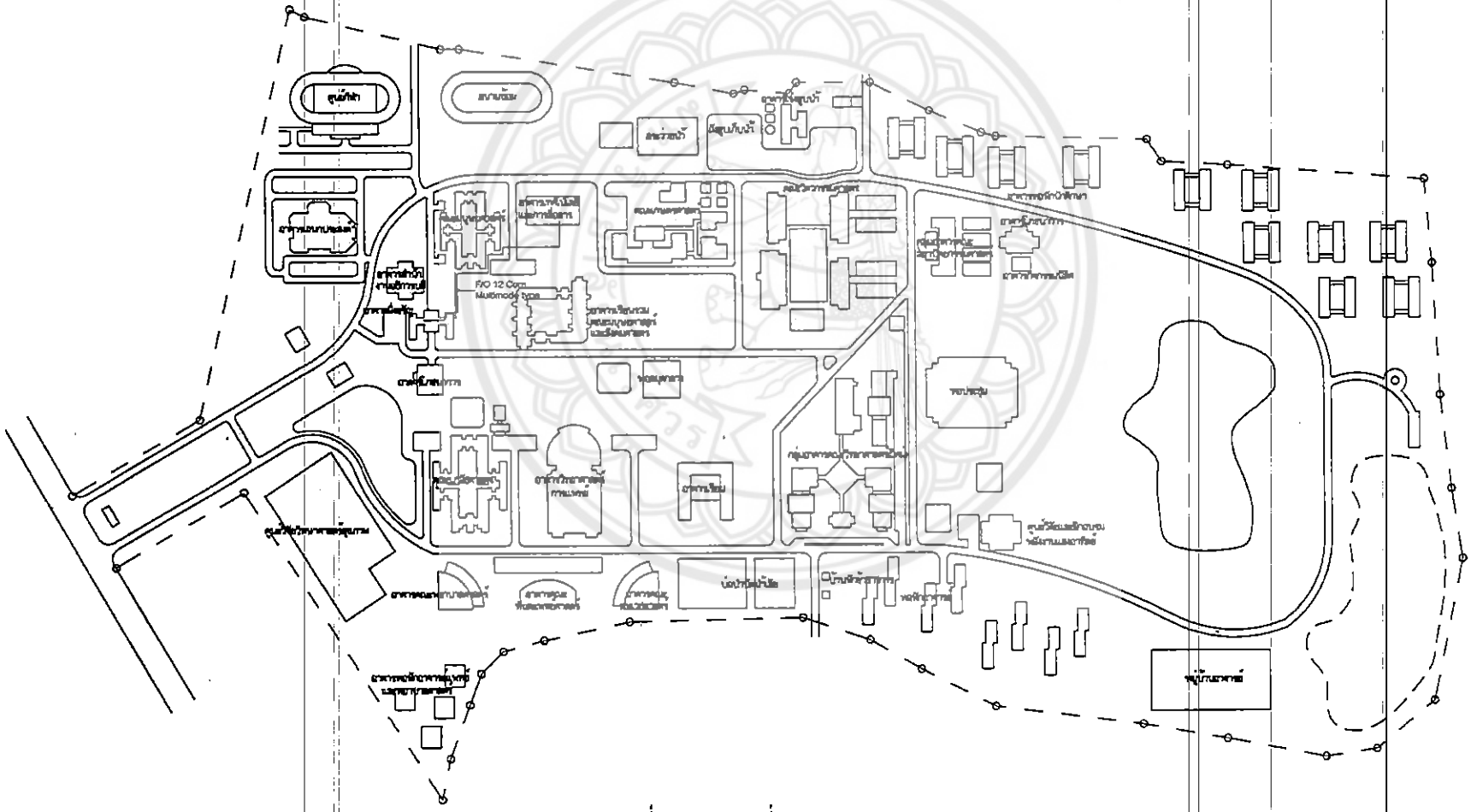
2.13 ระบบน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร

ที่ตั้ง มหาวิทยาลัยนเรศวร ส่วนหนองอ้อ ตั้งอยู่ที่ ทุ่งหนองอ้อ ปากคลองจิก ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

คณะที่ทำการเปิดสอน ปัจจุบันมหาวิทยาลัยนเรศวร มีสำนัก คณะ และโครงการจัดตั้งคณะต่าง ๆ ดังนี้

1. สำนักงานอธิการบดี
2. สำนักหอสมุด
3. บัณฑิตวิทยาลัย
4. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
5. คณะแพทยศาสตร์
6. คณะเภสัชศาสตร์
7. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
8. คณะวิทยาศาสตร์
9. คณะวิศวกรรมศาสตร์
10. คณะศึกษาศาสตร์
11. โครงการจัดตั้งคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์
12. โครงการจัดตั้งคณะสหเวชศาสตร์
13. โครงการจัดตั้งคณะพยาบาลศาสตร์
14. โครงการจัดตั้งคณะทันตแพทยศาสตร์
15. โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ

4H00805
TD
741
ก522
2544



รูปที่ 2.11 แผนที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

จำนวนนิสิตและบุคลากรในมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงได้ดังตารางที่ 2.6 และ 2.7

ตารางที่ 2.6 จำนวนนิสิตในมหาวิทยาลัยนเรศวร (2544)

คณะ	ประกาศนียบัตร	ปริญญาตรี	ปริญญาโท	ปริญญาเอก	รวม
1 กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม		410	222		632
คณะวิทยาศาสตร์		1775	503		2278
คณะวิศวกรรมศาสตร์		1206	24		1230
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์		163			163
2 กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์					
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์		2983	1024		4007
คณะศึกษาศาสตร์	15	508	4356	51	4930
3 กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ					
คณะเภสัชศาสตร์		556	8	4	568
คณะแพทย์ศาสตร์		421	297		718
คณะทันตแพทย์ศาสตร์		182			182
คณะพยาบาลศาสตร์		1377	40		1417
คณะสหเวชศาสตร์		424			424
รวมทั้งสิ้น	15	10005	6474	55	16549

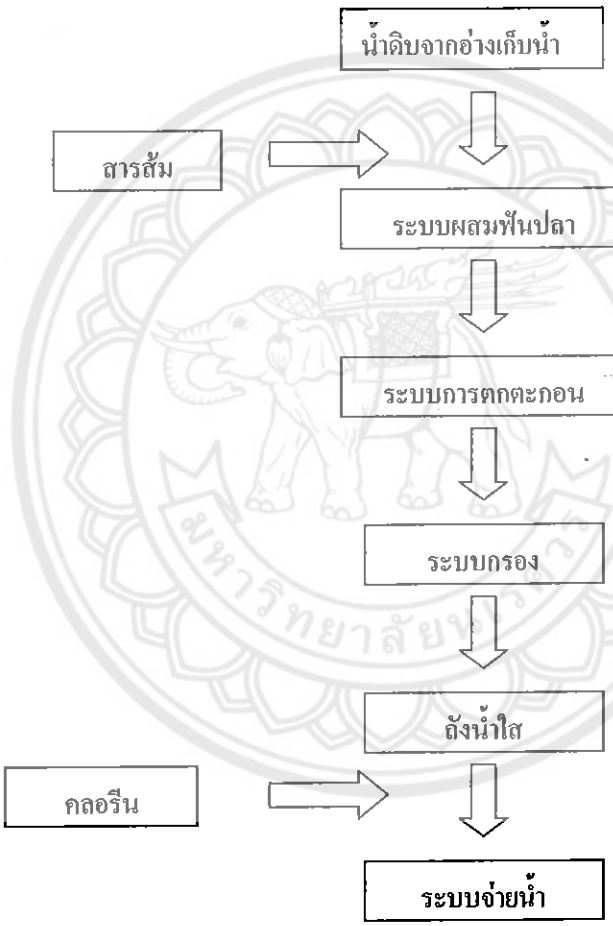
ที่มา : จากหนังสือรายงานประจำปี มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2544

ตารางที่ 2.7 จำนวนบุคลากรในมหาวิทยาลัยนเรศวร (2544)

หน่วยงาน	สาย ก.	สาย ข.	สาย ค.	พนักงานสายวิชาการ	พนักงานสายบริการ	ลูกจ้างชั่วคราว	ลูกจ้างประจำ	รวม
1 กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี								
คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	61	3	4	8		15		91
คณะวิทยาศาสตร์	110	6	7	4		37		164
คณะวิศวกรรมศาสตร์	70	5	5	21		31		132
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์						9		9
สำนักงานอธิการบดี		31	54		18	137	121	362
2 กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์								
บัณฑิตวิทยาลัย		1	2			17		20
วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา	12			15	2	52		81
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	117	2	5	15		56		195
คณะศึกษาศาสตร์	41	2	3	2		23		71
3 กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ								
สำนักหอสมุด		2	9		2	24		37
คณะเภสัชศาสตร์	55	8	4	12		24		103
คณะแพทย์ศาสตร์	103	5	3	23	20	29		183
คณะทันตแพทยศาสตร์	25	1	2	16	5	17		66
คณะพยาบาลศาสตร์	13		1	4	2	7		27
คณะสหเวชศาสตร์	13		2	8	2	10		35
สถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ			1		2	14		17
รวมทั้งสิ้น	620	66	102	128	53	502	121	1592

ที่มา : จากหนังสือรายงานประจำปี มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2544

2.13.4 ระบบการน้ำประปา กระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำดิบนั้นเริ่มต้นจากการสูบน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำขนาดความจุ 300,000 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาด 2,500 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง จำนวน 2 เครื่อง สูบน้ำดังกล่าวเข้าระบบผสมสารส้ม และระบบตกตะกอน เพื่อให้เกิดการตกตะกอนแล้วจึงปล่อยเข้าสู่ระบบกรองน้ำ ในขณะที่ปล่อยน้ำเข้าสู่ถังน้ำใสก็จะมีการผสมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนเข้าสู่ถังเก็บน้ำดีขนาด 5,000 ลูกบาศก์เมตร และเข้าสู่ระบบจ่ายน้ำต่อไป ขั้นตอนดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ระบบการผลิตน้ำประปา

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

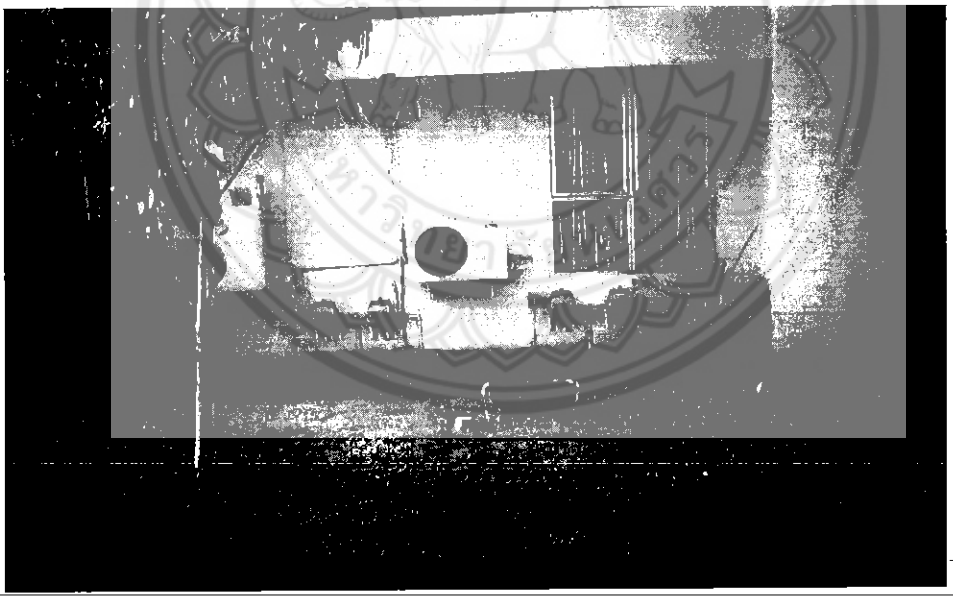
3.1 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองโดยเก็บน้ำทิ้งจากจุดที่กำหนดในมหาวิทยาลัยนเรศวรส่วนหนองอ้อ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากเครื่องบำบัดน้ำเสีย 1 ครั้ง/เดือน เป็นระยะเวลา 7 เดือน โดยมีรายละเอียดและวิธีการดังนี้

3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งทั้งหมด 14 จุด ได้แก่

3.2.1 อาคารเคมีคณะวิทยาศาสตร์



รูปที่ 3.1 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารเคมีคณะวิทยาศาสตร์

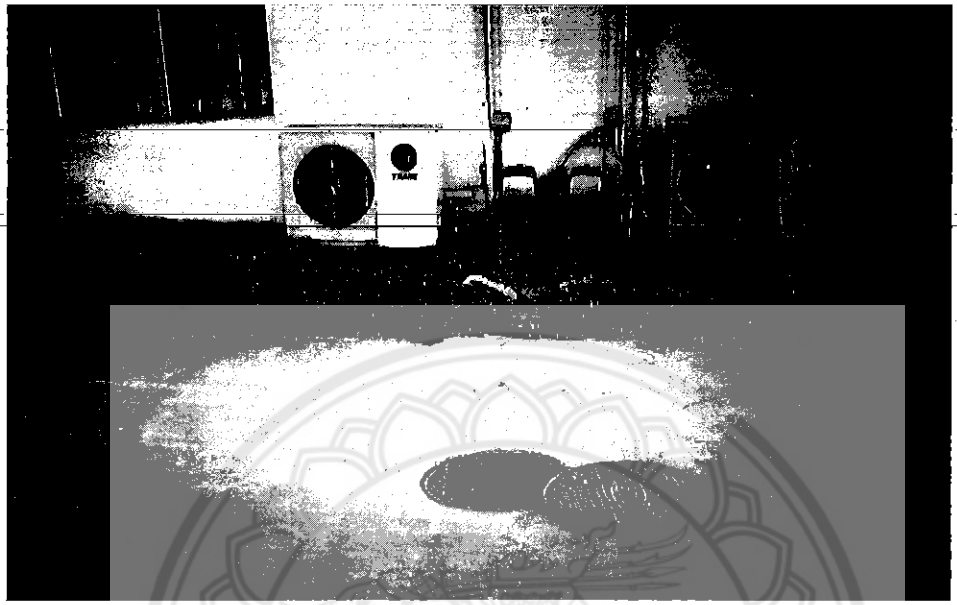
3.2.2 อาคารฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์

รูปที่ 3.2 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์

3.2.3 อาคารคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 3.3 อาคารคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3.2.4 อาคารชีวะวิทยาคณะวิทยาศาสตร์



รูปที่ 3.4 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารชีวะวิทยาคณะวิทยาศาสตร์

3.2.5 อาคารแพทย์

รูปที่ 3.5 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารแพทย์

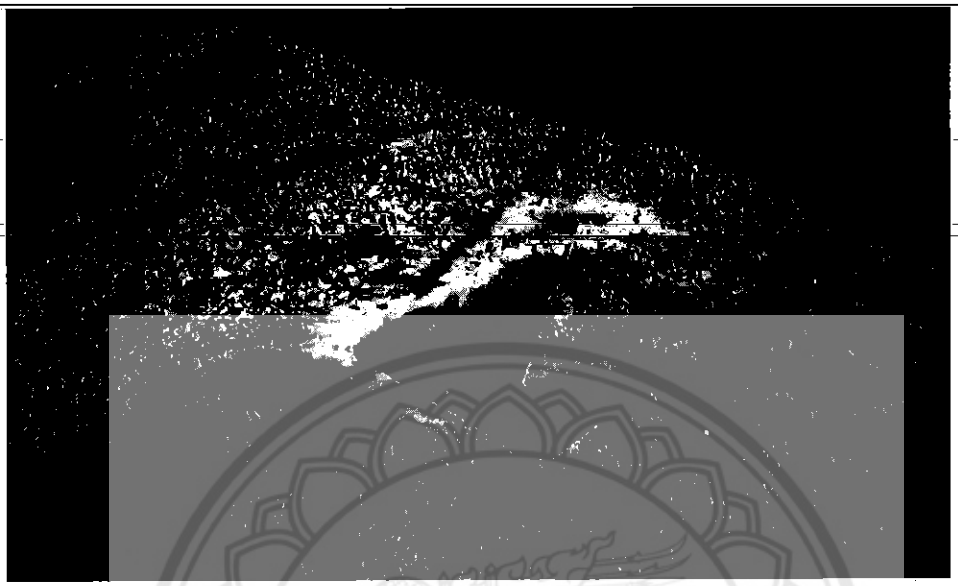
2.3.6 อาคารเภสัช

รูปที่ 3.6 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารเภสัช

2.3.7 อาคารโภชนาคาร 1

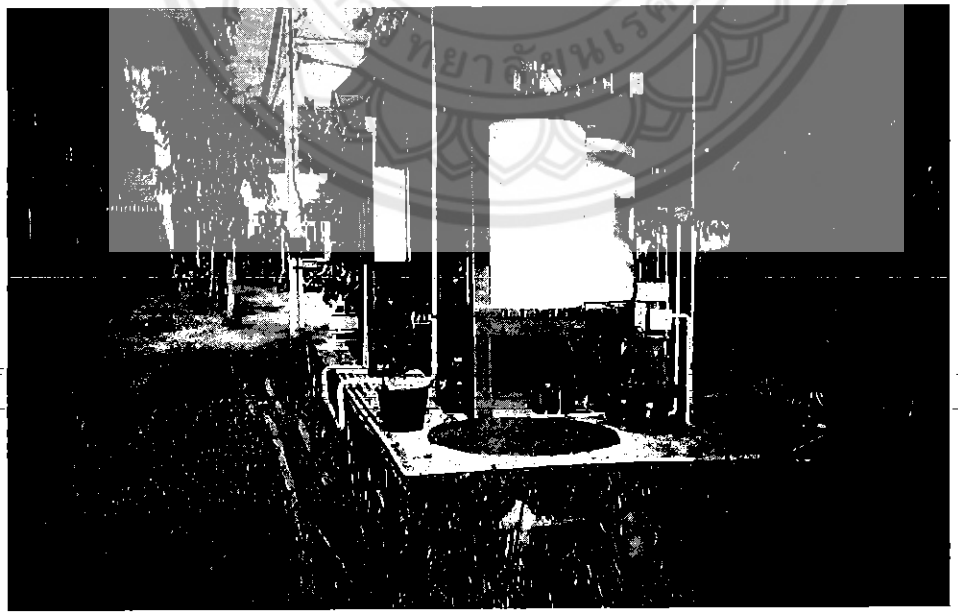
รูปที่ 3.7 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารโภชนาคาร 1

3.2.8 อาคารโภชนาคาร 2



รูปที่ 3.8 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารโภชนาคาร 2

3.2.9 อาคารมนุษยศาสตร์

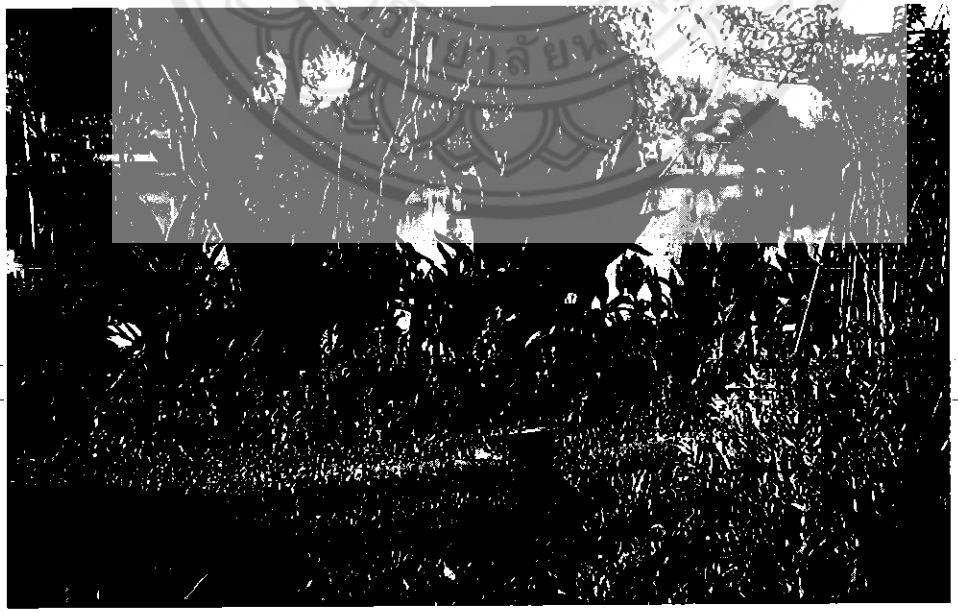


รูปที่ 3.9 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารมนุษยศาสตร์

3.2.10 อาคารมิ่งขวัญ

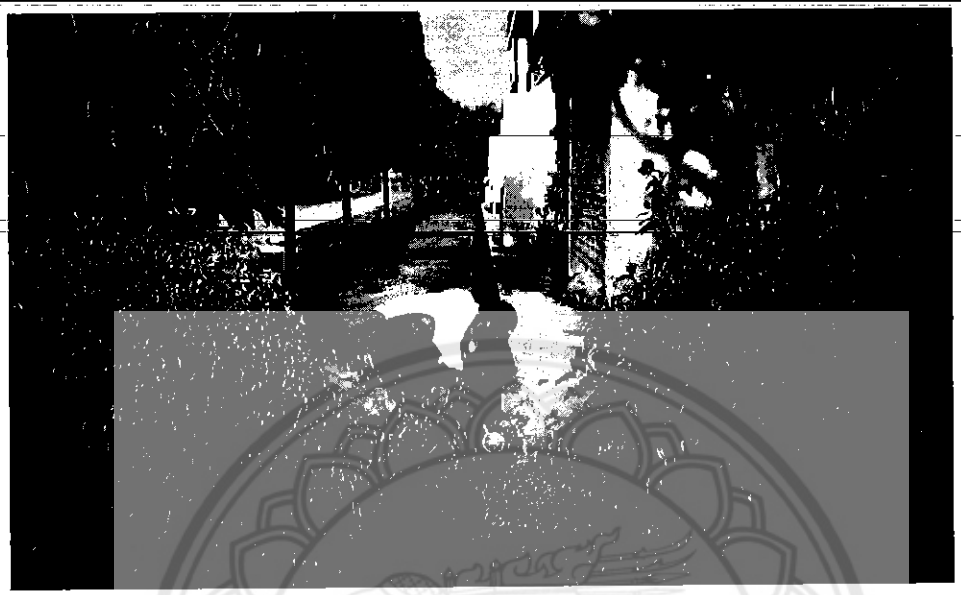
รูปที่ 3.10 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารมิ่งขวัญ

3.2.11 อาคารศึกษาศาสตร์



รูปที่ 3.11 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารศึกษาศาสตร์

3.2.12 อาคารหอพักอาจารย์

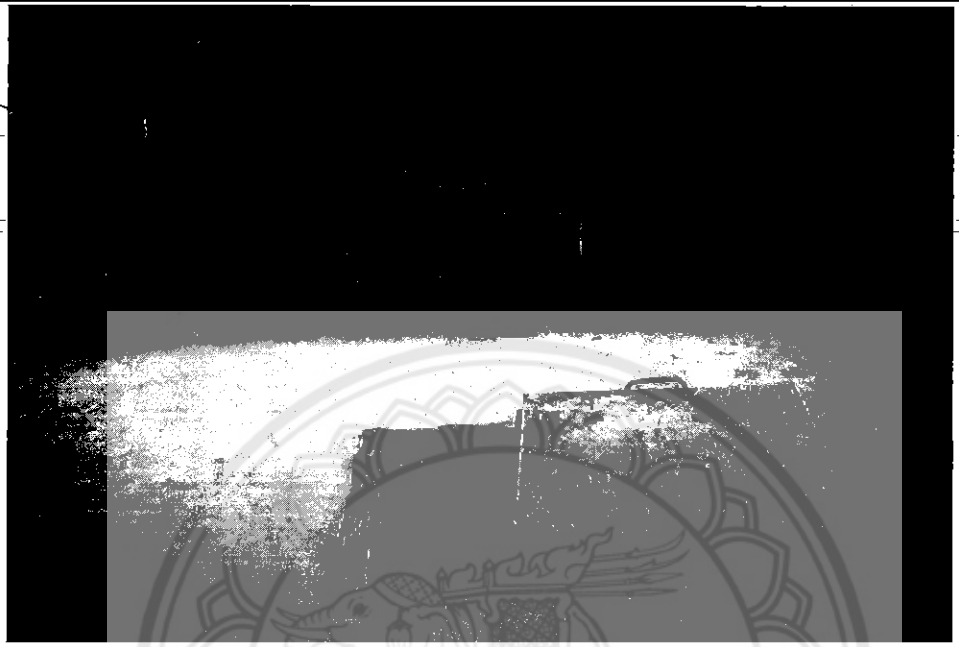


รูปที่ 3.12 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารหอพักอาจารย์

3.2.13 อาคารหอพักหญิง 1

รูปที่ 3.13 จุดเก็บน้ำทิ้งอาคารหอหญิง 1

3.2.14 อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์ (EN)



รูปที่ 3.14 จุดเก็บน้ำอาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์ (EN)

3.3 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

เก็บโดยใช้ถังตักน้ำขึ้นมาแล้ววัดอุณหภูมิ จากนั้นล้างขวดเก็บน้ำตัวอย่างด้วยน้ำทิ้งในถัง 1 ครั้ง เทน้ำออกแล้วกรอกน้ำใส่ขวดเก็บน้ำจนเต็มปิดฝา ปิดฉลากแสดง วัน,เดือน,ปี ที่เก็บรายละเอียดจุดเก็บให้เรียบร้อย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง ได้แก่

- ขวดพลาสติกมีฉลากปิดขวด 28 ขวด
- เชือกไนลอนยาวประมาณ 5 เมตร
- ถังพลาสติก 2 ถัง
- กรวยพลาสติก 1 อัน

3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
TKN	Kjeldahl
แอมโมเนีย	Distillation and Acid Titration
TP	Acid Digestion and Ascorbic Acid
ไนไตรท	Colorimetric Method (NED)
ไนเตรท	Hydrazine Sulfate

ที่มา : วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น, 2544

3.5 ไนไตรท-ไนโตรเจน และไนเตรท-ไนโตรเจน

3.5.1 เครื่องมือ

3.5.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดสี ได้แก่ VIS-spectrophotometer สำหรับใช้ที่ 543 นาโนมิเตอร์ และสามารถให้ความยาวแสงตั้งแต่ 1 เซนติเมตรขึ้นไป

3.5.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนโดยวิธีไฮดราซีน

3.5.1.2.1 VIS-spectrophotometer สำหรับใช้ที่ 543 นาโนมิเตอร์ และสามารถให้ความยาวแสงตั้งแต่ 1 เซนติเมตรขึ้นไป

3.5.1.2.2 หลอดทดลองขนาด 20 มิลลิลิตร

3.5.1.2.3 ตู้อบ 30 ^{0}ซ

3.5.2 เครื่องแก้ว

ได้แก่ ขวดรูปชมพู่ ขวดปริมาตร และปีเปต

3.5.3 สารเคมี

3.5.3.1 สารเคมีที่ใช้ในการหาปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน

3.5.3.1.1 น้ำกลั่นที่ปราศจากไนไตรท

3.5.3.1.2 สารละลายซัลฟานิลาไมด์ ละลายซัลฟานิลาไมด์ 5 กรัมในสารละลายผสมของกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 50 มิลลิลิตรกับน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรท 300 มิลลิลิตร แล้วเจือจางให้มีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นดังกล่าว

3.5.3.1.3 สารละลายเนฟท์ธิลเอทธิลลีนไดเอมีนไดไฮโดรคลอไรด์ ละลาย N-(1-naphthyl)-ethylenediamine dihydrochloride 500 มิลลิกรัมในน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรท 500 มิลลิลิตร เก็บสารละลายนี้ไว้ในที่มืด และให้เตรียมใช้ใหม่ทุกเดือน หรือทันทีที่สารละลายมีสีน้ำตาล

3.5.3.1.4 สารละลายสต๊อกไนไตรท ละลายโซเดียมไนไตรทแอนไฮดรัสที่แห้ง ;$NaNO_2$ หรือโปตัสเซียมไนเตรท; KNO_2 (เก็บไว้ในเดซิเคเตอร์ 24 ชั่วโมง) 0.49265 กรัม หรือ 0.6072 กรัม ตามลำดับ ในน้ำกลั่นที่ปราศจากไนไตรทและทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่นดังกล่าว ทำการเก็บรักษาสารละลายนี้ด้วยการเติมคลอโรฟอร์มลงไป 2 มิลลิลิตรต่อสารละลาย 1 ลิตร ละลายสารที่เตรียมได้นี้ 1 มิลลิลิตร มีไนไตรท-ไนโตรเจนอยู่ 100 ไมโครกรัม และมีอายุการใช้งานประมาณ 3 เดือน

3.5.3.1.5 สารละลายมาตรฐานไนไตรท เจือจางสารละลายสต๊อกไนเตรท 10 มิลลิลิตร ให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากไนไตรท สารละลายที่ได้ 1 มิลลิลิตรมีไนไตรท-ไนโตรเจนอยู่ 1 ไมโครกรัม สารละลายนี้ต้องเตรียมใช้ใหม่ทุกครั้ง

3.5.3.1.6 สารละลายกรดไฮโดรคลอริค (1+3) เติมกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 25 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่นที่ปราศจากไนไตรท 75 มิลลิลิตร

3.5.3.2 สารเคมีที่ใช้ในการหาไนเตรท-ไนโตรเจนด้วยวิธีไฮดราซีน

3.5.3.2.1 สารละลายซัลฟานิลาไมด์ ละลายซัลฟานิลาไมด์ 5 กรัมในสารละลายผสมของกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 50 มิลลิลิตรกับน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรด 300 มิลลิลิตร แล้วเจือจางให้มีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นดังกล่าว

3.5.3.2.2 สารละลายเนฟท์ธิลเอทธิลลีนไดเอมีนไดไฮโดรคลอไรด์ เตรียมเหมือนข้อ 3.5.3.1.3

3.5.3.2.3 น้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรท ใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการกลั่น 2 ครั้ง หรือน้ำกลั่นที่ผ่านกระบวนการดีไอออนไนซ์ที่มีคุณภาพดีที่สุดแล้วในการเตรียมสารละลายที่จะกล่าวถึงต่อไป น้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรทดังกล่าวเมื่อนำไปหาปริมาณไนเตรทแล้ว ค่า Absorbance ที่วัดได้ต้องไม่เกิน 0.1

3.5.3.2.4 สารละลายสต๊อกไนเตรท อบโปตัสเซียมไนเตรท; KNO_3 ในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 ^{0}ซ 24 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ละลาย KNO_3 ที่อบแห้งแล้ว 0.7218 กรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรทแล้วเจือจางให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บรักษาสารละลายดังกล่าวด้วยการเติมการเติมคลอโรฟอร์ม 2 มิลลิลิตรต่อสารละลาย 1 ลิตร สารละลายที่ได้นี้ 1.00 มิลลิลิตร มีไนเตรท-ไนโตรเจน 100 ไมโครกรัม และมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 6 เดือน

3.5.3.2.5 สารละลายมาตรฐานไนเตรท เจือจางสารละลายในข้อ 3.5.3 5.00 มิลลิลิตร ให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจาก ไนเตรท สารละลายที่ได้ 1.00 มิลลิลิตร มีไนเตรท-ไนโตรเจน 1.00 ไมโครกรัม

3.5.3.2.6 สารละลายฟีนอล ละลายฟีนอล 4.6 กรัม ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรท แล้วทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 มิลลิลิตร

3.5.3.2.7 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.45 กรัม ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรท แล้วทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 มิลลิลิตร

3.5.3.2.8 สารละลายผสมชนิดที่หนึ่ง ผสมสารละลายในข้อ 3.5.3.2.5 และ3.5.3.2.6 อย่างละเท่ากัน แล้วคนให้ทั่ว

3.5.3.2.9 สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ละลาย $CuSO_4.5H_2O$ 15.6 มิลลิกรัม ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรท แล้วทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 มิลลิลิตร

3.5.3.2.10 สารละลายไฮดราซีนซัลเฟต ละลายไฮดราซีนซัลเฟต 0.725 กรัม ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรท แล้วทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 มิลลิลิตร

3.5.3.2.11 สารละลายผสมชนิดที่สอง ผสมสารละลายในข้อ 3.5.3.2.9 และ3.5.3.2.10 อย่างละเท่ากัน แล้วคนให้ทั่ว

3.5.3.2.12 อะซิโตน

หมายเหตุ สารละลายผสมในข้อ 3.5.3.2.8 และ 3.5.3.2.10 ให้เตรียมใหม่แล้วใช้ทันที

3.5.4 วิธีทำ

3.5.4.1 การหาปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนในน้ำตัวอย่าง

3.5.4.1.1ถ้าน้ำตัวอย่างขุ่นหรือมีสารแขวนลอย ให้กรองน้ำตัวอย่างด้วย membrane filter ที่มีรูขนาด 0.45 ไมครอน

3.5.4.1.2 ปิเปตตัวอย่างที่ใส 10 มิลลิลิตรหรือน้อยกว่า แล้วทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรท ใส่ลงในขวดชมพู่

3.5.4.1.3 ในกรณีที่น้ำตัวอย่างมีพีเอชมากกว่า 10 หรือมีความเป็นด่างรวมเกิน 600มก/ล แคลเซียมคาร์บอเนต ให้ปรับพีเอชของน้ำตัวอย่างให้มีค่าประมาณ 6 ด้วยสารละลายกรดซัลฟุริค แล้วเติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ลงไป 1 มิลลิลิตร

3.5.4.1.4 เติมสารละลายเนฟท์ธิลเอทธิลลีนไดเอมีนไดไฮโดรคลอไรด์ลงไป 1 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากันทันที ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง

3.5.4.1.5 นำสารละลายที่ได้จากข้อ 1.4 ไปทำการวัด absorbance หรือ % transmission ที่ 543 นาโนมิเตอร์

3.5.4.1.6 นำค่า absorbance หรือ % transmission ที่อ่านได้ไปหาความเข้มข้นของไนไตรท-ไนโตรเจน จาก calibration curve

3.5.4.1.7 ในกรณีที่ใช้น้ำตัวอย่างน้อยกว่า 10 มิลลิลิตร ให้คำนวณหาปริมาณของ ไนไตรท-ไนโตรเจน จากสูตร

$$\text{มก/ล ของไนไตรท-ไนโตรเจน} = \frac{\text{มก/ล ที่อ่านได้} \times 10}{\text{มล. น้ำตัวอย่าง}}$$

3.5.4.2 การหาปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนด้วยวิธีไฮดราซีน

3.5.4.2.1ปิเปตตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร หรือน้อยกว่าแล้วทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรท ใส่ลงในหลอดทดลอง

3.5.4.2.2เติมสารละลายผสมชนิดที่หนึ่ง 0.5 มิลลิลิตร แล้วตามด้วยสารละลายผสมชนิดที่สอง 0.25 มิลลิลิตร

3.5.4.2.3 ปิดปากหลอดด้วยจุกยางหรือฝาปิด แล้วเขย่าให้เข้ากัน

3.5.4.2.4นำไปอบในที่มืดและที่อุณหภูมิ 30 ^{0}ซ เป็นเวลา 15-20 ชั่วโมง

3.5.4.2.5นำสารละลายที่ได้จากข้อ 2.4 มาเติมอะซิโตน 0.4 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 2 นาที

3.5.4.2.6เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 0.2 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 2 นาทีแต่ไม่เกิน 8 นาที

3.5.4.2.7เติมสารละลายเนฟท์ธิลลีนไดเอมีนไฮโดรคลอไรด์ลงไป 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

3.5.4.2.8นำสารละลายที่ได้จากข้อ 2.7 ไปทำการวัด absorbance หรือ % transmission ภายหลังจากตั้งทิ้งไว้ 5-10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง ที่ 543 นาโนมิเตอร์ ในกรณีที่มีการเจือจางน้ำตัวอย่างให้นำค่าที่อ่านได้ไปปรับให้ถูกต้องโดยใช้สูตรดังแสดงข้างล่างนี้ ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรทนั้นยังมีไนเตรทอยู่เล็กน้อย

$$\text{absorbance ของน้ำตัวอย่าง} = A - \frac{(10-X)B}{10}$$

เมื่อ A = absorbance ของน้ำตัวอย่างที่เจือจางแล้ว (ที่อ่านได้)

B = absorbance ของน้ำกลั่นที่ปราศจากไนเตรท

X = ปริมาณของน้ำตัวอย่าง , มิลลิลิตร

3.5.4.2.9นำค่า absorbance หรือ % transmission ที่ปรับให้ถูกต้องแล้ว ไปอ่านค่าความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนจาก calibration curve

3.5.4.2.10คำนวณหาปริมาณของไนเตรท-ไนโตรเจนจากสูตรข้างล่างนี้

$$\text{มก/ล ของไนเตรท-ไนโตรเจน} = \frac{\text{มก/ล ที่อ่านได้} \times 10}{\text{มล น้ำตัวอย่าง}} - \text{มก/ล ของไนไตรท-ไนโตรเจน}$$

3.6 แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบในสารอินทรีย์

3.6.1เครื่องมือ

3.6.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (วิธีไตเตรด)

3.6.1.1.1เครื่องมือที่ใช้ในการกลั่นน้ำตัวอย่างเพื่อแยกแอมโมเนีย ออกจากสารรบกวน

3.6.1.1.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้น้ำกลั่น ซึ่งทำด้วยแก้วบอโรซิเกตทั้งชุด และประกอบด้วยขวดเจคาลขนาด 800 มิลลิลิตร ต่อกับคอนเดนเซอร์ที่วางตัวในแนวดิ่งด้วย spalsh head และมี receiver ต่อจากปลายคอนเดนเซอร์ โดยที่ปลาย receiver ต้องจุ่มใต้สารละลายกรดที่ใช้รองรับแอมโมเนีย

3.6.1.1.1.2เตาไฟฟ้า เป็นเตาที่สามารถให้ความร้อนได้สูงถึง 700 ^{0}ซ

3.6.1.1.1.3 เครื่องวัดพีเอช

3.6.1.1.2 เครื่องแก้วที่ใช้ในการหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนได้แก่ ปีเปต บิวเรต และขวดรูปชมพู่

3.6.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณเจดาลไนโตรเจน ที่เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์

3.6.1.2.1 อุปกรณ์การย่อยสลาย ประกอบด้วยขวดเจดาลขนาด 800 มิลลิลิตรและเตาไฟฟ้าที่ให้ความร้อนได้สูงถึง 700 ^{0} ซ

3.6.1.2.2 อุปกรณ์การกลั่นน้ำตัวอย่างเพื่อแยกแอมโมเนีย ออกจากสารรบกวน เหมือนข้อ 3.6.1.1.1

3.6.1.2.3 อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในการหาปริมาณไนโตรเจน ได้แก่ ปีเปต บิวเรต และขวดรูปชมพู่

3.6.2 สารเคมี

3.6.2.1 สารเคมีที่ใช้ในการหาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

3.6.2.1.1 สารเคมีที่ใช้ในการกลั่นน้ำตัวอย่าง

3.6.2.1.1.1 น้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย เตรียมโดยใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งดังนี้ (ใช้น้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนียในการเตรียมสารเคมี เจือจางน้ำตัวอย่างและล้างเครื่องแก้ว)

3.6.2.1.1.1.1 การแลกเปลี่ยนไอออน ผ่านน้ำกลั่นลงไปในคอลัมน์ที่บรรจุ strongly acidic cation-exchange resin ผสมกับ strongly anionic-exchange resin (ให้เลือกใช้เรซินที่สามารถกำจัดเอาสารอินทรีย์ที่เป็นสารรบกวนในการหาแอมโมเนียออกจากน้ำกลั่นด้วย)

3.6.2.1.1.1.2การกลั่น เติมสารละลายกรดซัลฟุริคเข้มข้น 0.1 มิลลิลิตรลงไนน้ำกลั่น 1 ลิตร แล้วนำไปกลั่นใหม่โดยทิ้งสารละลายที่กลั่นได้ 100 มิลลิลิตรแรก

3.6.2.1.1.2 สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล (NaOH 0.4 กรัม ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร) 88 มิลลิลิตร ลงในสารละลายโซเดียมเตตราบอเรต ; $Na_2B_4O_7$ 0.025 โมลาร์ ($Na_2B_4O_7$ 5 กรัม หรือ $Na_2B_4O_7 . 10H_2O$ 9.5 กรัมในสารละลาย 1 ลิตร) 500 มิลลิลิตร แล้วเจือจางให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย

3.6.2.1.1.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัล ละลาย NaOH 240 กรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย แล้วเจือจางให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นดังกล่าว

3.6.2.1.1.4 สารละลายที่ใช้ในการกำจัดคลอรีนตกค้าง เลือกใช้สารละลายใดสารละลายหนึ่งดังนี้ (สารละลายเหล่านี้ 1 มิลลิลิตรสามารถกำจัดคลอรีนตกค้าง 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำตัวอย่าง 500 มิลลิลิตร)

3.6.2.1.1.4.1สารละลายโซเดียมซัลไฟท์ ; Na_2SO_3 ละลาย Na_2SO_3 0.9 กรัมในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย แล้วเจือจางให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตร

3.6.2.1.1.4.2สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ; $Na_2S_2O_3$ ละลาย $Na_2S_2O_3$. $5H_2O$ 3.5 กรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย แล้วเจือจางให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ต้องเตรียมใช้ใหม่ทุกอาทิตย์

3.6.2.1.1.5 สารละลายกรดบอริค 2 % ; H_3BO_3 ละลาย H_3BO_3 20 กรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย แล้วเจือจางให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่นดังกล่าว

3.6.2.1.1.6 สารละลายกรดซัลฟุริค 0.04 นอร์มัล เจือจางสารละลายกรดซัลฟุริคเข้มข้น 1.0 มิลลิลิตร ให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย

3.6.2.1.1.7 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล และสารละลายกรดซัลฟุริค 1 นอร์มัล สำหรับใช้ในการปรับพีเอชของน้ำตัวอย่าง

3.2.6.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนด้วยวิธีการไตเตรด

3.2.6.1.2.1 เหมือนกับสารเคมีที่ใช้ในการกลั่นน้ำตัวอย่างในข้อ 3.2.6.1.1

3.2.6.1.2.2 สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม ละลายเมทธิลเรด 200 มิลลิกรัม ในสารละลายเอทธานอล 95 % 100 มิลลิลิตร ละลายเมทธิลลียบูล 100 มิลลิกรัม ในสารละลายเอธานอล 95 % 50 มิลลิลิตร แล้วผสมสารละลายทั้ง 2 เข้าด้วยกัน สารละลายผสมนี้ต้องเตรียมใช้ใหม่ทุกเดือน

3.2.6.1.2.3สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟุริค 0.02 นอร์มัล

3.2.6.2 สารเคมีที่ใช้ในการหาปริมาณไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบในสารอินทรีย์

3.2.6.2.1เหมือนกับข้อ 3.2.6.1

3.2.6.2.2 สารละลายกรดซัลฟุริคเข้มข้น ; H_2SO_4 conc.

3.2.6.2.3สารละลายเมอร์คิวริคซัลเฟต ; $HgSO_4$ ละลายเมอร์คิวริคออกไซด์สีแดง; HgO 8 กรัม ในสารละลายกรดซัลฟุริค 6 นอร์มัล 100 มิลลิลิตร

3.2.6.2.4โปตัสเซียมซัลเฟต; K_2SO_4

3.2.6.2.5คอปเปอร์ซัลเฟต; $CuSO_4 . 5H_2O$

3.2.6.2.6 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 35 % ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 350 กรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย แล้วเจือจางทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นดังกล่าว

หมายเหตุ สารเคมีในข้อ 3.2.6.2.2-3.2.6.2.4 ใช้ในกรณีที่ใช้ปรอทเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์

ส่วนสารเคมีในข้อ 3.2.6.2.2 และ 3.2.6.2.5 ใช้ในกรณีที่ใช้ทองแดงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดังกล่าว

3.6.3 วิธีทำ

3.6.3.1 การหาปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

3.6.3.1.1 การกลั่นน้ำตัวอย่างเพื่อแยกแอมโมเนียออกจากสารรบกวน

3.6.3.1.1.1 เตรียมอุปกรณ์การกลั่นด้วยการกลั่นน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย 500 มิลลิลิตร ซึ่งได้เติมสารละลายบัฟเฟอร์ลงไป 20 มิลลิลิตร และปรับให้มีพีเอช 9.5 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัลแล้ว (อย่าลืมเติมลูกแก้วหรือ boiling chips ลงไปเล็กน้อยด้วย) ทำการกลั่นสารละลายดังกล่าว จนกระทั่งสารละลายที่ได้จากการกลั่นไม่มีแอมโมเนียปนอยู่จึงหยุด อย่าเพิ่งแยกเอาขวดกลั่นออกจากอุปกรณ์จนกว่าจะทำการกลั่นน้ำตัวอย่าง

3.6.3.1.1.2 นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการเอาคลอรีนตกค้างออกแล้วในขณะที่ทำการเก็บน้ำตัวอย่างนั้น 500 มิลลิลิตรหรือน้อยกว่า แล้วเจือจางให้มีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย (ในกรณีที่น้ำมีแอมโมเนีย-ไนโตรเจนต่ำกว่า 100 ไมโครกรัมต่อลิตร ให้ใช้น้ำตัวอย่าง 1000 มิลลิลิตร) มาทำการปรับให้มีพีเอชประมาณ 7 ด้วยสารละลายกรดหรือสารละลายด่างเจือจาง

3.6.3.1.1.3 เติมสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ลงไป 25 มิลลิลิตร แล้วปรับให้มีพีเอชเท่ากับ 9.5 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัล

3.6.3.1.1.4เติมลูกแก้วหรือ boiling chips ปริมาณเล็กน้อยลงไปในสารละลายที่ได้จากข้อ ค. แล้วนำไปกลั่นด้วยอัตราเร็ว 6-10 มิลลิลิตรต่อนาที โดยทำการเก็บสารละลายที่กลั่นได้ใต้ผิวสารละลายกรดบอริค 2 % 50 มิลลิลิตรที่บรรจุในขวดชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร ในกรณีที่ต้องการหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนด้วยวิธีเนสเลอร์ หรือวิธีการไตเตรด ส่วนในกรณีที่ต้องการหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนด้วยวิธีฟีเนตให้ทำการเก็บสารละลายที่กลั่นได้ภายใต้ผิวของสารละลายกรดซัลฟุริค 0.04 นอร์มัล 50 มิลลิลิตร

3.6.3.1.1.5ทำการเก็บสารละลายที่กลั่นได้อย่างน้อย 250 มิลลิลิตร แล้วลดระดับของขวดรูปชมพู่ที่เก็บสารละลายที่กลั่นได้ลงจนกระทั่งผิวของสารละลายดังกล่าวไม่สัมผัสกับปลายของ receiver ทำการกลั่นต่ออีก 1-2 นาที เพื่อทำความสะอาดอุปกรณ์การกลั่น

3.6.3.1.1.6นำสารละลายที่ได้จากการกลั่นมาเจือจางให้มีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย แล้วนำไปทำการหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่เหมาะสม

3.6.3.1.2 การหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนด้วยวิธีการไตเตรดการหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนด้วยวิธีการไตเตรดนี้ ต้องทำการ กลั่นน้ำตัวอย่างก่อนเสมอ สำหรับปริมาณของน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการกลั่นและการไตเตรทที่ เหมาะสมนั้นมีดังนี้

ตารางที่ 3.2 ปริมาณน้ำตัวอย่างที่แนะนำในการหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำตัวอย่าง มก/ล	ปริมาณน้ำตัวอย่างที่เหมาะสม มิลลิลิตร
1.0-1.5	1000
2.5-5.0	500
5.0-10.0	250
10.0-20.0	100
20.0-50.0	50
50.0-100.0	25

3.6.3.1.2.1ทำการกลั่นน้ำตัวอย่างตามวิธีการในข้อ 3.6.3.1.1

3.6.3.1.2.2หยดสารละลายอินดิเคเตอร์ลงไปในสารละลายที่กลั่นได้ 3 หยด จะได้สารละลายสีเขียว แล้วนำไปไตเตรดกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟุริค 0.02 นอร์มัล จนกระทั่งได้สารละลายสีม่วง จดปริมาตรของสารละลายกรดซัลฟุริคที่ใช้ในการไตเตรด

3.6.3.1.2.3นำน้ำที่ปราศจากแอมโมเนียไปดำเนินการด้วยวิธีเดียวกันกับน้ำตัวอย่างทุกประการ

3.6.3.1.2.4คำนวณหาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ในน้ำตัวอย่างจากสูตร

$$\text{แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มก/ล)} = \frac{(A-B) \times N \times 14 \times 1000}{C}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟุริคที่ใช้ไปในการไตเตรดน้ำตัวอย่าง , มิลลิลิตร

B = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟุริคที่ใช้ไปในการไตเตรดน้ำกลั่น , มิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟุริค , นอร์มัล

C = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง , มิลลิลิตร

3.6.3.2 การหาปริมาณไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ เลือกใช้ปริมาณน้ำตัวอย่างให้เหมาะสมดังนี้

ตารางที่ 3.3 ปริมาณน้ำตัวอย่างที่เหมาะสมในการหาปริมาณเจดาลไนโตรเจน

ปริมาณของไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ มก/ล	ปริมาณน้ำตัวอย่างที่เหมาะสม มล
0-1	500
1-10	200
10-20	100
20-50	50.0
50-100	25.0

3.6.3.2.1ตวงน้ำตัวอย่างปริมาณดังกล่าวใส่ลงในขวดเจดาลขนาด 800 มิลลิลิตร

3.6.3.2.2เติมสารละลายกรดซัลฟุริคเข้มข้นลงไป 10 มิลลิลิตร

3.6.3.2.3ในกรณีที่ใช้ทองแดงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ให้เติมคอปเปอร์ซัลเฟตลงไป 1 กรัม แต่ถ้าใช้ปรอทเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้เติมโปตัสเซียมซัลเฟต 6.7 กรัม และสารละลายปรอทซัลเฟต 1.25 มิลลิลิตร

3.6.3.2.4ใส่ลูกแล้วลงไปเล็กน้อยแล้วแกว่งให้เข้ากัน นำไปต้มโดยใช้เตาไฟฟ้าในตู้ควันหรือที่มีอุปกรณ์ดูดควันกรดออกจนกระทั่งมีควันสีขาวเกิดขึ้น

3.6.3.2.5ทำการต้มต่อไปอีก 30 นาที จะได้สารละลายใสหรือมีสีสตรอบอรี (น้ำตาลแดง)

3.6.3.2.6ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเจือจางให้มีปริมาตรประมาณ 300 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย

3.6.3.2.7ค่อย ๆ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 35 % 150 มิลลิลิตรลงไป (ห้ามเขย่า)

3.6.3.2.8นำขวดเจดาลไปต่อกับเครื่องกลั่นแล้วเขย่าสารละลายให้เข้ากัน ทำการกลั่นและเก็บสารละลายที่กลั่นได้ 200 มิลลิลิตร ด้วยวิธีการเดียวกับการกลั่นน้ำตัวอย่างเพื่อหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

3.6.3.2.9นำสารละลายที่กลั่นได้ไปหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่เหมาะสม ปริมาณของไนโตรเจนที่หาได้นี้เป็นปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนรวมกับไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ซึ่งเรียกว่า ปริมาณเจดาล-ไนโตรเจน

3.6.3.2.10คำนวณหาปริมาณของไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ โดยนำปริมาณเจดาล-ไนโตรเจนไปหักลบกับปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำตัวอย่างเดียวกัน

3.7 ฟอสฟอรัส

3.7.1เครื่องมือ

3.7.1.1เครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณออโธฟอสเฟต

3.7.1.1.1 อุปกรณ์วัดรังสี เลือกใช้ spectrophotometer สำหรับใช้ที่ 880 นาโนมิเตอร์ ที่สามารถให้ความยาวแสงตั้งแต่ 1 เซนติเมตรขึ้นไป

3.7.1.2 เครื่องแก้วที่ล้างด้วยกรด ล้างเครื่องแก้วทั้งหมดด้วยผงซักฟอกที่ปราศจากฟอสเฟต แล้วล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริคเจือจางที่ร้อน จากนั้นจึงล้างกรดออกด้วยน้ำกลั่น ควรเก็บเครื่องแก้วเหล่านี้เอาไว้หาฟอสเฟตโดยเฉพาะ และหลังจากที่ใช้เสร็จแล้วให้ล้างเครื่องแก้วให้สะอาด จากนั้นเติมน้ำกลั่นลงในเครื่องแก้วเหล่านี้จนเต็มจนกว่าจะใช้ได้อีกครั้ง ถ้าทำการเก็บเครื่องแก้วด้วยวิธีนี้ การล้างด้วยกรดก็ไม่จำเป็นที่จะต้องทำทุกครั้ง

3.7.1.3 เตาไฟฟ้าขนาด 30 X 50 เซนติเมตร

3.7.1.3.5ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร พร้อมอุปกรณ์ย่อยสลายถ้ามี (ถ้าไม่มีให้ทำการย่อยสลายในตู้ควัน) ใช้ในกรณีที่ทำการหาฟอสฟอรัสรวมด้วยการย่อยด้วยกรดซัลฟุริค-กรดไนตริค

3.7.2 สารเคมี

3.7.2.1สารเคมีที่ใช้ในการหาปริมาณฟอสฟอรัสด้วยวิธีเปอร์ซัลเฟต

3.7.2.1.1สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน ละลายไดโซเดียมฟีนอล์ฟทาลีน 5 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

3.7.2.1.2สารละลายกรดซัลฟุริค 5 นอร์มัล เจือจางกรดซัลฟุริคเข้มข้น 70 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรทั้งหมด 500 มิลลิลิตร

3.7.2.1.3สารละลายโปตัสเซียมแอนติโมนิวล์ทาร์เตด ละลายโปตัสเซียมแอนติโมนิวล์ทาร์เตด $K(SbO)C_4H_4O_6.1/2H_2O$ 1.3715 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

3.7.2.1.4สารละลายแอมโมเนียโมลิบเดต ละลายแอมโมเนียโมลิบเดต $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ 20 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

3.7.2.1.5สารละลายกรดแอสคอร์บิค ละลายกรดแอสคอร์บิค 1.76 กรัมในน้ำกลั่น 100มิลลิลิตร สารละลายนี้มีอายุการใช้งาน 1 อาทิตย์ ถ้าเก็บที่อุณหภูมิ 4 °ซ

3.7.2.1.6สารละลายผสม ผสมสารละลายต่างๆเข้าด้วยกันตามลำดับดังนี้ สารละลายกรดซัลฟุริค 5 นอร์มัล 50 มิลลิลิตร สารละลายโปตัสเซียมแอนติโมนิวล์ทาร์เตด 5 มิลลิลิตร สารละลายแอมโมเนียโมลิบเดต 15 มิลลิลิตร และสารละลายกรดแอสคอร์บิค 30 มิลลิลิตร คนหลังจากเติมสารละลายแต่ละอย่างลงไป มีอายุการใช้งาน 4 ชั่วโมง

3.7.3 วิธีทำ

3.7.3.1 การย่อยสลายด้วยเปอร์ซัลเฟต

3.7.3.1.1 ปิเปตน้ำตัวอย่าง 50 มิลลิลิตรหรือน้อยกว่า แล้วทำให้มีปริมาตรเท่ากับ50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ใส่ลงในขวดชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.7.3.1.2 หยดสารละลายฟีนอลฟ์ทาลีนลงไป 1 หยด ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นให้เติมสารละลายกรดซัลฟุริคลงไปทีละหยดจนกระทั่งสีชมพูนั้นหายไป

3.7.3.1.3 เติมสารละลายกรดซัลฟุริค 1 มิลลิลิตร และแอมโมเนียเปอร์ซัลเฟต 0.4 กรัม หรือโปตัสเซียมเปอร์ซัลเฟต 0.5 กรัม

3.7.3.1.4ต้มให้เดือดพอประมาณ จนกระทั่งมีปริมาตรเหลืออยู่ 10 มิลลิลิตร ทำให้เย็นแล้วเจือจางให้มีปริมาตรประมาณ 30 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น หรือนำไปให้ความร้อนใน autoclave หรือ pressure cooker ที่ 98-131 KPa. 30 นาที แล้วทำให้เย็น

3.7.3.1.5หยดด้วยสารละลายฟีนอลฟ์ทาลีนลงไป 1 หยด แล้วทำการสะเทินกรดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนกระทั่งได้สีชมพู

3.7.3.1.6เทสารละลายที่ได้ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจน ถึงขีดบอกปริมาตร

3.7.3.1.7นำสารละลายที่ได้มา 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายซัลฟุริค 5 นอมัล จนกระทั่งสีชมพูหายไป

3.7.3.1.8เติมสารละลายผสมลงไป 8.0 มิลลิลิตร แล้วแกว่งขวดให้สารละลายผสมกัน

3.7.3.1.9ทำการวัด acsorbance หรือ % transmission หลังจากตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที ที่ 880 นาโนมิเตอร์ โดยใช้น้ำกลั่นที่เติมสารละลายผสมเป็น reference

3.7.3.1.10คำนวณหาปริมาณของฟอสฟอรัสในรูปของสารอินทรีย์จากสูตรดังนี้

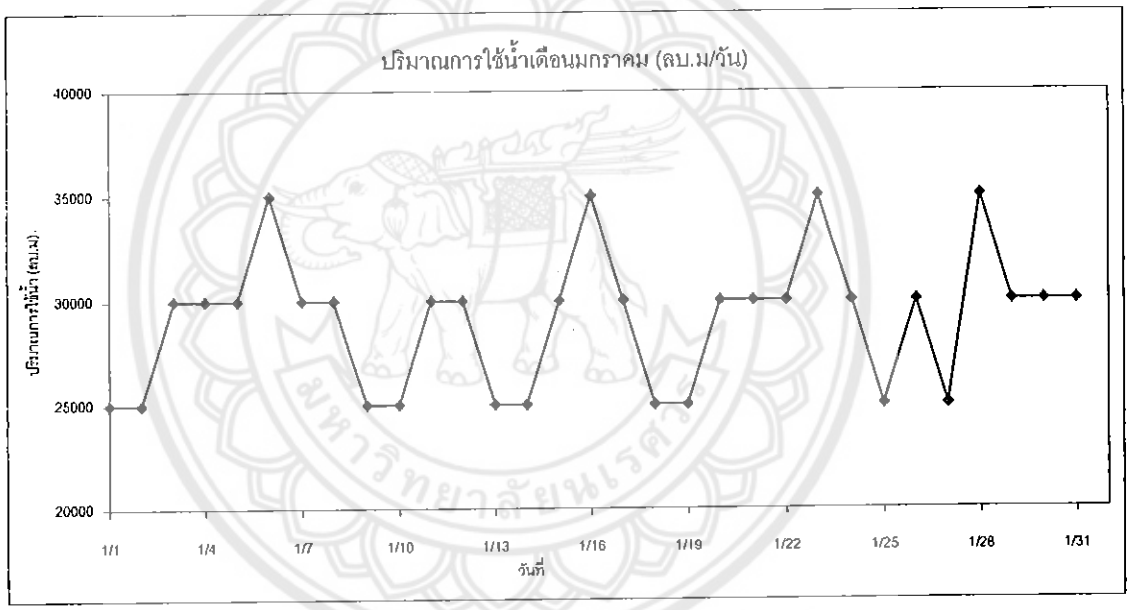
$$\text{ฟอสฟอรัส (มก/ล)} = \frac{\text{มก. ฟอสฟอรัส} \times 1000}{\text{มล.ของน้ำตัวอย่าง}}$$

บทที่4

ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 ปริมาณการใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวร

จากการสำรวจปริมาณการใช้น้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่าง เดือนมกราคม 2545 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2545 ได้แสดงดังรูปที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

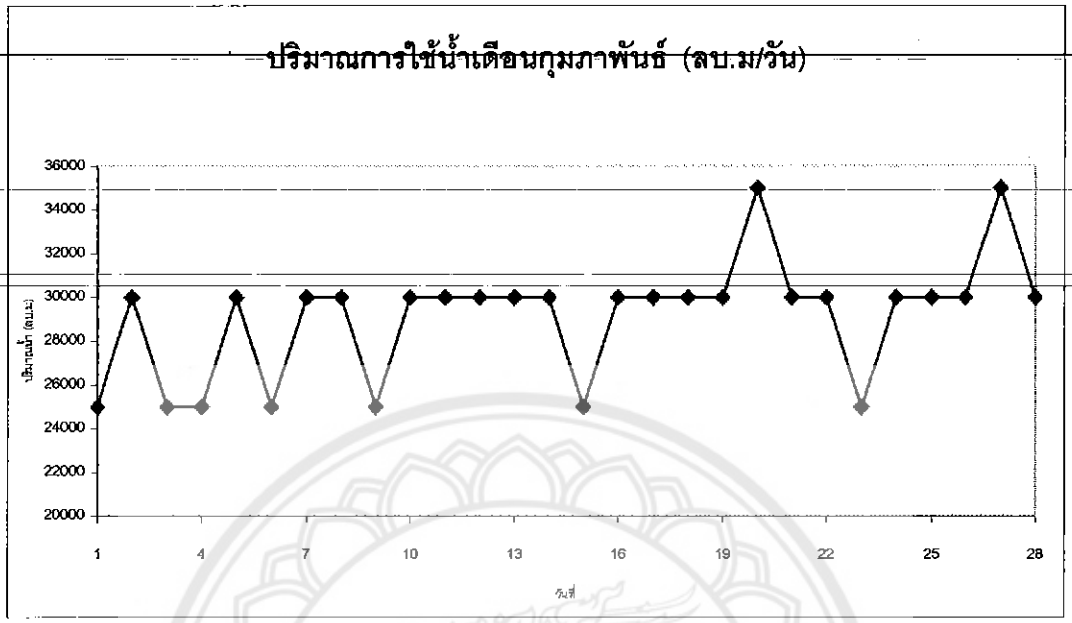


รูปที่ 4.1 แสดงปริมาณการใช้น้ำในมหาวิทยาลัยนเรศวร เดือนมกราคม 2545

ตารางที่ 4.1 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำ เดือนมกราคม 2545 (ลบ.ม./วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
25000	35000	29032

จากรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 พบว่าปริมาณการใช้น้ำในเดือนมกราคมมีค่าอยู่ในช่วง 25000-35000 ลบ.ม/วัน และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 29032 ลบ.ม/วัน พบว่าปริมาณการใช้น้ำมีความแปรผันมาก เมื่อคิดปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยมีค่า 1.600 ลบ.ม/คน/วัน

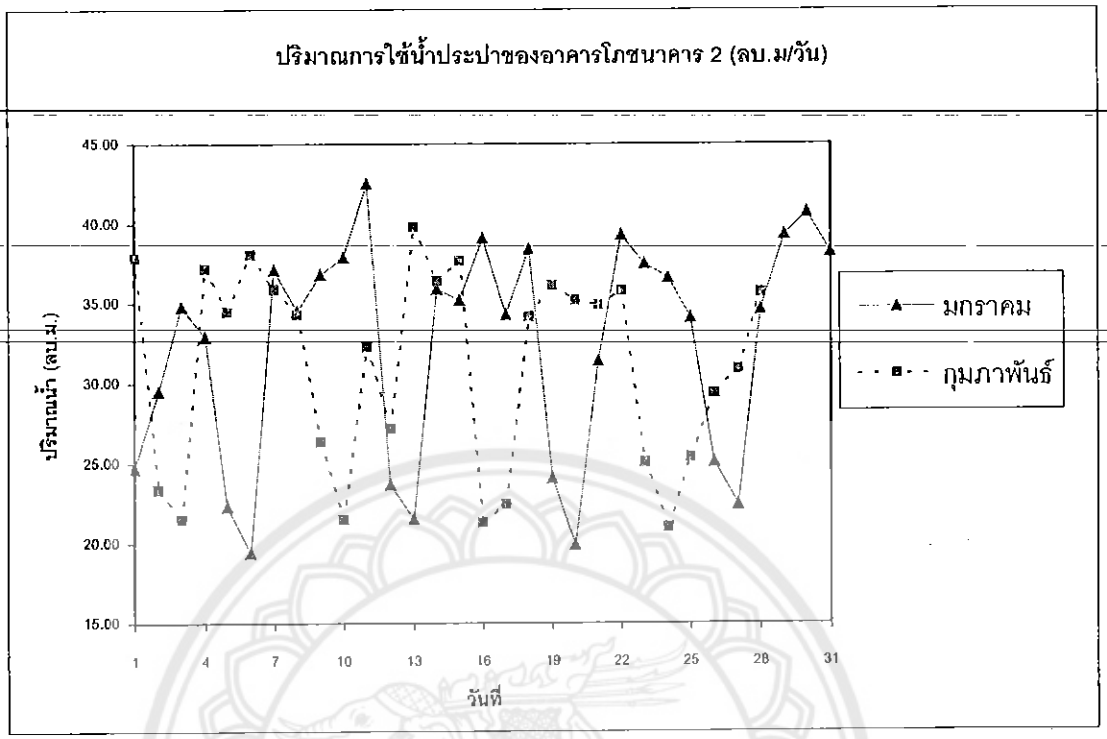


รูปที่ 4.2 แสดงปริมาณการใช้น้ำในมหาวิทยาลัยนเรศวร เดือนกุมภาพันธ์ 2545

ตารางที่ 4.2 แสดงช่วงค่าการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำ เดือนกุมภาพันธ์ 2545 (ลบ.ม./วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
25000	35000	29107

จากรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณการใช้น้ำในเดือนกุมภาพันธ์มีค่าอยู่ในช่วง 25000-35000 ลบ.ม/วัน และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 29107 ลบ.ม/วัน พบว่าปริมาณการใช้น้ำมีความแปรผันมาก เมื่อคิดปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยมีค่า 1.604 ลบ.ม/คน/วัน



รูปที่ 4.3 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารโภชนาคาร2

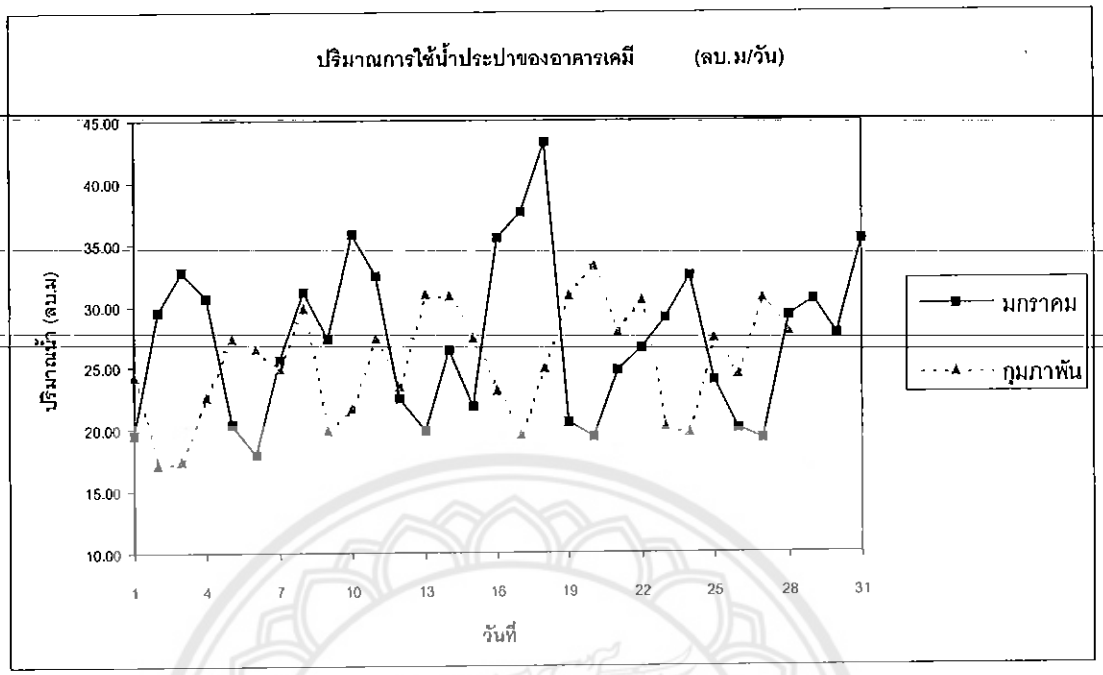
ตารางที่ 4.3 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารโภชนาคาร2 เดือนมกราคม (ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
19	43	32

ตารางที่ 4.4 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารโภชนาคาร2 เดือนกุมภาพันธ์(ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
21	40	31

จากรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.3 และ 4.4 พบว่าปริมาณการใช้น้ำในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ในช่วง 19 - 43 ลบ.ม และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 32 ลบ.ม และในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าอยู่ในช่วง 21 - 40 ลบ.ม และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 31 ลบ.ม



รูปที่ 4.4 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารเคมี

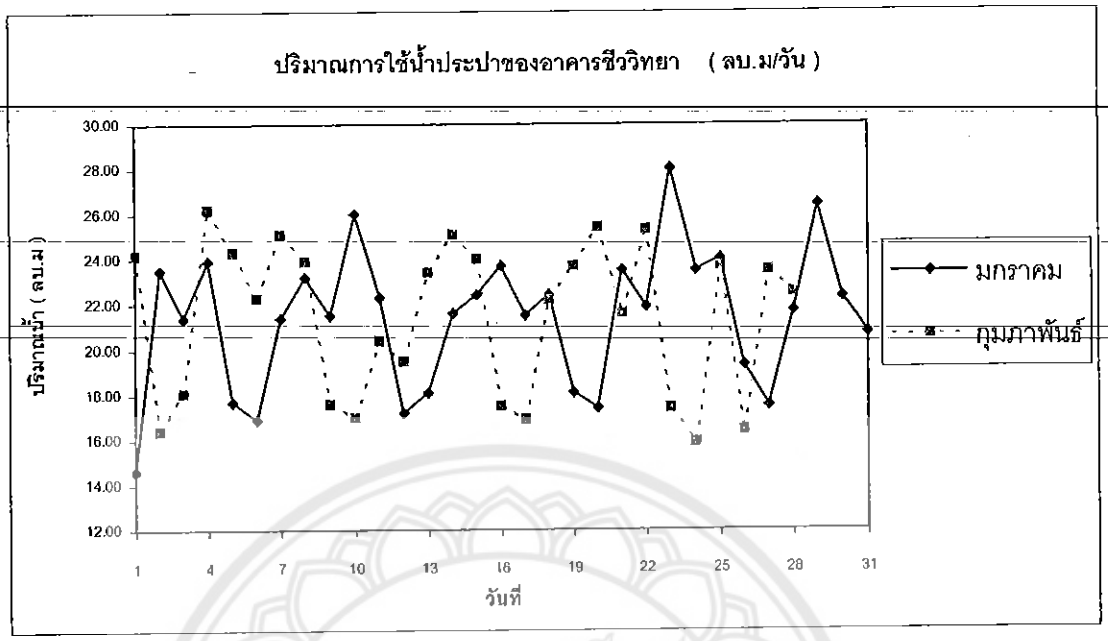
ตารางที่ 4.5 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารเคมี เดือนมกราคม (ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
18	43	27

ตารางที่ 4.6 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารเคมี เดือนกุมภาพันธ์(ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
17	33	25

จากรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 และ 4.6 พบว่าปริมาณการใช้น้ำในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ในช่วง 18 - 43 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 27 ลบ.ม และในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าอยู่ในช่วง 17 - 33 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 25 ลบ.ม



รูปที่ 4.5 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารชีววิทยา

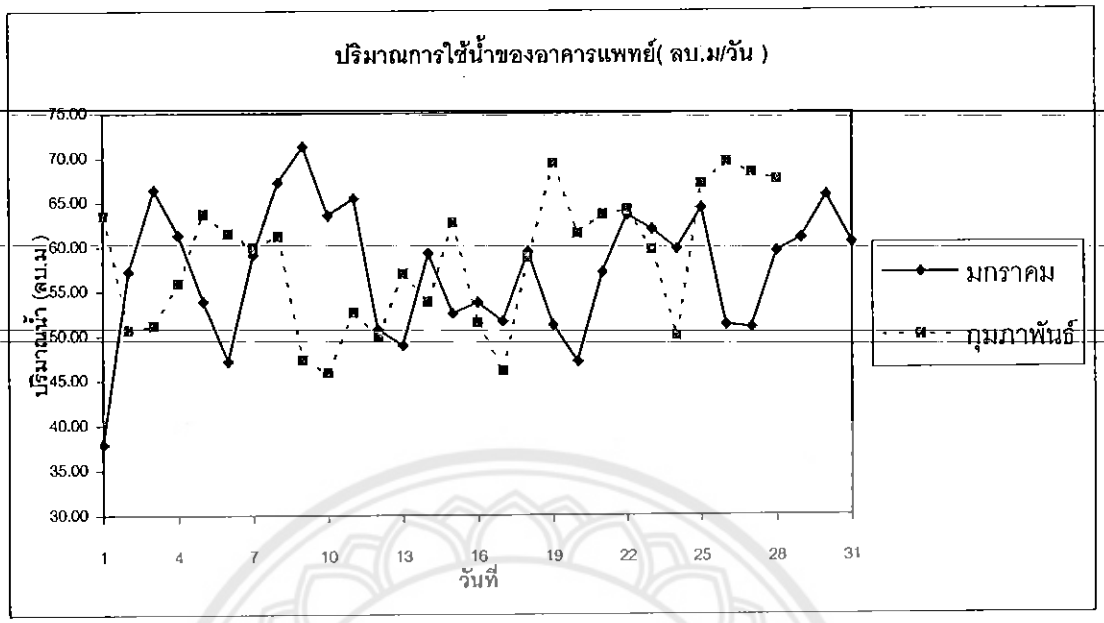
ตารางที่ 4.7 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารชีววิทยา เดือนมกราคม(ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
15	28	21

ตารางที่ 4.8 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารชีววิทยา เดือนกุมภาพันธ์(ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
16	26	21

จากรูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.7 และ 4.8 พบว่าปริมาณการใช้น้ำในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ในช่วง 15 - 28 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 21 ลบ.ม และในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าอยู่ในช่วง 16 - 26 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 21 ลบ.ม



รูปที่ 4.6 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารแพทย์

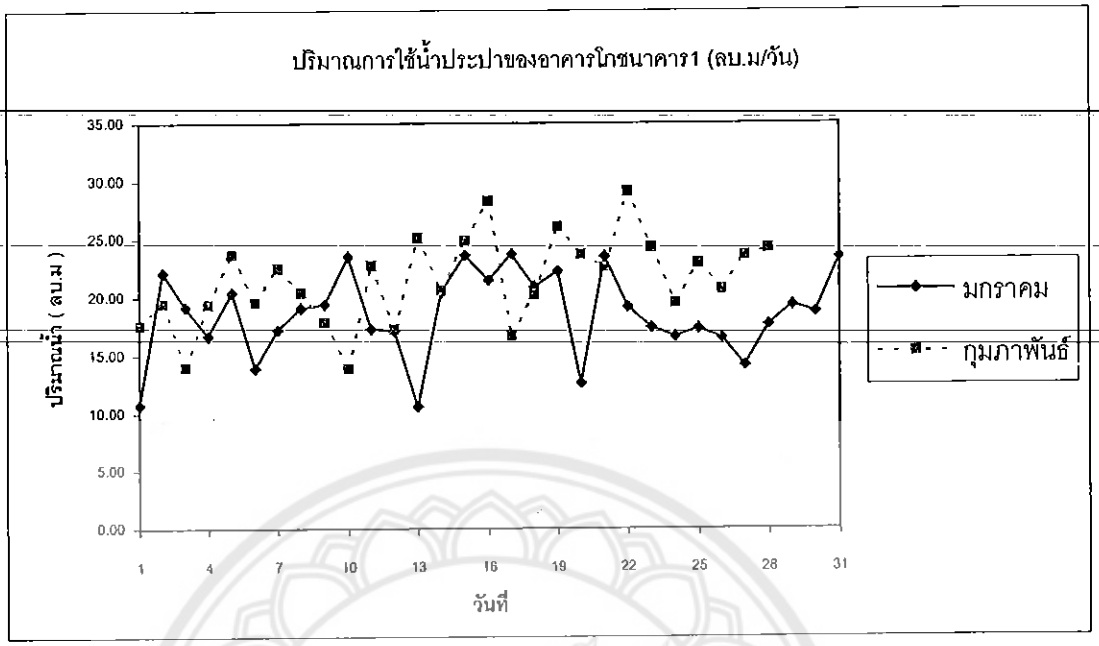
ตารางที่ 4.9 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารแพทย์ เดือนมกราคม(ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
38	71	57

ตารางที่ 4.10 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารแพทย์ เดือนกุมภาพันธ์(ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
46	70	58

จากรูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.9 และ 4.10 พบว่าปริมาณการใช้น้ำในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ในช่วง 38 - 71 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 57 ลบ.ม และในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าอยู่ในช่วง 46 - 70 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 58 ลบ.ม



รูปที่ 4.7 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารโภชนาคาร1

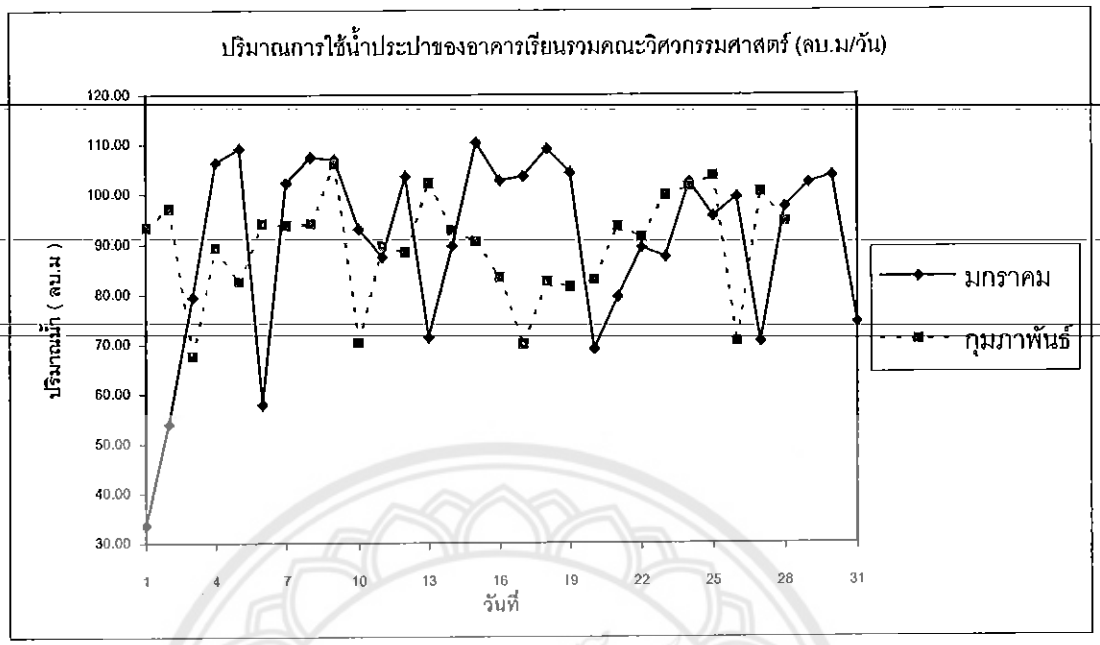
ตารางที่ 4.11 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารโภชนาคาร1 เดือนมกราคม(ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
11	24	19

ตารางที่ 4.12 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารโภชนาคาร1 เดือนกุมภาพันธ์ (ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
14	29	21

จากรูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.11 และ 4.12 พบว่าปริมาณการใช้น้ำในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ในช่วง 11 - 24 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 19 ลบ.ม และในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าอยู่ในช่วง 14 - 29 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 21 ลบ.ม



รูปที่ 4.8 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์

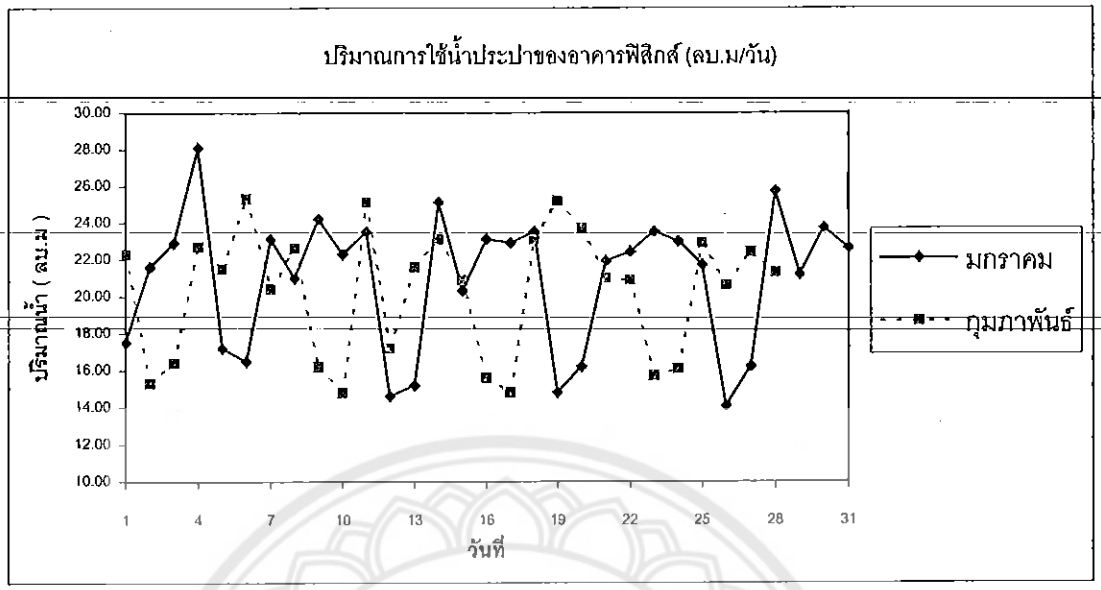
ตารางที่ 4.13 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์ เดือนมกราคม(ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
34	110	90

ตารางที่ 4.14 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์ เดือนกุมภาพันธ์(ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
68	106	90

จากรูปที่ 4.8 และตารางที่ 4.13 และ 4.14 พบว่าปริมาณการใช้น้ำในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ในช่วง 34 - 110 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 90 ลบ.ม และในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าอยู่ในช่วง 68 - 106 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 90 ลบ.ม



รูปที่ 4.9 ปริมาณการใช้น้ำในอาคารฟิสิกส์

ตารางที่ 4.15 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารฟิสิกส์ เดือนมกราคม(ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
14	28	21

ตารางที่ 4.16 แสดงช่วงการใช้น้ำและค่าเฉลี่ยการใช้น้ำอาคารฟิสิกส์ เดือนกุมภาพันธ์(ลบ.ม/วัน)

ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
15	25	20

จากรูปที่ 4.9 และตารางที่ 4.15 และ 4.16 พบว่าปริมาณการใช้น้ำในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ในช่วง 14 - 28 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 21 ลบ.ม และในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าอยู่ในช่วง 15 - 25 ลบ.ม โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 20 ลบ.ม

4.2 เจดาลไนโตรเจน

ตารางที่ 4.17 ค่าเจดาลไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)

เจดาลไนโตรเจน			
ชื่ออาคาร	ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
หอพักอาจารย์	1.493	27.627	14.387
หอหญิง 1	5.973	39.760	19.813
มิ่งขวัญ	2.053	24.267	13.040
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	2.893	28.000	13.667
อาคารเภสัช	3.173	30.053	18.080
อาคารแพทย์	0.747	16.800	6.813
อาคารมนุษย์	1.027	31.360	12.093
อาคารศึกษา	1.680	19.040	12.453
อาคารเกษตร	0.187	18.480	4.560
อาคารฟิสิกส์	2.987	36.400	15.733
อาคารเคมี	1.120	25.760	9.627
อาคารชีวะ	0.280	18.480	4.267
โภชนาคาร 1	3.547	25.947	15.253
โภชนาคาร 2	2.613	17.920	10.547

จากรูปที่ 4.10 และตารางที่ 4.17 สามารถแบ่งกลุ่มของอาคารกับปริมาณ เจดาลไนโตรเจน ได้เป็นสามกลุ่มดังนี้

1 กลุ่มที่มีปริมาณ เจดาลไนโตรเจน สูง (ค่าเฉลี่ยมากกว่า 15 มก./ล.) ได้แก่

- หอหญิง 1
- อาคารเภสัช
- อาคารฟิสิกส์
- โภชนาคาร 1

2 กลุ่มที่มีปริมาณ เจดาลไนโตรเจน ปานกลาง (ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 10 - 15 มก./ล.) ได้แก่

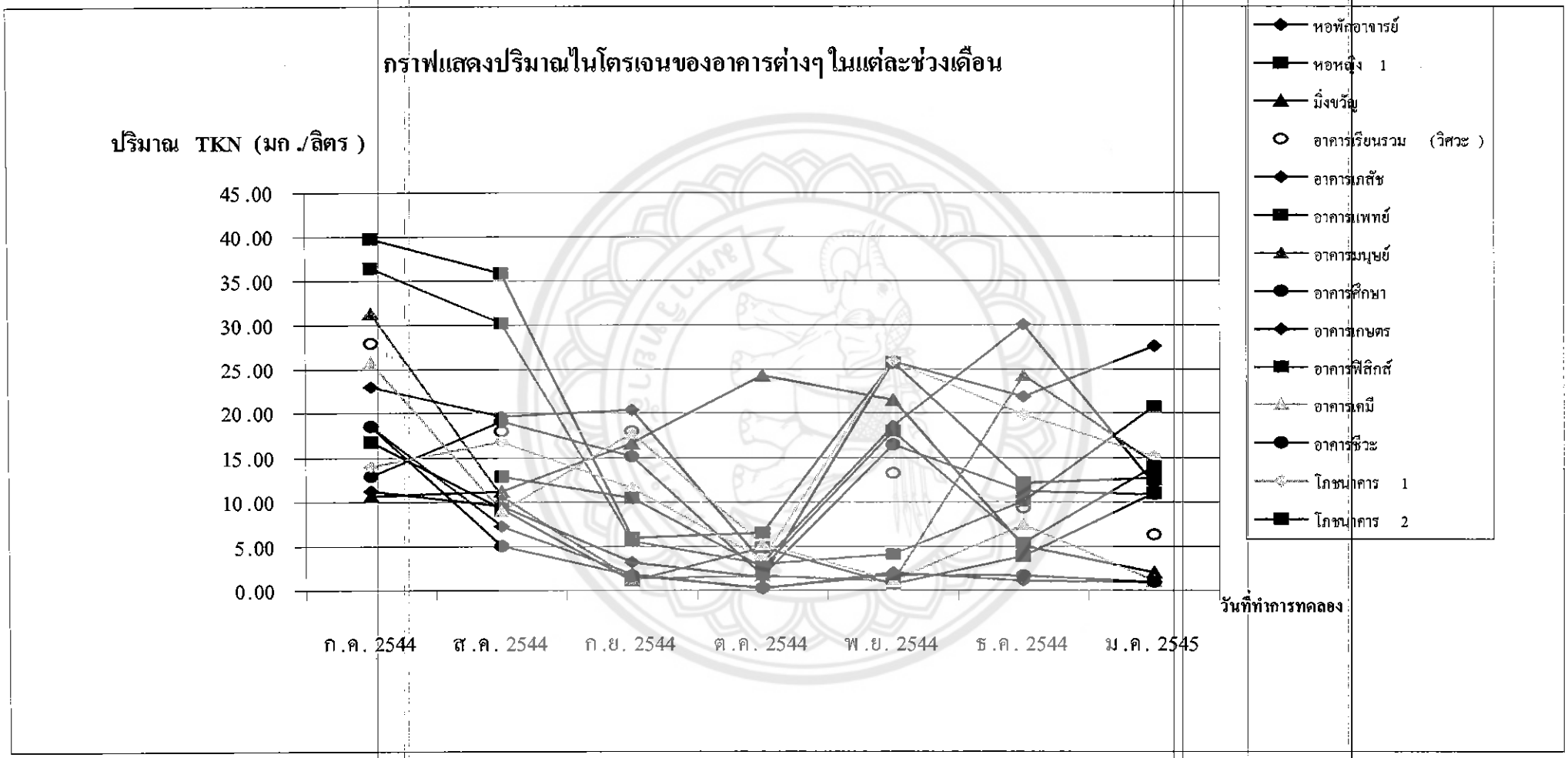
- หอพักอาจารย์
- มิ่งขวัญ

- อาคารเรียนรวมวิศวะ
- อาคารมนุษย์
- อาคารศึกษา
- โภชนาคาร 2

3 กลุ่มที่มีปริมาณ เจดาลไนโตรเจน ต่ำ (ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 10 มก./ล.) ได้แก่

- อาคารแพทย์
- อาคารเกษตร
- อาคารเคมี
- อาคารชีวะ

แนวโน้มพบว่าค่า เจดาลไนโตรเจน ในเดือน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม มีแนวโน้มที่ลดลงโดยจุดต่ำสุดอยู่ที่เดือน ตุลาคม (เพราะว่าเป็นช่วงปิดเทอม) ยกเว้นอาคารมิ่งขวัญ และภายหลังเดือน ตุลาคม สามารถแบ่งอาคารออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นได้แก่ อาคารหอพักอาจารย์ อาคารเภสัช อาคารมนุษย์ อาคารโภชนาคาร 1 อาคารศึกษาศาสตร์ อาคารโภชนาคาร 2 อาคารฟิสิกส์ อาคารแพทย์ อาคารหอพักหญิง อาคารเรียนรวมวิศวกรรมศาสตร์ และกลุ่มที่มีแนวโน้มคงที่ได้แก่ อาคารชีวะ อาคารเกษตร อาคารเคมี ยกเว้น อาคารมิ่งขวัญ มีค่าสูงขึ้นเล็กน้อย



รูปที่ 4.10 ปริมาณเจดาลไนโตรเจน ของอาคารต่างๆ

4.3 แอมโมเนียไนโตรเจน

ตารางที่ 4.18 ค่า แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)

แอมโมเนียไนโตรเจน			
ชื่ออาคาร	ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
หอพักอาจารย์	0.000	27.384	8.520
หอหญิง 1	3.416	28.280	12.656
มิ่งขวัญ	0.168	10.640	3.632
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.000	17.808	9.072
อาคารเภสัช	1.400	22.624	11.360
อาคารแพทย์	0.000	9.828	2.196
อาคารมนุษย์	0.000	0.672	0.144
อาคารศึกษา	1.456	14.952	7.736
อาคารเกษตร	0.000	1.400	0.480
อาคารฟิสิกส์	1.512	17.304	5.456
อาคารเคมี	0.000	5.040	0.864
อาคารชีวะ	0.000	0.392	0.132
โภชนาคาร 1	3.248	15.008	10.296
โภชนาคาร 2	1.232	13.384	7.215

จากรูปที่ 4.11 และตารางที่ 4.18 สามารถแบ่งกลุ่มของอาคารกับปริมาณ แอมโมเนียไนโตรเจน ได้เป็นสามกลุ่มดังนี้

1 กลุ่มที่มีปริมาณ แอมโมเนียไนโตรเจน สูง (ค่าเฉลี่ยมากกว่า 10 มก./ล.) ได้แก่

- หอหญิง 1
- อาคารเภสัช
- โภชนาคาร 1

2 กลุ่มที่มีปริมาณ เจดาลไนโตรเจน ปานกลาง (ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5 - 10 มก./ล.) ได้แก่

- อาคารเรียนรวมวิศวะ
- อาคารศึกษา
- อาคารฟิสิกส์

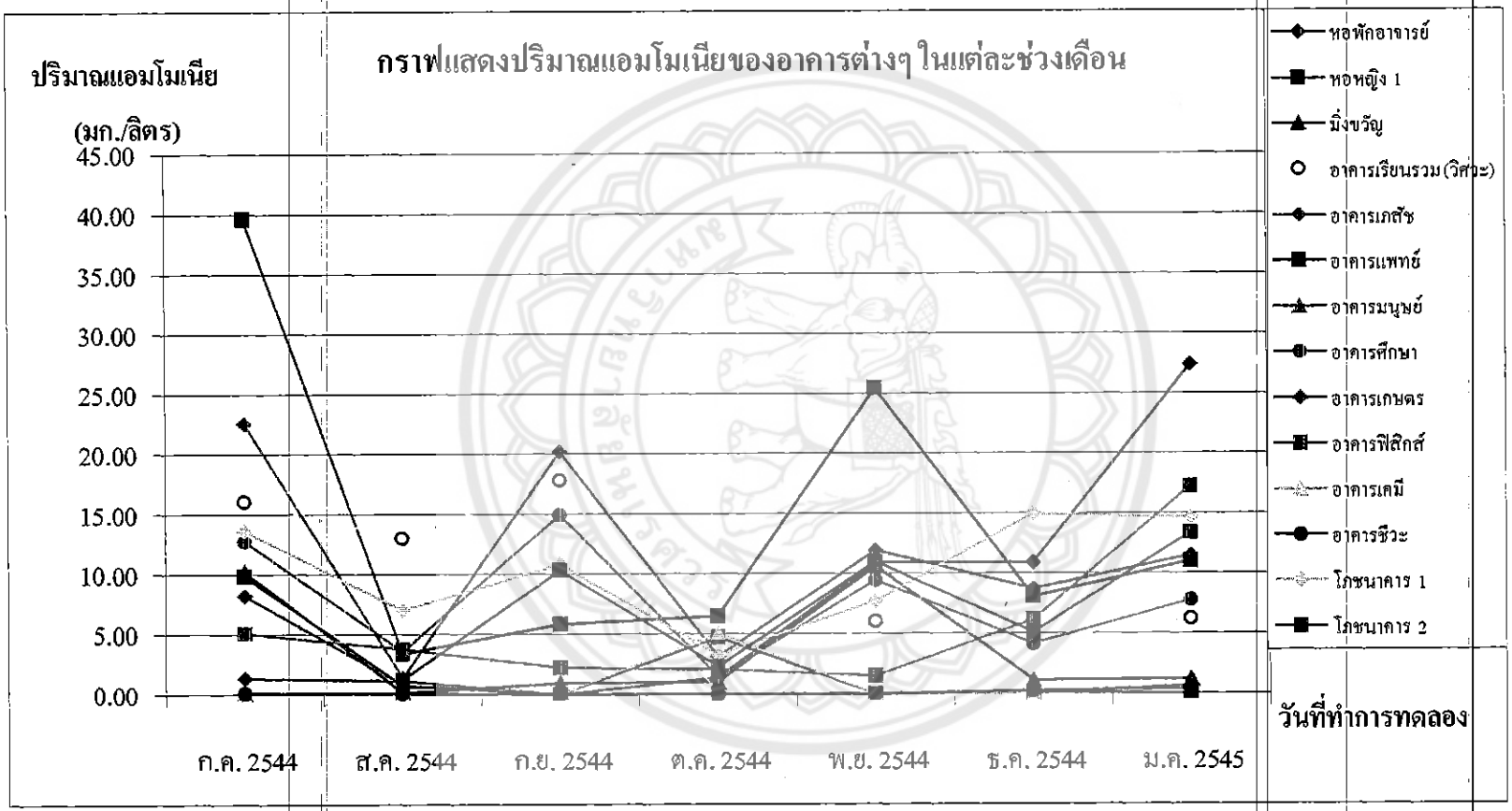
- โภชนาคาร 2

3 กลุ่มที่มีปริมาณ เจดาลไนโตรเจน ต่ำ (ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 5 มก./ล.) ได้แก่

- มิ่งขวัญ
- อาคารแพทยศาสตร์
- อาคารมนุษยศาสตร์
- อาคารเกษตรศาสตร์
- อาคารเคมี
- อาคารชีววิทยา

แนวโน้มค่าแอมโมเนียพบว่าค่าจะไม่คงที่ โดยมีค่าต่ำที่สุดที่เดือน ตุลาคม (เพราะเป็นช่วงที่มหาวิทยาลัยปิดเทอม) และมีค่าสูงที่สุดที่เดือน พฤศจิกายน

มหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 4.11 ปริมาณแอมโมเนีย ของอาคารต่างๆ

65

4.4 สารอินทรีย์ไนโตรเจน

ตารางที่ 4.19 ค่า สารอินทรีย์ไนโตรเจน(มิลลิกรัม/ลิตร)

สารอินทรีย์ไนโตรเจน			
ชื่ออาคาร	ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
อาคารหอพักอาจารย์	0.093	14.933	5.867
อาคารหอหญิง 1	0.037	32.424	7.157
อาคารมิ่งขวัญ	0.392	23.231	9.408
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.112	11.928	4.595
อาคารเภสัช	0.037	21.317	6.720
อาคารแพทย์	0.149	11.013	4.617
อาคารมนุษย์	1.027	31.192	11.949
อาคารศึกษา	0.112	15.456	4.717
อาคารเกษตร	0.187	17.080	4.080
อาคารฟิสิกส์	0.915	31.304	10.277
อาคารเคมี	0.187	25.648	8.763
อาคารชีวะ	0.280	18.340	4.135
อาคารโภชนาคาร 1	0.299	18.219	4.957
อาคารโภชนาคาร 2	0.149	11.648	3.332

จากรูปที่ 4.12 และตารางที่ 4.19 สามารถแบ่งกลุ่มของอาคารกับปริมาณสารอินทรีย์ไนโตรเจน ได้เป็นสามกลุ่มดังนี้

1 กลุ่มที่มีปริมาณ สารอินทรีย์ไนโตรเจนสูง (ค่าเฉลี่ยมากกว่า 10 มก./ล.) ได้แก่

- อาคารมนุษยศาสตร์?
- อาคารฟิสิกส์

2 กลุ่มที่มีปริมาณ สารอินทรีย์ไนโตรเจน ปานกลาง (ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5 - 10 มก./ล.) ได้แก่

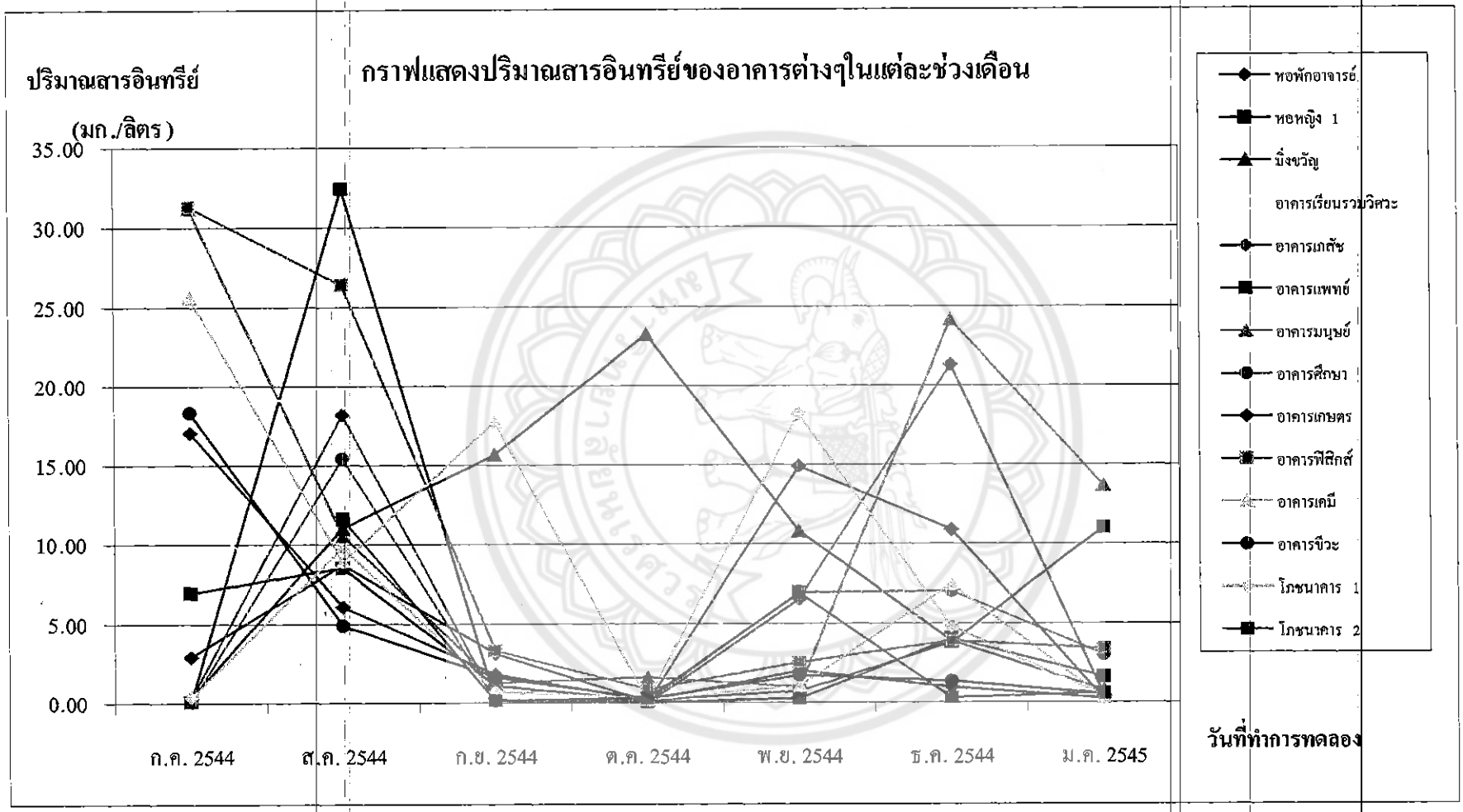
- อาคารหอพักอาจารย์
- อาคารมิ่งขวัญ
- อาคารหอหญิง 1

- อาคารเภสัช
- อาคารเคมี

3 กลุ่มที่มีปริมาณสารอินทรีย์ไนโตรเจน ต่ำ (ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 5 มก./ล.) ได้แก่

- อาคารเรียนรวมวิศวศาสตร์
- อาคารแพทยศาสตร์
- อาคารศึกษาศาสตร์
- อาคารเกษตรศาสตร์
- อาคารชีววิทยา
- อาคาร โภชนาคาร 1
- อาคาร โภชนาคาร 2

ค่าสารอินทรีย์ไนโตรเจนช่วงเดือน กรกฎาคมมีค่าสูงแล้วมีแนวโน้มต่ำลงที่เดือนตุลาคม (เพราะว่าเป็นช่วงปิดเทอม) ยกเว้นมิ่งขวัญ แล้วหลังจากเดือนตุลาคมพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแล้วลดลงอีกที่เดือน มกราคม



รูปที่ 4.12 ปริมาณ สารอินทรีย์ในโตรเจนของอาคารต่างๆ

89

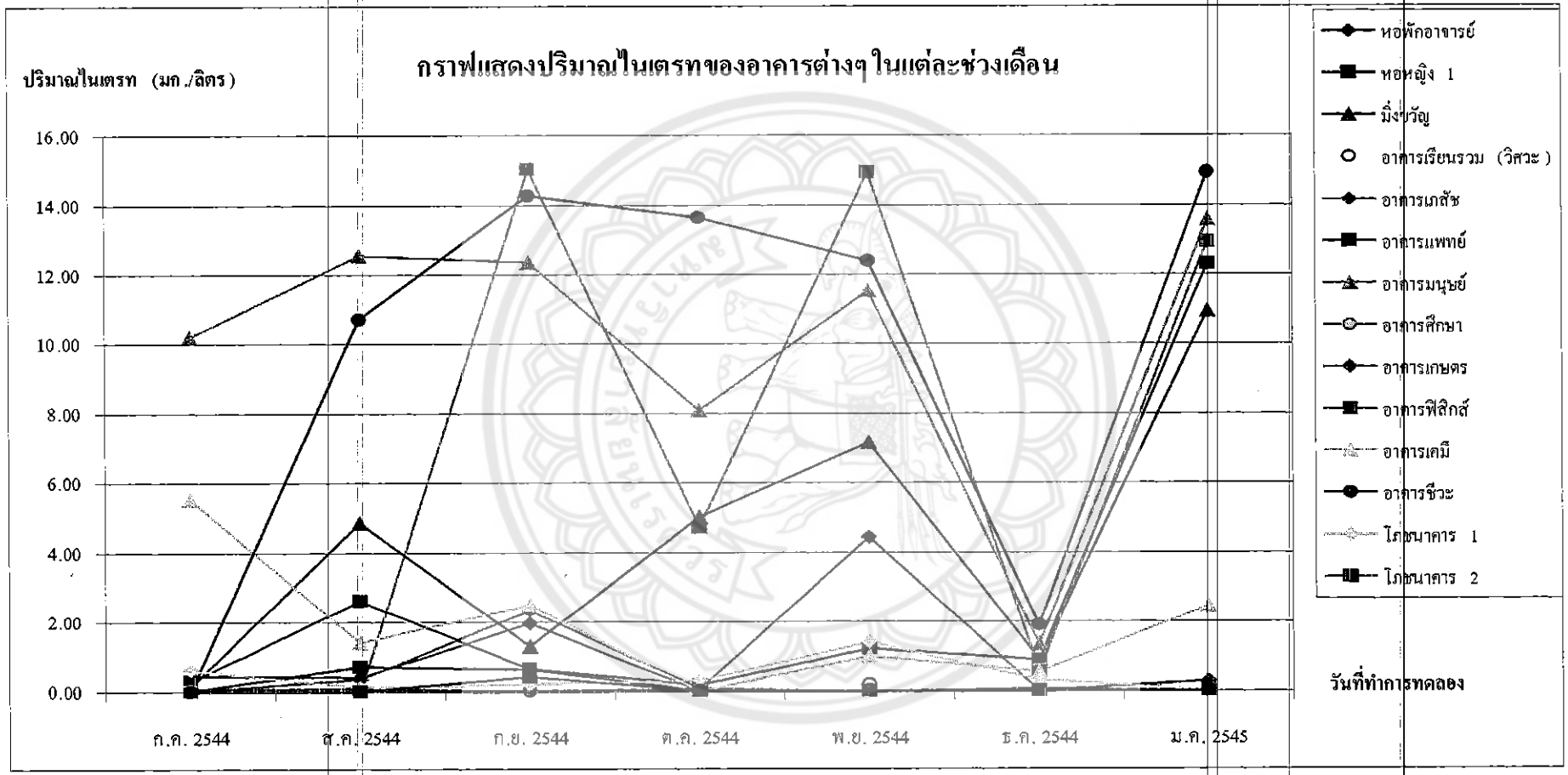
4.5 ไนไตรทไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน

ตารางที่ 4.20 ค่า ไนไตรทไนโตรเจน(มิลลิกรัม/ลิตร)

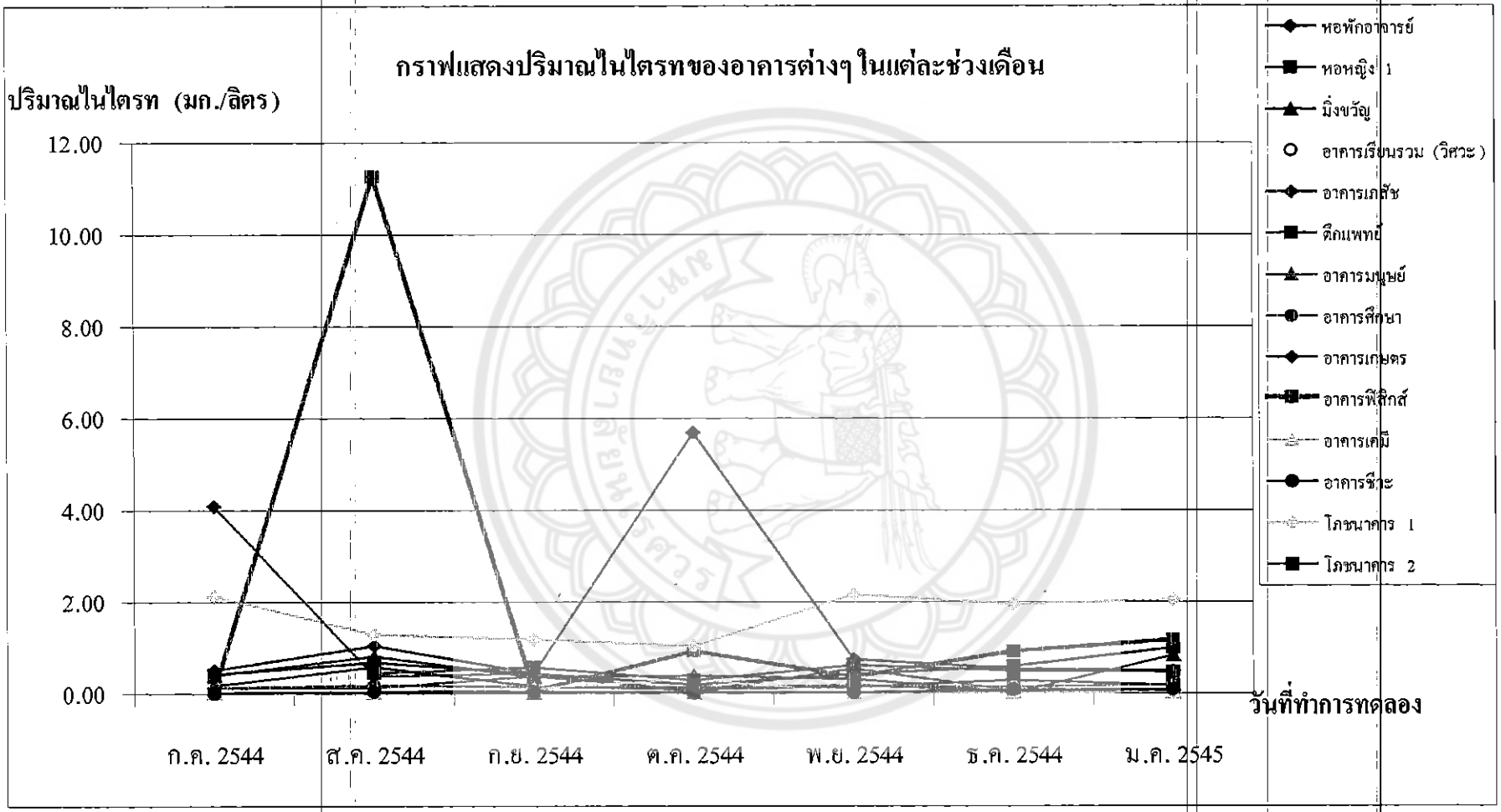
ชนิดน้ำตัวอย่าง	ไนไตรท		
	ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
อาคารหอพักอาจารย์	0.461	5.695	1.367
อาคารหอหญิง 1	0.203	1.013	0.550
อาคารมิ่งขวัญ	0.023	0.846	0.460
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.023	0.457	0.107
อาคารเภสัช	0.042	0.395	0.152
อาคารแพทย์	0.101	0.595	0.237
อาคารมนุษย์	0.010	0.036	0.021
อาคารศึกษา	0.147	0.196	0.169
อาคารเกษตร	0.065	4.099	0.817
อาคารฟิสิกส์	0.078	11.275	2.129
อาคารเคมี	0.010	0.327	0.083
อาคารชีวะ	0.023	0.101	0.052
อาคารโภชนาคาร 1	1.045	2.166	1.692
อาคารโภชนาคาร 2	0.301	0.634	0.497

8 ไนไตรทน้อย ไนเตรทน้อย ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากได้แก่ อาคารเกษตรศาสตร์ แสดงว่าไนโตรเจนมีปริมาณน้อยอยู่แล้ว

6 ไนไตรทน้อย ไนเตรทน้อย ออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อย ได้แก่ อาคารหอพักหญิง 1 อาคารมิ่งขวัญ อาคารเรียนรวมวิศวกรรมศาสตร์ อาคารเภสัช อาคารแพทยศาสตร์ อาคารศึกษาศาสตร์ อาคารเคมี อาคารโภชนาคาร 2



รูปที่ 4.14 ปริมาณไนเตรทของอาคารต่างๆ



รูปที่ 4.13 ปริมาณไนไตรทของอาคารต่างๆ

4.6 ฟอสฟอรัส

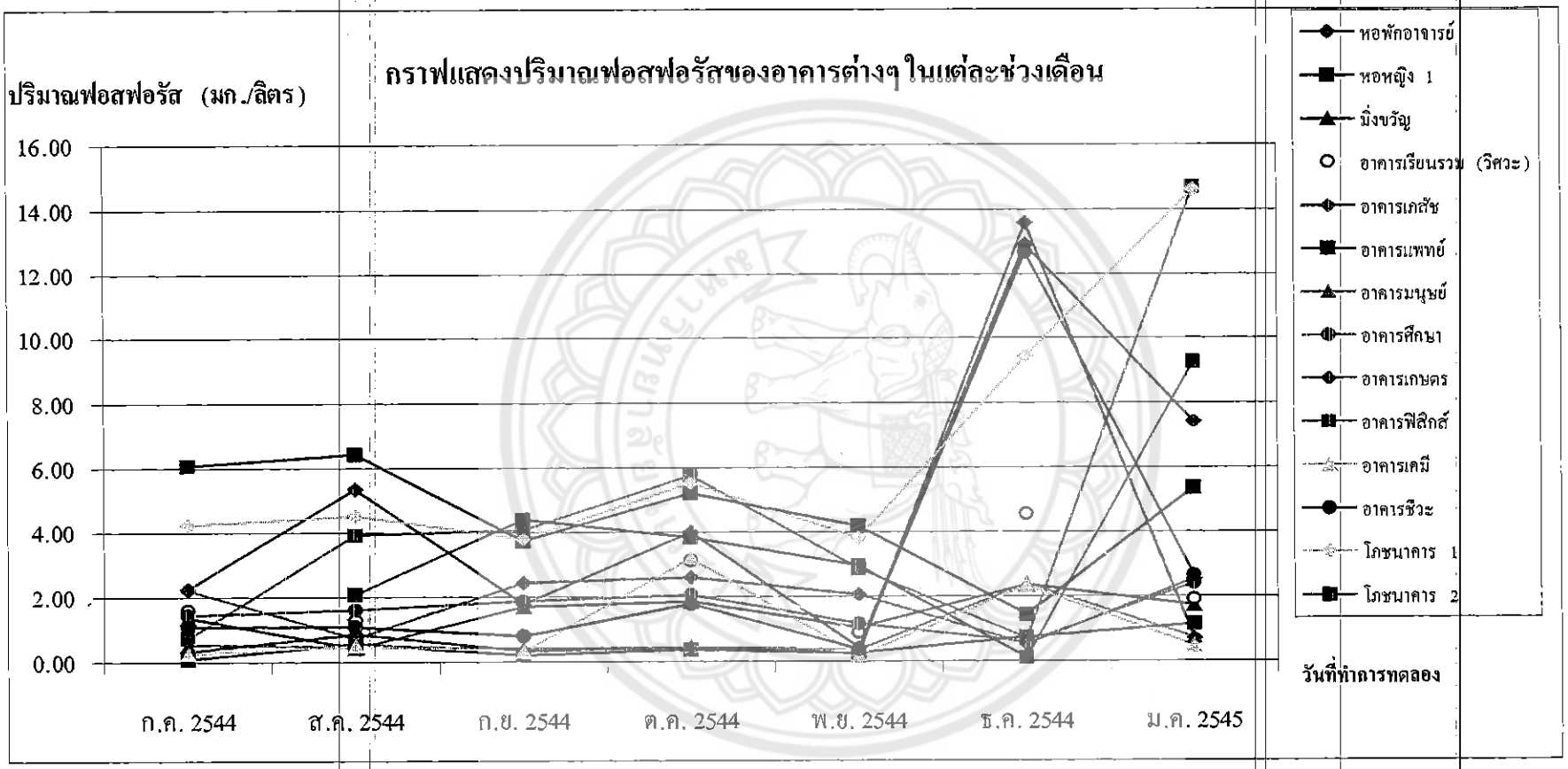
ตารางที่ 4.22 ค่า ฟอสฟอรัส(มิลลิกรัม/ลิตร)

ชนิดน้ำตัวอย่าง	ฟอสฟอรัส		
	ค่าน้อยสุด	ค่ามากสุด	ค่าเฉลี่ย
อาคารหอพักอาจารย์	0.43	12.92	4.88
อาคารหอหญิง 1	1.44	6.43	4.64
อาคารมิ่งขวัญ	0.43	2.37	1.50
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.90	4.56	2.17
อาคารเภสัช	0.53	2.60	1.88
อาคารแพทย์	0.09	1.15	0.48
อาคารมนุษย์	0.37	2.40	0.78
อาคารศึกษา	0.61	2.41	1.60
อาคารเกษตร	0.26	13.60	2.37
อาคารฟิสิกส์	0.72	14.70	4.69
อาคารเคมี	0.18	3.19	1.04
อาคารชีวะ	0.38	12.69	2.93
อาคารโภชนาคาร 1	3.80	14.63	6.57
อาคารโภชนาคาร 2	0.11	9.27	3.78

จากรูป 4.15 พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในแต่ละเดือนของอาคารเดียวกันมีปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยส่วนมากปริมาณที่พบทั่วไปแล้วในอาคารของมหาวิทยาลัยนเรศวรจะมีค่าอยู่ในช่วง 0-5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่จะมีปัญหาอยู่บางอาคารในช่วงเดือนธันวาคมและมกราคมที่มีค่าปริมาณฟอสฟอรัสสูงมากกว่าปริมาณที่พบในช่วงเดือนก่อนหน้านี้ โดยสาเหตุอาจเกิดมาจาก

เดือนธันวาคมอาคารเกษตร และ อาคารชีววิทยาในช่วงที่ได้ทำการเก็บน้ำตัวอย่าง ปริมาณน้ำที่อยู่ในบ่อบำบัดมีปริมาณน้อยกว่าในเดือนก่อน ๆ ซึ่งทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้มข้น ส่วนอาคารหอพักอาจารย์และโภชนาคาร 1 ในช่วงที่ได้ทำการเก็บน้ำตัวอย่างอาจมีการปล่อยน้ำซักล้างลงมาทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สูงกว่าปกติ

เดือนมกราคมอาคารโภชนาคาร 1 และโภชนาคาร 2 ในช่วงที่ได้ทำการเก็บน้ำตัวอย่าง มีการล้างถ้วยชามอยู่ ซึ่งจะส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำที่ค่อนข้างสูง ส่วนในอาคารฟิสิกส์ในช่วงที่ได้ทำการเก็บน้ำตัวอย่างทางอาคารฟิสิกส์ได้ทำการเปิดล้างเครื่องทำให้ที่ได้มามีความขุ่นคล้าย ๆสีดิน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผลการทดลองได้



รูปที่ 4.15 ปริมาณฟอสฟอรัส ของอาคารต่างๆ

บทที่ 5

สรุปผล

5.1 ปริมาณน้ำใช้

5.1.1 ปริมาณน้ำใช้ของมหาวิทยาลัยนเรศวรเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ 2545

ปริมาณน้ำใช้น้ำเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยนเรศวรเดือน มกราคม 1.600 ลบ.ม/คน/วัน

ปริมาณน้ำใช้น้ำเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยนเรศวรเดือน กุมภาพันธ์ 1.604 ลบ.ม/คน/วัน

5.1.2 ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยของอาคารเรียนรวม(วิศวะ) เดือนมกราคม 2545 คือ 90 ลบ.ม/วัน

ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยของอาคารแพทย์ เดือนมกราคม 2545 คือ 57.5 ลบ.ม/วัน

ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยของอาคารฟิสิกส์ เดือนมกราคม 2545 คือ 20.5 ลบ.ม/วัน

ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยของอาคารเคมี เดือนมกราคม 2545 คือ 26 ลบ.ม/วัน

ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยของอาคารชีววิทยา เดือนมกราคม 2545 คือ 21 ลบ.ม/วัน

ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยของอาคารโภชนาคาร 1 เดือนมกราคม 2545 คือ 20 ลบ.ม/วัน

ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยของอาคารโภชนาคาร 2 เดือนมกราคม 2545 คือ 31.5 ลบ.ม/วัน

5.2 การเปรียบเทียบค่าเจดาลไนโตรเจนกับเกณฑ์มาตรฐานของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

เนื่องจากประเภทอาคารที่ทำการศึกษาน้ำทิ้งอยู่ในกลุ่ม ข (สถาบันอุดมศึกษาของเอกชน หรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ ที่มีพื้นที่อยู่ระหว่าง 5000 - 25000 ตร.ม.) ซึ่งระบุไว้ว่า ค่ามาตรฐานเจดาลไนโตรเจนจากน้ำทิ้งมีค่าไม่เกิน 35 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสามารถทำการสรุปผลได้ ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบค่าเจดาลไนโตรเจนกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

ชื่ออาคาร	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
หอพักอาจารย์	/	/	/	/	/	/	/
หอพักหญิง 1	/	X	/	/	/	/	/
อาคารมิ่งขวัญ	X	/	/	/	/	/	/
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	/	/	/	/	/	/	/
อาคารเภสัช	/	/	/	/	/	/	/
อาคารแพทย์	/	/	/	/	/	/	/
อาคารมนุษย์ศาสตร์	/	/	/	/	/	/	/
อาคารศึกษา	/	/	/	/	/	/	/
อาคารเกษตร	/	/	/	/	/	/	/
อาคารฟิสิกส์	X	/	/	/	/	/	/
อาคารเคมี	/	/	/	/	/	/	/
อาคารชีววิทยา	/	/	/	/	/	/	/
โภชนาคาร 1	/	/	/	/	/	/	/
โภชนาคาร 2	/	/	/	/	/	/	/

จากตารางที่ 5.1 พบว่าเดือน กรกฎาคม มีอาคารที่มีค่าเกินค่ามาตรฐานอยู่ 2 อาคารคือ อาคารมิ่งขวัญ และอาคารฟิสิกส์ และเดือน สิงหาคม มีอาคารที่มีค่าเกินมาตรฐาน คือ หอพักหญิง 1 จะเห็นได้ว่าค่าเจดาลไนโตรเจนของแต่ละอาคารส่วนมากจะต่ำกว่าค่าเกณฑ์มาตรฐานแต่มีบ้างอาคารที่เกินมาตรฐานไปบ้างเล็กน้อย

5.3 คุณภาพน้ำทิ้ง

จากการทดลองพบว่า

1 ค่าเฉลี่ยปริมาณเจดาลไนโตรเจนของน้ำตัวอย่างที่มากที่สุดคือ หอพักหญิง 1 อาคารเภสัช อาคารฟิสิกส์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยปริมาณเจดาลไนโตรเจนของน้ำตัวอย่างที่น้อยที่สุดคือ อาคารชีววิทยา อาคารเกษตร และอาคารแพทย์ ตามลำดับ

2 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย ของน้ำตัวอย่างที่มากที่สุดคือ หอพักหญิง 1 อาคารเภสัช โภชนาคาร 1 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย ของน้ำตัวอย่างที่น้อยที่สุดคือ อาคารชีววิทยา อาคารมนุษยศาสตร์ อาคารเกษตร ตามลำดับ

3 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารอินทรีย์ของน้ำตัวอย่างที่มากที่สุดคือ อาคารมนุษยศาสตร์ อาคารฟิสิกส์ อาคารมิ่งขวัญ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยปริมาณสารอินทรีย์ของน้ำตัวอย่างที่น้อยที่สุดคือ โภชนาคาร 2 อาคารเกษตร อาคารชีววิทยา ตามลำดับ

4 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสของน้ำตัวอย่างที่มากที่สุดคือ โภชนาคาร 1 หอพักอาจารย์ อาคารฟิสิกส์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสของน้ำตัวอย่างที่น้อยที่สุดคือ อาคารแพทย์ อาคารมนุษยศาสตร์ อาคารเคมี ตามลำดับ

5 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรทของน้ำตัวอย่างที่มากที่สุดคือ อาคารฟิสิกส์ โภชนาคาร 1หอพักอาจารย์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรทของน้ำตัวอย่างที่น้อยที่สุดคือ อาคารมนุษยศาสตร์ อาคารชีววิทยา อาคารเคมี ตามลำดับ

6 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรทของน้ำตัวอย่างที่มากที่สุดคือ อาคารมนุษยศาสตร์ อาคารชีววิทยา อาคารฟิสิกส์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรทของน้ำตัวอย่างที่น้อยที่สุดคือ อาคารศึกษา อาคารเภสัช โภชนาคาร 2 ตามลำดับ

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข. พบว่า อาคารส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในส่วนของปริมาณไนโตรเจนจากน้ำทิ้งของอาคาร

บรรณานุกรม

ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: หจก.สยามสเตชั่นเนอรี่ซัพพลายส์,2542

คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม.การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย. ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2538

ศ.ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์.การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีวภาพ.กรุงเทพฯ : สมาคมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย,2544

วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น และวิชญา อิ่มกระจ่าง. คู่มือการวิเคราะห์น้ำ.ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร,2544

ผศ. อุดร จารุรัตน์ .คู่มือดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียและการใช้มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร. เรือนแก้วการพิมพ์,2537

METCALF & EDDY. WASTEWATER ENGINEERING.TREATMENT, DISPOSAL AND RESUE,3rd EDITION, 1991

ภาคผนวก ก
ปริมาณการใช้น้ำ

ตารางที่ ก.1 ปริมาณการใช้น้ำประปา ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ประจำเดือนมกราคม พ.ศ. 2545

วันที่/เดือน/ปี	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.)
1-Jan-01	25000
2-Jan-01	25000
3-Jan-01	30000
4-Jan-01	30000
5-Jan-01	30000
6-Jan-01	35000
7-Jan-01	30000
8-Jan-01	30000
9-Jan-01	25000
10-Jan-01	25000
11-Jan-01	30000
12-Jan-01	30000
13-Jan-01	25000
14-Jan-01	25000
15-Jan-01	30000
16-Jan-01	35000
17-Jan-01	30000
18-Jan-01	25000
19-Jan-01	25000
20-Jan-01	30000
21-Jan-01	30000
22-Jan-01	30000
23-Jan-01	35000
24-Jan-01	30000
25-Jan-01	25000
26-Jan-01	30000
27-Jan-01	25000
28-Jan-01	35000
29-Jan-01	30000
30-Jan-01	30000
31-Jan-01	30000

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากมิเตอร์น้ำที่ติดตั้งไว้ที่อาคารที่ทำการศึกษา

และเก็บน้ำเวลา 9.00 น.ของทุกวัน

ตารางที่ ก.2 ปริมาณการใช้น้ำประปา ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรจังหวัดพิษณุโลก

ประจำเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

วันที่/เดือน/ปี	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.)
1-Feb-01	25000
2-Feb-01	30000
3-Feb-01	25000
4-Feb-01	25000
5-Feb-01	30000
6-Feb-01	25000
7-Feb-01	30000
8-Feb-01	30000
9-Feb-01	25000
10-Feb-01	30000
11-Feb-01	30000
12-Feb-01	30000
13-Feb-01	30000
14-Feb-01	30000
15-Feb-01	25000
16-Feb-01	30000
17-Feb-01	30000
18-Feb-01	30000
19-Feb-01	30000
20-Feb-01	35000
21-Feb-01	30000
22-Feb-01	30000
23-Feb-01	25000
24-Feb-01	30000
25-Feb-01	30000
26-Feb-01	30000
27-Feb-01	35000
28-Feb-01	30000

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากมิเตอร์น้ำที่ติดตั้งไว้ที่อาคารที่ทำการศึกษา

และเก็บน้ำเวลา 9.00 น.ของทุกวัน

ตารางที่ ก.3 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารโภชนาคาร 2

ประจำเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

วันที่	ปริมาณการใช้น้ำประปา	
	มกราคม	กุมภาพันธ์
1	24.70	37.90
2	29.50	23.40
3	34.80	21.50
4	32.90	37.20
5	22.30	34.50
6	19.40	38.10
7	37.10	35.90
8	34.50	34.30
9	36.80	26.40
10	37.90	21.50
11	42.50	32.30
12	23.70	27.20
13	21.50	39.80
14	35.90	36.40
15	35.20	37.70
16	39.10	21.30
17	34.30	22.50
18	38.40	34.20
19	24.10	36.10
20	19.90	35.20
21	31.40	34.90
22	39.30	35.80
23	37.50	25.10
24	36.60	21.00
25	34.10	25.40
26	25.10	29.40
27	22.40	30.90
28	34.60	35.70
29	39.30	-
30	40.70	-
31	38.20	-

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากมิเตอร์น้ำที่ติดตั้งไว้ที่อาคารที่ทำการศึกษา และเก็บน้ำเวลา 9.00 น.ของทุกวัน

ตารางที่ ก.4 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารเรียนภาควิชาเคมี

ประจำเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

วันที่	ปริมาณการใช้น้ำประปา	
	มกราคม	กุมภาพันธ์
1	19.50	24.20
2	29.40	17.10
3	32.70	17.40
4	30.50	22.60
5	20.40	27.30
6	17.90	26.50
7	25.60	24.90
8	31.00	29.70
9	27.40	19.90
10	35.80	21.70
11	32.40	27.40
12	22.50	23.50
13	19.90	30.90
14	26.40	30.70
15	21.80	27.40
16	35.40	23.10
17	37.60	19.60
18	43.20	24.90
19	20.50	30.70
20	19.40	33.10
21	24.70	27.90
22	26.50	30.40
23	29.00	20.20
24	32.40	19.80
25	24.00	27.40
26	20.10	24.40
27	19.20	30.60
28	29.10	27.90
29	30.40	-
30	27.60	-
31	35.30	-

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากมิเตอร์น้ำที่ติดตั้งไว้ที่อาคารที่ทำการศึกษา และเก็บน้ำเวลา 9.00 น.ของทุกวัน

ตารางที่ ก.5 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารเรียนคณะแพทย์ศาสตร์

ประจำเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

วันที่	ปริมาณการใช้น้ำประปา	
	มกราคม	กุมภาพันธ์
1	37.90	63.50
2	57.20	50.70
3	66.40	51.20
4	61.30	55.90
5	53.90	63.70
6	47.20	61.50
7	59.10	59.90
8	67.20	61.20
9	71.30	47.30
10	63.50	45.90
11	65.40	52.60
12	50.70	49.90
13	48.90	56.90
14	59.20	53.80
15	52.50	62.70
16	53.70	51.40
17	51.60	46.10
18	59.30	58.80
19	51.20	69.30
20	47.10	61.50
21	57.10	63.60
22	63.50	64.10
23	61.90	59.60
24	59.70	50.00
25	64.30	67.07
26	51.20	69.50
27	50.90	68.30
28	59.40	67.50
29	60.90	-
30	65.70	-
31	60.40	-

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากมิเตอร์น้ำที่ติดตั้งไว้ที่อาคารที่ทำการศึกษา และเก็บน้ำเวลา 9.00 น.ของทุกวัน

ตารางที่ ก.6 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารเรียนภาควิชาชีววิทยา

ประจำเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

วันที่	ปริมาณการใช้น้ำประปา	
	มกราคม	กุมภาพันธ์
1	14.60	24.20
2	23.50	16.40
3	21.40	18.10
4	23.90	26.20
5	17.70	24.30
6	16.90	22.30
7	21.40	25.10
8	23.20	23.90
9	21.50	17.60
10	26.00	17.00
11	22.30	20.40
12	17.20	19.50
13	18.10	23.40
14	21.60	25.10
15	22.40	24.00
16	23.70	17.50
17	21.50	16.90
18	22.40	22.20
19	18.10	23.70
20	17.40	25.40
21	23.50	21.60
22	21.90	25.30
23	28.00	17.40
24	23.50	15.90
25	24.00	23.70
26	19.30	16.40
27	17.50	23.50
28	21.70	22.50
29	26.40	-
30	22.30	-
31	20.70	-

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากมิเตอร์น้ำที่ติดตั้งไว้ที่อาคารที่ทำการศึกษา และเก็บน้ำเวลา 9.00 น.ของทุกวัน

ตารางที่ ก.7 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารโภชนาคาร 1

ประจำเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

วันที่	ปริมาณการใช้น้ำประปา	
	มกราคม	กุมภาพันธ์
1	10.70	17.60
2	22.10	19.50
3	19.20	14.00
4	16.70	19.40
5	20.40	23.70
6	13.90	19.60
7	17.20	22.50
8	19.10	20.40
9	19.40	17.90
10	23.50	13.90
11	17.30	22.70
12	17.10	17.30
13	10.60	25.10
14	20.40	20.60
15	23.60	24.90
16	21.50	28.30
17	23.70	16.70
18	20.90	20.30
19	22.20	26.10
20	12.60	23.70
21	23.50	22.60
22	19.20	29.10
23	17.40	24.30
24	16.60	19.50
25	17.30	22.90
27	14.10	23.60
28	17.60	24.20
29	19.30	-
30	18.70	-
31	23.40	-

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากมิเตอร์น้ำที่ติดตั้งไว้ที่อาคารที่ทำการศึกษา และเก็บน้ำเวลา 9.00 น.ของทุกวัน

ตารางที่ ก.8 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารเรียนรวมคณะ วิศวกรรมศาสตร์

ประจำเดือน มกราคม – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

วันที่	ปริมาณการใช้น้ำประปา	
	มกราคม	กุมภาพันธ์
1	33.50	93.40
2	53.90	97.20
3	79.40	67.70
4	106.40	89.30
5	109.20	82.60
6	57.90	94.10
7	102.30	93.80
8	107.50	94.20
9	106.90	106.10
10	93.10	70.40
11	87.50	89.60
12	103.60	88.50
13	71.40	102.30
14	89.60	92.90
15	110.30	90.60
16	102.70	83.40
17	103.60	70.10
18	109.10	82.60
19	104.30	81.50
20	69.10	83.00
21	79.60	93.60
22	89.30	91.50
23	87.50	99.80
24	102.40	101.50
25	95.70	103.70
26	99.40	70.60
27	70.60	100.50
28	97.50	94.60
29	102.30	-
30	103.70	-
31	74.30	-

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากมิเตอร์น้ำที่ติดตั้งไว้ที่อาคารที่ทำการศึกษา และเก็บน้ำเวลา 9.00 น.ของทุกวัน

ตารางที่ ก.9 ปริมาณการใช้น้ำประปาอาคารเรียนภาควิชาฟิสิกส์

ประจำเดือน มกราคม – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

วันที่	ปริมาณการใช้น้ำประปา	
	มกราคม	กุมภาพันธ์
1	17.50	22.30
2	21.60	15.30
3	22.90	16.40
4	28.10	22.70
5	17.20	21.50
6	16.50	25.30
7	23.10	20.40
8	21.00	22.60
9	24.20	16.20
10	22.30	14.80
11	23.50	25.10
12	14.60	17.20
13	15.20	21.60
14	25.10	23.10
15	20.30	20.90
16	23.10	15.60
17	22.90	14.80
18	23.50	23.10
19	14.80	25.20
20	16.20	23.70
21	21.90	21.00
22	22.40	20.90
23	23.50	15.70
24	23.00	16.10
25	21.70	22.90
26	14.10	20.60
27	16.20	22.40
28	25.70	21.30
29	21.20	-
30	23.70	-
31	22.60	-

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากมิเตอร์น้ำที่ติดตั้งไว้ที่อาคารที่ทำการศึกษา

และเก็บน้ำเวลา 9.00 น.ของทุกวัน

ภาคผนวก ข.

ตารางข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลการทดลอง

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	วิธีการทดลอง				
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH_3
น้ำกลั่น	0.005	0.021	0.007	0.100	0.100
หอพักอาจารย์	0.162	0.173	0.260	2.100	14.800
หอหญิง 1	0.136	0.080	0.699	7.200	70.900
อาคารมิ่งขวัญ	0.128	0.100	0.158	2.000	18.400
อาคารเรียนรวม(วิสวะ)	0.007	0.012	0.183	5.100	28.800
อาคารเภสัช	0.039	0.034	0.256	4.200	40.500
อาคารแพทย์	0.056	0.083	0.010	3.100	17.650
อาคารมนุษย์	0.003	1.807	0.063	5.700	0.400
อาคารศึกษา	0.045	0.029	0.167	2.400	22.900
อาคารเกษตร	1.058	0.727	0.038	3.400	2.600
อาคารฟิสิกส์	0.030	0.018	0.087	6.600	9.200
อาคารเคมี	0.008	0.985	0.030	4.700	0.300
อาคารชีววิทยา	0.007	0.005	0.126	3.400	0.350
โภชนาคาร 1	0.549	0.485	0.487	2.600	24.400
โภชนาคาร 2	-	-	-	-	-

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ก.ค. 2544

เวลาที่เก็บน้ำตัวอย่าง 13.00 น.

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลการทดลอง

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	วิธีการทดลอง				
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH_3
น้ำกลั่น	0.008	0.005	0.009	0.100	0.100
หอพักอาจารย์	0.324	0.261	0.616	1.800	1.500
หอหญิง-1	0.213	0.251	0.740	6.500	6.200
อาคารมิ่งขวัญ	0.252	1.006	0.049	2.100	0.400
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.140	0.082	0.149	3.300	23.300
อาคารเภสัช	0.041	0.039	0.086	3.600	2.600
อาคารแพทย์	0.182	0.568	0.066	1.750	1.400
อาคารมนุษย์	0.011	2.230	0.057	2.000	0.200
อาคารศึกษา	0.059	0.035	0.187	3.500	6.500
อาคารเกษตร	0.123	0.135	0.101	1.400	2.200
อาคารฟิสิกส์	2.910	1.996	0.452	5.500	6.900
อาคารเคมี	0.013	0.258	0.058	1.700	0.200
อาคารชีววิทยา	0.014	1.906	0.126	1.000	0.300
โภชนาคาร 1	0.399	0.251	0.520	3.100	12.600
โภชนาคาร 2	0.143	0.083	0.241	2.400	2.300

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ส.ค. 2544

เวลาที่เก็บน้ำตัวอย่าง 14.00 น.

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลการทดลอง

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	วิธีการทดลอง				
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH_3
น้ำกลั่น	0.001	0.002	0.009	0.100	0.100
หอพักอาจารย์	0.141	0.431	0.206	1.800	0.100
หอหญิง 1	0.137	0.193	0.430	3.300	10.500
อาคารมิ่งขวัญ	0.115	0.298	0.197	9.000	1.800
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.030	0.020	0.212	9.700	31.900
อาคารเภสัช	0.121	0.071	0.281	11.000	36.200
อาคารแพทย์	0.050	0.144	0.023	0.700	0.100
อาคารมนุษย์	0.007	2.193	0.049	0.800	0.100
อาคารศึกษา	0.048	0.024	0.217	8.200	26.800
อาคารเกษตร	0.138	0.495	0.040	1.100	0.100
อาคารฟิสิกส์	0.024	2.676	0.469	3.100	4.100
อาคารเคมี	0.040	0.466	0.037	9.600	0.100
อาคารชีววิทยา	0.015	2.539	0.093	1.000	0.100
โภชนาคาร 1	0.367	0.248	0.437	6.300	19.400
โภชนาคาร 2	0.179	0.178	0.506	5.700	18.500

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ก.ย. 2544

เวลาที่เก็บน้ำตัวอย่าง 13.00 น.

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลการทดลอง

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	วิธีการทดลอง				
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH_3
น้ำกลั่น	0.002	0.039	0.025	0.100	0.100
หอพักอาจารย์	1.470	1.009	0.460	0.900	2.600
หอหญิง-1	0.062	0.036	0.600	3.600	11.700
อาคารมิ่งขวัญ	0.124	0.962	0.214	13.100	1.950
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.021	0.016	0.358	1.650	0.100
อาคารเภสัช	0.026	0.027	0.299	1.800	5.700
อาคารแพทย์	0.031	0.048	0.042	2.700	8.500
อาคารมนุษย์	0.006	1.436	0.053	1.000	0.100
อาคารศึกษา	0.046	0.027	0.238	1.000	2.700
อาคารเกษตร	0.020	0.025	0.048	0.200	0.100
อาคารฟิสิกส์	0.288	1.004	0.663	1.700	3.800
อาคารเคมี	0.100	0.058	0.367	2.900	9.100
อาคารชีววิทยา	0.009	2.421	0.206	0.250	0.100
โภชนาคาร 1	0.320	0.240	0.636	2.000	5.900
โภชนาคาร 2	0.092	0.054	0.441	1.500	4.200

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ต.ค. 2544

เวลาที่เก็บน้ำตัวอย่าง 13.00 น.

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลการทดลอง

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	วิธีการทดลอง				
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH_3
น้ำกลั่น	0.001	0.009	0.006	0.100	0.100
หอพักอาจารย์	0.233	0.135	0.049	13.950	19.600
หอหญิง 1	0.134	0.078	0.481	13.900	45.600
อาคารมิ่งขวัญ	0.101	1.326	0.121	11.600	19.100
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.008	0.040	0.104	7.200	10.800
อาคารเภสัช	0.060	0.035	0.238	10.000	21.400
อาคารแพทย์	0.044	0.243	0.030	0.500	0.100
อาคารมนุษย์	0.004	2.045	0.042	0.650	0.100
อาคารศึกษา	0.057	0.034	0.135	8.900	17.000
อาคารเกษตร	0.171	0.887	0.030	1.200	0.100
อาคารฟิสิกส์	0.118	2.716	0.330	2.300	2.800
อาคารเคมี	0.003	0.183	0.021	0.700	0.100
อาคารชีววิทยา	0.009	2.200	0.044	1.050	0.100
โภชนาคาร 1	0.559	0.636	0.439	14.000	13.900
โภชนาคาร 2	0.194	0.113	0.340	9.700	19.700

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง พ.ย. 2544

เวลาที่เก็บน้ำตัวอย่าง 11.00 น.

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลการทดลอง

ชนิดน้ำตัวอย่าง	วิธีการทดลอง				
	ไนไตรท	ไนเตรท วิธีไฮดราซีน	ฟอสฟอรัส (เปอร์ซัลเฟต)	เจดาลไนโตรเจน	แอมโมเนียไนโตรเจน
น้ำกลั่น	0.001	0.009	0.86	0.100	0.100
หอพักอาจารย์	0.170	0.058	1.486	11.800	19.600
หอหญิง 1	0.186	0.064	0.166	6.600	14.500
มิ่งขวัญ	0.007	0.167	0.272	2.800	2.150
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.007	0.010	0.524	5.100	8.000
ตึกเภสัช	0.013	0.019	0.061	16.200	15.700
ตึกแพทย์	0.090	0.212	0.086	2.200	0.300
ตึงมนุษย์	0.003	0.242	0.276	13.100	0.300
ตึกศึกษา	0.047	0.020	0.070	6.100	7.500
ตึกเกษตร	0.021	0.010	1.564	0.700	0.300
ตึกฟิสิกส์	0.286	0.270	0.083	5.500	11.100
ตึกเคมี	0.003	0.102	0.269	4.100	ม่วง
ตึกชีวะ	0.026	0.353	1.459	1.000	0.600
โภชนาคาร 1	0.504	0.404	1.087	10.700	26.900
โภชนาคาร 2	0.156	0.073	0.013	2.300	9.200

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ธันวาคม 2544

เวลาที่เก็บน้ำตัวอย่าง 11.00 น.

ตารางที่ ข.7 ข้อมูลการทดลอง

ชนิดน้ำตัวอย่าง	วิธีการทดลอง				
	ไนไตรท	ไนเตรท วิธี ไฮดราซีน	ฟอสฟอรัส (เปอร์ซัลเฟต)	เจดาล ไนโตรเจน	แอมโมเนียไนโตรเจน
น้ำกลั่น	0.003	0.010	0.006	0.300	0.200
หอพักอาจารย์	0.156	0.094	0.853	13.600	49.000
หอหญิง 1	0.310	0.103	0.617	6.900	19.800
มิ่งขวัญ	0.259	2.089	0.200	1.200	2.300
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.016	0.047	0.219	2.600	11.200
ตึกเภสัช	0.025	0.016	0.292	6.000	20.600
ตึกแพทย์	0.055	2.210	0.132	6.000	0.100
ตึงมนุษย์	0.011	2.410	0.086	7.800	1.300
ตึกศึกษา	0.060	0.018	0.277	5.900	14.000
ตึกเกษตร	0.022	0.065	0.083	0.600	1.300
ตึกฟิสิกส์	0.365	2.505	1.691	11.200	31.000
ตึกเคมี	0.011	0.442	0.056	0.700	1.600
ตึกชีวะ	0.031	2.662	0.304	0.600	0.800
โภชนาคาร 1	0.529	0.251	1.682	0.900	26.300
โภชนาคาร 2	0.149	0.073	1.066	2.800	24.000

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ม.ค. 2545

เวลาที่เก็บน้ำตัวอย่าง 11.00 น.

ภาคผนวก ค.

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ ค.1 ผลการทดลอง

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	ประมวลผล (มิลลิกรัม./ลิตร)					
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH3	สารอินทรีย์
หอพักอาจารย์	0.529	0.448	2.261	11.200	8.232	2.968
หอหญิง 1	0.444	0.008	6.078	39.760	39.648	0.112
อาคารมิ่งขวัญ	0.418	0.147	1.374	10.640	10.248	0.392
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.023	0.045	1.591	28.000	16.072	11.928
อาคารเภสัช	0.127	0.065	2.226	22.960	22.624	0.336
อาคารแพทย์	0.183	0.286	0.087	16.800	9.828	6.972
อาคารมนุษย์	0.010	10.199	0.548	31.360	0.168	31.192
อาคารศึกษา	0.147	0.017	1.452	12.880	12.768	0.112
อาคารเกษตร	4.099	0.008	0.330	18.480	1.400	17.080
อาคารฟิสิกส์	0.098	0.004	0.757	36.400	5.096	31.304
อาคารเคมี	0.026	5.539	0.261	25.760	0.112	25.648
อาคารชีววิทยา	0.023	0.005	1.096	18.480	0.140	18.340
โภชนาคาร 1	2.127	0.613	4.235	14.000	13.608	0.392
โภชนาคาร 2						

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ก.ค. 2544

ตารางที่ ค.2 ผลการทดลอง

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	ประมวลผล (มิลลิกรัม./ลิตร)					
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH_3	สารอินทรีย์
หอพักอาจารย์	1.058	0.416	5.357	9.520	0.784	8.736
หอหญิง I	0.696	0.722	6.435	35.840	3.416	32.424
อาคารมิ่งขวัญ	0.823	4.860	0.426	11.200	0.168	11.032
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.457	0.006	1.296	17.920	12.992	4.928
อาคารเภสัช	0.134	0.086	0.748	19.600	1.400	18.200
อาคารแพทย์	0.595	2.614	0.574	9.240	0.728	8.512
อาคารมนุษย์	0.036	12.563	0.496	10.640	0.056	10.584
อาคารศึกษา	0.193	0.005	1.626	19.040	3.584	15.456
อาคารเกษตร	0.402	0.361	0.878	7.280	1.176	6.104
อาคารฟิสิกส์	11.275	0.002	3.930	30.240	3.808	26.432
อาคารเคมี	0.042	1.415	0.504	8.960	0.056	8.904
อาคารชีววิทยา	0.046	10.723	1.096	5.040	0.112	4.928
โภชนาคาร 1	1.303	0.115	4.522	16.800	7.000	9.800
โภชนาคาร 2	0.467	0.002	2.096	12.880	1.232	11.648

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ส.ค. 2544

ตารางที่ ค.3 ผลการทดลอง

ชนิดน้ำตัวอย่าง	ประมวลผล (มิลลิกรัม./ลิตร)					
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH_3	สารอินทรีย์
หอพักอาจารย์	0.461	1.974	1.791	3.173	0.000	3.173
หอหญิง 1	0.448	0.643	3.739	5.973	5.824	0.149
มิ่งขวัญ	0.376	1.308	1.713	16.613	0.952	15.661
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.098	0.015	1.843	17.920	17.808	0.112
คึกเภสัช	0.395	0.006	2.443	20.347	20.216	0.131
คึกแพทย์	0.163	0.650	0.200	1.120	0.000	1.120
คึงมนุษย์	0.023	12.367	0.426	1.307	0.000	1.307
คึกศึกษา	0.157	0.001	1.887	15.120	14.952	0.168
คึกเกษตร	0.451	2.346	0.348	1.867	0.000	1.867
คึกฟิสิกส์	0.078	15.040	4.078	5.600	2.240	3.360
คึกเคมี	0.131	2.502	0.322	17.733	0.000	17.733
คึกชีวะ	0.049	14.296	0.809	1.680	0.000	1.680
โภชนาคาร 1	1.199	0.202	3.800	11.573	10.808	0.765
โภชนาคาร 2	0.585	0.421	4.400	10.453	10.304	0.149

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ก.ย. 2544

ตารางที่ ค.4 ผลการทดลอง

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	ประมวลผล (มิลลิกรัม./ลิตร)					
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH_3	สารอินทรีย์
หอพักอาจารย์	5.695	0.005	4.000	1.493	1.400	0.093
หอหญิง 1	0.203	0.001	5.217	6.533	6.496	0.037
อาคารมิ่งขวัญ	0.405	5.030	1.861	24.267	1.036	23.231
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.069	0.022	3.113	2.893	0.000	2.893
อาคารเภสัช	0.085	0.068	2.600	3.173	3.136	0.037
อาคารแพทย์	0.101	0.170	0.365	4.853	4.704	0.149
อาคารมนุษย์	0.020	8.093	0.461	1.680	0.000	1.680
อาคารศึกษา	0.150	0.002	2.070	1.680	1.456	0.224
อาคารเกษตร	0.065	0.076	0.417	0.187	0.000	0.187
อาคารฟิสิกส์	0.941	4.731	5.765	2.987	2.072	0.915
อาคารเคมี	0.327	0.001	3.191	5.227	5.040	0.187
อาคารชีววิทยา	0.029	13.649	1.791	0.280	0.000	0.280
โภชนาคาร 1	1.045	0.311	5.530	3.547	3.248	0.299
โภชนาคาร 2	0.301	0.005	3.835	2.613	2.296	0.317

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ต.ค. 2544

ตารางที่ ค.5 ผลการทดลอง

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	ประมวลผล (มิลลิกรัม./ลิตร)					
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH_3	สารอินทรีย์
หอพักอาจารย์	0.761	0.002	0.426	25.853	10.920	14.933
หอหญิง 1	0.438	0.003	4.183	25.760	25.480	0.280
อาคารมิ่งขวัญ	0.330	7.162	1.052	21.467	10.640	10.827
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.026	0.200	0.904	13.253	5.992	7.261
อาคารเภสัช	0.196	0.002	2.070	18.480	11.928	6.552
อาคารแพทย์	0.144	1.229	0.261	0.747	0.000	0.747
อาคารมนุษย์	0.013	11.541	0.365	1.027	0.000	1.027
อาคารศึกษา	0.186	0.006	1.174	16.427	9.464	6.963
อาคารเกษตร	0.559	4.453	0.261	2.053	0.000	2.053
อาคารฟิสิกส์	0.385	14.959	2.870	4.107	1.512	2.595
อาคารเคมี	0.010	1.024	0.183	1.120	0.000	1.120
อาคารชีววิทยา	0.029	12.400	0.383	1.773	0.000	1.773
โภชนาคาร 1	2.166	1.427	3.817	25.947	7.728	18.219
โภชนาคาร 2	0.634	0.005	2.957	17.920	10.976	6.944

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง พ.ย. 2544

ตารางที่ ค.6 ผลการทดลอง

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	ประมวลผล (มิลลิกรัม./ลิตร)					
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH_3	สารอินทรีย์
หอพักอาจารย์	0.555	0.010	12.922	21.840	10.920	10.920
หอหญิง 1	0.608	0.003	1.443	12.133	8.064	4.069
อาคารมิ่งขวัญ	0.023	0.921	2.365	5.040	1.148	3.892
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.023	0.034	4.557	9.333	4.424	4.909
อาคารเภสัช	0.042	0.065	0.530	30.053	8.736	21.317
อาคารแพทย์	0.294	0.904	0.748	3.920	0.112	3.808
อาคารมนุษย์	0.010	1.357	2.400	24.267	0.112	24.155
อาคารศึกษา	0.154	0.005	0.609	11.200	4.144	7.056
อาคารเกษตร	0.069	0.005	13.600	1.120	0.112	1.008
อาคารฟิสิกส์	0.934	0.591	0.722	10.080	6.160	3.920
อาคารเคมี	0.010	0.566	2.339	7.467	0.000	7.467
อาคารชีววิทยา	0.085	1.909	12.687	1.680	0.280	1.400
โภชนาคาร 1	1.953	0.330	9.452	19.787	15.008	4.779
โภชนาคาร 2	0.510	0.004	0.113	5.413	5.096	0.317

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ธ.ค. 2544

ตารางที่ ค.7 ผลการทดลอง

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	ประมวลผล (มิลลิกรัม./ลิตร)					
	ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	TKN	NH_3	สารอินทรีย์
หอพักอาจารย์	0.510	0.021	7.417	27.627	27.384	0.243
หอหญิง 1	1.013	0.010	5.365	12.693	11.032	1.661
อาคารมิ่งขวัญ	0.846	10.956	1.739	2.053	1.232	0.821
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.052	0.213	1.904	6.347	6.216	0.131
อาคารเภสัช	0.082	0.009	2.539	11.947	11.480	0.467
อาคารแพทย์	0.180	12.306	1.148	11.013	0.000	11.013
อาคารมนุษย์	0.036	13.580	0.748	14.373	0.672	13.701
อาคารศึกษา	0.196	0.002	2.409	10.827	7.784	3.043
อาคารเกษตร	0.072	0.295	0.722	0.933	0.672	0.261
อาคารฟิสิกส์	1.192	12.960	14.704	20.720	17.304	3.416
อาคารเคมี	0.036	2.461	0.487	1.120	0.840	0.280
อาคารชีววิทยา	0.101	14.938	2.643	0.933	0.392	0.541
โภชนาคาร 1	2.050	0.013	14.626	15.120	14.672	0.448
โภชนาคาร 2	0.487	0.005	9.270	14.000	13.384	0.616

วันที่เก็บน้ำตัวอย่าง ม.ค. 2545

ตารางที่ ค.8 ผลการทดลอง (แสดงค่าน้อยสุด,มากสุดและค่าเฉลี่ย)

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	ช่วงค่า(mg/L)												ค่าเฉลี่ย (mg/L)					
	ไนไตรท		ไนเตรท		ฟอสฟอรัส		เจดาลไนโตรเจน		แอมโมเนีย		สารอินทรีย์		ไนไตรท	ไนเตรท	ฟอสฟอรัส	เจดาลไนโตรเจน	แอมโมเนีย	สารอินทรีย์
	น้อยสุด	มากสุด	น้อยสุด	มากสุด	น้อยสุด	มากสุด	น้อยสุด	มากสุด	น้อยสุด	มากสุด	น้อยสุด	มากสุด						
หอพักอาจารย์	0.461	5.695	0.002	1.974	0.426	12.922	1.493	27.627	0.000	27.384	0.093	14.933	1.367	0.411	4.882	14.387	8.520	5.867
หอหญิง 1	0.203	1.013	0.001	0.722	1.443	6.435	5.973	39.760	3.416	39.648	0.037	32.424	0.550	0.198	4.637	19.813	14.280	5.533
มิ่งขวัญ	0.023	0.846	0.147	10.956	0.426	2.365	2.053	24.267	0.168	10.640	0.392	23.231	0.460	4.340	1.504	13.040	3.632	9.408
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	0.023	0.457	0.006	0.213	0.904	4.557	2.893	28.000	0.000	17.808	0.112	11.928	0.107	0.076	2.173	13.667	9.072	4.595
ตึกเภสัช	0.042	0.395	0.002	0.086	0.530	2.600	3.173	30.053	1.400	22.624	0.037	21.317	0.152	0.043	1.880	18.080	11.360	6.720
ตึกแพทย์	0.101	0.595	0.170	12.306	0.087	1.148	0.747	16.800	0.000	9.828	0.149	11.013	0.237	2.594	0.483	6.813	2.196	4.617
ตึกมนุษย์	0.010	0.036	1.357	13.580	0.365	2.400	1.027	31.360	0.000	0.672	1.027	31.192	0.021	9.957	0.778	12.093	0.144	11.949
ตึกศึกษา	0.147	0.196	0.001	0.017	0.609	2.409	1.680	19.040	1.456	14.952	0.112	15.456	0.169	0.005	1.604	12.453	7.736	4.717
ตึกเกษตร	0.065	4.099	0.005	4.453	0.261	13.600	0.187	18.480	0.000	1.400	0.187	17.080	0.817	1.078	2.365	4.560	0.480	4.080
ตึกฟิสิกส์	0.078	11.275	0.002	15.040	0.722	14.704	2.987	36.400	1.512	17.304	0.915	31.304	2.129	6.898	4.689	15.733	5.456	10.277
ตึกเคมี	0.010	0.327	0.001	5.539	0.183	3.191	1.120	25.760	0.000	5.040	0.187	25.648	0.083	1.930	1.041	9.627	0.864	8.763
ตึกชีวะ	0.023	0.101	0.005	14.938	0.383	12.687	0.280	18.480	0.000	0.392	0.280	18.340	0.052	9.703	2.929	4.267	0.132	4.135
โภชนาคาร 1	1.045	2.166	0.013	1.427	3.800	14.626	3.547	25.947	3.248	15.008	0.299	18.219	1.692	0.430	6.569	15.253	10.296	4.957
โภชนาคาร 2	0.301	0.634	0.002	0.421	0.113	9.270	2.613	17.920	1.232	13.384	0.149	11.648	0.497	0.074	3.778	10.547	7.215	3.332

ตารางที่ ค.9 ตารางแสดงค่าอุณหภูมิ

อาคาร	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)							อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	25-Jul-01	22-Aug-01	19-Sep-01	19-Oct-01	15-Nov-01	15-Dec-01	30-Jan-02	Maximum	Minimum	Average
หอพักอาจารย์	31.0	31.0	29.0	25.0	24.0	27.0	24.0	31.0	24.0	27.3
หอหญิง I	31.0	32.0	29.5	25.0	28.0	27.5	24.0	32.0	24.0	28.1
อาคารมิ่งขวัญ	31.0	32.0	29.5	29.5	27.0	25.0	23.0	32.0	23.0	28.1
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	32.0	32.0	29.5	30.5	28.0	26.0	25.0	32.0	25.0	29.0
อาคารเภสัช	32.0	32.0	30.5	30.5	29.0	25.0	24.5	32.0	24.5	29.1
อาคารแพทย์	31.0	31.0	31.5	31.0	29.0	24.5	24.0	31.5	24.0	28.9
อาคารมนุษย์	32.0	31.0	31.5	29.5	28.0	26.0	25.0	32.0	25.0	29.0
อาคารศึกษา	32.0	31.0	30.0	30.5	25.0	26.0	23.0	32.0	23.0	28.2
อาคารเกษตร	31.0	31.0	30.0	29.0	25.0	26.0	23.0	31.0	23.0	27.9
อาคารฟิสิกส์	31.0	31.0	28.0	30.0	28.0	26.5	25.0	31.0	25.0	28.5
อาคารเคมี	32.0	31.0	28.0	29.0	29.0	26.0	23.0	32.0	23.0	28.3
อาคารชีววิทยา	32.0	31.0	29.0	27.0	28.0	26.5	24.0	32.0	24.0	28.2
โภชนาคาร 1	32.0	31.0	29.5	29.5	29.0	25.0	23.0	32.0	23.0	28.4
โภชนาคาร 2	-	31.0	30.0	25.0	29.0	26.0	25.0	31.0	25.0	27.7

ตารางที่ ค.10 ตารางแสดงค่าพีเอช

อาคาร	พีเอช							พีเอช		
	25-Jul-01	22-Aug-01	19-Sep-01	19-Oct-01	15-Nov-01	15-Dec-01	30-Jan-02	Maximum	Minimum	Average
หอพักอาจารย์	7.38	7.43	7.25	7.84	7.50	7.72	7.50	7.84	7.25	7.52
หอหญิง 1	7.20	7.25	7.36	7.53	7.34	7.39	7.53	7.53	7.20	7.37
อาคารมิ่งขวัญ	7.40	9.13	7.69	7.99	7.85	7.70	7.63	9.13	7.40	7.91
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	7.45	8.33	8.09	8.18	7.88	7.88	7.86	8.33	7.45	7.95
อาคารเภสัช	7.01	7.42	7.35	7.56	7.47	7.83	7.58	7.83	7.01	7.46
อาคารแพทย์	7.14	7.66	7.84	7.92	7.77	8.58	8.38	8.58	7.14	7.90
อาคารมนุษย์	7.50	7.46	8.48	8.50	8.55	8.40	8.52	8.55	7.46	8.20
อาคารศึกษา	7.10	7.22	7.42	7.89	7.43	7.48	7.41	7.89	7.10	7.42
อาคารเกษตร	7.00	2.85	8.11	8.28	8.38	8.61	8.40	8.61	2.85	7.38
อาคารฟิสิกส์	6.00	6.60	4.34	6.25	5.77	5.28	5.98	6.60	4.34	5.75
อาคารเคมี	7.67	7.34	7.67	7.88	8.00	8.15	7.66	8.15	7.34	7.77
อาคารชีววิทยา	7.28	7.30	8.05	7.79	7.89	7.71	7.92	8.05	7.28	7.71
โภชนาคาร 1	5.55	5.94	5.47	6.12	5.29	5.85	8.41	8.41	5.29	6.09
โภชนาคาร 2	-	6.92	6.29	7.30	6.91	6.87	6.75	7.30	6.29	6.84

ตารางที่ ค.11 ตารางแสดงค่าสภาพการนำไฟฟ้า

อาคาร	สภาพการนำไฟฟ้า							สภาพการนำไฟฟ้า		
	25-Jul-01	22-Aug-01	19-Sep-01	19-Oct-01	15-Nov-01	15-Dec-01	30-Jan-02	Maximum	Minimum	Average
หอพักอาจารย์	353	280	229	270	261	291	400	400	229	298
หอหญิง 1	705	561	307	478	312	294	264	705	264	417
อาคารมิ่งขวัญ	316	171	223	222	197	150	121	316	121	200
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	372	291	322	392	170	182	136	392	136	266
อาคารเภสัช	464	179	302	297	250	237	191	464	179	274
อาคารแพทย์	529	314	231	288	254	216	246	529	216	297
อาคารมนุษย์	301	250	194	240	177	171	157	301	157	213
อาคารศึกษา	314	275	258	224	196	183	142	314	142	227
อาคารเกษตร	532	962	275	195	159	195	143	962	143	352
อาคารฟิสิกส์	940	839	690	526	341	504	612	940	341	636
อาคารเคมี	625	524	452	397	248	282	319	625	248	407
อาคารชีววิทยา	413	297	266	307	247	240	152	413	152	275
โภชนาคาร 1	672	513	335	556	555	540	417	672	335	513
โภชนาคาร 2	-	616	538	580	470	522	615	616	470	557

ตารางที่ ค.12 ตารางแสดงค่าปริมาณสารแขวนลอย

อาคาร	ปริมาณสารแขวนลอย							ปริมาณสารแขวนลอย		
	25-Jul-01	22-Aug-01	19-Sep-01	19-Oct-01	15-Nov-01	15-Dec-01	30-Jan-02	Maximum	Minimum	Average
หอพักอาจารย์	154.0	58.0	30.0	66.0	46.0	34.0	52.0	154.0	30.0	62.9
หอหญิง 1	42.0	32.0	34.0	128.0	2.0	24.0	36.0	128.0	2.0	42.6
อาคารมิ่งขวัญ	6.0	18.0	16.0	18.0	8.0	14.0	8.0	18.0	6.0	12.6
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	2.0	194.0	12.0	8.0	4.0	16.0	4.0	194.0	2.0	34.3
อาคารเภสัช	20.0	6.0	26.0	4.0	4.0	6.0	8.0	26.0	4.0	10.6
อาคารแพทย์	4.0	126.0	98.0	16.0	2.0	10.0	12.0	126.0	2.0	38.3
อาคารมนุษย์	2.0	2.0	16.0	16.0	2.0	26.0	6.0	26.0	2.0	10.0
อาคารศึกษา	12.0	4.0	10.0	2.0	4.0	36.0	14.0	36.0	2.0	11.7
อาคารเกษตร	18.0	22.0	16.0	2.0	8.0	12.0	16.0	22.0	2.0	13.4
อาคารฟิสิกส์	10.0	6.0	10.0	14.0	8.0	18.0	10.0	18.0	6.0	10.9
อาคารเคมี	16.0	12.0	4.0	40.0	98.0	20.0	18.0	98.0	4.0	29.7
อาคารชีววิทยา	4.0	4.0	2.0	8.0	4.0	10.0	8.0	10.0	2.0	5.7
โภชนาคาร 1	172.0	106.0	110.0	86.0	128.0	32.0	134.0	172.0	32.0	109.7
โภชนาคาร 2	-	28.0	76.0	18.0	34.0	30.0	26.0	76.0	18.0	35.3

ตารางที่ ค.13 แสดงค่าออกซิเจนละลายน้ำ

อาคาร	ค่าออกซิเจนละลายน้ำ(mg/l)							ค่าออกซิเจนละลายน้ำ(mg/l)		
	25-Jul-01	22-Aug-01	19-Sep-01	19-Oct-01	15-Nov-01	15-Dec-01	30-Jan-02	Maximum	Minimum	Average
หอพักอาจารย์	-	-	1.8	0.0	1.1	0.0	0.0	1.8	0.0	0.58
หอหญิง 1	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
อาคารมิ่งขวัญ	-	-	3.4	3.3	3.3	5.6	4.3	5.6	3.3	3.98
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	-	-	0.0	0.0	1.9	1.7	6.4	6.4	0.0	2.00
อาคารเภสัช	-	-	0.0	0.4	0.0	1.5	5.2	5.2	0.0	1.42
อาคารแพทย์	-	-	4.4	2.4	1.3	7.1	7.6	7.6	1.3	4.56
อาคารมนุษย์	-	-	6.2	6.2	5.8	5.7	11.7	11.7	5.7	7.12
อาคารศึกษา	-	-	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	1.6	0.0	0.32
อาคารเกษตร	-	-	8.9	5.9	7.1	7.0	10.5	10.5	5.9	7.88
อาคารฟิสิกส์	-	-	5.8	0.6	3.7	4.5	4.2	5.8	0.6	3.76
อาคารเคมี	-	-	5.0	0.0	5.7	5.2	4.7	5.7	0.0	4.12
อาคารชีววิทยา	-	-	6.7	5.7	4.8	7.3	10.2	10.2	4.8	6.94
โภชนาคาร 1	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
โภชนาคาร 2	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00

ตารางที่ ค.14 ตารางแสดงค่าบีโอดี

อาคาร	บีโอดี(mg/l)							บีโอดี(mg/l)		
	25-Jul-01	22-Aug-01	19-Sep-01	19-Oct-01	15-Nov-01	15-Dec-01	30-Jan-02	Maximum	Minimum	Average
หอพักอาจารย์	179.00	159.00	20.00	49.67	83.33	57.33	60.16	179.00	20.00	86.93
หอหญิง 1	126.00	122.70	56.33	46.33	89.67	112.00	30.08	126.00	30.08	83.30
อาคารมิ่งขวัญ	189.00	20.00	36.67	40.00	33.00	54.33	3.71	189.00	3.71	53.82
อาคารเรียนรวม(วิศวะ)	86.33	132.67	23.33	10.00	16.33	35.00	20.56	132.67	10.00	46.32
อาคารเภสัช	126.00	73.00	23.33	18.33	16.67	64.00	5.01	126.00	5.01	46.62
อาคารแพทย์	109.33	3.33	43.33	16.67	23.00	57.33	2.51	109.33	2.51	36.50
อาคารมนุษย์	76.33	43.00	23.33	16.67	23.00	15.67	10.28	76.33	10.28	29.75
อาคารศึกษา	83.00	63.00	82.67	16.67	10.00	89.33	16.04	89.33	10.00	51.53
อาคารเกษตร	92.66	20.00	6.67	23.00	23.00	25.67	10.53	92.66	6.67	28.79
อาคารฟิสิกส์	103.00	119.33	23.33	64.67	33.00	22.33	14.04	119.33	14.04	54.24
อาคารเคมี	66.33	33.00	26.67	79.67	19.67	28.67	3.01	79.67	3.01	36.72
อาคารชีววิทยา	195.33	77.00	10.00	29.67	16.33	54.00	2.81	195.33	2.81	55.02
โภชนาคาร 1	228.67	281.67	89.67	199.00	249.33	223.67	681.83	681.83	89.67	279.12
โภชนาคาร 2	-	79.33	162.67	26.33	122.67	166.00	83.56	166.00	26.33	106.76

ประวัติผู้เขียน

1. นายกณวรรธ์ มูลพฤกษ์ ประวัติการศึกษา	เกิดวันที่ 28 พฤษภาคม พศ. 2522 ที่จังหวัดชัยนาท สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากกลาซาลโชติรวี จังหวัดนครสวรรค์ และตอนปลายจากโรงเรียนนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร ชั้นปีที่ 4
2. นายชัยรัตน์ เกียรติอุทัย ประวัติการศึกษา	เกิดวันที่ 25 มกราคม พศ. 2523 ที่จังหวัดนนทบุรี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนวัชรวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร ชั้นปีที่ 4
3. นายนุกูล เห็นเจริญสุข ประวัติการศึกษา	เกิดวันที่ 26 เมษายน พ.ศ. 2522 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร ชั้นปีที่ 4
4. นายสานิตย์ พากเพียร ประวัติการศึกษา	เกิดวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดระนอง สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนกระบุรีวิทยา อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร ชั้นปีที่ 4