

# สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แนวทางการจัดการนำทิ้งจากอาคาร ที่อยู่ใกล้เคียงคลองสาธารณะ



นางสาวปภาณีย์ ศรีวิริยานุภาพ  
นางสาวศิริพร อินเขียวสาย  
นางสาวอรพินทร์ คนเที่ยง  
นางสาวอารีญา สาเดศ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์

เลขที่.....

เลขทะเบียน..... 37632

ณ, เดือน, ปี..... 19 ก.ย. 2543

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# GUIDELINE TO EFFLUENT MANAGEMENT FROM BUILDING NEAR PUBLIC CANALS



A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the  
Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หัวข้อโครงการพิเศษ	แนวทางการจัดการน้ำทิ้งจากอาคารที่อยู่ใกล้เคียงคลองสาธารณะ
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปภาณีย์ ศรีวิริยานุภาพ นางสาวศิริพร อินเขียวสาย นางสาวอรพินทร์ คนเที่ยง นางสาวอารีญา ลาเดต
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พิลสมัย ชัยรัตน์อุทัย อาจารย์กลินสุคนธ์ สุวรรณรัตน์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2542

#### บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารเรียนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยทำการศึกษาบริเวณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์บริเวณตึกแอล คณะเทคโนโลยีการเกษตรซึ่งเป็นตัวแทนคุณภาพน้ำทิ้ง และศึกษาคุณภาพน้ำในคลองประเวศบุรีรมย์กับคลองหกศอก ซึ่งเป็นตัวแทนคลองสาธารณะที่อยู่โดยรอบสถาบัน โดยทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2542 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2543 พบว่าบริเวณจุดบ่อกักโรงสูบน้ำเกษตร มีค่าพีเอช อยู่ในช่วง 6.84 - 7.10 ปริมาณออกซิเจนละลาย 1.63 - 2.65 มก./ล. ค่าบีโอดี 4.79 - 13.00 มก./ล. ค่าซีโอดี 53.2 - 74.13 มก./ล. ปริมาณเจลดาล์ไนโตรเจน 0.59 - 0.97 มก./ล. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.57 - 1.74 มก./ล. บริเวณบ่อกักโรงสูบน้ำสถาปัตย์ ค่าพีเอช 6.72 - 7.08 มก./ล. ปริมาณออกซิเจนละลาย 2.02 - 4.16 มก./ล. ค่าบีโอดี 7.99 - 12.50 มก./ล. ค่าซีโอดี 53.76 - 105.00 มก./ล. ปริมาณเจลดาล์ไนโตรเจน 0.76 - 1.69 มก./ล. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.72 - 1.01 มก./ล. บริเวณคลองประเวศบุรีรมย์ ค่าพีเอช 6.63 - 7.08 มก./ล. ปริมาณออกซิเจนละลาย 1.33 - 2.25 มก./ล. ค่าบีโอดี 4.40 - 4.82 มก./ล. ค่าซีโอดี 52.8 - 116.00 มก./ล. ปริมาณเจลดาล์ไนโตรเจน 0.59 - 1.26 มก./ล. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.52 - 0.9 มก./ล. และคลองหกศอก มีค่าพีเอช 6.43 - 6.98 ปริมาณออกซิเจนละลาย 1.51 - 2.42 มก./ล. ค่าบีโอดี 3.46 - 7.04 มก./ล. ค่าซีโอดี 27.50 - 89.00 มก./ล. ปริมาณเจลดาล์ไนโตรเจน 0.86 - 1.22 มก./ล. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.35 - 0.9 มก./ล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบปริมาณเจลดาล์ไนโตรเจน และ คาร์บอนไดออกไซด์ ในช่วงฤดูหนาวระหว่างมีการเรียนการสอนกับไม่มีการเรียนการสอนพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณเจลดาล์ไนโตรเจน และ คาร์บอนไดออกไซด์ ของน้ำทิ้งที่จุดเก็บตัวอย่างบริเวณบ่อพักโรงสูบน้ำกับคลองสาธารณะของทั้งสองคณะ ระหว่างช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาว พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

จากการวิเคราะห์ทั้งหมดทำให้ทราบว่า น้ำทิ้งจากอาคารเรียนมีผลทำให้คุณภาพน้ำในคลองเปลี่ยนแปลงไป แต่น้ำทิ้งจากอาคารทั้งสองก็ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข. สามารถปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ ขณะที่คุณภาพน้ำในคลองประเวศบุรีรัมย์และคลองหกคอกยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ตามมาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project	Guideline to effluent management from building near public canals
Author	Ms.Paphanee Sriwiryanyuphap Ms.Siriporn Inkeawsai Ms.Orapin Konthieng Ms.Arreya Sadad
Advisor	Ms.Pitsamai Chairat-uthai Ms.Glinsukol Suwannarat
Department	Environmental Resource Chemistry
Academic year	1999

### Abstract

The special project was characterized wastewater from the area around Faculty of Architecture, L' Building of Faculty of Agriculture Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang that refer to the wastewater quality from KMITL and studied the water quality at Praveburirom canal and Hok-sork canal that refer to the water quality of public canals. At combined wastewater well Faculty of Agriculture Technology, the pH range were 6.84 – 7.1 , dissolved oxygen 1.63 – 2.65 mg/l ,biological oxygen demand 4.79 – 13.0 mg/l , chemical oxygen demand 53.2 – 74.13 mg/l ,total kjedhal nitrogen 0.59 – 0.97 mg/l , total phosphorus 0.57 – 1.74 mg/l . At combined wastewater well Faculty of Agriculture , the pH range were 6.72 – 7.08 , dissolved oxygen 2.02 – 4.16 mg/l ,biological oxygen demand 7.99 – 12.5 mg/l , chemical oxygen demand 53.76– 105.0 mg/l ,total kjedhal nitrogen 0.76 – 1.69 mg/l , total phosphorus 0.72 – 1.01 mg/l .At Praveburirom canal the pH range were 6.63 – 7.08 , dissolved oxygen 1.33– 2.25 mg/l ,biological oxygen demand 4.40 – 4.82 mg/l , chemical oxygen demand 52.8 – 116.0 mg/l ,total kjedhal nitrogen 0.59 – 1.26 mg/l , total phosphorus 0.52 – 0.9 mg/l . At Hok-sork canal , the pH range were 6.43 – 6.98 , dissolved oxygen 1.51– 2.42 mg/l ,biological oxygen demand 3.46 – 7.04 mg/l , chemical oxygen demand 27.5 – 89.0 mg/l ,total kjedhal nitrogen 0.86 – 1.22 mg/l , total phosphorus 0.35 – 0.9 mg/l.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The comparison of total Kjeldahl nitrogen and biological oxygen demand in winter between study and weekend of both Faculty were not significantly different at the level of 0.05 but the comparison of total Kjeldahl nitrogen and biological oxygen demand during winter and rainy season between combined wastewater well and public canal were significantly at the level of 0.05.

From this study , showed that wastewater from KMITL was contaminated in to canal and changed the quality of water. Although the water quality was lower than standard criteria of wastewater from the building . But the water quality of Praveburirom and Hok – sork canals are up to standard criteria of the fifth category water resource according to the standard of surface – water sea out by the Institute of National Environmental.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการพิเศษนี้ คณะผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์พิสมัย ชัยรัตน์ อุทัย และอาจารย์กัลลินสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ในด้านต่างๆ ซึ่งทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์อรุณี คงศักดิ์ไพศาลและอาจารย์กรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์ ที่กรุณาตรวจสอบและติดตามการดำเนินโครงการพิเศษนี้

ขอขอบคุณ คุณปรีชา มาประสพ เจ้าหน้าที่กองอาคารสถานที่ สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้อนุเคราะห์ข้อมูลและให้ความสะดวกในการดำเนินงานเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ นักศึกษาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ชั้นปีที่ 4 เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ธุรการและผู้มีส่วนร่วมในการดำเนินงานทุกท่าน ที่ให้ความสนับสนุน ช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อในระหว่างการทำโครงการนี้

คณะผู้จัดทำ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฅ
บทที่ 1- บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 ความหมาย	4
2.2 น้ำเสียจากแหล่งชุมชน	4
2.3 สิ่งสกปรกในน้ำเสีย	5
2.4 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมี	6
2.4.1 ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสีย	6
2.4.2 ลักษณะทางเคมีของน้ำเสีย	7
2.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์น้ำเสีย	9
2.5.1 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ	9
2.5.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	10
2.5.3 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ	11
2.5.4 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ	13
บทที่ 3 ขั้นตอนการวิจัย	15
3.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ	15
3.1.1 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง	15
3.1.2 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำในคลอง	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
3.2 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ	24
3.2.1 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำของอาคารเรียน	24
3.2.2 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำในคลอง	24
3.3 การวิเคราะห์น้ำตัวอย่างน้ำ	25
3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ	26
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	27
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาวิจัย และข้อเสนอแนะ	52
เอกสารอ้างอิง	56
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของตัวอย่างน้ำ	57
ภาคผนวก ข มาตรฐานคุณภาพน้ำที่รับจากอาคารและมาตรฐาน คุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน	81
ภาคผนวก ค มาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดิน	83
ภาคผนวก ง ตารางผลการทดลอง	87
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ทางสถิติ	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ช่วงความถี่ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์	12
ตารางที่ 2.2 การเก็บรักษาตัวอย่างโดยการยับยั้งการเปลี่ยนแปลง	13
ตารางที่ 2.3 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ	14
ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์และวิธีการวิเคราะห์	25
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของน้ำ ทั้งในช่วงที่มีการเรียนการสอนทั้งฤดูฝนและฤดูหนาว	27
ตารางที่ 4.2 แสดงคุณภาพน้ำในคลองช่วงที่มีการเรียนการสอนทั้งใน ฤดูฝนและฤดูหนาว	31
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆ ของอาคารในช่วงฤดูหนาว ขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	36
ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆ ของคลองในช่วงฤดูหนาว ขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	40
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทั้ง ณ จุดก่อนปล่อยบริเวณโรงสูบน้ำ กับคุณภาพน้ำคลอง ณ จุดรองรับน้ำทั้งในช่วงฤดูฝนและ ฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	47
ตารางที่ 5.1 คุณภาพน้ำทิ้งของอาคารเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง จากอาคารประเภท ข	52
ตารางที่ 5.2 การจัดประเภทคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีบริเวณ คลองประเวศบุรีรมย์และคลองหกคอก	53

## สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำในภาคสนาม	10
รูปที่ 3.1	แผนที่แสดงอาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	17
รูปที่ 3.2	แผนที่แสดงตึกแอลคณะเทคโนโลยีการเกษตร	18
รูปที่ 3.3	บริเวณที่เป็นท่อปล่อยน้ำทิ้งจากอาคารลงสระ	19
รูปที่ 3.4	บริเวณที่เป็นบ่อรวมของน้ำทิ้งที่ปล่อยออกจากอาคาร	19
รูปที่ 3.5	จุดที่เป็นปากท่อสูบลก่อนปล่อยลงบ่อฝักตบขวา	20
รูปที่ 3.6	จุดที่เป็นท่อปล่อยน้ำทิ้งจากอาคารปฏิบัติการ	20
รูปที่ 3.7	บ่อรวมที่รองรับน้ำทิ้งบางส่วนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ และอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	21
รูปที่ 3.8	บ่อกักน้ำทิ้งคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	21
รูปที่ 3.9	จุดอ้างอิงที่คลองประเวศบุรีรมย์	22
รูปที่ 3.10	บริเวณหน้าตึกกิจกรรม	22
รูปที่ 3.11	บริเวณหน้าโรงอาหารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	23
รูปที่ 3.12	บริเวณหน้าโรงสูบลคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	23
รูปที่ 3.13	จุดเก็บที่คลองหกตอก	24
รูปที่ 4.1	แสดงการเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างของอาคาร ในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	28
รูปที่ 4.2	แสดงการเปรียบเทียบค่าการละลายของออกซิเจนของ อาคารในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	29
รูปที่ 4.3	แสดงการเปรียบเทียบค่าบีโอดีของอาคารในช่วงฤดูฝนกับ ฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	29
รูปที่ 4.4	แสดงการเปรียบเทียบค่าซีโอดีของอาคารในช่วงฤดูฝนกับ ฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	30
รูปที่ 4.5	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมด ของอาคารในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของอาคาร ในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	31
รูปที่ 4.7	แสดงการเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างของคลอง ในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	33
รูปที่ 4.8	แสดงการเปรียบเทียบค่าการละลายของออกซิเจนของ คลองในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	33
รูปที่ 4.9	แสดงการเปรียบเทียบค่าบีโอดีของคลองในช่วงฤดูฝน กับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	34
รูปที่ 4.10	แสดงการเปรียบเทียบค่าซีโอดีของคลองในช่วงฤดูฝน กับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	34
รูปที่ 4.11	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมด ของคลองในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	35
รูปที่ 4.12	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของคลอง ในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน	35
รูปที่ 4.13	แสดงการเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างของอาคารในช่วง ฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	37
รูปที่ 4.14	แสดงการเปรียบเทียบค่าการละลายของออกซิเจนของอาคารใน ช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	38
รูปที่ 4.15	แสดงการเปรียบเทียบค่าบีโอดีของอาคารในช่วงฤดูหนาวขณะที่ มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	38
รูปที่ 4.16	แสดงการเปรียบเทียบค่าซีโอดีของอาคารในช่วงฤดูหนาวขณะที่ มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	39
รูปที่ 4.17	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมดของอาคาร ในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	39
รูปที่ 4.18	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของอาคารใน ช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	40
รูปที่ 4.19	แสดงการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของคลองในช่วง ฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	42
รูปที่ 4.20	แสดงการเปรียบเทียบค่าการละลายของออกซิเจนของคลองใน ช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	42

	หน้า	
รูปที่ 4.21	แสดงการเปรียบเทียบค่าบีโอดีของคลองในช่วงฤดูหนาวขณะ ที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	43
รูปที่ 4.22	แสดงการเปรียบเทียบค่าซีโอดีของคลองในช่วงฤดูหนาวขณะ ที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน	43
รูปที่ 4.23	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเจลดาล์-ไนโตรเจนทั้งหมดของ คลองในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียน การสอน	44
รูปที่ 4.24	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของคลอง - ในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียน การสอน	44
รูปที่ 4.25	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนของคลอง ในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียน การสอน	45
รูปที่ 4.26	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณออร์แกนิก-ไนโตรเจนของคลอง ในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียน การสอน	45
รูปที่ 4.27	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของคลอง ในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียน การสอน	46
รูปที่ 4.28	แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหึ่ง ณ จุดก่อนปล่อยบริเวณโรง สูบน้ำกับคุณภาพน้ำคลอง ณ จุดรองรับน้ำทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดู หนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอนของ ค่าบีโอดี	47
รูปที่ 4.29	แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหึ่ง ณ จุดก่อนปล่อยบริเวณโรง สูบน้ำกับคุณภาพน้ำคลอง ณ จุดรองรับน้ำทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดู หนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอนของ ปริมาณเจลดาล์ - ไนโตรเจน	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ปัจจุบันน้ำเสียเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญยิ่งและนับวันก็จะเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นทุกขณะทั้งนี้เนื่องมาจากประชากรที่เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากและจากการที่มนุษย์ได้นำน้ำมาใช้ประโยชน์โดยไม่ได้คำนึงว่าภายหลังการใช้ประโยชน์ต่างๆตามความต้องการแล้ว น้ำที่ถูกปล่อยทิ้งนั้นจะมีคุณภาพเสื่อมลง อันเนื่องมาจากมีของเสียปะปนเข้าไปกับน้ำ เห็นได้ว่าน้ำในแม่น้ำลำคลองต่างๆในประเทศไทยมีคุณภาพเสื่อมลงไปเรื่อยๆจนกระทั่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของชุมชนตลอดจนระบบนิเวศของแหล่งน้ำนั้น

จากการวิจัยของ รศ. อรุณี และคณะ (2537) พบว่าประชาชนในเขตลาดกระบังโดยเฉพาะที่ติดกับลำคลองต่างๆ ยังคงใช้น้ำเพื่อการอุปโภค การเกษตรกรรม และการคมนาคม สภาพโดยทั่วไปของน้ำในลำคลองในช่วงฤดูฝนยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) แต่ในช่วงฤดูแล้งคุณภาพน้ำจะลดลงจนไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ( สจล.) เป็นสถาบันการศึกษาของรัฐ ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตลาดกระบัง ทางด้านทิศตะวันออกและทิศใต้ติดกับแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยเฉพาะอาคารเรียนตึกแอลคณะเทคโนโลยีการเกษตรอยู่ติดกับคลองหกศอก โรงอาหารและอาคารปฏิบัติการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ติดกับคลองประเวศบุรีรมย์ น้ำทิ้งจากอาคารทั้งสองนี้หลังผ่านการบำบัดแล้วปล่อยลงสู่ลำคลองทั้งสองดังกล่าว

ตึกแอล คณะเทคโนโลยีการเกษตร เป็นอาคารเรียนสำหรับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตรทุกชั้นปี โดยเฉพาะนักศึกษาที่ต้องทำการทดลองชั้นพื้นฐานด้านต่างๆ รวมทั้งมีโรงอาหารตั้งอยู่ด้วยเป็นผลให้เกิดน้ำทิ้งที่ปนเปื้อนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีโอกาสน้ำทิ้งเหล่านั้นจะถูกปล่อยลงสู่คลองธรรมชาติที่อยู่ติดกับสถาบันได้และในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ อาคารเรียนต่างๆจะปล่อยน้ำที่ได้จากการทำกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนของนักศึกษาลงในบ่อน้ำที่อยู่โดยรอบของแต่ละอาคาร โดยน้ำทิ้งจากทุกๆอาคารจะไหลมารวมกันที่บ่อหนึ่ง และน้ำเสียจากโรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ก็จะปล่อยลงมาที่จุดๆ นี้ด้วย เมื่อระดับน้ำในบ่อนี้มีปริมาณสูงขึ้นทางสถาบันก็จะมีกรั๊มน้ำออกสู่คลองประเวศบุรีรมย์ซึ่งอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนในคลองดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าว ดังนั้น จึงควรมีการสำรวจปริมาณและลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารทั้งสอง และศักยภาพของลำคลองหกศอกและคลองประเวศบุรีรมย์ในการเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของสถาบันในการจัดทำแผนพัฒนาสภาพแวดล้อม และเป็นตัวอย่างที่ดีแก่ชุมชนในการดูแลรักษาทรัพยากรแหล่งน้ำให้ผู้ใช้น้ำได้ใช้ประโยชน์ร่วมกันได้อย่างสูงสุด

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะน้ำทิ้งด้านเคมีจากบริเวณอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และตึกแอลคณะเทคโนโลยีการเกษตร
2. ศึกษาคุณภาพน้ำในคลองหกศอกและคลองประเวศบุรีรมย์เพื่อนำมาใช้ประเมินศักยภาพของลำคลองในการรองรับน้ำทิ้ง
3. รวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดการน้ำทิ้งให้กับทางคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และคณะเทคโนโลยีการเกษตร

## 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกจากอาคารในสถาบันที่ติดกับคลองสาธารณะ คือ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ลงคลองประเวศบุรีรมย์และตึกแอลคณะเทคโนโลยีการเกษตรลงคลองหกศอก ซึ่งพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ พีเอช ซีไอดี บีไอดี ปริมาณเจลดาร์ล ไนโตรเจนและปริมาณออกซิฟอสฟอรัส แล้วนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ.2537
2. ศึกษาคุณภาพน้ำในคลองประเวศบุรีรมย์และคลองหกศอกบริเวณที่รับน้ำทิ้งจากสถาบัน โดยพารามิเตอร์ที่ศึกษาได้แก่ พีเอช บีไอดี ปริมาณออกซิเจนละลาย ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ปริมาณสารอินทรีย์ในไนโตรเจนและปริมาณออกซิฟอสฟอรัส แล้วนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ.2537
3. น้ำทิ้งจากท่อน้ำทิ้งของอาคารจะทำการเก็บตัวอย่างในวันทำการปกติ (จันทร์-ศุกร์) และวันหยุด (เสาร์-อาทิตย์) และเก็บตัวอย่างน้ำจากคลองสาธารณะในช่วงปริมาณน้ำในคลองขึ้นสูง (ฤดูฝน) และปริมาณน้ำในคลองลดต่ำลง (ฤดูแล้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบลักษณะของน้ำทิ้งและประเมินผลกระทบที่จะเกิดต่อแหล่งน้ำธรรมชาติได้
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนแม่บท ในการจัดการน้ำทิ้งของอาคารดังกล่าว



## บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

### 2.1 ความหมาย

อาคาร หมายถึง อาคารที่ก่อสร้างขึ้นไม่ว่าจะมีลักษณะเป็นอาคารหลังเดียวหรือเป็นกลุ่มของอาคารซึ่งตั้งอยู่ภายในพื้นที่ซึ่งเป็นบริเวณเดียวกัน และไม่ว่าจะมีท่อระบายน้ำท่อเดียวหรือมีหลายท่อที่เชื่อมติดต่อกันระหว่างอาคารหรือไม่ก็ตาม ( 1 )

น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์แล้ว ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

น้ำเสีย หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลวรวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

แหล่งน้ำผิวดิน หมายถึง แม่น้ำลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ภายในผืนแผ่นดิน ซึ่งหมายความรวมถึงแหล่งน้ำสาธารณะที่อยู่ภายในผืนแผ่นดินบนเกาะด้วย แต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาลและในกรณีแหล่งน้ำนั้นอยู่ติดกับทะเล ให้หมายความรวมถึงแหล่งน้ำที่อยู่ภายในปากแม่น้ำหรือปากทะเลสาบ

การบำบัดน้ำเสีย หมายถึง กระบวนการทำหรือปรับปรุงน้ำเสีย เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

### 2.2 น้ำเสียจากแหล่งชุมชน

น้ำเสียจากแหล่งชุมชน ( Domestic Wastewater ) โดยทั่วไปแล้วมาจาก 2 แหล่งใหญ่ คือ

2.2.1 น้ำเสียจากอาคารที่พักอาศัย ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากสิ่งปฏิกูล และน้ำเสียที่มาจากกิจกรรมอื่นๆ เช่น การประกอบอาหาร การล้างภาชนะและอุปกรณ์และการชำระร่างกาย เป็นต้น

2.2.2 น้ำเสียจากสถานประกอบการต่างๆ สิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในน้ำเสีย ประเภทนี้มีทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์

น้ำเสียจากแหล่งชุมชนแต่ละแห่งต่างก็มีลักษณะและปริมาณแตกต่างกันออกไป

### 2.3 สิ่งสกปรกในน้ำเสีย

สิ่งสกปรกในน้ำเสียเป็นสิ่งที่ต้องการกำจัดออกจากน้ำเสียให้ได้มากที่สุด เพื่อให้น้ำนั้นมีสภาพที่ดีขึ้นก่อนที่จะปล่อยออกไปสู่แหล่งน้ำอื่นๆ หรือสภาพแวดล้อมโดยทั่วไป สิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียต่างๆ ไปมีดังนี้ คือ

2.3.1 สารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน เช่น เศษข้าว พืชผัก ชี้นเนื้อ ฯลฯ

2.3.2 สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็น แต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต หรือเป็นอุปสรรคในกระบวนการผลิตน้ำประปา ได้แก่ คลอไรด์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ เป็นต้น

2.3.3 โลหะหนักและสารพิษอื่นๆ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์และสามารถสะสมอยู่ในวงจรอาหารเกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น พรอท โครเมียม ทองแดง ปกติจะมาจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและสารเคมีที่ใช้การกำจัดศัตรูพืชปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตรสำหรับเขตชุมชนอาจมีสารมลพิษนี้มาจากอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น ร้านชุบโลหะ ตู้ซ่อมรถ และน้ำเสียจากโรงพยาบาล ฯลฯ

2.3.4 น้ำมันและสารลอยน้ำต่างๆ เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงและสิ่งกีดขวางการละลายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่แหล่งน้ำ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดสภาพไม่น่าดู

2.3.5 ความร้อน ทำให้อุณหภูมิของน้ำเสียสูงขึ้น มีผลทำให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาการใช้ ออกซิเจนของจุลินทรีย์ และลดระดับการละลายของออกซิเจนในน้ำ

2.3.6 ของแข็ง จะประกอบไปด้วยของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) ตะกอนหนัก (Settleable Solids) และของแข็งละลาย (Dissolved Solids) ซึ่งเมื่อจมนตัวสู่ก้นลำน้ำ ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ และการนำน้ำไปใช้ประโยชน์

2.3.7 สีและความขุ่น มักเกิดจากอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ กระดาษ ฟอกหนัง และโรงฆ่าสัตว์ สีและความขุ่นจะขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์แสงในลำน้ำและทำให้เกิดสภาพที่ไม่น่าดู

2.3.8 กรดและด่าง วัดโดยค่าพีเอช ค่าพีเอชมากกว่า 7 หมายถึงสภาพเป็นด่าง ค่าพีเอชน้อยกว่า 7 หมายถึงสภาพเป็นกรด น้ำสะอาดจะมีค่าพีเอชเท่ากับ 7 ค่าพีเอชมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำและการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ ค่าพีเอชของน้ำทิ้งที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 5 ถึง

2.3.9 สารก่อให้เกิดฟอง/สารชักฟอง ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการกระจายของออกซิเจนในอากาศสู่น้ำและอาจเป็นอันตรายต่อปลา

2.3.10 จุลินทรีย์ ( Microorganism) น้ำเสียจากโรงฟอกหนัง โรงฆ่าสัตว์หรือโรงงานอาหารกระป๋องจะมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้จะใช้ออกซิเจนในการดำรงชีพ ทำให้สามารถลดระดับของออกซิเจนละลายในน้ำได้ในระยะเวลาสั้นทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็น จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อประชาชน เช่น จุลินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงพยาบาล

2.3.11 สารกัมมันตรังสี อาจมาจากโรงพยาบาลหรือองค์กรของรัฐบาลเป็นสารอันตรายเมื่อสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตจะก่อให้เกิดมะเร็งได้

2.3.12 ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ถ้ามีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตเกินขีดของสาหร่าย (Algae Bloom) ซึ่งจะลดระดับออกซิเจนในน้ำในช่วงเวลากลางคืนและทำให้เกิดวัชพืชน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาแก่การสัญจรทางน้ำและการนำน้ำไปใช้ กลิ่น เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้อากาศหรือกลิ่นอื่นๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงทำปลาป่น โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น

## 2.4 ลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพและทางเคมีของน้ำเสีย

2.4.1 ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสีย ( Physical characteristics of wastewater )  
ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียประกอบไปด้วย ปริมาณของแข็งทั้งหมด กลิ่น อุณหภูมิ สี ความขุ่น ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อช่วยให้สามารถบ่งถึงคุณภาพของน้ำเสียอย่างคร่าวๆ ได้ ซึ่งจะอธิบายเกี่ยวกับลักษณะต่างๆ ดังนี้  
ปริมาณของแข็ง ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะประกอบไปด้วย ปริมาณของแข็งที่แขวนลอยและปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำ ปริมาณของแข็งทั้งหมดอาจจะประกอบไปด้วยของแข็งที่สามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิ  $600^{\circ}C$  บวกกับของแข็งที่ไม่ระเหยที่อุณหภูมิ  $600^{\circ}C$  ซึ่งของแข็งที่ระเหยไป ณ อุณหภูมิ  $600^{\circ}C$  ก็คือปริมาณของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้ และของแข็งที่ไม่ระเหย ณ อุณหภูมิ  $600^{\circ}C$  ก็คือปริมาณของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้  
กลิ่น กลิ่นจากน้ำเสีย ส่วนมากแล้วมาจากก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ก๊าซส่วนใหญ่จะเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์( $H_2S$ ) ซึ่งเกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจนได้ ทำการเปลี่ยนสภาพของซัลเฟตไปเป็นซัลไฟด์

อุณหภูมิน้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยมากจะมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ และเมื่อปล่อยทิ้งไปยัง แม่น้ำ ลำคลอง จะทำให้สิ่งแวดล้อมของแม่น้ำลำคลองนั้นๆ เปลี่ยนแปลงไปได้ ดังนี้

น้ำในแม่น้ำลำคลองนี้จะมีปริมาณของออกซิเจนน้อยลงกว่าปกติ เพราะค่าอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำลดลงเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น นอกจากนี้เมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นปฏิกิริยาของพวกจุลินทรีย์ก็จะสูงขึ้นตามไปด้วยและการเจริญเติบโตของพืชที่ไม่ต้องการน้ำจะมีมากกว่าปกติ

สี โรงงานหลายแห่ง เช่น พวกโรงงานกระดาษ โรงงานทอผ้า ฯลฯ ได้ทำให้เกิดปัญหาเนื่องจากสีของน้ำเสีย ผลเสียของสีในน้ำธรรมชาติ มีดังนี้

- กั้น หรือ ขวางแสงแดดไม่ให้ส่องลงได้น้ำ
- สีเป็นสิ่งที่มองเห็นด้วยตาเปล่า
- สีส่วนใหญ่แล้วเกิดจากสารอินทรีย์

ความขุ่น ความขุ่น คือ สารแขวนลอยที่ลอยอยู่ในน้ำ จะกั้นหรือขวางแสงแดดไม่ให้ส่องลงได้น้ำได้มาก และต้องใช้คลอรีนมากกว่าปกติสำหรับการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ การวัดความขุ่นของน้ำสามารถใช้ Jackson Candle Turbidimeter หรือวิธีอื่นๆ ซึ่งใช้เวลาในการวัดไม่ถึง 5 นาที

#### 2.4.2 ลักษณะทางเคมีของน้ำเสีย ( Chemical characteristics of wastewater )

คุณลักษณะของน้ำเสียทางเคมีจะประกอบด้วยเชิงทางอินทรีย์สาร และเชิงทางอนินทรีย์สาร ต่อไปนี้จะอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีและการวัดปริมาณของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

สารอินทรีย์ สารอินทรีย์ในน้ำเสียจากชุมชน คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำมัน สำหรับพวกคาร์โบไฮเดรตและพวกโปรตีน สามารถถูกย่อยสลายโดยทางชีววิทยา และส่วนพวกไขมันและน้ำมันจะมีเสถียรภาพมากกว่าจะถูกย่อยสลายโดยทางชีววิทยาได้ช้ากว่ามาก

ทฤษฎีการวัดปริมาณของสารอินทรีย์ การหาปริมาณของสารอินทรีย์โดยวิธีการวัดค่า Volatile Solids มีค่าที่ไม่ละเอียดนัก ดังนั้นการวัดปริมาณของสารอินทรีย์ในปัจจุบันนี้จึงนิยมใช้วัดค่าของ Biochemical Oxygen Demand (BOD) และ Chemical Oxygen Demand (COD)

Biochemical Oxygen Demand ( BOD ) ค่าของบีโอดี นี้เป็นค่าที่นิยมใช้กันมากในการแสดงถึงความสกปรกมากน้อย เพียงใดของน้ำเสียชุมชน และน้ำเสียจากโรงงานต่างๆ ค่าของ BOD<sub>5</sub> นี้เป็นค่าที่สำคัญอย่างมากในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย โดยทางชีววิทยา และใช้ในการหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย BOD<sub>5</sub> คือ จำนวนของออกซิเจนที่ถูกใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ( aerobic ) โดยจุลินทรีย์ในช่วงเวลา 5 วัน ณ อุณหภูมิ 20°C สำหรับการวัดค่าของ BOD<sub>5</sub> มีหลักการง่าย ๆ ดังต่อไปนี้

1. นำตัวอย่างน้ำเสียที่ต้องการหาค่าของ  $BOD_5$  มาเติมด้วยอากาศ จนแน่ใจว่าอิ่มตัวด้วยอากาศแล้ว
2. นำไปใส่ในขวดมาตรฐานบีโอดี 2 ขวด ( ต้องปิดให้สนิท ) และใช้ขวดหนึ่งมาทำการวัดค่าของ DO ( Dissolved oxygen ) =  $DO_0$
3. นำขวดที่เหลือไปเก็บไว้ในตู้มืดที่อุณหภูมิ  $20^{\circ}C$  ในเวลา 5 วัน
4. หลังจากนั้น นำออกมาวัดค่าของ DO =  $DO_5$
5. เพราะฉะนั้นจะได้ค่า  $BOD_5$  ที่  $20^{\circ}C$  ( mg/l )

Chemical Oxygen Demand (COD) การหาค่าของซีโอดี ใช้สำหรับประมาณของสารอินทรีย์ในน้ำเสียทั่วไปโดยที่สารอินทรีย์ในตัวอย่างน้ำเสียจะถูกออกซิไดซ์โดยปริมาณมากเกินพอของ  $K_2Cr_2O_7$  ในสภาพของความเป็นกรด โดยทั่วไปแล้ว ค่าของซีโอดี จะมีค่ามากกว่าค่าของ  $BOD_5$  เพราะว่ามีปริมาณของสารที่ถูกออกซิไดซ์โดยวิธีทางเคมีจะมีปริมาณมากกว่าสารที่ถูกออกซิไดซ์โดยวิธีทางชีว-วิทยา ประโยชน์ของการหาค่าของซีโอดีที่มีเหนือกว่าของ  $BOD_5$  ก็คือเวลาของการวิเคราะห์หาค่าซีโอดี ใช้ประมาณ 3 ชั่วโมง แต่สำหรับ  $BOD_5$  ต้องใช้เวลาถึง 5 วัน จึงจะทราบผล ดังนั้นการวิเคราะห์หาค่าของซีโอดีและ  $BOD_5$  ด้วย ก็สามารถทำได้โดยพยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของซีโอดี และ  $BOD_5$  ซึ่งความสัมพันธ์ของค่าทั้งสองนี้จะมีความแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสียแต่ละชนิด

สารอนินทรีย์ สารอนินทรีย์เป็นสารที่มีอยู่ในน้ำเสียทั่วไปซึ่งจะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสียนั้นๆ ต่อจากนี้ไปจะได้อธิบายเกี่ยวกับสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ พีเอช คลอไรด์ Alkalinity ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ โลหะหนัก ก๊าซ เป็นต้น

พีเอช ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน เป็นค่าที่สำคัญค่าหนึ่งในน้ำเสียทั่วไป ค่านี้จะเป็นค่าหนึ่งที่สามารถบ่งถึงคุณภาพของน้ำว่าจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ ไปในน้ำหรือไม่ ส่วนมากนิยมใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ ในการวัดพีเอช ซึ่งสะดวกและรวดเร็วมาก

ไนโตรเจน ( Nitrogen ) ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเติบโตของพวกจุลินทรีย์ต่างๆ ดังนั้นในกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีววิทยาจำเป็นต้องมีสารไนโตรเจนพอเพียงในน้ำเสีย ถ้ามีไม่พอจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเติมสารไนโตรเจนผสมลงไป ในน้ำเสีย ให้อยู่ในอัตราส่วน  $COD : N : P = 150 : 5 : 1$  หรือ  $BOD_5 : N : P = 100 : 5 : 1$  แต่ถ้ามีมากเกินไปในแม่น้ำลำคลองหรือบ่อน้ำต่างๆ ไป ก็จะทำให้เกิดปัญหาขึ้นคือจะมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมากในแม่น้ำลำคลองนั้นๆ ได้

ฟอสฟอรัส ( Phosphorus ) ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ต่างๆ เช่นเดียวกับไนโตรเจน และก็เช่นเดียวกันถ้ามีฟอสฟอรัสมากเกินไปในแม่น้ำลำคลองหรือบ่อน้ำต่างๆ ไป ก็จะเป็นผลให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมาก ซึ่งจะทำให้สิ่งแวดล้อมในแม่น้ำลำคลองนั้นๆ เสื่อมเสียไปได้

ซัลเฟอร์ ( Sulfur ) ซัลเฟอร์เป็นสารที่มีอยู่ในน้ำประปาและน้ำเสียต่างๆ ไป พวกซัลเฟต (  $SO_4^{2-}$  ) จะถูกเปลี่ยนไปเป็นซัลไฟด์และไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยแบคทีเรียในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (Anaerobic )

โลหะหนัก ( Heavy metal ) สารเหล่านี้ได้แก่ นิกเกิล (Ni) แมงกานีส (Mn) โครเมียม (Cr) สังกะสี (Zn) ปรอท (Hg) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) ฯลฯ ถ้ามีธาตุเหล่านี้มากเกินไปในน้ำก็จะเป็นพิษร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายได้

ก๊าซ ( Gases ) ก๊าซที่พบบ่อยๆ ในน้ำเสีย ได้แก่ ไนโตรเจน ( $N_2$ ) ออกซิเจน ( $O_2$ ) คาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) แอมโมเนีย ( $NH_3$ ) และมีเทน( $CH_4$ ) ในจำพวกก๊าซต่างๆ เหล่านี้ ก๊าซออกซิเจน เป็นก๊าซที่สำคัญที่สุดต่อการบำบัดน้ำเสีย เมื่อจุลชีพได้รับออกซิเจนก็สามารถดำรงชีพอยู่ในน้ำเสียได้และจะทำการกินของสกปรกที่มีอยู่ในน้ำเสียให้หมดไปจนกระทั่งน้ำเสียได้กลายเป็นน้ำที่สะอาดพอที่จะปล่อยทิ้งไปสู่แม่น้ำลำคลองต่างๆ ได้ โดยไม่ทำให้แม่น้ำลำคลองนั้นเน่าเสียได้ ข้อเสียของออกซิเจนก็ตรงที่สามารถละลายอยู่ในน้ำได้น้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

- อุณหภูมิ
- ความดัน
- ความเข้มข้นของออกซิเจนในบรรยากาศ
- ความเข้มข้นของเกลือต่างๆ หรือค่าของของแข็งทั้งหมด ( TSS ) ฯลฯ

## 2.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์น้ำเสีย

### 2.5.1 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ ประกอบไปด้วย

ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ มักเป็นชนิดขวดแก้วหรือโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุน้ำไปเพื่อทำการวิเคราะห์ มีฝาเกลียวปิดมิดชิด ก่อนใช้ควรล้างให้สะอาดด้วยกรดโครมิก (Chromic acid) และล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 2-3 ครั้ง แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่นในกรณีที่ใช้ขวดแก้วเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ต้องอบนึ่ง (Sterilized) เพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อน

การใช้ภาชนะอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วนี้ควรหลีกเลี่ยง เพราะอาจเกิดปฏิกิริยากับกรดหรือด่างที่มีในตัวอย่างน้ำที่เก็บ ซึ่งทำให้ลักษณะสมบัติของตัวอย่างน้ำนั้นเปลี่ยนแปลงไปได้

ขวดเก็บตัวอย่างน้ำที่เป็นโพลีเอทิลีนเมื่อออกจากโรงงานผลิตใหม่ๆ อาจมีปรอท- (II) ซัลเฟต ติดเหลืออยู่ควรล้างขวดชนิดนี้ให้สะอาดหลายๆ ครั้งก่อนนำมาใช้หรือถ้าไม่แน่ใจว่าจะมีโลหะหนักเหลืออยู่หรือไม่ให้หลีกเลี่ยงไปใช้ขวดแก้วที่มีคุณภาพดีพอต่อการไม่เกิดปฏิกิริยากับตัวอย่างน้ำที่จะเก็บ

อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ประกอบในการเก็บตัวอย่างน้ำ ได้แก่ ภาชนะสำหรับตักตัวอย่างน้ำ กระบอกตวง ถังน้ำแข็ง เทอร์โมมิเตอร์ สายวัด ดินสอ จุลากสำหรับปิดขวด สารเคมีที่ใช้ประกอบการเก็บตัวอย่างน้ำ ฯลฯ

การเก็บตัวอย่างน้ำอาจจะใช้เครื่องเก็บแบบอัตโนมัติ (Automatic-samplers) ซึ่งมีทั้งชนิดที่เก็บแบบปริมาตรคงที่และแบบปริมาตรเป็นอัตราส่วนกับการไหลของน้ำเสียหรือน้ำทิ้ง



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำในภาคสนาม

## 2.5.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

2.5.2.1 ถ้าเป็นน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ให้เก็บตัวอย่างน้ำจากทุกๆ จุดที่มีการปล่อยน้ำเสียออกมา และ/หรือที่จุดรวมของน้ำเสียก่อนระบายออกนอกโรงงาน

2.5.2.2 ในการตรวจสอบและควบคุมระบบบำบัด ให้เก็บตัวอย่างน้ำจากจุดระบายน้ำออกจากระบบบำบัด ก่อนปล่อยทิ้งสู่น้ำลำคลองหรือท่อระบายของเทศบาล

2.5.2.3 ถ้าเป็นน้ำเสียชุมชน ( Domestic waste ) ให้เก็บจากปลายท่อระบายน้ำ โสโครก หรือบ่อตรวจการระบาย (manhole) หรือบ่อสูบ

2.5.2.4 ในการตรวจคุณภาพของลำน้ำ ให้เก็บตัวอย่างน้ำดังนี้

- ถ้าลำน้ำผสมกันไม่ดี ให้เก็บที่ 3 ตำแหน่งห่างจากกันและห่างจากตลิ่งเท่ากับ  $w/4$  ถ้า  $w$  คือความกว้างของลำน้ำ ณ จุดนั้น และเก็บที่ความลึก 0.2 D และ 0.8 D ถ้า D คือ ความลึก ณ จุดนั้นๆ รวมเป็น 6 ตัวอย่าง

- ถ้าลำน้ำผสมกันได้ดีในแนวยาว (longitudinal mixing) ให้เก็บที่ 3 ตำแหน่งเดิม แต่เก็บที่ 0.6 D ณ แต่ละตำแหน่ง จะได้รวมเป็น 3 ตัวอย่าง

- ถ้าลำน้ำผสมกันดีในแนวขวางก็ให้เก็บที่ 0.2 D และ 0.6 D ที่ตำแหน่งกลางลำน้ำจะได้ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง

- หากลำน้ำมีการผสมกันทั่วถึงดีทั้ง 2 ทิศทางให้เก็บตัวอย่างที่ 0.6 D ณ ตำแหน่งกลางแม่น้ำเพียงจุดเดียว

### 2.5.3 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

การที่จะเก็บตัวอย่างน้ำที่มีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะของน้ำเสียทั้งหมดนั้นจำเป็นต้องเลือกวิธีเก็บตัวอย่างน้ำที่เหมาะสม ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

2.5.3.1 การเก็บแบบจ้วง ( Grab sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงเอาเฉยๆ แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าที่ต้องการทราบ ดังนั้นตัวอย่างน้ำจะแสดงให้เห็นถึงลักษณะของน้ำ ณ จุดเก็บเฉพาะเวลานั้นเท่านั้น การเก็บตัวอย่างน้ำแบบนี้มีข้อดีในกรณีที่

- น้ำเสียไม่ได้ไหลแบบต่อเนื่อง เช่น ปล่องทิ้งเป็นครั้งคราวเนื่องจากกระบวนการผลิตเดินเครื่องเป็นช่วงๆ

- น้ำเสียมีลักษณะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

- ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะของน้ำเสีย ตามกรรม-วิธีการผลิต ในกรณีนี้ต้องจ้วงเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่าง ณ เวลาต่างๆ มาเทียบกัน

- ต้องการหาลักษณะบางอย่างของน้ำเสีย ณ จุดที่เก็บเนื่องจากค่าเหล่านั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เช่น พีเอช อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย ตะกอนหนักหรือคลอรีนหลงเหลือ

2.5.3.2 การเก็บแบบผสมรวม (Composite sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างหลายๆครั้งต่อช่วงการผลิตโดยแบ่งแต่ละช่วงระยะเวลาของการเก็บให้สม่ำเสมอ ปริมาณการเก็บขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำ แล้วนำมารวมลงในถังเก็บใบเดียวกันซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ประมาณ

10<sup>0</sup> ซ การเก็บวิธีนี้มีข้อดีตรงที่ลดจำนวนตัวอย่างที่ต้องวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายเคมีภัณฑ์ และเวลาในการศึกษาได้มาก แต่ถึงอย่างไรก็มีข้อเสีย คือ ต้องใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำนานกว่าวิธีแรก

ข้อบกพร่องในการเก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวมอาจจะเกิดขึ้นได้เป็นต้นว่า

- การเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละครั้งที่จุดเดียวกันใช้วิธีไม่เหมือนกัน
- การถ่ายตัวอย่างน้ำจากจุดที่เก็บลงกักพักไว้ในถัง อาจทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดได้

ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อให้ได้ข้อมูลจากระบวนการผลิตอย่างสมบูรณ์ ต้องเก็บทั้งแบบจ้วงและแบบผสมรวม การเก็บไม่เพียงแต่จะเก็บจากท่อน้ำเสียรวมเท่านั้น แต่ควรเก็บจากจุดในกระบวนการผลิตที่มีน้ำเสียออกมาด้วย

2.5.3.3 ช่วงความถี่ของการเก็บตัวอย่างน้ำ และจำนวนครั้งของการเก็บขึ้นอยู่กับอัตราการไหล และลักษณะของน้ำเสียนั้นๆ สำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงอาจเก็บซึ่งโมงละครั้ง ถ้าน้ำนั้นมีลักษณะที่แปรปรวนมาก หรืออาจเก็บทุก 2, 4, 8 และ 16 หรือ 24 ซึ่งโมงต่อครั้งในกรณีทีลักษณะของน้ำเสียนั้นไม่ค่อยแปรผัน แต่ถ้าเป็นการเก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวม เวลาที่กำหนดจะขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำเสียและไม่ควรเกิน 24 ชั่วโมง ถ้าลักษณะของน้ำเสียค่อนข้างคงที่ควรใช้เวลาในการเก็บทั้งหมดอยู่ระหว่าง 8 – 12 ชั่วโมง ก็พอ

ตารางที่ 2.1 ช่วงความถี่ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำ สำหรับวิเคราะห์หาค่าต่างๆ

ค่าที่ต้องการวิเคราะห์	น้ำเสียที่มีลักษณะแปรผันมาก	น้ำเสียที่มีลักษณะแปรผันน้อย
บีโอดี	4 ชั่วโมง	12 ชั่วโมง
ซีโอดี	2 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง
เอสเอส	8 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
สภาพต่าง สภาพกรด	1 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง
พีเอช	เก็บต่อเนื่อง	4 ชั่วโมง
ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส	24 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
โลหะหนัก	4 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง

ที่มา : คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 3, 2540

\* สำหรับการเก็บแบบจ้วง

2.5.3.4 ปริมาณตัวอย่างน้ำ ในการเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละครั้งผู้เก็บตัวอย่างน้ำต้องตั้งจุดมุ่งหมายไว้ก่อนว่าต้องการเก็บตัวอย่างน้ำไปเพื่อวิเคราะห์หาอะไรบ้าง เพื่อที่จะได้เก็บตัวอย่างน้ำให้มีปริมาณมากพอที่จะทำการวิเคราะห์ได้ตามต้องการ ในกรณีการเก็บแบบผสมรวม

ปริมาณตัวอย่างน้ำควรจะสัมพันธ์กับอัตราการไหลของน้ำด้วย โดยทั่วไปแล้วควรเก็บตัวอย่างน้ำรวมแล้วปริมาณรวมไม่น้อยกว่า 5 ลูกบาศก์เดซิเมตร ส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณน้ำที่จะต้องใช้ในการวิเคราะห์แต่ละค่าจะได้แสดงไว้ในวิธีวิเคราะห์ต่อไป

#### 2.5.4 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ ( preservative )

โดยทั่วไปผลการวิเคราะห์จะน่าเชื่อถือและเป็นตัวแทนคุณภาพน้ำที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทันทีภายหลังการเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้เพราะเมื่อทิ้งตัวอย่างไว้นานจะเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทั้งทางด้านเคมีและชีวภาพได้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่างน้ำแต่ละประเภท ข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์และสภาพการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ ตัวอย่าง เช่น การเปลี่ยนแปลงลักษณะน้ำเนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ถ้าทำการเก็บรักษาน้ำไว้ในที่มีดและที่อุณหภูมิต่ำ (4°C) จะสามารถลดการเปลี่ยนแปลงซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาก่อนทำการตรวจวิเคราะห์ได้อย่างมาก

หลักการโดยทั่วไปที่ต้องทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ ก็เพื่อป้องกันและลดอัตราการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของตัวอย่างในช่วงเวลาหลังการเก็บก่อนตรวจวิเคราะห์ เป็นต้นว่า

1. ชะลอปฏิกิริยาทางชีววิทยา
2. ชะลอการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบ ( compounds) และสารประกอบเชิงซ้อน (complex compounds) ในกระบวนการไฮโดรไลซิส
3. ลดการระเหยขององค์ประกอบของสารในน้ำ

วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำโดยทั่วไปทำได้โดยควบคุมพีเอช, การเติมสารเคมี, การแช่เย็นและการแช่แข็ง ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 2.2 การเก็บรักษาตัวอย่างโดยการยับยั้งการเปลี่ยนแปลง

วิธีเก็บรักษา	กลไก	ใช้ได้กับ
HgCl <sub>2</sub>	ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	ฟอสฟอรัส
HNO <sub>3</sub>	ละลายโลหะ, ป้องกันการตกผลึก	โลหะ
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	สารอินทรีย์ (COD, น้ำมัน และไขมัน, ฯลฯ)
NaOH	สร้างเกลือโดยจับกับสารระเหยง่าย	ไซยาไนด์, กรดอินทรีย์
การแช่เย็น และการแช่แข็ง	ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	สภาพกรด, สภาพอินทรีย์, BOD, กลิ่น, อินทรีย์ฟอสฟอรัส, ซี, ฯลฯ

ที่มา : คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 3, 2540

ตารางที่ 2.3 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	การเก็บรักษา	ช่วงระยะเวลาที่ยอมให้เก็บ
สภาพกรด-ด่าง	แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	24 ชั่วโมง
BOD	แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	6 ชั่วโมง
COD	เติม H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ถึง pH<2, แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	7 วัน
สี	แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	48 ชั่วโมง
สภาพน้ำไฟฟ้า	แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	28 วัน
ปริมาณของแข็ง	แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	7 วัน
ความขุ่น	เก็บในที่มืด, แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	24 ชั่วโมง
DO	วิเคราะห์ทันที	ห้ามเก็บ
โลหะ	เติม HNO <sub>3</sub> ถึง pH<2	2 เดือน
โลหะละลาย	กรองทันที, เติม HNO <sub>3</sub> ถึง pH<2	6 เดือน
แอมโมเนีย	ควรวิเคราะห์เร็วที่สุด หรือเติม H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ถึง pH<2 ถ้ามี Cl <sub>2</sub> ตกค้าง ควรทำลายทันที	7 วัน
เจลดาร์ลไนโตรเจน	เติม H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ถึง pH<2, แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	7 วัน
ไนเตรต	ควรวิเคราะห์เร็วที่สุด หรือ, แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	48 วัน
ไนไตรต์	ควรวิเคราะห์เร็วที่สุด หรือ, แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	ไม่คงรูป
น้ำมันและไขมัน	เติม H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ถึง pH<2, แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	24 ชั่วโมง
ไนไตรต์-ไนเตรต	เติม H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ถึง pH<2, แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	ไม่คงรูป
pH	วิเคราะห์ทันที	2 ชั่วโมง
ฟอสเฟต	ฟอสเฟตละลายให้กรองทันที, แช่เย็น 4 องศาเซลเซียส	48 ชั่วโมง

ที่มา : คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย,พิมพ์ครั้งที่ 3,2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3 ขั้นตอนการวิจัย

### 3.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

#### 3.1.1 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำเสีย

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นภาคสนาม โดยพิจารณาจากสถานที่จริงประกอบด้วย แผนผังของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และคณะเทคโนโลยีการเกษตร และทอระบายน้ำทิ้งต่าง ๆ และจากการสอบถามเจ้าหน้าที่งานอาคารสถานที่ เพื่อเลือกจุดเก็บที่เป็นตัวแทนของลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากอาคาร

น้ำทิ้งจากตึกแอล คณะเทคโนโลยีการเกษตรจะระบายลงสระน้ำ ที่สระน้ำจะมีที่ระบายน้ำทิ้งขนาดใหญ่ฝังอยู่ด้านใต้เพื่อระบายน้ำออกจากสระลงสู่ที่ระบายน้ำรวมบริเวณประตู ริมถนน ฉลองกรุงและไหลลงสู่บ่อพักซึ่งจะติดตั้งเครื่องสูบน้ำไว้เพื่อระบายน้ำลงสู่คลองหกคอก จุดเก็บตัวอย่างน้ำตึกแอล คณะเทคโนโลยีการเกษตร กำหนดรวม 3 จุด ดังนี้คือ

จุดเก็บที่ 1 จุดที่เป็นท่อปล่อยน้ำทิ้งจากอาคารลงสระ (สระน้ำเกษตร) ขนาด  $52.35 \times 76.50$  เมตร ลึก 0.58 เมตร ดังรูปที่ 3.3

จุดเก็บที่ 2 จุดที่เป็นบ่อรวมของน้ำเสียที่ปล่อยออกจากอาคาร(บ่อรวมหน้าเกษตร) ขนาด  $1.50 \times 175.00$  เมตร ลึก 0.33 เมตร ดังรูปที่ 3.4

จุดเก็บที่ 3 จุดที่เป็นปากท่อก่อนปล่อยลงบ่อฝักตบชวา (บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร) ขนาด  $10.00 \times 28.65$  เมตร ลึก 0.65 เมตร ดังรูปที่ 3.5

อาคารของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ เกือบทุกอาคาร ยกเว้นอาคารเรียนรวมจะมีสระน้ำอยู่ด้านใต้อาคารและน้ำทิ้งจากแต่ละอาคารจะระบายลงสระน้ำ ซึ่งสระน้ำจะเชื่อมต่อกันทุกสระ และมารวมกันที่สระน้ำหน้าอาคารเรียนรวม ในช่วงฤดูฝนจะติดตั้งเครื่องสูบน้ำ เพื่อระบายน้ำในสระให้เหลือปริมาณน้อยเพื่อที่จะสามารถรองรับน้ำในครั้งต่อไป ขณะที่ในฤดูร้อนหรือฤดูหนาว น้ำทิ้งที่ระบายออกจากอาคารจะถูกกักเก็บไว้ในสระน้ำใต้อาคารจนกว่าระดับน้ำจะมีปริมาณสูงเกินกว่าที่สระจะรับไว้ได้จึงจะสูบน้ำออก ดังนั้นบริเวณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จึงกำหนดจุดเก็บตัวอย่างรวม 3 จุดดังนี้คือ

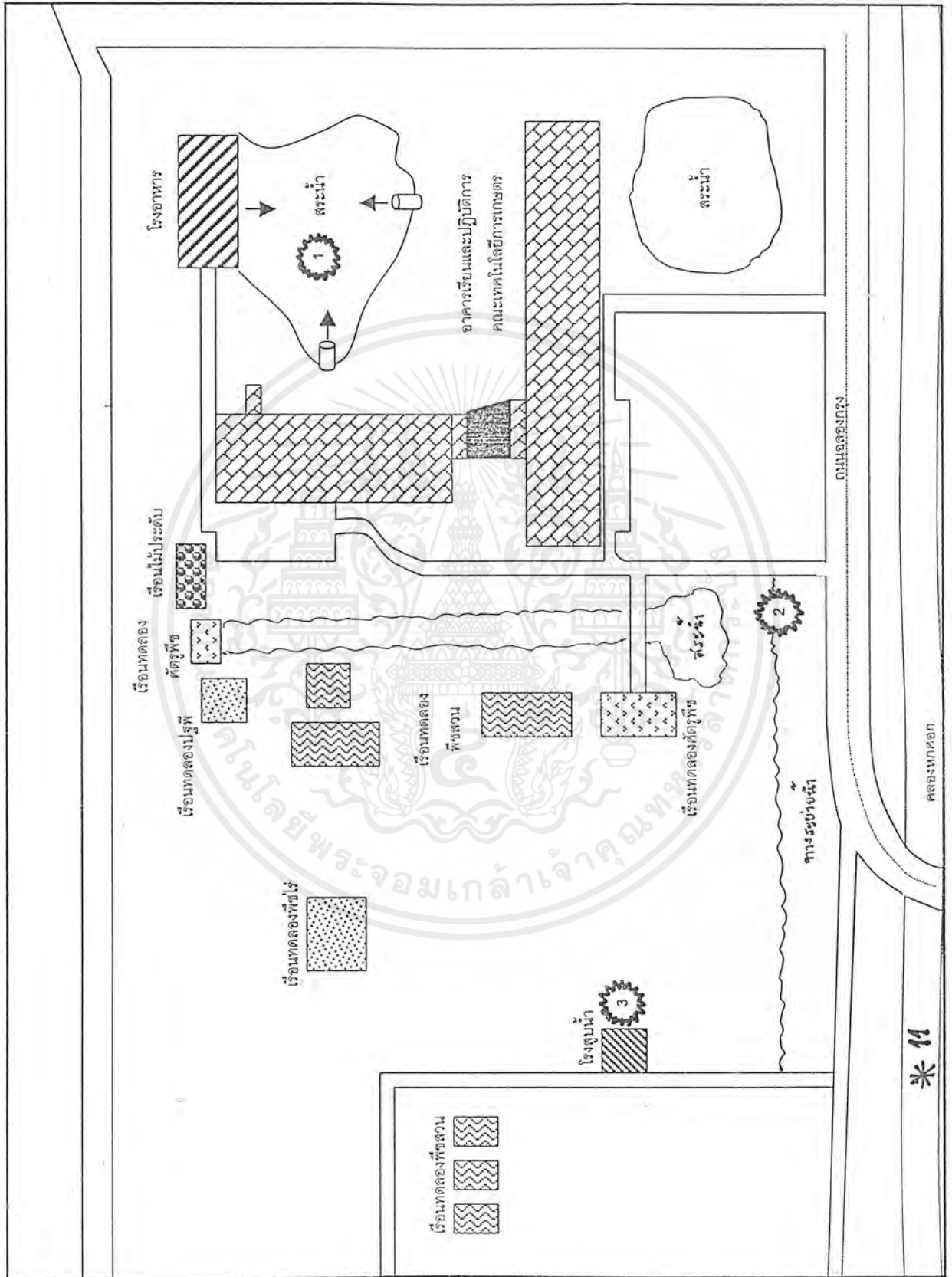
จุดเก็บที่ 4 จุดที่เป็นท่อปล่อยน้ำเสียจากสโมสรนักศึกษาของภาควิชานิเทศศิลป์ (อาคารปฏิบัติการ)

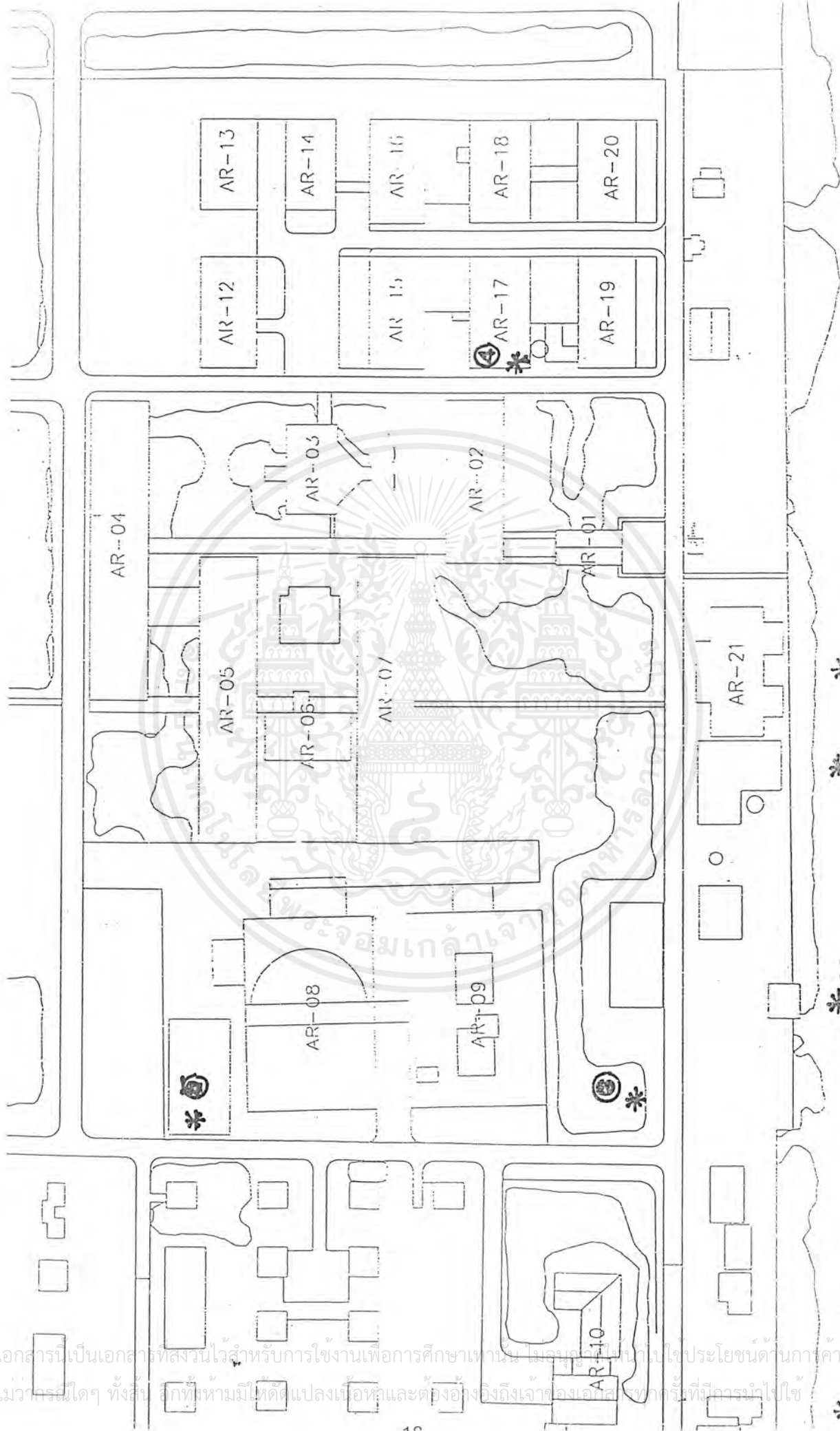
จุดเก็บที่ 5 จุดที่เป็นบริเวณบ่อรวมที่รองรับน้ำทิ้งบางส่วนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์และอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ (บ่อรวมน้ำทิ้งสถาปัตย์) ขนาด 15.50 x 30.00 เมตร ลึก 0.67 เมตร

จุดเก็บที่ 6 จุดที่เป็นบ่อพักน้ำทิ้งคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ (บ่อพักหน้าโรงสูบลบสถาปัตย์) ขนาด 2.80 x 70.50 เมตร ลึก 0.77 เมตร

### 3.1.2 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำในคลองสาธารณะ

คลองที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำมี 2 คลอง คือ คลองประเวศบุรีรมย์ และ คลองหกศอก โดยในคลองประเวศบุรีรมย์จะเลือกจุดอ้างอิง ซึ่งอยู่เหนือบริเวณน้ำทิ้งระบายลงไปประมาณ 1 กิโลเมตรและพื้นที่สองฝั่งคลองไม่มีบ้านเรือนและโรงงานตั้งอยู่ริมฝั่ง ให้เป็นจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 คือบริเวณหน้าตึกกิจกรรม ห่างจากโรงสูบลบมาประมาณ 82.50 เมตร จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 คือ บริเวณหน้าโรงอาหารคณะสถาปัตย์ ห่างจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประมาณ 28.75 เมตร จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 คือ บริเวณหน้าโรงสูบน้ำที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อสูบน้ำในบ่อพักระบายลงสู่คลอง จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 คือ คลองหกศอกซึ่งจะเก็บตัวอย่างน้ำในบริเวณที่น้ำทิ้งจากโรงสูบลบระบายลงไป รวมตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 5จุด ดังรูป 3.9 – 3.13





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

\* 9  
300  
\* 8  
400  
\* 10  
500  
\* 7



รูปที่ 3.3 บริเวณที่เป็นท่อปล่อยน้ำทิ้งจากอาคารลงสระ



รูปที่ 3.4 บริเวณที่เป็นบ่อรวมของน้ำทิ้งที่ปล่อยออกจากอาคาร



รูปที่ 3.5 บริเวณที่เป็นปากท่อสูบลูกก่อนปล่อยลงบ่อฝักตบชาว



รูปที่ 3.6 บริเวณที่เป็นท่อปล่อยน้ำทิ้งจากอาคารปฏิบัติการ



รูปที่ 3.7 บริเวณที่เป็นบ่อรวมที่รองรับน้ำทิ้งจากคณะวิศวกรรมศาสตร์  
และอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์



รูปที่ 3.8 บ่อพักน้ำทิ้งคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์



รูปที่ 3.9 จุดอ้างอิงที่คลองประเวศบุรีรมย์



รูปที่ 3.10 บริเวณหน้าตึกกิจกรรม



รูปที่ 3.11 บริเวณหน้าโรงอาหารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์



รูปที่ 3.12 บริเวณหน้าโรงสูบน้ำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์



รูปที่ 3.13 จุดเก็บที่คลองหกกศอก

### 3.2 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

#### 3.2.1 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำของอาคารเรียน

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ ใช้วิธีการเก็บแบบจ้วง (grab sampling) โดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ ปริมาตร 2 ลิตร จุ่มลงกึ่งกลางความลึกของจุดเก็บแต่ละจุด เปิดฝาจนน้ำเข้าเต็มขวด และปิดฝาได้น้ำนำมาเทใส่ขวดพลาสติก ขนาด 1 ลิตร พร้อมกับวัดอุณหภูมิ และ ค่าออกซิเจนละลายในภาคสนาม แล้วนำขวดเก็บตัวอย่างน้ำมาห้องปฏิบัติการทันที เพื่อทำการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีต่อไป การเก็บน้ำ เก็บ 2 ฤดูกาล คือ ช่วงที่มีการเรียนการสอน ( จันทร์-ศุกร์) และช่วงไม่มีการเรียนการสอน (เสาร์-อาทิตย์)

#### 3.2.2 วิธีการเก็บน้ำตัวอย่างในคลอง

ทำการเก็บตัวอย่าง เป็น 2 ฤดูกาล คือ ช่วงปริมาณน้ำมาก ( ฤดูฝน ) ได้แก่ เดือนสิงหาคม 2542 และช่วงน้ำน้อย ( ฤดูร้อน ) ได้แก่เดือนมกราคม 2543 โดยทำการเก็บ 2 ช่วง คือ ช่วงที่มีการเรียนการสอน (จันทร์-ศุกร์) และช่วงไม่มีการเรียนการสอน (เสาร์-อาทิตย์) วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำปริมาตร 2 ลิตร จุ่มลงกึ่งกลางความลึกของคลอง เปิดฝาจนน้ำเข้าเต็มขวด และปิดฝาได้น้ำ นำมาเทใส่ขวดเก็บตัวอย่างน้ำพลาสติกขนาด 1 ลิตร เพื่อวิเคราะห์ทางเคมีและทางกาย

ภาพพร้อมกับวัดอุณหภูมิและค่าออกซิเจนละลาย ( Dissolved Oxygen ) ในภาคสนาม แล้วนำขวดเก็บตัวอย่างน้ำมาห้องปฏิบัติการทันที เพื่อทำการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีต่อไป

### 3.3 วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำ จะกำหนดเฉพาะเท่าที่จำเป็นตามมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน และ ตามมาตรฐานวิธีการตรวจสอบลักษณะน้ำทิ้งจากอาคาร ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์ และ วิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
อุณหภูมิ (Temperature)	pH meter รุ่น WTW pH320 / Set-1
ความเป็นกรดและด่าง (pH)	pH meter รุ่น WTW pH320 / Set-1
ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพ (BOD)	Azide modification
ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)	Closed Reflux และวิธีไทเทรต
ออกซิเจนละลาย (DO)	DO meter รุ่น WTW Oxi323-A/Set
เจลดาร์ลไนโตรเจน (TKN)	Kjedhal Nitrogen และ BUCHI Distillation Unit B-323
ออโรฟอสฟอรัส (TP)	Vanadomolybdate
ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N)	Brucine method
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH <sub>3</sub> -N)	Kjedhal Nitrogen และ BUCHI Distillation Unit B-323
ออร์แกนิก-ไนโตรเจน (Org-N)	Kjedhal Nitrogen และ BUCHI Distillation Unit B-323

### 3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้โปรแกรม SPSS for Windows 5.0 โดยใช้การวิเคราะห์ T-test มาช่วยในการวิเคราะห์ผลการทดลอง



บทที่ 4  
ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ลักษณะน้ำทิ้งทางด้านกายภาพในช่วงที่มีการเรียนการสอนทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว  
ลักษณะโดยทั่วไปจากการสังเกตด้วยสายตา พบว่าในช่วงฤดูฝนน้ำในสระต่างๆบริเวณ  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จะมีระดับสูง พื้นน้ำเจริญเติบโตได้ดี มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง  
โดยเฉพาะบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 คือ บ่อพักน้ำโรงสูบน้ำบริเวณคณะเทคโนโลยีการเกษตรจะมี  
ผักตบชวาหนาแน่นมาก อุณหภูมิของน้ำทั้ง 5 จุด มีค่าอยู่ระหว่าง 26-27 องศาเซลเซียส  
ในช่วงฤดูหนาว (มกราคม-กุมภาพันธ์) ระดับน้ำในสระจะลดต่ำลง ปริมาณตะกอน  
แขวนลอยลดลง น้ำค่อนข้างใส อุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อย คือมีค่าอยู่ระหว่าง 26-28 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของน้ำทิ้งในช่วงที่มีการ  
เรียนการสอนทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว

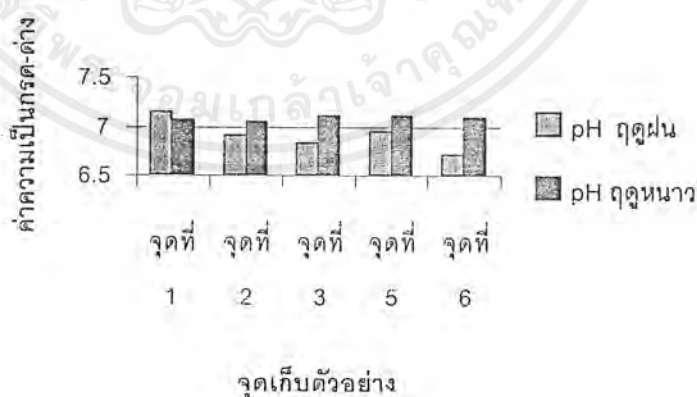
พารามิเตอร์	pH	TEMP ( <sup>o</sup> C)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TKN (mg/l)	TP (mg/l)
จุดเก็บตัวอย่าง							
สระน้ำเกษตร ฤดูฝน	7.14	27.5	4.07	6.17	76.4	1.06	1.02
สระน้ำเกษตร ฤดูหนาว	7.06	27.26	1.2	13.1	57.03	1.12	0.76
บ่อรวมหน้าเกษตร ฤดูฝน	6.91	27	2.87	5.35	52.6	1.82	0.93
บ่อรวมหน้าเกษตร ฤดูหนาว	7.04	27.96	1.09	6.94	47.16	4.19	0.79
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร ฤดูฝน	6.84	27.3	2.22	4.79	53.2	0.91	1.74
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร ฤดูหนาว	7.1	26.1	1.63	7.5	74.13	0.97	0.72
บ่อรวมสถาปัตย์ ฤดูฝน	6.96	27.4	3.99	8.16	84.74	1.22	1.03
บ่อรวมสถาปัตย์ ฤดูหนาว	7.1	26.88	1.34	18.9	64.87	1.86	1.09
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตย์ ฤดูฝน	6.72	26.7	3.41	7.99	105	0.76	0.72
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตย์ ฤดูหนาว	7.08	26.82	2.02	12.1	64.28	1.69	1.01

#### 4.2 ลักษณะน้ำทิ้งทางด้านเคมีในช่วงที่มีการเรียนการสอนทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว

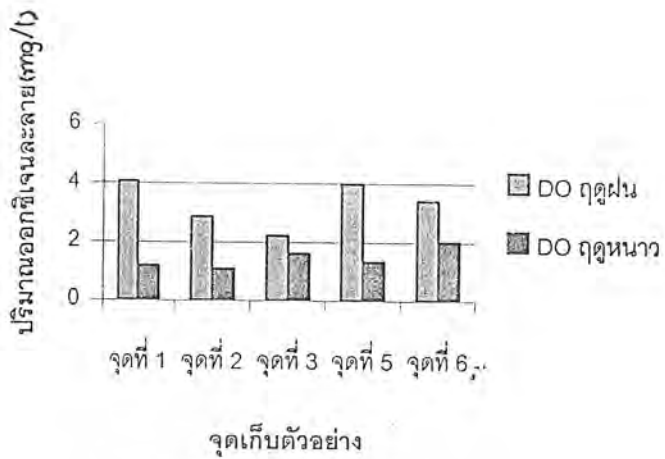
ในฤดูฝนค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทิ้งทั้ง 6 จุด มีค่าอยู่ระหว่าง 6.73-7.14 ส่วนฤดูหนาวค่าจะอยู่ระหว่าง 7.04 - 7.08 ซึ่งค่าก็ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังรูปที่ 4.1 ขณะที่ค่าการละลายของออกซิเจนในช่วงฤดูฝนจะสูงกว่าในช่วงฤดูหนาว จุดที่ต่ำสุดคือ จุดที่ 3 บริเวณบ่อพักหน้าโรงสูบน้ำทิ้งของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มีค่าเท่ากับ 2.22 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่บ่อพักโรงสูบน้ำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มีค่าเท่ากับ 3.41 มิลลิกรัม/ลิตร ดังรูปที่ 4.2

ค่าความสกปรกของน้ำทิ้งในรูปบีโอดีในช่วงฤดูฝน มีค่าอยู่ระหว่าง 4.79-8.17 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่ในช่วงฤดูหนาว มีค่าอยู่ระหว่าง 4.39-18.93 โดยจุดที่มีค่าสูงสุด คือ จุดที่ 5 บ่อรวมน้ำทิ้งบริเวณอาคารใหม่ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18.93 มิลลิกรัม/ลิตร ดังรูปที่ 4.3 ในทำนองเดียวกัน ค่าความสกปรกในรูปซีโอดี ในช่วงฤดูฝน ค่าเฉลี่ยของแต่ละจุดมีแนวโน้มต่ำกว่าในช่วงฤดูหนาว โดยจุดที่มีค่าสูงสุด คือ จุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 83.67 มิลลิกรัม/ลิตร ดังรูปที่ 4.4 ปริมาณเจลดาล์-ไนโตรเจนทั้งหมด ของจุดที่ 1 และจุดที่ 2 ในช่วงฤดูหนาวจะสูงกว่าฤดูฝน โดยมีค่าเท่ากับ 1.13 และ 4.19 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่ในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 1.06 และ 1.83 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 - 6 ในช่วงฤดูฝนค่าจะต่ำกว่าฤดูหนาวเล็กน้อย ดังรูปที่ 4.5

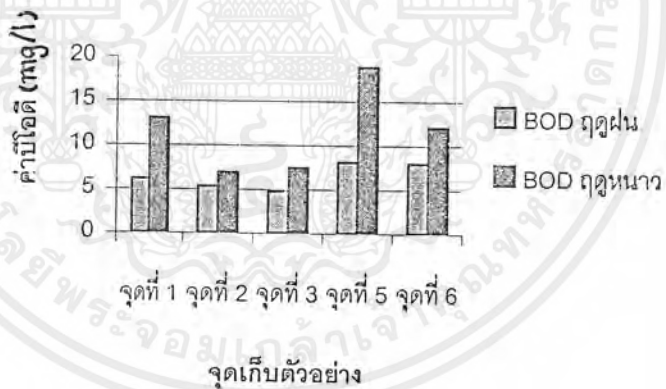
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ในช่วงฤดูฝนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเท่ากับ 1.03 0.94 และ 1.74 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่ในช่วงฤดูหนาวมีค่าเท่ากับ 0.76 0.79 และ 0.72 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 และ 6 ในฤดูหนาวจะมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย ดังรูปที่ 4.6



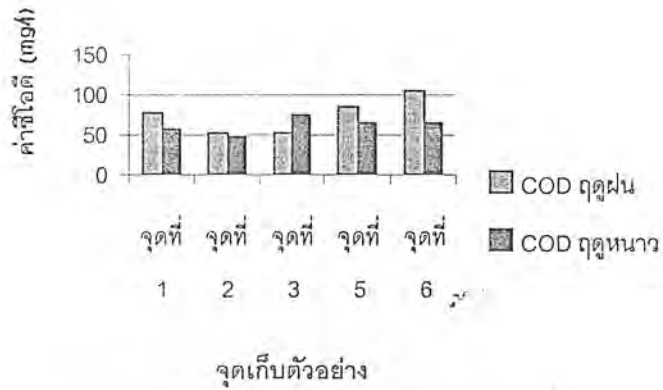
รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของอาคารในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาว ขณะที่มีการเรียนการสอน



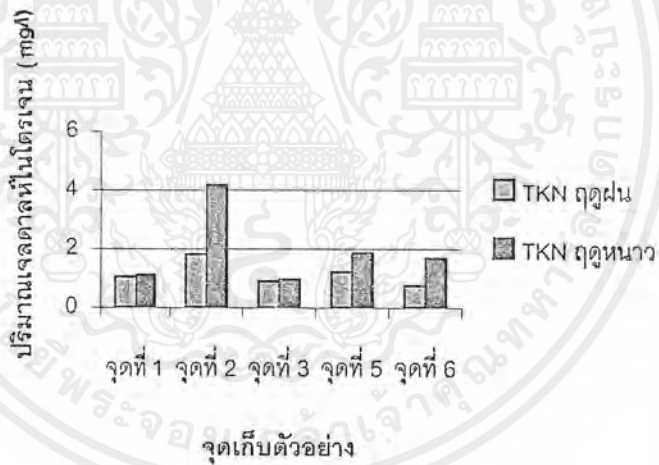
รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าการละลายของออกซิเจนของอาคารในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน



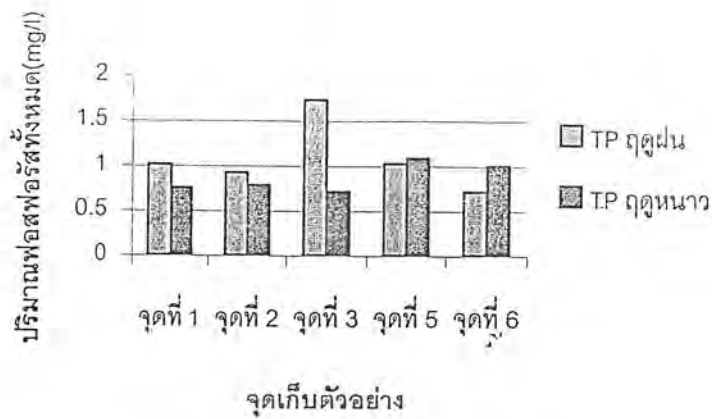
รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าบีโอดีของอาคารในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าซีโอดีของอาคารในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมดของอาคารในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของอาคารในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน

#### 4.3 คุณภาพในคลองช่วงที่มีการเรียนการสอน ทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว

ในฤดูฝนสภาพโดยทั่วไปของน้ำในคลองจะสูงมาก พี่น้ำเจริญเติบโตได้ดี เช่น ผักตบชวา มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง อุณหภูมิทั่วไปของคลองทั้งสองจะอยู่ในช่วง 28-29 องศาเซลเซียส

ในฤดูหนาว(มกราคม-กุมภาพันธ์) ระดับน้ำในคลองจะลดต่ำลงเล็กน้อย น้ำค่อนข้างใส อุณหภูมิจะลดต่ำลงเล็กน้อย โดยจะอยู่ในช่วงประมาณ 27 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของคลองในช่วงที่มีการเรียนการสอนทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว

พารามิเตอร์	pH	TEMP ( °C )	DO ( mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TKN (mg/l)	NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg/l)	Org-N (mg/l)	TP (mg/l)
จุดอ้างอิง	7.12	27.64	1.68	3.41	58.7	0.59	0.4	0.85	0.23	0.8
หน้าตึกกิจกรรม	7.1	27.94	1.8	3.1	75.8	0.75	0.5	0.84	0.28	0.8
หน้าโรงอาหาร	7.08	27.88	1.66	3.54	69.3	0.69	0.5	0.7	0.22	0.9
หน้าโรงสูบน้ำ ฤดูฝน	6.63	28.28	2.25	4.82	116	1.26	0.5	0.45	0.74	0.9
หน้าโรงสูบน้ำ ฤดูหนาว	7.08	27.88	1.94	4.45	80.5	0.81	0.4	0.7	0.39	0.9
คลองหกคอก ฤดูฝน	6.43	29.26	1.89	7.04	89	1.06	1.5	0.86	0.33	0.9
คลองหกคอก ฤดูหนาว	6.96	27.7	1.51	4.86	35.2	1.22	1	0.59	0.2	0.8

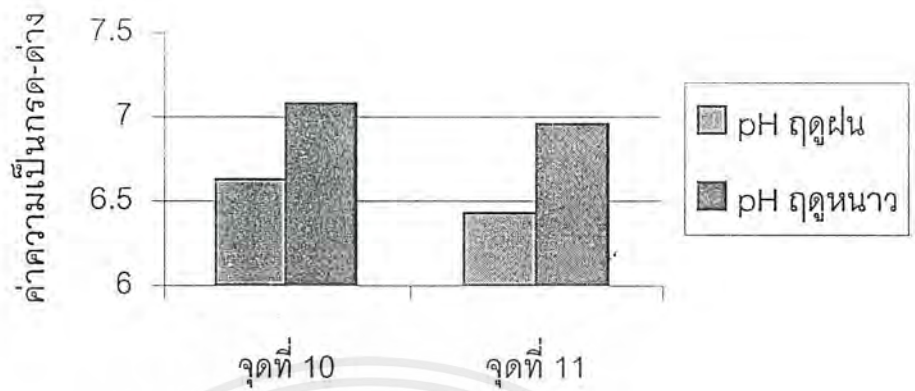
#### 4.4 คุณภาพในด้านเคมีของคลองช่วงที่มีการเรียนการสอน ทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว

จากตารางที่ 4.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในคลองประเวศบุรีรมย์ ที่จุดเก็บตัวอย่าง 3 จุดมีค่าอยู่ระหว่าง 7.08-7.10 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับจุดอ้างอิง คือเท่ากับ 7.12 ขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในคลองหกศอกจะต่ำกว่าเล็กน้อย คือเท่ากับ 7.69 ดังรูปที่ 4.7 ส่วนในฤดูฝนจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำในคลองประเวศบุรีรมย์เฉพาะบริเวณหน้าโรงสูบน้ำ ซึ่งก็คือจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 นั้นเอง สำหรับปริมาณการละลายของออกซิเจนทั้งสองคลองมีค่าอยู่ระหว่าง 1.51-1.94 มิลลิกรัม/ลิตร ดังรูปที่ 4.8 ค่าความสกปรกของน้ำในรูปบีโอดี ณ จุดเก็บที่ 2 บริเวณโรงสูบน้ำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 4.45 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสูงกว่าจุดอ้างอิงเล็กน้อย คือมีค่า 3.41 มิลลิกรัม/ลิตร ดังรูปที่ 4.9 ขณะที่ในคลองหกศอกเท่ากับ 4.86 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสอดคล้องกับค่าซีโอดี โดยจุดเก็บที่ 2 ของคลองประเวศบุรีรมย์มีค่าสูงสุดเท่ากับ 80.53 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ก็ยังมีค่าน้อยกว่าในฤดูฝน ดังรูปที่ 4.10

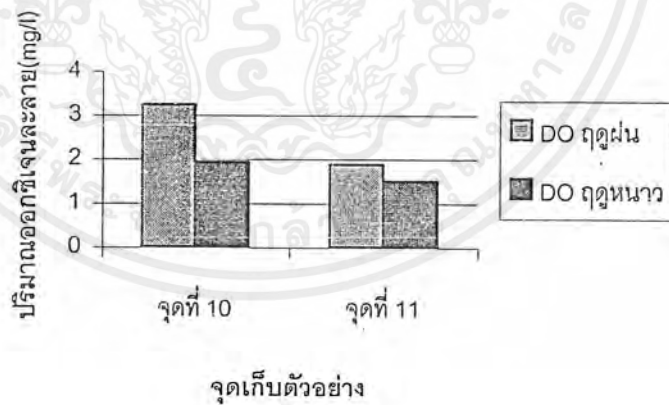
ปริมาณสารอาหารในน้ำในรูปของเจลาติน-ไนโตรเจนทั้งหมดในคลองประเวศบุรีรมย์ ที่จุดเก็บทั้ง 3 จุดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.69-0.81 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสูงกว่าจุดอ้างอิงเล็กน้อย คือมีค่าเท่ากับ 0.59 มิลลิกรัม/ลิตร ดังรูปที่ 4.11 ในทำนองเดียวกันปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนและออร์แกนิก-ไนโตรเจน ผลการวิเคราะห์จะแปรตามค่าเจลาติน-ไนโตรเจนทั้งหมด คือ จุดอ้างอิงจะสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด คือมีค่าเท่ากับ 0.85 มิลลิกรัม/ลิตร และจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ถึง 4 มีค่าเท่ากับ 0.69 0.84 และ 0.69 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ

ในคลองหกศอกปริมาณเจลาติน-ไนโตรเจนทั้งหมดและแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจะสูงกว่าคลองประเวศบุรีรมย์ โดยมีค่าเท่ากับ 1.22 และ 1.02 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ ดังรูปที่ 4.11 ขณะที่ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน และออร์แกนิก-ไนโตรเจนจะมีค่าต่ำกว่า โดยมีค่าเท่ากับ 0.59 และ 0.20 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ

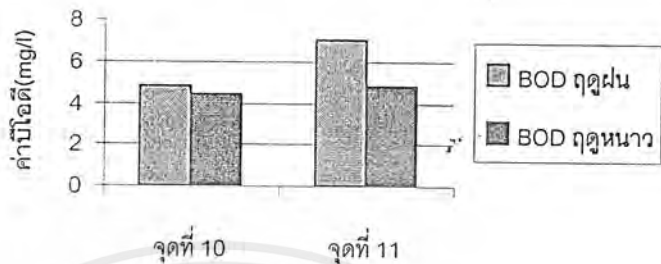
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในคลองประเวศบุรีรมย์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.82-0.89 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ โดยสูงกว่าจุดอ้างอิงเล็กน้อยมีค่าเท่ากับ 0.84 มิลลิกรัม/ลิตร ในทำนองเดียวกันปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในคลองหกศอกมีค่าเท่ากับ 0.77 มิลลิกรัม/ลิตร ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของคลองในช่วงฤดูฝนกับฤดูแล้ง ขณะที่มีการเรียนการสอน



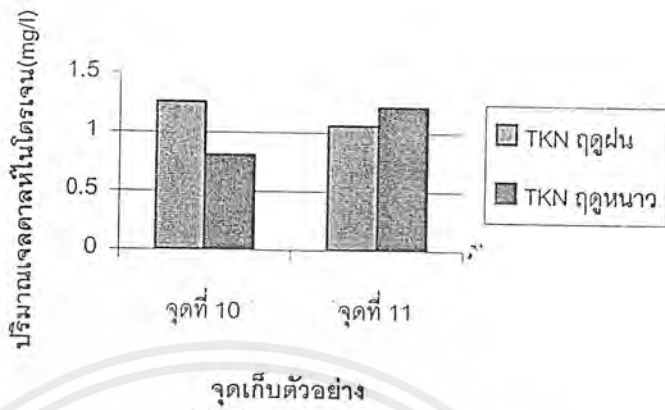
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าการละลายของออกซิเจนของคลองในช่วงฤดูฝนกับฤดูแล้งขณะที่มีการเรียนการสอน



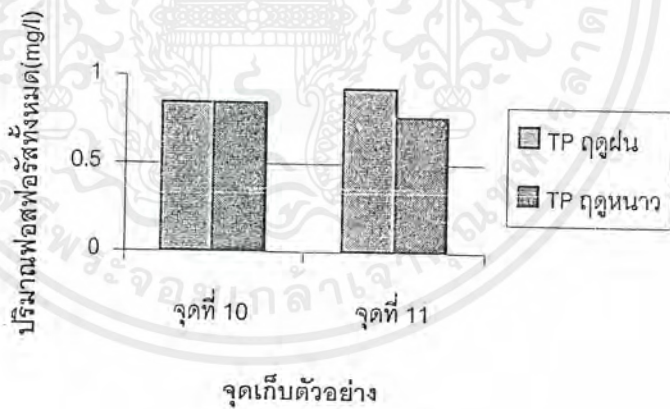
รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่าบีโอดีของคลองในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบค่าซีโอดีของคลองในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเจลดาล์ไนโตรเจนทั้งหมดของคลองในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของคลองในช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน

4.5 ลักษณะของน้ำทิ้งทางด้านกายภาพของอาคารในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน และไม่มีการเรียนการสอน

ในฤดูหนาวระดับน้ำในสระต่างๆในช่วงไม่มีการเรียนการสอนบริเวณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และ คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากการสังเกตด้วยสายตาระดับน้ำไม่แตกต่างจากช่วงที่มีการเรียนการสอน ปริมาณตะกอนแขวนลอยน้อย น้ำค่อนข้างใสและมีฟิชน้ำ เช่น บัว ผักตบชวา จอก แหน และมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกับช่วงที่มีการเรียนการสอนเล็กน้อยทุกจุดเก็บตัวอย่าง ยกเว้นจุดที่ 3 บริเวณบ่อพักโรงสูบน้ำ คือเท่ากับ 23.55 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของน้ำทิ้งในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน

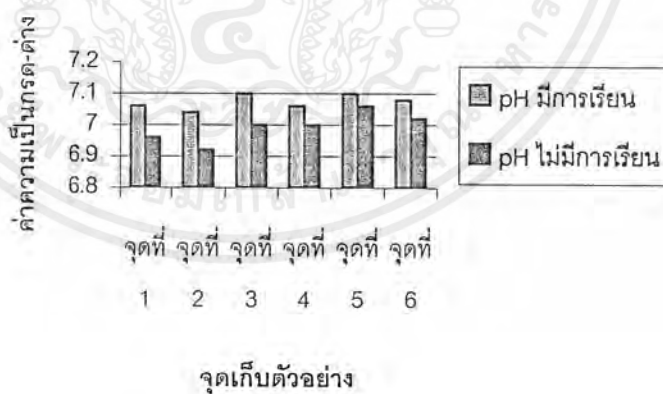
พารามิเตอร์ จุดเก็บตัวอย่าง	pH	TEMP ( °C )	DO ( mg/l )	BOD ( mg/l )	COD ( mg/l )	TKN ( mg/l )	TP ( mg/l )
สระน้ำเกษตร มีการเรียน	7.06	27.26	1.2	13.1	57.03	1.12	0.76
สระน้ำเกษตร ไม่มีการเรียน	6.96	24.8	4.02	19.13	55.92	0.87	1.49
บ่อรวมหน้าเกษตร มีการเรียน	7.04	27.96	1.09	6.94	47.16	4.19	0.79
บ่อรวมหน้าเกษตร ไม่มีการเรียน	6.92	25.8	2.5	12.04	63.84	2.69	0.58
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร มีการเรียน	7.1	26.1	1.63	7.5	74.13	0.97	0.72
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร ไม่มีการเรียน	7	23.6	2.65	13	54.7	0.59	0.57
อาคารปฏิบัติการ มีการเรียน	7.06	28.98	2.11	4.39	66.66	0.73	0.47
อาคารปฏิบัติการ ไม่มีการเรียน	7	27.9	2.02	3.8	31.88	0.63	0.37
บ่อรวมสถาปัตย์ มีการเรียน	7.1	26.88	1.34	18.9	64.87	1.86	1.09
บ่อรวมสถาปัตย์ ไม่มีการเรียน	7.06	25.6	2.07	17.12	56.52	1.75	0.96
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตย์ มีการเรียน	7.08	26.82	2.02	12.1	64.28	1.69	1.01
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตย์ ไม่มีการเรียน	7.02	24.8	4.16	12.5	53.76	1.52	0.94

4.6 ลักษณะของน้ำทิ้งทางด้านเคมีในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน

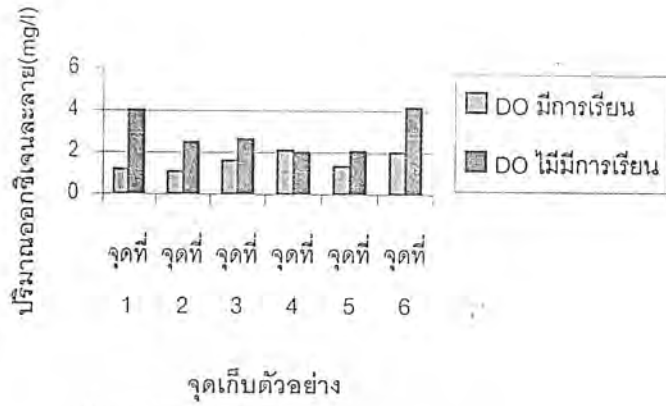
ในช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอนค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทิ้งทุกจุดมีค่าอยู่ในช่วง 6.92 - 7.06 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับช่วงที่มีการเรียนการสอน ดังรูปที่ 4.13 ขณะที่ค่าการละลายของออกซิเจนที่จุดที่ 4 บริเวณอาคารปฏิบัติการมีค่าเท่ากับ 2.02 มก/ล ซึ่งมีค่าต่ำสุดในช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอน แต่ในช่วงที่มีการเรียนการสอนกลับมีค่าสูงสุด คือเท่ากับ 2.11 มก/ล ดังรูปที่ 4.14 ค่าความสกปรกของน้ำทิ้งในรูปบีโอดีในช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอน จุดที่มีค่าต่ำสุดคือจุดที่ 4 อาคารปฏิบัติการมีค่า 3.8 มก/ล ซึ่งสอดคล้องกับในช่วงที่มีการเรียนการสอน มีค่าต่ำสุดคือ 4.39 มก/ล ดังรูปที่ 4.15

ในทำนองเดียวกันค่าความสกปรกในรูปซีโอดี จุดที่ 4 บริเวณอาคารปฏิบัติการ จะเห็นได้ชัดว่าในช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอนจะมีค่าแตกต่างกับช่วงที่มีการเรียนการสอน 31.88 และ 66.66 มก/ล ตามลำดับ ปริมาณเจลดาล์ - ไนโตรเจนทั้งหมด ทั้งสองช่วงมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้นจุดที่ 2 บริเวณบ่อรวมหน้าเกษตรในช่วงที่มีการเรียนการสอนจะมีค่าแตกต่างกับช่วงไม่มีการเรียนการสอน คือมีค่า 4.19 มก/ล และ 2.69 มก/ล ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.17

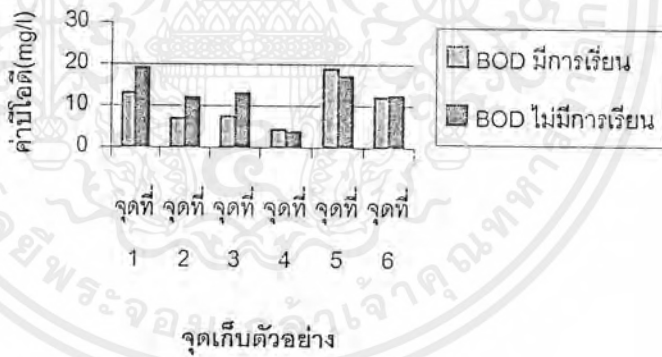
ในทำนองเดียวกันปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ทั้งสองช่วงก็มีค่าไม่แตกต่างกัน ยกเว้นจุดที่ 1 บริเวณตระน้ำเกษตร คือมีค่าเท่ากับ 0.76 และ 1.49 มก/ล ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.18



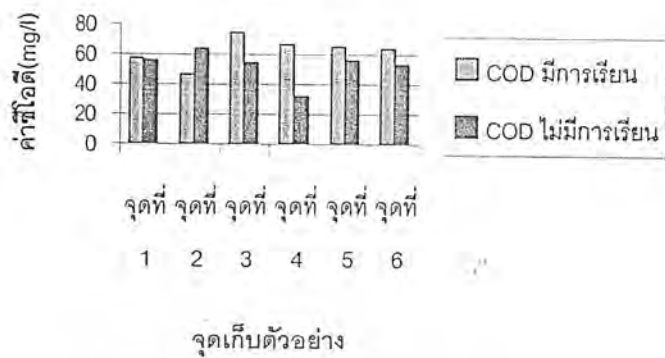
รูปที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของอาคารในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



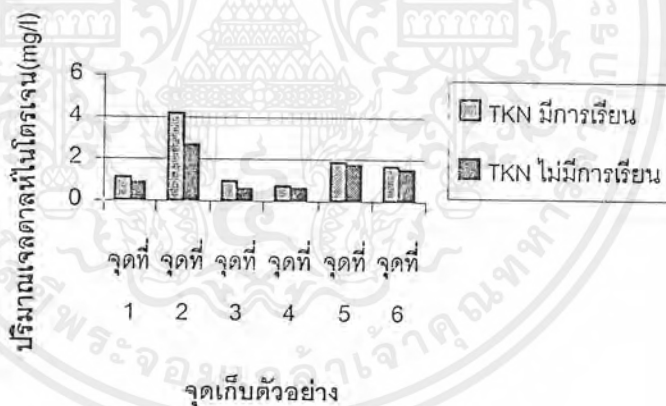
รูปที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบค่าการละลายของออกซิเจนของอาคารในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



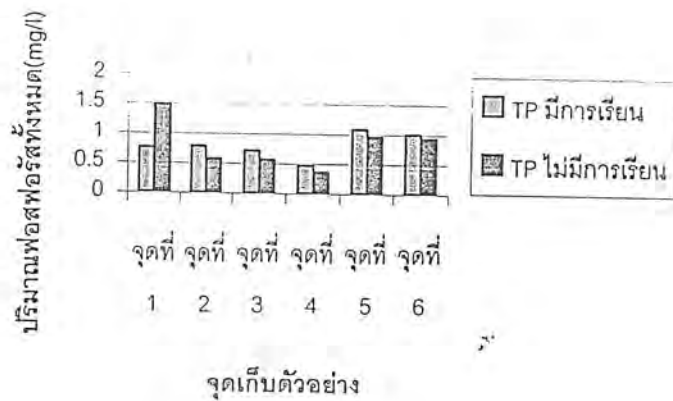
รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณบีโอดีของอาคารในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณซีโอดีของอาคารในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมดของอาคารในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของอาคารในช่วงฤดูหนาว ขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน

#### 4.7 ลักษณะน้ำทิ้งทางด้านกายภาพของคลองในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน

ในฤดูหนาวช่วงไม่มีการเรียนการสอนระดับน้ำใกล้เคียงกับช่วงที่มีการเรียนการสอน น้ำจะมีลักษณะขุ่น สีน้ำตาล มีตะกอนและผักตบชวา อุณหภูมิของน้ำทั้ง 5 จุด ในช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอนจะต่ำกว่าช่วงที่มีการเรียนการสอน ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของคลองในช่วงฤดูหนาว ขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน

พารามิเตอร์	pH	TEMP ( °C )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TKN (mg/l)	NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg/l)	Org-N (mg/l)	TP (mg/l)
จุดอ้างอิง มีการเรียน	7.12	27.64	1.68	3.41	58.7	0.59	0.35	0.85	0.23	0.84
จุดอ้างอิง ไม่มีการเรียน	7.04	24.34	1.41	3.03	50.6	0.44	0.29	0.79	0.15	0.53
หน้าตึกกิจกรรม มีการเรียน	7.1	27.34	1.68	3.1	75.8	0.75	0.47	0.84	0.28	0.82
หน้าตึกกิจกรรม ไม่มีการเรียน	7.1	24.24	1.88	3.43	48.3	0.51	0.38	0.78	0.13	0.5
หน้าโรงอาหาร มีการเรียน	7.08	27.88	1.66	3.54	69.3	0.69	0.48	0.7	0.22	0.89
หน้าโรงอาหาร ไม่มีการเรียน	7.06	24.47	1.96	3.59	40.1	0.58	0.33	0.78	0.24	0.6
หน้าโรงสูบ มีการเรียน	7.08	27.88	1.94	4.45	80.5	0.81	0.42	0.7	0.39	0.85
หน้าโรงสูบ ไม่มีการเรียน	7.04	24.17	1.33	4.4	52.8	0.59	0.35	0.58	0.24	0.52
คลองหกศอก มีการเรียน	6.96	27.7	1.51	4.86	35.2	1.22	1.02	0.59	0.2	0.77
คลองหกศอก ไม่มีการเรียน	6.98	25.27	2.42	3.46	27.5	0.86	0.19	0.41	0.67	0.35

#### 4.8 ลักษณะน้ำทิ้งทางด้านเคมีของคลองในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในคลองประเวศบุรีรมย์ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 จุด ทั้งช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอนและมีการเรียนการสอนจะมีค่าใกล้เคียงกับจุดอ้างอิง ส่วนที่คลองหกศอกในช่วงไม่มีการเรียนการสอนและมีการเรียนการสอน จะมีค่าไม่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 4.19 ในทำนองเดียวกันค่าการละลายของออกซิเจนที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด ในช่วงที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอนมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย ดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.20

ค่าความสกปรกของน้ำในรูปบีโอดีของน้ำในคลองประเวศบุรีรมย์ที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 3 จุด ทั้งช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอนและมีการเรียนการสอนจะมีค่าสูงกว่าจุดอ้างอิง แต่ผลของช่วงไม่มีการเรียนการสอนกับมีการเรียนการสอนก็ยังคงมีค่าใกล้เคียงกัน โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณหน้าโรงสูบน้ำจะมีค่าสูงที่สุด ในทางตรงกันข้ามผลของจุดเก็บตัวอย่างบริเวณคลองหกศอก คลองหกศอกมีค่าที่แตกต่างกันชัดเจน โดยช่วงที่มีการเรียนการสอนจะมีค่าสูงกว่าช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอน คือเท่ากับ 4.86 และ 3.46 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.21

ค่าความสกปรกของน้ำทิ้งในรูปซีโอดีของน้ำในคลองประเวศบุรีรมย์ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 จุดในช่วงที่มีการเรียนการสอนจะมีค่าสูงกว่าจุดอ้างอิงอย่างเห็นได้ชัด ส่วนในช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอนจะมีค่าต่ำกว่าจุดอ้างอิง ยกเว้นจุดที่ 3 บริเวณหน้าโรงสูบน้ำ ซึ่งจะสูงกว่าจุดอ้างอิงเล็กน้อย และบริเวณจุดเก็บที่คลองหกศอกในช่วงที่มีการเรียนการสอนจะมีค่าสูงกว่าช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอน ดังรูปที่ 4.22

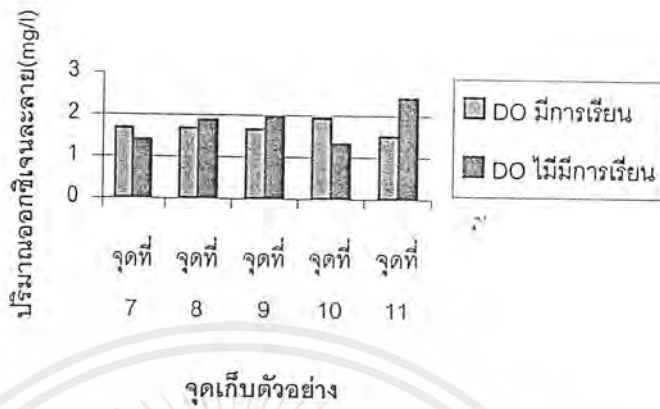
ปริมาณเจลดาล์-ไนโตรเจนทั้งหมด ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 จุดในคลองประเวศบุรีรมย์ ในช่วงที่มีการเรียนการสอนจะมีค่าต่างกับช่วงไม่มีการเรียนการสอน โดยค่าของช่วงที่มีการเรียนการสอนจะมีค่าสูงกว่า ดังรูปที่ 4.23

ส่วนปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ที่จุดเก็บตัวอย่างในคลองประเวศบุรีรมย์จะมีค่าสูงกว่าจุดอ้างอิงทั้งหมด โดยค่าของช่วงที่มีการเรียนการสอนจะมีค่าสูงกว่าช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอน ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่คลองหกศอกก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน ดังรูปที่ 4.24

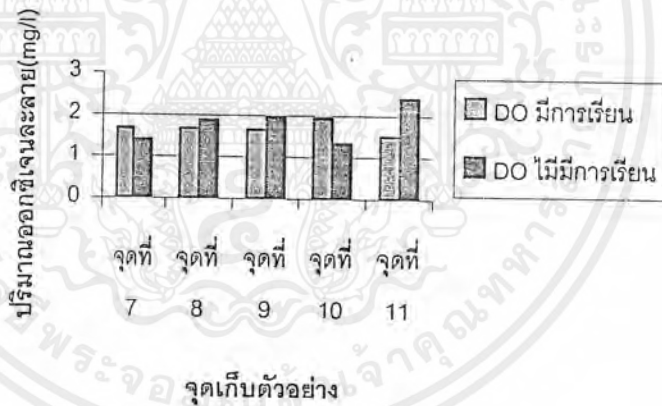
ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุดในช่วงที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน จะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังรูปที่ 4.25

ปริมาณออร์แกนิก-ไนโตรเจน ที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 2 และ 4 ในช่วงที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน จะมีค่าแตกต่างกัน โดยช่วงที่มีการเรียนการสอนจะมีค่าสูงกว่าช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอน ในทางตรงข้ามจุดเก็บที่ 3 คือบริเวณหน้าโรงอาหาร และจุดเก็บตัว

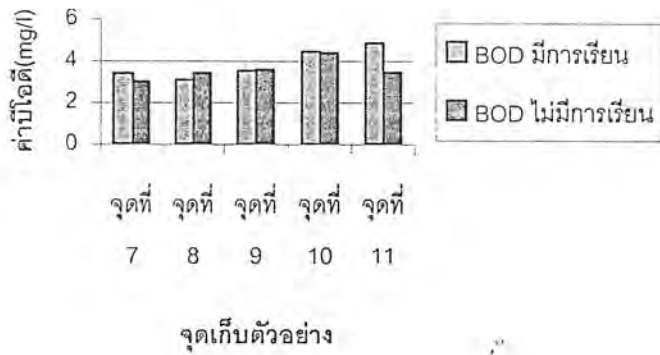
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุดในช่วงที่มีการเรียนการสอนจะสูงกว่าช่วงที่ไม่มีการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ดังรูปที่ 4.27



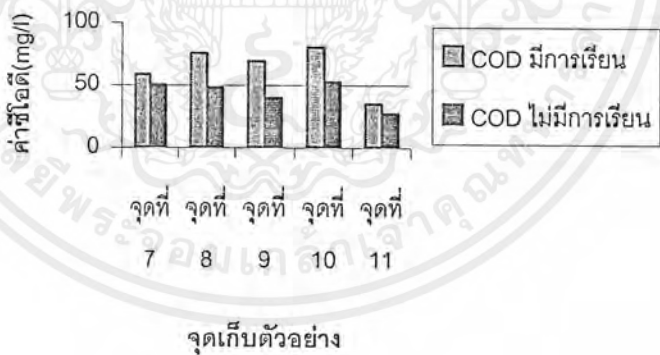
รูปที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างของคลองในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



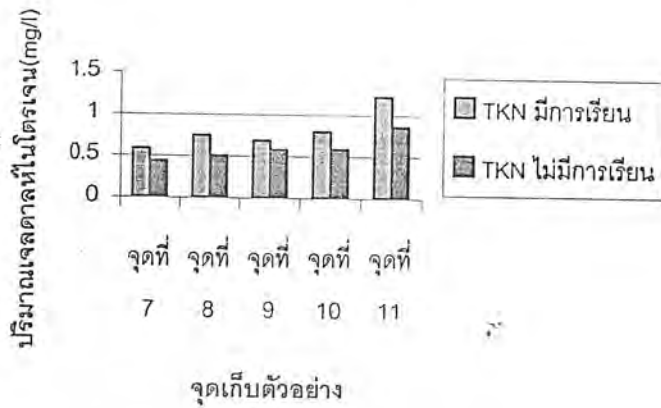
รูปที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบค่าการละลายของออกซิเจนของคลองในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบค่าบีโอดีของคลองในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



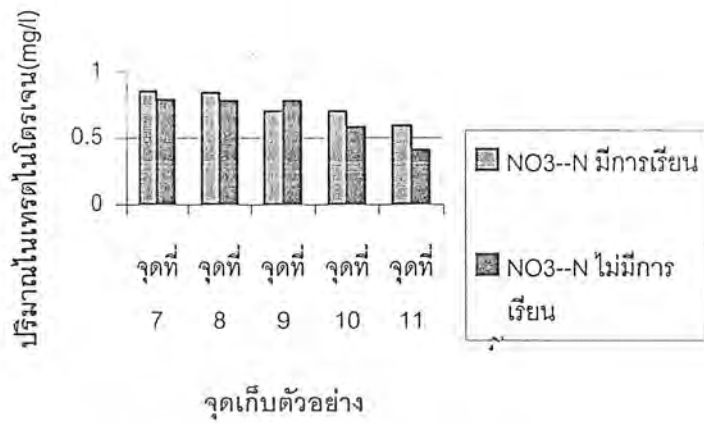
รูปที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบค่าซีโอดีของคลองในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



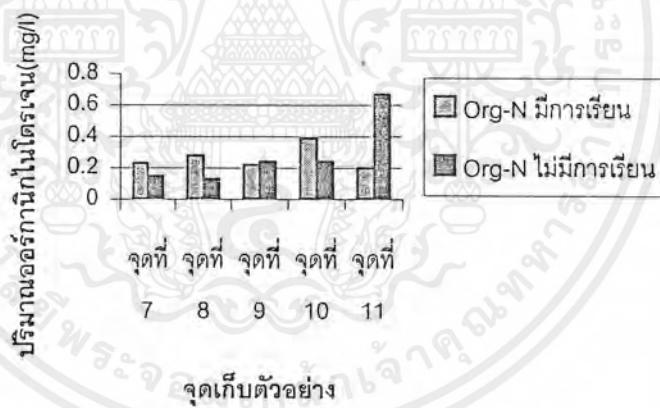
รูปที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเจลาตาร์ท์-ไนโตรเจนทั้งหมดของคลองในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



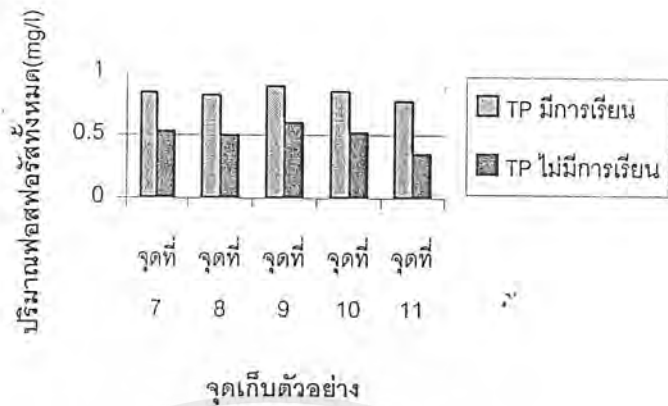
รูปที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของคลองในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนของคลองในช่วงฤดูหนาว ขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณออร์แกนิก-ไนโตรเจนของคลองในช่วงฤดูหนาว ขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน



รูปที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของคลองในช่วงฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน

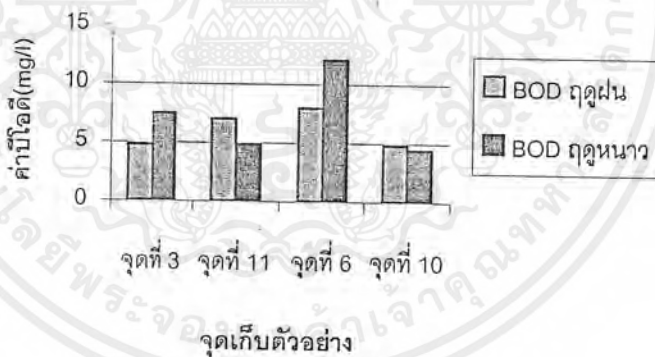
#### 4.9 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้ง ณ จุดก่อนปล่อยบริเวณโรงสูบน้ำกับคุณภาพน้ำคลอง ณ จุดรองรับน้ำทิ้งในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน

ในฤดูหนาวค่าความสกปรกของน้ำทิ้งในรูปบีโอดี จุดที่ 3 และ 6 บริเวณโรงสูบน้ำจะมีค่าสูงกว่าจุดที่ 10 และ 11 ซึ่งเป็นคุณภาพน้ำในคลอง ในทำนองเดียวกันในฤดูหนาวค่าความสกปรกของน้ำทิ้งในรูปบีโอดีก็จะมีค่าสูงกว่าในฤดูฝนเช่นกัน ดังตารางที่ 4.5 เนื่องจากในฤดูฝนปริมาณน้ำมากน้ำทิ้งจะถูกเจือจางเมื่อลงสู่จุดรองรับน้ำทิ้งในคลอง ดังรูป 4.28

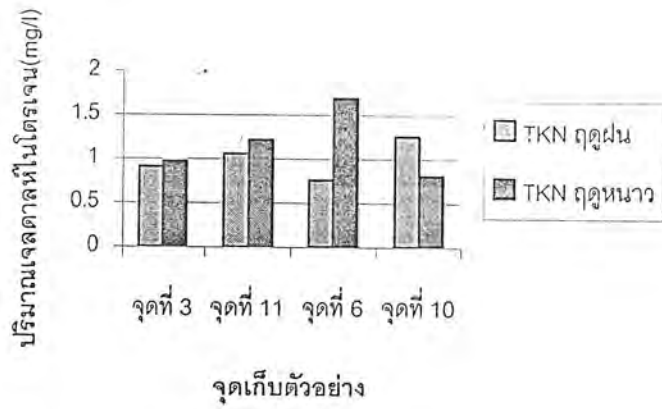
ปริมาณเจลดาลห์ - ไนโตรเจนทั้งหมดในฤดูฝนและฤดูหนาวจุดเก็บตัวอย่างทุกจุดที่จุดก่อนปล่อยบริเวณโรงสูบน้ำจะมีค่าต่ำกว่าจุดที่เป็นจุดรองรับน้ำทิ้งในคลอง ยกเว้นจุดที่ 6 บริเวณบ่อดักโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรมในช่วงฤดูหนาวจะมีค่าสูงกว่าจุดที่ 10 บริเวณหน้าโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรมซึ่งเป็นจุดรองรับน้ำทิ้งในคลองประเวศบุรีรมย์ ดังรูปที่ 4.29

ตารางที่ 4.5 แสดงคุณภาพน้ำทิ้ง ณ จุดก่อนปล่อยบริเวณโรงสูบน้ำกับคุณภาพน้ำคลอง ณ จุดรองรับน้ำทิ้งในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอน

พารามิเตอร์ จุดเก็บตัวอย่าง	BOD (mg/l)	TKN (mg/l)
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร ฤดูฝน	4.79	0.91
คลองหกคอก ฤดูฝน	7.04	1.06
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร ฤดูหนาว	7.5	0.97
คลองหกคอก ฤดูหนาว	4.86	1.22
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตย์ ฤดูฝน	7.99	0.76
หน้าโรงสูบน้ำสถาปัตย์ ฤดูฝน	4.82	1.26
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตย์ ฤดูหนาว	12.1	1.69
หน้าโรงสูบน้ำสถาปัตย์ ฤดูหนาว	4.45	0.81



รูปที่ 4.28 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้ง ณ จุดก่อนปล่อยบริเวณโรงสูบน้ำกับคุณภาพน้ำคลอง ณ จุดรองรับน้ำทิ้งในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนของค่า บีโอดี



รูปที่ 4.29 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้ง ณ จุดก่อนปล่อยบริเวณโรงสูบน้ำกับคุณภาพน้ำคลอง ณ จุดรองรับน้ำทิ้งในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวขณะที่มีการเรียนการสอนของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนทั้งหมด



## การวิเคราะห์ทางสถิติ

พิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างฤดูฝน(น้ำมาก)และฤดูหนาว(น้ำน้อย)ของคณะเทคโนโลยีการเกษตรทั้งจุดก่อนปล่อยและจุดหลังปล่อยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ในช่วงฤดูฝนจะมีค่าน้อยกว่าช่วงฤดูหนาว ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงฤดูฝน น้ำมีการเจือจางจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาทำให้ค่าเฉลี่ยเจลดาลห้ในโตรเจนมีค่าน้อยกว่า สำหรับคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ค่าเฉลี่ยเจลดาลห้ในโตรเจน เปรียบเทียบกันระหว่างฤดูฝนกับฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อยจะให้ผลดังเช่นเดียวกัน ในขณะที่จุดหลังปล่อยค่าเฉลี่ยเจลดาลห้ในโตรเจน ที่เปรียบเทียบกันระหว่างฤดูฝนกับฤดูหนาวมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยบีโอดี ระหว่างฤดูฝนกับฤดูหนาวของคณะเทคโนโลยีการเกษตรที่จุดก่อนปล่อยและจุดหลังปล่อยพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยค่าเฉลี่ยบีโอดี ของช่วงฤดูฝนจะมีค่าน้อยกว่าในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเหตุผลนั้นได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น ในขณะที่การเปรียบเทียบค่าบีโอดี ช่วงฤดูฝนกับฤดูหนาวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างช่วงที่มีการเรียนการสอนกับไม่มีการเรียนการสอน พบว่าค่าเฉลี่ยเจลดาลห้ในโตรเจน ที่เปรียบเทียบกันระหว่างช่วงที่มีการเรียนการสอนกับช่วงไม่มีการเรียนการสอน ทั้งจุดก่อนปล่อยและจุดหลังปล่อยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยค่าเฉลี่ยเจลดาลห้ในโตรเจนของช่วงที่มีการเรียนการสอนจะมากกว่าช่วงไม่มีการเรียนการสอน ทั้งนี้เนื่องมาจาก ในวันที่มีการเรียนการสอน สถาบันจะมีการใช้น้ำมากกว่า วันที่ไม่มีการเรียนการสอน เพราะมีจำนวนประชากรที่มาน้ำใช้มากกว่า ทำให้น้ำที่น้ำท่วม ที่ปล่อยออกมามีจำนวนมากกว่า ทำให้คลองสาธารณะมีการปรับสภาพให้คงเดิมได้ช้ากว่าในวันที่ไม่มีการเรียนการสอน ค่าเฉลี่ยเจลดาลห้ในโตรเจน ทั้ง 2 จึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์และหากพิจารณาค่าเฉลี่ยเจลดาลห้ในโตรเจน ที่เปรียบเทียบกันระหว่างช่วงที่มีการเรียนการสอนกับไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดหลังปล่อยของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์พบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ในส่วนของค่าบีโอดี ที่เปรียบเทียบกันระหว่างช่วงที่มีการเรียนการสอน กับไม่มีการเรียนการสอนของคณะเทคโนโลยีการเกษตรและคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ในจุดก่อนปล่อย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์และในจุดหลังปล่อยพบว่าไม่แตกต่าง

หากนำทศรูปข้างต้นมาพิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างจุดก่อนปล่อยและจุดหลังปล่อย จะสามารถวิเคราะห์ได้ว่าสถาบันเป็นผู้ที่ทำให้คุณภาพน้ำที่รองรับเปลี่ยนแปลงหรือไม่ โดยได้ผลดังนี้ ค่าเฉลี่ยเจลดาลห์ไนโตรเจน ที่เปรียบเทียบกันระหว่างจุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย ในช่วงฤดูฝนของคณะเทคโนโลยีการเกษตรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และหากพิจารณาของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ก็พบว่าได้ผลดังเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำในสถาบันก่อนปล่อยนั้นได้มีการเจือจางน้ำจนมีคุณภาพเทียบเท่ากับคลองแล้ว ผลของทั้ง 2 จึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และหากพิจารณาค่าเฉลี่ยบีโอดี ที่เปรียบเทียบกันระหว่างจุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อยในช่วงฤดูฝน คณะเทคโนโลยีการเกษตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

หากพิจารณาที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์พบว่ามีความแตกต่างโดยพบว่าค่าเฉลี่ยบีโอดี ในช่วงก่อนปล่อยมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยบีโอดี หลังปล่อย แสดงว่า ในช่วงฤดูฝนถึงแม้ว่าทั้งจะมีการเจือจางของน้ำฝน แต่คูคลองภายในสถาบันก็มีการรองรับน้ำทิ้งที่ปล่อยออกมา ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในสระน้ำของสถาบันมีการย่อยสลายสารอาหารมากกว่าจุลินทรีย์ที่อยู่ในคลอง จึงทำให้มีความต้องการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยบีโอดี ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ในฤดูน้ำมากที่จุดก่อนปล่อยและหลังปล่อยจึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และหากพิจารณาเปรียบเทียบจุดก่อนปล่อยและหลังปล่อยในช่วงที่มีการเรียนการสอนพบว่าค่าเฉลี่ยเจลดาลห์ไนโตรเจน ที่เปรียบเทียบกันระหว่างจุดก่อนปล่อยและหลังปล่อยของช่วงที่มีการเรียนการสอนคณะเทคโนโลยีการเกษตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่าเฉลี่ยเจลดาลห์ไนโตรเจน ระหว่างจุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อยของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยค่าเฉลี่ยเจลดาลห์ไนโตรเจน ณ จุดก่อนปล่อยและจุดหลังปล่อย ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยค่าเฉลี่ยเจลดาลห์ไนโตรเจน ณ จุดก่อนปล่อยมีค่ามากกว่าจุดหลังปล่อย สำหรับค่าเฉลี่ยบีโอดี ที่พิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างจุดก่อนปล่อยและหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร แตกต่าง โดยที่จุดก่อนปล่อยจะมีค่าเฉลี่ยบีโอดีสูงกว่าจุดหลังปล่อยซึ่งการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยบีโอดี ที่พิจารณากันที่จุดก่อนปล่อยและหลังปล่อยของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเจลาตอลฮีโมโตรเจน เปรียบเทียบกันระหว่างจุดก่อนปล่อยและหลังปล่อยคณะเทคโนโลยีการเกษตรในช่วงไม่มีการเรียนการสอนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยจุดก่อนปล่อยมีค่าเฉลี่ยเจลาตอลฮีโมโตรเจนมากกว่าจุดหลังปล่อย ในขณะที่ค่าเฉลี่ยเจลาตอลฮีโมโตรเจน ที่เปรียบเทียบกันระหว่างจุดก่อนปล่อยและหลังปล่อยคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ก็ให้ผลดังเช่นเดียวกัน ในส่วนของค่าเฉลี่ยบีโอดีที่เปรียบเทียบกันระหว่างจุดก่อนปล่อยและหลังปล่อยคณะเทคโนโลยีการเกษตรพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยจุดก่อนปล่อยจะมีค่าเฉลี่ยบีโอดีมากกว่าจุดหลังปล่อย แต่ในส่วนของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

- ซึ่งจากการสรุปทั้งหมดในกรณีที่น้ำทิ้งจากอาคารทั้ง 2 ถูกปล่อยลงสู่ลำคลองโดยตรง น้ำทิ้งจากอาคารเรียนมีผลทำให้คุณภาพน้ำในคลองเปลี่ยนแปลงไป แต่น้ำทิ้งจากอาคารเรียนทั้ง 2 ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข. สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ ซึ่งหากมีการจัดการที่ดีจะช่วยให้การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในคลองสาธารณะยังคงอยู่และมีศักยภาพในการรองรับน้ำทิ้งหรือฟื้นฟูสภาพกลับคืนได้เร็วขึ้น

## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารและคลองที่รองรับน้ำทิ้งจากสถาบัน โดยเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณบ่อกักที่อยู่รอบอาคารในสถาบัน ซึ่งรองรับน้ำทิ้งจากอาคารและบริเวณจุดปล่อยน้ำทิ้งจากสถาบันลงสู่คลอง ในช่วงฤดูหนาวคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน ลักษณะน้ำทิ้งที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณบ่อกักโรงสูบน้ำบำบัดยกรวมศาสตร์ เพื่อระบายน้ำภายในสระคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ออกสู่คลองประเวศบุรีรมย์ ผลจะสอดคล้องกัน ดังนี้คือ มีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 7.02 – 7.08 และค่าบีโอดีอยู่ระหว่าง 12.1 – 12.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข ในทำนองเดียวกัน ลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกจากตึกแอล คณะเทคโนโลยีการเกษตร ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จุดเก็บตัวอย่างหน้าบริเวณหน้าโรงสูบน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงคลองหกวาสอก พบว่ามีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 7.0 – 7.1 และค่าบีโอดีอยู่ระหว่าง 7.5 – 13.0 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 คุณภาพน้ำทิ้งของอาคารเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข

พารามิเตอร์ จุดเก็บตัวอย่าง	pH	BOD ( mg/l)	TKN ( mg/l)
อาคารเกษตร			
สระน้ำเกษตร	6.96 - 7.06	13.10 - 19.13	0.87 - 1.12
บ่อบรรณหน้าเกษตร	6.92 - 7.04	6.94 - 12.04	1.82 - 4.19
บ่อกักโรงสูบน้ำเกษตร	7.00 - 7.10	7.50 - 13.00	0.59 - 0.97
อาคารสถาปัตย์			
อาคารปฏิบัติการ	7.00 - 7.06	3.80 - 4.39	0.63 - 0.73
บ่อบรรณสถาปัตย์	7.06 - 7.10	17.12 - 18.9	1.22 - 1.86
บ่อกักโรงสูบน้ำสถาปัตย์	7.02 - 7.08	12.10 - 12.50	0.76 - 1.69
ค่ามาตรฐาน	5.00 - 9.00	30	35

สำหรับผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมีในคลองประเวศบุรีรมย์ ในช่วงฤดูหนาว ขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอนที่มีการเก็บตัวอย่าง 3 จุด พบว่าค่าพีเอชอยู่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่าง 7.04 – 7.10 ออกซิเจนละลายมีค่าอยู่ระหว่าง 1.33 – 1.96 มิลลิกรัม/ลิตร บีโอดี มีค่าอยู่ระหว่าง 3.1 – 4.45 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.58 – 0.78 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสูงกว่าจุดอ้างอิงเล็กน้อยแต่คุณภาพน้ำทางเคมีของคลองประเวศบุรีรัมย์ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน ในทำนองเดียวกันผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมีในคลองหกศอก ปรากฏว่าค่าพีเอชมีค่าอยู่ระหว่าง 6.96 – 6.98 ออกซิเจนละลายมีค่าอยู่ระหว่าง 1.51 – 2.42 มิลลิกรัม/ลิตร บีโอดีมีค่าอยู่ระหว่าง 3.46 – 4.86 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.19 – 1.02 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทางเคมีของคลองทั้ง 2 ณ จุดเก็บต่าง ๆ กับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน สรุปได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 การจัดประเภทคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีบริเวณคลองประเวศบุรีรัมย์และคลองหกศอก

บริเวณศึกษา	พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย	คุณภาพประเภท	เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์
คลองประเวศบุรีรัมย์ จุดอ้างอิง	pH	7.08	4	*การอุปโภคบริโภคโดยตรง ผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุง คุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน *การอุตสาหกรรม
	DO	1.55		
	BOD	3.22		
	NH <sub>3</sub> -N	0.32		
หน้าตึกกิจกรรม	pH	7.1	4	*การอุปโภคบริโภคโดยตรง ผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุง คุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน *การอุตสาหกรรม
	DO	1.84		
	BOD	3.27		
	NH <sub>3</sub> -N	0.43		
หน้าโรงอาหาร	pH	7.07	4	*การอุปโภคบริโภคโดยตรง ผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุง คุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน *การอุตสาหกรรม
	DO	1.81		
	BOD	3.57		
	NH <sub>3</sub> -N	0.41		
หน้าโรงสูบ	pH	7.06	5	*การคมนาคม
	DO	1.64		

บริเวณศึกษา	พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย	คุณภาพประเภท	เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์
คลองหกศอก	BOD	4.43	5	*การคมนาคม
	NH <sub>3</sub> -N	0.38		
	pH	6.97		
	DO	1.97		
	BOD	4.16		
	NH <sub>3</sub> -N	1.21		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อเสนอแนะ

จากการเปรียบเทียบลักษณะน้ำทิ้งที่จุดก่อนปล่อยบริเวณโรงสูบน้ำกับคุณภาพของน้ำในคลองในช่วงฤดูหนาว ขณะที่มีการเรียนการสอนและไม่มีการเรียนการสอน พบว่าน้ำทิ้งในช่วงที่มีการเรียนการสอนนั้น ทำให้คุณภาพน้ำในคลองเปลี่ยนแปลงไปแต่ก็ไม่เกินค่ามาตรฐาน ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากในฤดูหนาวความเข้มข้นของน้ำทิ้งมีปริมาณที่สูง อีกทั้งน้ำทิ้งจากบ่อพักต่าง ๆ ที่อยู่รอบอาคารเรียนจะไหลลงสู่คลองได้เอง เนื่องจากระดับน้ำในคลองจะอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าบ่อพัก ดังนั้นทางสถาบันควรให้ความสนใจและมีส่วนร่วมในการป้องกันและรับผิดชอบต่อสภาวะแวดล้อมโดยการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ใกล้เคียงกับคุณภาพน้ำธรรมชาติก่อนที่จะปล่อยลงสู่คลองสาธารณะจึงขอเสนอแนะดังนี้

1. ควรมีการดูแลรักษา ปรับปรุงให้ระบบบำบัดจากอาคารสามารถทำงานได้เต็มที่ทุกหน่วยการทำงานอย่างสม่ำเสมอ
2. ตรวจสอบและซ่อมแซมระบบท่อน้ำทิ้ง ท่อระบายน้ำ ให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งที่อาจเกิดขึ้นได้
3. ควรมีการขุดลอกและกำจัดซากพืช ซากสัตว์ในคูน้ำที่รองรับน้ำทิ้งจากอาคารอยู่เสมอเพื่อรองรับในส่วนของน้ำทิ้งได้อย่างเต็มที่
4. ควรมีการปรับปรุงคูน้ำของสถาบันโดยการเดิมออกซิเจนให้แก่ น้ำ เช่น การสร้างน้ำพุ ปลุกบัวหรือพืชน้ำอื่นๆ และมีการตัดแต่งต้นไม้บริเวณโดยรอบเพื่อให้คูน้ำของสถาบันสามารถได้รับแสงแดดได้อย่างเต็มที่

## เอกสารอ้างอิง

1. กองจัดการคุณภาพน้ำ "เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำ และมาตรฐานคุณภาพน้ำประประเทศไทย", กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2540.
2. ธงชัย พรรณสวัสดิ์, และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธศักดิ์ "คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย", พิมพ์ครั้งที่ 3, สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2540.
3. ธาณี ประดับหยิว, "ลักษณะและปริมาณน้ำเสียจากอาคารสาธารณะบางประเภท", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล, บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
4. มุกดาวรรณ กรพิทักษ์ศักดิ์ "การศึกษาคุณภาพน้ำที่บริเวณกลุ่มอาคารศูนย์เรียนรวมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ" วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาเคมี, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2537.
5. อรุณี คงศักดิ์ไพศาล, พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย, นงนุช ภาตรานูวัฒน์, และกรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์ "โครงการศึกษาสภาพแวดล้อมทางน้ำบริเวณลำคลองโดยรอบการนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง", ภาควิชาเคมี, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2537.
6. อุษา วิเศษสุมน, "การศึกษาคุณภาพและปริมาณน้ำที่ภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปีที่ 2, เล่มที่ 2, พ.ย. 36- เม.ย. 37, 2537.
7. American Public Health Association. "Standard Method for the Examination of Water and Waste Water." American Public Health Association Inc., Washington D.C., 1985.

ภาคผนวก ก.  
วิธีการวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ตัวอย่างน้ำ

1. pH

หาค่า pH โดยใช้เครื่องพีเอช รุ่น WTW pH320/Set-1

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. มาตรฐานพีเอช
2. บีกเกอร์

วิธีการวัด

หลักการการหาค่าพีเอชด้วยมาตรพีเอช โดยทั่วๆ ไป

1. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งอิเล็กโทรดให้สะอาด ใช้กระดาษทิชชูชนิดเนื้อละเอียดซับน้ำให้แห้ง
2. ปรับเครื่องมือให้ได้ค่ามาตรฐานตามคำแนะนำในคู่มือของเครื่องมือนั้นๆ โดยจุ่มอิเล็กโทรด

ลงในสารละลายมาตรฐานที่มีค่าพีเอชใกล้เคียงกับค่าของน้ำทิ้ง ตัวอย่างที่จะวัด

3. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างอิเล็กโทรดอีกครั้ง ซับน้ำให้แห้ง
4. วัดค่าพีเอช ของตัวอย่างน้ำ (ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาหาค่าต้องมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิของสารละลายมาตรฐานในข้อ 2)

หมายเหตุ รายละเอียดนอกเหนือจากที่กล่าวมานี้ จะอ่านได้ในคู่มือประจำเครื่อง

2. บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

หลักการทั่วไป

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดีเป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะทราบถึงปริมาณความสกปรกของน้ำ เช่น น้ำในแม่น้ำลำคลอง น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น เพื่อประโยชน์ในการออกแบบระบบบำบัด ควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของระบบนั้นๆ โดยคิดเปรียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี โดยทั่วไปเป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปในเวลา 5 วัน ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20° ซ.

เนื่องจากออกซิเจนในอากาศสามารถละลายน้ำได้ในปริมาณจำกัด คือ ปริมาณ 9 มิลลิกรัม./ลูกบาศก์เดซิเมตร ในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 20° ซ. ดังนั้นในน้ำเสียซึ่งมีความสกปรกมากจำเป็นจะต้อง

ทำให้ปริมาณความสกปรกเชื้อจางลงให้อยู่ในระดับซึ่งสมมูลพอดีกับปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ การวิเคราะห์นี้เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ในน้ำ จึงจำเป็นต้องทำให้มีสภาพที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ กล่าวคือ ไม่มีสารพิษ แต่มีอาหารเสริมเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เป็นต้น นอกจากนี้ การย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำกระทำโดยจุลินทรีย์หลายชนิด ในตัวอย่างน้ำที่ทำการวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ต่างๆ เหล่านี้้อยู่อย่างเพียงพอ ถ้าไม่มีหรือมีปริมาณน้อยไปควรเติมจุลินทรีย์ซึ่งเรียกว่า หัวเชื้อ (Seed) ลงไป

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดอินคิวเบต (incubation bottles) หรือขวดบีโอดี (BOD) ขนาด 300 ลบ.ซม. ซึ่งมีจุกเป็นจุกแก้วปิดสนิท พร้อมฝาครอบพลาสติก (BOD cap) เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศผ่านเข้าไปในขวดบีโอดีในระหว่างการการเพาะเชื้อ สามารถทำได้โดยใช้น้ำหล่อปากขวดไว้โดยกลับขวดบีโอดีคว่ำลงในอ่างน้ำอุ่น (water bath) หรือหล่อน้ำไว้รอบๆ ปากขวดบีโอดี และใช้ถ้วยกระดาษหรือถ้วยพลาสติกครอบปากขวดไว้เพื่อลดการระเหยของน้ำหล่อ

ก่อนที่จะนำขวดบีโอดีมาใช้ จะต้องนำขวดมาล้างให้สะอาดปราศจากอินทรีย์สารต่างๆ การล้างควรล้างด้วยสารละลายของกรดโครมิก (chromic acid solution) หลังจากนั้นนำขวดมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด ครั้งสุดท้ายล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งหนึ่งแล้วทำให้แห้ง

2. ตู้อินคิวเบต (incubator) ชนิดใช้อากาศหรือน้ำ ซึ่งสามารถควบคุมและปรับอุณหภูมิได้เอง โดยอัตโนมัติที่  $20 \pm 1^{\circ}$  ซ. และต้องเป็นตู้ซึ่งสามารถป้องกันไม่ให้แสงผ่านเข้าไปได้ เพื่อป้องกันการเกิดดีโอโดยการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)

3. อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ เช่น บิวเรตต์ขนาด 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ขวดเออร์เลนเมเยอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร กระจกบดขนาด 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร รีเอเจนต์

1. น้ำกลั่น จะต้องมีความบริสุทธิ์ กลั่นจากเครื่องกลั่นที่ทำด้วยแก้วและต้องเป็นน้ำกลั่นซึ่งมีปริมาณของทองแดงน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร และต้องปราศจากคลอรีน คลอรามีน ความเป็นด่าง เนื่องจากไฮดรอกไซด์ อินทรีย์สารและกรด

#### 2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

ละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) 8.5 กรัม ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) 21.75 กรัม ไตรโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเฮปตาไฮเดรต ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 33.4 กรัม และแอมโมเนียมคลอไรด์ ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเจือจางเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้จะมีค่าพีเอชเท่ากับ 7.2

ข้อควรระวัง ให้เททิ้งทันทีถ้าพบเห็นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในขวดเก็บสารละลาย (stock bottle)

3. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต

ละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรต ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 22.5 กรัมในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

4. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

ละลายแอนไฮดรัสแคลเซียมคลอไรด์ (anhydrous  $CaCl_2$ ) 27.5 กรัมในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

5. สารละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์

- ละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์เฮกซาไฮเดรต ( $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ) 0.25 กรัมในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

6. สารละลายกรดและด่างเข้มข้น 1 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร ใช้สำหรับปรับตัวอย่างน้ำที่เป็นกรดและด่างให้เป็นกลางก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์

7. สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ 0.0125 โมล/ ลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลายแอนไฮดรัสโซเดียมซัลไฟต์ ( $Na_2SO_3$ ) 1.575 กรัมในน้ำกลั่น 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร (สารละลายนี้ไม่อยู่ตัว ต้องเตรียมในวันที่จะใช้เท่านั้น)

8. ไนตริฟิเคชัน อินฮิบิเตอร์ (nitrification inhibitor) ได้แก่ 2.2% 2-คลอโร-6-ไตรคลอโรเมซิลไพร์ดีน (2-choloro-6-(trichloromethy) pyridine หรือ TCMP)

9. สารละลายกลูโคสและกรดกลูตามิก (Glucose-glutamic acid solution)

นำกลูโคสและกรดกลูตามิกซึ่งอบแห้งที่  $103^\circ$  ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง อย่างละ 150 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่น และเจือจางเป็นปริมาตร 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร (สารละลายนี้ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งก่อนใช้)

## วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่างน้ำก่อนการวิเคราะห์ (pretreatment)

1.1 ในกรณีที่ตัวอย่างน้ำไม่เป็นกลาง จะต้องทำให้มีพีเอช 6.5-7.5 ด้วยกรดซัลฟิวริก 0.5 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร และต้องระวังไม่ให้ปริมาตรของตัวอย่างน้ำเปลี่ยนแปลงมากกว่า 0.5%

1.2 ในกรณีตัวอย่างน้ำมีคลอรีนตกค้างจะต้องกำจัดออกก่อน ซึ่งโดยปกติคลอรีนตกค้างจะลดลงเอง เมื่อตั้งตัวอย่างทิ้งไว้ 1 – 2 ชั่วโมง แต่ในตัวอย่างซึ่งมีคลอรีนตกค้างปริมาณมากๆ จะต้องกำจัดโดยเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ซึ่งจะทราบปริมาณว่าต้องเติมไปเท่าใด โดยนำตัวอย่างน้ำที่ปรับพี-เอชให้เป็นกลางแล้วมาในปริมาณที่เหมาะสม (ระหว่าง 100 – 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ) เติมกรด-แอสซิดิก (กรดเข้มข้น + น้ำกลั่น = 1 + 1 ส่วน) หรือ กรดซัลฟิวริก (กรดเข้มข้น + น้ำกลั่น = 1 + 50 ส่วน) 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร (เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 กรัมในน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร) แล้วไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 0.0125 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร โดยใช้น้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ นำปริมาณของสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ที่ใช้ไทเทรตไปคำนวณหาปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ที่ต้องใช้เติมลงในตัวอย่างน้ำที่ปรับพีเอชแล้ว หลังจากเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ตามปริมาณที่คำนวณได้ลงในตัวอย่างแล้ว กวนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 10 – 20 นาที ข้อควรระวัง โซเดียมซัลไฟด์ที่มากเกินไปจะใช้ออกซิเจนและทำปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ กับสารประกอบพวกคลอรามีน ซึ่งอาจพบในตัวอย่างน้ำที่มีคลอรีน

1.3 การปรับอุณหภูมิของตัวอย่างทำให้อุณหภูมิของตัวอย่างคงที่ประมาณ  $20 \pm 1^{\circ}$  C. ก่อนทำการเจือจางใดๆ

1.4 การยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification inhibition) ถ้าต้องการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชัน กระทำได้โดยเติม 3 มิลลิกรัม ของ 2-chloro-6-(trichloro methyl) pyridine (ICMP) ลงในแต่ละขวดบีโอดี 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร ก่อนปิดฝาหรือเติมปริมาณที่มากเพียงพอลงในน้ำเจือจาง ทำให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 10 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร

ข้อสังเกต TCMP บริสุทธิ์ ละลายน้ำได้ช้าและลอยอยู่ผิวน้ำของตัวอย่าง บางผลิตภัณฑ์สามารถละลายได้เร็วแต่จะไม่ใช่ TCMP ที่บริสุทธิ์ 100% ให้ปรับปริมาณแล้วแต่ตัวอย่าง ตัวอย่างที่ต้องยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชัน ได้แก่ น้ำทิ้งจากบ่อบำบัด ตัวอย่างที่เติมเชื้อ น้ำทิ้งที่มีเชื้อ และน้ำแม่ลำคลอง นอกจากนี้ ต้องระบุงการใช้สารยับยั้งไนโตรเจนไว้ในรายงานด้วย

## 2. การวิเคราะห์หมี 2 วิธี

2.1 วิธีตรง (Direct Method) ใช้ในกรณีตัวอย่างน้ำมีค่าบีโอดีน้อยกว่า 7 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร และไม่ต้องเติมหัวเชื้อ ทำได้ดังนี้

2.1.1 นำตัวอย่างน้ำที่ปรับปรุงแล้วตามวิธีการในข้อที่ 1 มาปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ  $20 \pm 1^{\circ}$  C.

2.1.2 เติมหอากาศให้มียอกซิเจนละลายอิ่มตัว (ใช้เวลาประมาณ 10 – 15 นาที)

2.1.3 รินตัวอย่างน้ำลงในขวดปิไอดีจนเต็ม 3 ขวด ปิดจุกให้สนิท ดูให้แน่ใจว่า มีน้ำหล่อที่ปากขวด นำขวดหนึ่งมาหาค่าออกซิเจนละลายก่อน อีกสองขวดนำไปอินคิวเบทที่อุณหภูมิ  $20 \pm 1^{\circ}$  ซ. เป็นเวลา 5 วัน

2.1.4 หลังจาก 5 วันแล้ว นำตัวอย่างนั้นมาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่

2.1.5 การคำนวณ

$$\text{ค่าบีโอดี (มก./ลบ.ตม.)} = D_1 - D_2$$

เมื่อ  $D_1$  = ค่าออกซิเจนละลายที่ไทเทรตได้ในวันแรก

$D_2$  = ค่าออกซิเจนละลายที่ไทเทรตได้ในวันที่ 5

(ค่าเฉลี่ยของ 2 ขวดที่เหลือ)

2.2 วิธีทำให้เชื้อจางใช้ในกรณีที่ตัวอย่างน้ำมีความสกปรกสูง (มีค่าบีโอดีมากกว่า 7 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร) จำเป็นจะต้องทำให้ตัวอย่างน้ำที่สกปรกเชื้อจางลงโดยใช้น้ำผสมเชื้อจาง และควรทำหลายๆ ความเข้มข้นอย่างน้อย 3 ความเข้มข้น

2.2.1 การเตรียมน้ำผสมเชื้อจาง

นำน้ำกลั่นที่ปราศจากสารมีพิษซึ่งกลั่นจากเครื่องกลั่นแก้ว มาทำการปรับอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง  $20 \pm 1^{\circ}$  ซ.

- ปรับคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ โดยเติมสารละลายฟอสเฟต-บัฟเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ และไอโรอน (III) คลอไรด์อย่างละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อน้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

- เติมหอากาศให้มียอกซิเจนละลายอิ่มตัว

2.2.2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำผสมเชื้อจาง (dilution water check) เติมน้ำผสมเชื้อจางที่ยังไม่ได้ใส่หัวเชื้อลงในขวดปิไอดี 3 ขวด ขวดหนึ่งนำไปหาค่าออกซิเจนละลายก่อน อีก 2 ขวดปิดจุก นำไปอินคิวเบท หลังจากนั้นนำมาหาค่าการใช้ออกซิเจนไป หลังจากอินคิวเบท 5 วัน ที่อุณหภูมิ  $20^{\circ}$  ซ. และไม่ต้องนำไปใช้ในการคำนวณ ผลต่างของค่าออกซิเจนละลายก่อนและหลัง 5 วันที่  $20^{\circ}$  ซ. ไม่ควรเกิน 0.2 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร และจะยิ่งดีถ้าไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร

2.2.3 การตรวจสอบคุณภาพน้ำผสมเชื้อจาง ประสิทธิภาพของหัวเชื้อ และวิธีการวิเคราะห์โดยใช้กลูโคสกรดกลูตามิก (glucose – glutamic acid check) เนื่องจากน้ำกลั่นที่ใช้ อาจจะมีสารเป็นพิษเจือปนอยู่ โดยเฉพาะทองแดง ซึ่งจะทำให้หัวเชื้อมีประสิทธิภาพลดลง มีผลทำ

ให้ค่าบีโอดีที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริง ควรตรวจสอบโดยใช้สารประกอบอินทรีย์บริสุทธิ์ที่ทราบค่าบีโอดีแล้ว ซึ่งได้แก่ กลูโคสและกรดกลูตามิก กลูโคสออกซิไดส์ได้ง่าย แต่อัตราการออกซิไดส์ไม่คงที่ ใช้ได้กับหัวเชื้อทั่ว ๆ ไป เมื่อใช้ผสมกับกรดกลูตามิกจะทำให้อัตราการออกซิไดส์คงที่ และมีสมบัติคล้ายกับน้ำเสียจากชุมชน

วิธีการตรวจสอบการวิเคราะห์ ทำโดยหาค่าบีโอดี 5 วันของสารละลายเจือจาง 2% ของสารละลายตรวจสอบมาตรฐานกลูโคสและกรดกลูตามิกนี้ตามขั้นตอนที่ 2.2.4 ถึง 2.2.7 และเนื่องจากมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อค่าบีโอดีที่ได้ การประเมินผลสามารถทำได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบและปรับปรุงวิธีวิเคราะห์จากช่วงควบคุมจำกัด (control- limit) ที่ได้จากค่าบีโอดีที่หลายห้องปฏิบัติการได้วิเคราะห์หรือออกมาจากสารละลายตรวจสอบมาตรฐานนี้ (ขณะที่ในประเทศไทยยังไม่มีช่วงควบคุมจำกัดนี้ แต่จาก Standard method 18 th ed. ช่วงควบคุมจำกัดสำหรับค่าบีโอดี 5 วันเฉลี่ยหลายแห่งจากห้องปฏิบัติการในสหรัฐอเมริกา ที่ทำการวิเคราะห์จากสารละลายตรวจสอบมาตรฐาน 300 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร ของกลูโคสและกรดกลูตามิก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 30.5 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร )

2. แต่ละห้องปฏิบัติการสามารถกำหนดช่วงควบคุมจำกัดได้ จากการวิเคราะห์หาค่าบีโอดีจากสารละลายตรวจสอบมาตรฐานอย่างน้อย 25 ครั้ง ภายในช่วงเวลาหลายอาทิตย์หรือหลายเดือน และคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน-มาตรฐาน ใช้ค่าเฉลี่ย  $\pm 3$  เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นช่วงควบคุมจำกัด

สามารถทำการเปรียบเทียบช่วงควบคุมจำกัดเฉลี่ยของสหรัฐอเมริกา ( $198 \pm 30.5$  มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร ) และช่วงควบคุมจำกัดจากห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งในสหรัฐ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ 300 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร ของสารละลายตรวจสอบมาตรฐานกลูโคสกรด-กลูตามิก ดังมีรายละเอียดดังนี้

จำนวนเดือน	:	14
จำนวน replicate	:	421
ค่าเฉลี่ยรายเดือน	:	240 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยรายเดือน	:	10.4 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร

### ตารางการเจือจางและชนิดตัวอย่างน้ำ

Dilution	Type of sample
0.0 – 1.0%	Strong industrial wastes
1 – 5%	Raw & settled wastewater
5 – 25%	Biologically treated effluent
25 – 100%	Polluted river waters

### ตารางบีโอดีที่วัดได้กับอัตราการเจือจางต่างๆ

% mixture	Range of BOD
0.01	20,000-70,000
0.02	10,000-35,000
0.05	4,000-14,000
0.1	2,000-7,000
0.2	1,000-3,500
0.5	400-1,400
1.0	200-700
5.0	40-140
10.0	20-70
20.0	10-35
50.0	4-14
100.0	0.7

ที่มา : Chemistry for Environmental Engineering 3<sup>rd</sup> edition, 1985.

#### 2.2.4 การอินคิวเบท

หลังจากอินคิวเบทที่อุณหภูมิ 20<sup>0</sup> ซ. ในที่มีครบ 5 วันแล้ว นำมาหาค่าออกซิเจนละลาย ตัวอย่างที่ใช้ได้จะต้องมีค่าออกซิเจนละลายเหลืออยู่อย่างน้อย 1 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร และมีการใช้ออกซิเจนไปอย่างน้อย 2 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร

#### 2.2.5 การหาค่าออกซิเจนละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าออกซิเจนละลายในวันแรก และวันหลังหลังจากอินคิวเบทแล้ว 5 วัน ใช้วิธีเดียวกับวิธีการวิเคราะห์หาออกซิเจนละลายในหัวข้อ 4.11.1

### 2.2.6 การคำนวณ

ค่าบีโอดีเมื่อไม่ใส่หัวเชื้อ : บีโอดี (มก./ลบ.ตม.) =  $(D_1 - D_2) / P$

ค่าบีโอดีเมื่อใส่หัวเชื้อ : บีโอดี (มก./ลบ.ตม.) =  $[(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2) f] / P$

ค่าบีโอดีเมื่อคิดไอดีโอดี

$$\text{บีโอดี (มก./ลบ.ตม.)} = (D_c - D_1) / P$$

ค่าไอดีโอดี

$$\text{ไอดีโอดี (มก./ลบ.ตม.)} = (D_c - D_1) / P$$

- $p_w$  = ปริมาตรของน้ำที่ใช้ในการเจือจาง
- $p_s$  = ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ในการเจือจาง
- $D_0$  = ค่าออกซิเจนที่ละลายเริ่มแรกที่เจือจางกับน้ำ
- $D_1$  = ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำตัวอย่างเมื่อวัดหลังเจือจางน้ำทันที
- $D_2$  = ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำตัวอย่างเมื่อวัดหลังเจือจางน้ำและบ่มเป็นเวลา 5 วัน
- $S$  = ค่าออกซิเจนที่ละลายเริ่มแรกที่ไม่เจือจางตัวอย่าง
- $D_c$  = ค่าออกซิเจนที่ละลายในการเจือจางที่เวลาเท่ากับศูนย์  
=  $P_w D_0 + P_s S$
- $B_1$  = ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในชุดควบคุมที่เติมหัวเชื้อโดยวัดทันที
- $B_2$  = ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในชุดควบคุมที่เติมหัวเชื้อโดยวัดหลังจากบ่ม 5 วัน
- $f$  = อัตราส่วนของหัวเชื้อในน้ำตัวอย่างต่อกลุ่มที่ควบคุม  
= % หัวเชื้อใน  $D_1$   
= % หัวเชื้อใน  $B_1$
- $P$  = สัดส่วนที่ทำการเจือจางน้ำ

$$\text{การแก้ค่าเนื่องมาจากหัวเชื้อ} = (B_1 - B_2) f$$

### 3. ซีโอดี ( โดยวิธีรีฟลักซ์แบบปิด )

#### หลักการทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต่อ 64 ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอินทรีย์ที่ระเหยจะสามารถถูกออกซิไดซ์ได้มากกว่าในระบบเปิดเพราะมีเวลาสัมผัสกับ สารออกซิไดส์ได้นานกว่า ก่อนทำการทดลองควรตรวจสอบว่าปิดว่ามีรอยแตกตรงรอยต่อของ TFE liner หรือไม่ การเลือกขนาดของหลอดที่ใช้ขึ้นอยู่กับความไวที่ต้องการ สำหรับตัวอย่างน้ำที่มีค่า ซีไอดีต่ำควรใช้หลอดแก้วขนาด 25 x 150 มิลลิเมตร เพราะจะต้องใช้ปริมาตรตัวอย่างน้ำที่มาก เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ภาชนะที่ใช้ในการย่อยสลาย (digestion vessel) ควรใช้หลอดทดลองที่เป็นบอโรซิลิเกต ซึ่งมีขนาด 16 x 100 มิลลิเมตร หรือ 20 x 150 มิลลิเมตร พร้อมทั้งฝาจุกที่บุด้วย TFE หรือใช้บอโรซิลิเกตแอมพูล (borosilicate ampules) ขนาดความจุ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 19 – 20 มิลลิเมตร

2. ฮีตติ้งบล็อก (heating block) เป็นอลูมิเนียมหล่อ (cast – aluminum) มีช่องหลาย ๆ ช่อง ซึ่งมีความลึก 45 – 50 มิลลิเมตร

3. เครื่องให้ความร้อนหรือเตาอบ (block heater or oven) ให้ความร้อนอยู่ระหว่าง  $150 \pm 2$  องศาเซลเซียส

หมายเหตุ ฝาจุกของหลอดทดลองที่อาจเกิดชำรุดในขณะที่ทำการย่อยสลายในเตาอบ จะทำให้เกิดการปนเปื้อน และทำให้มีการสูญหายของสารอินทรีย์ได้ดังนั้นจึงควรที่จะต้องระมัดระวัง

สำหรับการย่อยสลายในเตาอบจะใช้อุณหภูมิที่ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

เครื่องเชื่อมแอมพูล (ampule sealer) ที่แน่ใจว่าจะมีการเชื่อมที่แข็งแรงพอ รีเอเจนต์

1. น้ำยาย่อยสลายสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ความเข้มข้น 0.0167 โมลาร์ ซึ่ง สารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ โพแทสเซียมไดโครเมต 4.913 กรัม ซึ่งถูกทำให้แห้งในเตาอบที่ อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถทำให้แห้ง ใส่ไปในน้ำกลั่น ประมาณ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่อยๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 167 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติม เมอร์คิวริกซัลเฟต 33.3 กรัม คนให้ละลายตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วจึงจางให้มีปริมาตร เป็น 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยน้ำกลั่น

2. กรดซัลฟิวริกรีเอเจนต์

3. เฟอร์โรอิน อินดิเคเตอร์

4. สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ละลายเฟอร์รัส แอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซะไฮเดรต 39.2 กรัมในน้ำกลั่นประมาณ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมกรด ซัลฟิวริกเข้มข้น 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้ละลาย ทิ้งให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น

1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้ต้องเทียบมาตรฐานกับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมตที่ใช้ในการย่อยสลายทุกครั้งที่นำมาใช้ ตารางแสดงปริมาณตัวอย่างและรีเอเจนต์ที่ใช้สำหรับขนาดต่างๆ ของภาชนะที่ใช้ในการย่อยสลาย

ขนาดของภาชนะย่อยสลาย	ตัวอย่างน้ำ (ลบ.ซม.)	สารละลายในการย่อยสลาย	กรดซัลฟิวริก รีเอเจนต์ ลบ.ซม.	ปริมาณทั้งหมด (ลบ.ซม.)
หลอดย่อยสลาย				
16x 100 มม.	2.5	1.5	3.5	7.5
20x150 มม.	5.0	3.0	7.0	15.0
25x150 มม.	10.0	6.0	14.0	30.0
แอมพูลมาตรฐาน				
10 ลบ.ซม.	2.5	1.5	3.5	7.5

เติมสารเคมีตามตารางดังกล่าวข้างบนนี้ในภาชนะย่อยสลาย แต่ใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างน้ำ ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วไทเทรตด้วยสารมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) ใช้เฟอร์โรอินเป็นอินดิเคเตอร์ 0.05-0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำประมาณ 1-2 หลอด ไทเทรตจนถึงจุดยุติสีจะเปลี่ยนจากฟ้าอมเขียวเข้มเป็นสีน้ำตาลแดง

#### การคำนวณ

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไอโรออน (III) แอมโมเนียมซัลเฟต (FAS)

$$\text{โมลาริตีของ FAS} = \frac{\text{ปริมาณของ } 0.0167 \text{ โมลาร์ } K_2Cr_2O_7 \times 0.10}{\text{ปริมาตร FAS ที่ใช้ไทเทรต}}$$

5. กรดซัลฟามิก เพื่อแก้สารแทรกสอดเนื่องจากไนไตรต์ โดยใส่กรดซัลฟามิก 10 มิลลิกรัม เพื่อกำจัด-ไนไตรต์ทุกๆ 10 มิลลิกรัม โดยใส่ภาชนะย่อยสลายก่อนที่จะนำไปรีฟลักซ์
6. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต เช่นเดียวกับวิธีรีฟลักซ์แบบเปิดวิธีวิเคราะห์
1. ล้างหลอดย่อยสลายและฝาจุกด้วยกรดซัลฟิวริก 20% ก่อนนำไปใช้
2. เลือกใช้ปริมาตรน้ำตัวอย่างและสารเคมีตามตาราง
3. นำตัวอย่างน้ำมาใส่หลอดหรือแอมพูล เติมสารละลายที่ใช้ในการย่อยสลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ค่อยๆ เทกรดซัลฟิวริกเอเจนต์ ให้ไหลลงก้นหลอดแก้วเพื่อให้ชั้นของกรดอยู่ใต้ตัวอย่างน้ำ และ น้ำ-ยาย่อยสลาย

5. ปิดจุกหลอดแก้วให้แน่น หรือถ้าใช้แอมพูลก็ให้เชื่อมให้สนิท แล้วคว่ำหลอดแก้วไปมาหลายๆ ครั้งเพื่อผสมให้เข้ากันอย่างทั่วถึง

ข้อควรระวัง 1. ในขณะที่ผสมสารในภาชนะให้ใส่หน้ากากป้องกันและถุงมือเพื่อป้องกันความร้อน ด้วย

2. ต้องผสมของผสมให้เข้ากันให้ดีก่อนนำไปรีฟลักซ์ เพื่อกันไม่ให้เกิดความร้อนสะสมอยู่เฉพาะที่ก้นหลอด เพราะอาจทำให้ระเบิดได้

6. นำหลอดทดลองเหล่านี้ไปใส่ในเครื่องย่อยสลาย ใช้เวลารีฟลักซ์ 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นถึง อุณหภูมิห้อง

7. เปิดฝาจุก แล้วจึงใส่แท่งแม่เหล็กที่หุ้มด้วย TFE ถ้าใช้แอมพูลให้เทของผสมลงไปใส่ภาชนะที่ใหญ่กว่าเพื่อนำไปไทเทรต เติมเฟอโรอินอินดิเคเตอร์ 0.05-0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนโดยใช้ เครื่องกวนชนิดแม่เหล็ก อย่างเร็วในขณะที่ไทเทรตด้วย 0.1 โมลาร์ สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัส แอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) จุดยุติจะเปลี่ยนอย่างรวดเร็วจากฟ้าอมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง ถึงแม้ บางครั้งสีฟ้าอมเขียวอาจจะกลับมาให้เห็นอีกในระยะเวลาอันสั้นก็ตาม ให้ถือว่าจุดยุติที่สีน้ำตาล ครั้งแรก

8. ด้วยวิธีทำเช่นเดียวกัน ให้รีฟลักซ์น้ำกลั่น แล้วไทเทรตแบบลงคี่ซึ่งมีรีเอเจนต์และปริมาตรน้ำกลั่น เท่ากับปริมาตรน้ำกลั่นเท่ากับปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่ใช้

การคำนวณ

$$\text{ซีไอดี มก. ออกซีเจน/ลบ.ตม.} = \frac{(A - B)M \times 8000}{\text{ลบ.ตม. ตัวอย่างน้ำ}}$$

โดยที่ A = ลบ.ตม. ของ FAS ที่ใช้ในการไทเทรตแบบลงคี่

B = ลบ.ตม. ของ FAS ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่างน้ำ

M = โมลาริตีของ FAS

#### 4. ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)

ไนโตรเจนที่พบในน้ำตามแม่น้ำ ลำคลอง บึง น้ำโสโครก น้ำทิ้งที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีอยู่หลายรูปแบบคือ ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน หรือไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ที่เรียกว่า ออร์แกนิกไนโตรเจน ก็ได้ ทีเคเอ็น หมายถึง ผลบวกระหว่างออร์แกนิก-ไนโตรเจน และแอมโมเนียไนโตรเจนที่อยู่ในโปรตีนของพืชหรือสัตว์ หรือที่เกิดจากกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและตีพิมพ์อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การของสิ่งมีชีวิต เช่น เกิดจากการขับถ่ายของเสีย ยกตัวอย่างเช่น ในปัสสาวะมียูเรีย ซึ่งในยูเรียจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เป็นต้น

## 5. แอมโมเนีย – ไนโตรเจน

แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ที่พบในน้ำผิวดินจะมีปริมาณไม่มากนัก เมื่อเทียบกับที่พบในน้ำไลโครอก หรือน้ำเสียที่มาจากแหล่งชุมชน เนื่องจากน้ำซึ่งนำมาทำน้ำประปาเป็นน้ำผิวดินซึ่งมีแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ ดังนั้น เมื่อนำน้ำนั้นมาเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค แอมโมเนีย-ไนโตรเจนจะทำปฏิกิริยากับคลอรีนที่เติมไปนั้นทำให้เกิดเป็นสารคลอรามิน ซึ่งการเกิดสารนี้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแอมโมเนีย ดังนั้น ถ้าจะหาปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากน้ำซึ่งมีคลอรีนตกค้างจำเป็นจะต้องกำจัดคลอรีนออกเสียก่อนจะทำการวิเคราะห์ อาจจะใช้สารที่ไปทำลายคลอรีน (dechlorinating agents) ลงไปก็ได้

สำหรับน้ำไลโครอกและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด จะมีปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงกว่าน้ำตามธรรมชาติหรือน้ำที่ได้รับการบำบัดแล้ว เนื่องจากน้ำดังกล่าวมีปริมาณของสารอินทรีย์อยู่มาก จึงทำให้มีไนโตรเจนอยู่มากกว่าน้ำธรรมชาติ สำหรับการวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจนนั้นจะมีสารบางชนิดซึ่งทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาด กล่าวนั้นเรียกว่า สารแทรกสอด

การหาแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอาจมีสารรบกวนหลายอย่างอยู่ในน้ำ เช่น ถ้ามี  $Ca^{2+}$  มากกว่า 250 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร ค่าของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ได้จะน้อยกว่าเป็นจริง เพราะ  $Ca^{2+}$  จะทำปฏิกิริยากับฟอสเฟตบัพเฟอริให้ตะกอนแคลเซียมฟอสเฟต และ  $H^+$  ออกมา จึงจำเป็นที่จะต้องปรับพีเอชให้เหมาะสม เพื่อให้ผลของการวิเคราะห์ที่ได้มีค่าที่ถูกต้อง

การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำก่อนทำการทดลองมีความสำคัญมาก ในกรณีที่ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ทันที จำเป็นต้องเก็บตัวอย่างน้ำไว้ระยะหนึ่งก่อนทำการวิเคราะห์ ควรเติมสารเมอร์คิวรี (II) คลอไรด์ให้มีปริมาณของ  $Hg^{2+}$  40 มิลลิกรัม หรือซัลฟิวริกเข้มข้น 0.8 ลูกบาศก์เดซิเมตร ต่อทุกๆ 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ของตัวอย่างน้ำ ถ้าในตัวอย่างน้ำมีคลอรีนตกค้างควรกำจัดเสียทันทีที่เก็บตัวอย่างน้ำนั้นๆ มา

เนื่องจากดังที่กล่าวข้างต้นแล้วว่า น้ำแบ่งเป็นพวกใหญ่ๆ ได้สองพวกคือ

1. น้ำตามธรรมชาติและน้ำทิ้งที่ได้รับการบำบัดแล้ว จะมีแอมโมเนีย – ไนโตรเจนน้อย
2. น้ำสกปรกน้ำทิ้งหรือน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท จะมี

แอมโมเนีย-ไนโตรเจนมาก

ดังนั้น การวิเคราะห์จึงแยกน้ำเป็นพวกใหญ่ๆ ดังกล่าว

1) การวิเคราะห์หาแอมโมเนีย - ไนโตรเจนในน้ำตามธรรมชาติและน้ำทิ้งที่บำบัดแล้ว

การวิเคราะห์หาแอมโมเนีย - ไนโตรเจน สามารถทำได้ 2 วิธี

1. โดยการกลั่น (distillation)
2. โดยให้ทำปฏิกิริยากับสารละลายเนสเลอร์ (nesslerization)

หลักการทั่วไปของการกลั่น

หลักสำคัญคือ แอมโมเนีย - ไนโตรเจน จะถูกกลั่นออกมา ถ้ารักษาพีเอชให้อยู่ใกล้เคียงกับ 7.4 เนื่องจากน้ำตามธรรมชาติพีเอชและขีดความสามารถเป็นบัฟเฟอร์ต่างกัน ดังนั้น ในการกลั่นจำเป็นต้องใส่สารละลายบัฟเฟอร์เพื่อควบคุมพีเอชให้อยู่ใกล้เคียง 7.4 ตลอดการกลั่น ถ้าพีเอชสูงเกินไปสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนอยู่จะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย แต่ถ้าพีเอชต่ำไปแอมโมเนียจะถูกกลั่นออกมาไม่หมด เนื่องจากแอมโมเนียเป็นสารที่ระเหยได้ง่าย จึงจำเป็นต้องจับมันไว้โดยให้แอมโมเนียที่ถูกกลั่นออกมาทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกหรือกรดบอริก โดยผ่านส่วนที่กลั่นออกมาลงไปไนสารละลายดังกล่าว แล้วจึงนำสารที่ได้นี้ไปหาปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนโดยการเทียบสี หรือโดยการไทเทรตกับสารละลายของกรด ซึ่งทราบความเข้มข้นที่แน่นอน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องกลั่น
2. เครื่องวัดพีเอช

เครื่องกลั่นแต่ละหน่วยจะประกอบด้วย เตา ขวดเจลดาล์ (kjeldahl flask) ขนาด 500 - 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อกับกระเปาะแก้วคอนเนคติ้งบลู (connecting blub) แล้วจึงต่อกับเครื่องควบแน่นชนิดตรง (vertical condenser) 1 อัน ซึ่งที่ปลายจะจุ่มอยู่ใต้สารที่ใช้จับแอมโมเนีย เครื่องควบแน่นอาจเป็นแก้วหรือท่ออะลูมิเนียม เครื่องกลั่นที่ใช้ อาจจะประกอบด้วยหนึ่งหน่วยหรือมากกว่าหนึ่งก็ได้ ปกตินิยมเป็น 6 หรือ 12 หน่วย

รีเอเจนต์

1. น้ำที่ปราศจากแอมโมเนียละลายอยู่ (ammonia - free water) เพื่อนำไปใช้ในการเตรียมสารละลายต่างๆ ในการทดลองนี้เตรียมได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

ก. ใส่แคทไอออน - เอกซ์เชนจ์ เรซิน (cation - exchange resin) 10 กรัม ลงในน้ำกลั่น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าแรงๆ หรืออาจผ่านน้ำเข้าไปในคอลัมน์ซึ่งมีแคทไอออนเอกซ์เชนจ์ เรซินก็ได้

ข. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อน้ำกลั่น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำไปกลั่นอีกครั้งหนึ่ง

2. สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ (borate buffer solution)

นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ จำนวน 88 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมลงในสารละลายโซเดียมเตตระบอเรต ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย จนได้ปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร (สารละลายโซเดียมเตตระบอเรต เตรียมได้โดยนำ 5.0 กรัมของ  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  หรือ 9.5 กรัมของ  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร)

3. สารที่ใช้ทำลายคลอรีน

- ใช้สารใดสารหนึ่งดังต่อไปนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อกำจัดคลอรีนที่ตกค้าง 1 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร ในตัวอย่างน้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารที่ใช้ทำลายคลอรีนดังนี้คือ

3.1 เฟนิลลาลซีนออกไซด์ (phenylarsine oxide,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{AsO}$ )

ละลายเฟนิลลาลซีนออกไซด์ 1.2 กรัม ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.3 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร จำนวน 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร กรอง แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ข้อควรระวัง ห้ามดูดหรือกลิ่นสารชนิดนี้ เพราะเป็นพิษ

3.2 โซเดียมอาร์เซไนต์ (sodium arsenite,  $\text{NaAsO}_2$ )

ละลายโซเดียมอาร์เซไนต์ 0.93 กรัม ในน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร เป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.3 โซเดียมซัลไฟต์ (sodium sulphite,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )

ละลายโซเดียมซัลไฟต์ 0.9 กรัม ในน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้เตรียมแล้ว ควรใช้ทันที

3.4 โซเดียมไทโอซัลเฟต (sodium thiosulfate,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )

ละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 3.5 กรัม ในน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้เตรียมแล้ว ควรใช้ทันที

4. สารละลายใช้ปรับพีเอช

4.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

4.2 กรดซัลฟิวริก 0.5 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

5. สารละลายที่ใช้ดูดกลิ่นแอมโมเนีย (absorbent solution)

เลือกใช้ตามวิธีการที่ใช้วิเคราะห์

5.1 สารละลายกรดบอริก (boric acid solution,  $H_3BO_3$ )

ละลายกรดบอริก 20 กรัมในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร เป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

5.2 สารละลายอินดิเคติงบอริกแอซิด (indicating boric acid solution)

ละลายกรดบอริก 20 กรัมในน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อย เติมนิกซอินดิเคเตอร์ (mixed indicator) ลงไป 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร เป็น 1,000 ลูกบาศก์-เซนติเมตร

การเตรียมเมทิลเรดอินดิเคเตอร์

ละลายเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ (methyl red indicator) 200 มิลลิกรัมในเอทิลแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 95) 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร (หรือ ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์) ละลายเมทิลเรดอินดิเคเตอร์แล้วผสมสารละลายทั้ง 2 ชนิดนี้เข้าด้วยกัน สารละลายนี้ควรเตรียมทุกๆ เดือน

ข้อสังเกต สารละลายอินดิเคติงบอริกแอซิดจะมีสีม่วงถ้าไม่มีแอมโมเนียละลายอยู่ ถ้ามีแอมโมเนียละลายอยู่จะได้สีเขียว แสดงว่าสารละลายนี้ใช้ไม่ได้ ให้เตรียมใหม่ และควรเตรียมทุกๆ เดือน

6. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.01 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

7. สารละลายซิงค์ซัลเฟต (Zinc sulphate solution)

ละลายซิงค์ซัลเฟตเฮปตาไฮเดรต ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 100 กรัม ในน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

8. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลาย 240 กรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ในน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

9. สารละลายสตาบิไลเซอร์ (stabilizer reagent) ใช้อันไดอันหนึ่งดังต่อไปนี้

9.1 สารละลายอีดีทีเอ (EDTA reagent)

สารละลายไดโซเดียมเอทิลีนไดเอมีนเตตราแอซีเตตไดไฮเดรต  $[CH_2N(COOH) \cdot CH_2NCOONa]_2 \cdot 2H_2O$  50 กรัม ในน้ำ 60 ลูกบาศก์เซนติเมตรซึ่งมีโซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายอยู่ 10 กรัม ถ้าไม่ละลายให้ค่อยๆ ให้ความร้อนจนละลายได้หมด ทั้งให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้อง แล้วจึงเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

9.2 สารละลายเกลือโรเชลล์ (Rochelle salt solution)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายโพแทสเซียมโซเดียมตาเตรดตราไฮเดรต ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) 50 กรัม ในน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วต้มไล่แอมโมเนียซึ่งอาจจะมีอยู่ในเกลือชนิดนี้จนปริมาณลดลงไป 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาณเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

#### 10. สารละลายเนสเลอร์

10.1 ละลายเมอร์คิวรี (II) ไอโอไดด์ ( $\text{HgI}_2$ ) 100 กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ 70 กรัม ในน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อย

10.2 ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 160 กรัม ในน้ำกลั่น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

10.3 ค่อยๆ เติมสารละลายในข้อ 10.1 ที่ละน้อยลงในสารละลายในข้อ 10.2 เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาณเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้ควรเก็บไว้ในขวดแก้วบอโรซิลิเกตสีชา ปิดด้วยลูกยางและไม่ให้ถูกแสงสว่าง ซึ่งสามารถจะเก็บไว้ได้นานถึง 1 ปี ในห้องปฏิบัติการ

หมายเหตุ ก่อนที่จะใช้สารละลายนี้ควรตรวจดูก่อนว่ายังใช้ได้ดีหรือไม่ โดยนำไปทำปฏิกิริยากับสารละลายที่มีแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร สีควรเกิดขึ้นภายใน 10 นาที และต้องไม่มีตะกอนเกิดขึ้น ถึงแม้ว่าจะมีแอมโมเนีย-ไนโตรเจน จำนวนเพียงเล็กน้อย เมื่อตั้งทิ้งไว้นาน 2 ชั่วโมง

ข้อควรระวัง สารนี้เป็นพิษ ห้ามดูดหรือกลืน

#### 11. สารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย

ละลายแอมโมเนียคลอไรด์ (anhydrous ammonium chloride,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) ที่อบแห้งอุณหภูมิที่  $100^\circ\text{C}$ . 3.819 กรัม ในน้ำกลั่น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้จะเก็บไว้ใช้เป็นสารละลายสต็อกแอมโมเนีย ซึ่ง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร = 1.00 มิลลิกรัม ไนโตรเจน = 1.22 มิลลิกรัม แอมโมเนีย นำสารละลายสต็อกแอมโมเนีย 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นได้ปริมาณเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร = 10 ไมโครกรัม ไนโตรเจน = 12.2 ไมโครกรัมแอมโมเนีย

##### 1) วิธีวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจนโดยการกลั่น

1.1 สำหรับตัวอย่างน้ำที่เป็นกรดหรือด่าง ต้องปรับให้เป็นกลางก่อนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตรหรือกรดซัลฟิวริก 0.5 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

1.2 ตวงตัวอย่างน้ำที่ได้ปรับพีเอชให้เป็นกลางแล้ว 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือน้อยกว่านั้น แต่ต้องทำให้เจือจางเป็น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในขวดเจลดาห์ลขนาด 800 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ลูกแก้ว 3-4 เม็ด

1.3 เติมสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ปรับพีเอชให้ได้ 9.5 โดยใช้ 6 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์

1.4 นำตัวอย่างน้ำในขวดเจลดาห์ลจากข้อ 1.3. ไปกลั่น โดยต่อกับคอนเนคติ้งบัลล์ ซึ่งจะต่อกับเครื่องควบแน่นอีกทีหนึ่ง โดยให้ปลายของเซฟตีบัลล์จุ่มอยู่ใต้สารละลายจับแอมโมเนีย ควบคุมอัตราเร็วในการกลั่นให้อยู่ระหว่าง 6 – 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร / นาที

1.5 เก็บส่วนที่กลั่นออกมาให้ได้ประมาณ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ไว้ในขวดขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมีสารละลายจับแอมโมเนีย (5.1 หรือ 5.2) ปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำส่วนที่กลั่นได้นี้ไปหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ด้วยวิธี ก. เนลเลอร์ไรเซชันหรือวิธี ข. โดยวิธีไทเทรตต่อไป

1.6 ทำแบลนด์โดยใส่รีเอเจนต์เหมือนกับตัวอย่างน้ำทุกอย่าง แล้วนำไปกลั่นวิธีไทเทรต

ไทเทรต สารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.01 โมล/ลูกบาศก์-เดซิเมตร ถ้าใช้สารละลายจับแอมโมเนียเป็นอินดิเคติงบอริกแอซิด เมื่อถึงจุดยุติจะได้สีม่วงอ่อน (pale levender)

การคำนวณ

$$\text{มก./ลบ.ดม. แอมโมเนีย - ไนโตรเจน} = \frac{(A-B) \times 1,000 \times M \times 28}{\text{ลบ.ซม. ตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการกลั่น}}$$

- A = ลบ.ซม. ของกรดซัลฟิวริกมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่างน้ำ
- B = ลบ.ซม. ของกรดซัลฟิวริกมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตกับแบลนด์
- M = โมล/ลบ.ดม. ของกรดซัลฟิวริกมาตรฐานที่ใช้

## 6. ออร์แกนิก-ไนโตรเจน (Organic – Nitrogen)

ออร์แกนิก-ไนโตรเจน ที่อยู่ในตัวอย่างน้ำ อาจอยู่ในรูปสารประกอบเหล่านี้ คือ กรดอะมิโน โพลีลิเพพไทด์ โปรตีน และสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งเป็นองค์ประกอบอันเกิดจากกระบวนการทางชีววิทยา

ออร์แกนิก-ไนโตรเจน ที่จะกล่าวถึงนี้หาได้โดยวิธีเจลดาร์ล มีเมอร์คิวรี (II) ซัลเฟตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ซึ่งจะเปลี่ยนพวกออร์แกนิก-ไนโตรเจนให้เป็นแอมโมเนียซัลเฟต หลังจากการย่อยสลายด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่มีโพแทสเซียมซัลเฟตเป็นตัวเพิ่มจุดเดือดให้สูงขึ้นถึง  $344-371^{\circ}$  ซ. แต่อุณหภูมิไม่ควรสูงกว่า  $382^{\circ}$  ซ. เพราะจะทำให้ไนโตรเจนบางส่วนสูญหายไปได้ หลังจากการย่อยสลายแล้วให้เจือจางส่วนที่เหลือภายในขวดเจลดาร์ล แล้วทำให้เป็นด่างด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น นำไปกลั่นโดยมีสารละลายกรดบอริกเป็นตัวดูดกลืน เพื่อนำไปหาปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนต่อไปโดยการเทียบสี หรือโดยการไทเทรตดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

ออร์แกนิก-ไนโตรเจนที่หาได้จากวิธีนี้ จะไม่รวมถึงสารประกอบพวกไนโตรเจนเอไซด์ (azide) เอซีน (azine) เอโซ (azo) ไฮโดรอาโซน (hydrozone) ไนเตรต ไนไทรด์ ไนทริล (nitrile) ไนโตร (nitro) ไน-โตรโซ (nitroso) ออกซิม (oxime) และเซมิคาร์บาโซน (semi-carbazone)

สำหรับการวิเคราะห์โดยวิธีนี้ ถ้าไม่ได้แยกแอมโมเนีย-ไนโตรเจนออกเสียก่อน ผลที่ได้จะได้เป็นไนโตรเจนทั้งหมด

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือในการย่อยสลาย (digestion unit) จะต้องมีเครื่องดูดอากาศเพื่อดูดไอน้ำและควีนซัล-เฟอร์ไดรอกไซด์ออกทิ้ง
2. เครื่องกลั่น ชุดเดียวกับการหาแอมโมเนีย-ไนโตรเจนรีเอเจนต์

สารละลายทุกชนิดที่ใช้ในการหาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ใช้ได้กับการหาออร์แกนิก-ไนโตรเจน นอกจากนั้นแล้วยังมีเอเจนต์ต่อไปนี้ด้วย

1. สารละลายสำหรับการย่อยสลาย (digestion solution)

ละลายโพแทสเซียมซัลเฟต ( $K_2SO_4$ ) 134 กรัมในน้ำ 650 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วละลายเมอร์คิวรี (II) ออกไซด์แดง [red mercury (II) oxide,  $H_2O$ ] 2 กรัมใน กรดซัลฟิวริก 3 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร ค่อยๆ เติมลงในสารละลายโพแทสเซียมซัลเฟต แล้วทำให้เป็น 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เก็บไว้ในที่ๆ มีอุณหภูมิสูงกว่า  $10^{\circ}$  ซ. เพื่อป้องกันการตกตะกอน

2. ฟีนอล์ฟทาเลอิน อินดิเคเตอร์

3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ - โซเดียมไทโอซัลเฟต (sodium-hydroxide sodium thiosulphate reagent)

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม และโซเดียมไทโอซัลเฟตเพนตาไฮเดรต ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 25 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

### วิธีวิเคราะห์

1. การเลือกปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่ใช้เหมาะสม

ปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณของออร์แกนิก-ไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำนั้นๆ ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตาราง

ตารางปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่เหมาะสมในการหาออร์แกนิก - ไนโตรเจน

ออร์แกนิก - ไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำ (มก./ลบ.ดม.)	ปริมาณของตัวอย่างน้ำ (ลบ.ซม.)
0 - 1	500.0
1 - 10	250.0
10 - 20	100.00
20 - 50	50.00
50 - 100	25.00

ที่มา : Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 16<sup>th</sup> edition, 1985.

2. นำส่วนที่เหลือจากการหาแอมโมเนีย-ไนโตรเจนดังกล่าว มาวิเคราะห์หาออร์แกนิก-ไนโตรเจนต่อไปโดย

2.1 เติมสารละลายสำหรับย่อยสลายออร์แกนิก-ไนโตรเจน 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.2 ต้มเคี่ยวจนได้สารละลายใส เคี่ยวต่อไปอีก 20 - 30 นาที ทิ้งให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่นลงไป 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.3 ทำให้เป็นด่าง ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ - โซเดียมไทโอซัลเฟต ประมาณ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรโดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วนำไปกลั่นลงในสารละลายอินดิเคเตอร์บอ-ริกแอซิด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร จนได้ปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.4 ทำส่วนที่กลั่นได้ให้เย็น นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.01 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร โดยใช้มิกซ์อินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จดปริมาตรของกรดซัลฟิวริกมาตรฐานที่ใช้ได้

### การคำนวณ

$$\text{มก./ลบ.ดม. ออร์แกนิก-ไนโตรเจน} = \frac{(A-B) \times M \times 1,000 \times 28}{\text{ลบ.ชม. ของตัวอย่างน้ำที่ใช้}}$$

- A = ลบ.ชม. ของกรดซัลฟิวริกมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่างน้ำ  
B = ลบ.ชม. ของกรดซัลฟิวริกมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตกับแบลนด์  
M = โมล/ลบ.ดม. ของกรดซัลฟิวริกมาตรฐานที่ใช้

### หมายเหตุ

มก.ลบ.ดม. ทีเคเอ็น = มก./ลบ.ดม. แอมโมเนีย - ไนโตรเจน + มก./ลบ.ดม. ออร์แกนิก - ไนโตรเจน

### 7. ไนเตรต - ไนโตรเจน (Nitrate - Nitrogen)

ทำได้หลายวิธีบรูซีน (Brucine) เป็นวิธีหนึ่งที่ให้ผลเป็นที่น่าพอใจสามารถวิเคราะห์หาไนเตรต-ไนโตรเจนที่มีความเข้มข้นระหว่าง 1 - 10 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร วิธีนี้จะให้ผลเป็นที่เชื่อถือได้ถ้าไม่มีสารที่เป็นตัวเติมหรือลดออกซิเจน

#### หลักการทั่วไป

ปฏิกิริยาระหว่างไนเตรตและบรูซีนจะให้สีเหลือง ซึ่งสามารถจะวัดความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้นได้โดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่มีความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่มีความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร เซลล์แสงผ่านขนาด 2.5 เซนติเมตร

#### รีเอเจนต์

##### 1. สารละลายสต็อกไนเตรต

ละลายแอนไฮดรัสโพแทสเซียมไนเตรต ( $\text{KNO}_3$ ) 721.8 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีไนเตรต-ไนโตรเจน 0.1 มิลลิกรัม

##### 2. สารละลายมาตรฐานไนเตรต-ไนโตรเจน

นำสารละลายสต็อกไนเตรต 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาเติมน้ำกลั่นได้ปริมาตรเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีไนเตรต-ไนโตรเจนอยู่ 1 ไมโครกรัม

##### 3. สารละลายไซเตียมอาร์เซไนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและตัวอักษรอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายโซเดียมอาร์เซไนต์ ( $\text{NaAsO}_2$ ) 5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข้อควรระวัง อย่าดูดกลิ่นสารนี้เข้าปาก เพราะเป็นพิษ

#### 4. สารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิก

ละลายบรูซีนซัลเฟต 1 กรัม และกรดซัลฟานิลิก 0.1 กรัม ในน้ำร้อนประมาณ 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วใส่กรดเกลือเข้มข้น 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้จะคงตัวอยู่ได้นานหลายเดือน ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นก็ไม่กระทบกระเทือนต่อปฏิกิริยา

ข้อควรระวัง อย่าให้สารละลายนี้เข้าปาก เพราะเป็นพิษ

#### 5. สารละลายกรดซัลฟิวริก

ค่อยๆ เทกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในน้ำกลั่น 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทีละน้อย แล้วทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปิดจุกให้แน่นเพื่อกันความชื้นจากอากาศภายนอก

#### 6. สารละลายโซเดียมคลอไรด์

ละลายโซเดียมคลอไรด์ 300 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนกระทั่งได้ปริมาตรเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

#### วิธีวิเคราะห์

##### ก. การเตรียมตัวอย่างน้ำก่อนทำการทดลอง

ถ้าตัวอย่างน้ำมีคลอรีนอยู่ให้กำจัดออกก่อน โดยเติมโซเดียมอาร์เซไนต์ 1 หยด (0.05 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ต่อคลอรีน 0.10 มิลลิกรัม แล้วใส่เพิ่มไปอีก 1 หยดต่อตัวอย่างน้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

##### ข. การทำให้เกิดสี

ใช้ปิเปตต์ดูดตัวอย่างน้ำ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรหรือตัวอย่างน้ำที่เจือจางแล้วปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในหลอดแก้วหลอดหนึ่ง และนำสารละลายมาตรฐานไนเตรดที่ความเข้มข้นต่างๆ กันลงในหลอดหลายๆ หลอด เพื่อนำไปเตรียมกราฟมาตรฐาน แล้วทำให้เย็นโดยแช่ในอ่างน้ำแข็ง เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน (ห้ามใช้เครื่องกวนเพราะจะทำให้ค่าที่ได้ผิดไป) เติม 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายกรดซัลฟิวริก ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในอ่างน้ำแข็ง ถ้ามีความขุ่นหรือสีเกิดขึ้นในตอนนี้นำไปอ่านค่าทราานสมิตแดนท์ จะเป็นค่าเบี่ยงลค์ของตัวอย่าง (sample blank) และค่าเบี่ยงลค์ของสารละลาย (reagent

blank) หลังจากนั้นนำไปวางในอ่างน้ำแข็งอีกครั้ง เติม 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ของสารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิก เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปไว้ในเครื่องอังไอน้ำที่มีอุณหภูมิคงที่ ซึ่งไม่น้อยกว่า 95° ซ. เป็นเวลา 20 นาทีพอดี หลังจากนั้นให้นำมาแช่ในอ่างน้ำแข็งที่เย็นจนมีอุณหภูมิเท่ากับ อุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำหลอดแก้วที่ใส่ตัวอย่างน้ำและที่มีมาตรฐานในเทอร์ตที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ มาวัดค่าทราานสมิตแดนท์ เพื่อที่จะให้ได้กราฟมาตรฐาน ให้ลบค่าที่ได้จากแบลนจ์ของสารละลาย ออกจากค่าที่อ่านได้จากการอ่านครั้งสุดท้าย แล้วเขียนกราฟมาตรฐานบนกระดาษเซมิบล็อกจะได้ เป็นเส้นตรง

ให้แก้ค่าของทราานสมิตแดนท์ที่อ่านได้ โดยหักค่าแบลนจ์ของตัวอย่างออกเสียก่อน ค่าที่อ่านได้ครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นจะอ่านความเข้มข้นของไนเตรต-ไนโตรเจนได้จากกราฟมาตรฐาน

ค. การเตรียมกราฟมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานไนเตรต ในช่วง 0.1 – 1.0 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร โดยใช้ สารละลายไนเตรตในข้อ 2 ใส่น้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วใส่สารแต่ละอันเหมือนข้อ ข. เพื่อให้เกิดสีแล้ว จึงเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำไปวัดค่าทราานสมิตแดนท์ของสี จากเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

การคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{มก./ลบ.ดม. ของไนเตรต-ไนโตรเจน} &= \frac{\text{ไมโครกรัม ไนเตรต-ไนโตรเจน}}{\text{ลบ.ซม. ของตัวอย่างน้ำ}} \\ \text{มก./ลบ.ดม. ไนเตรต} &= \text{มก./ลบ.ดม.ไนเตรต-ไนโตรเจน} \times 4.43 \end{aligned}$$

8. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus)

การย่อยสลายขั้นแรกโดยวิธีกรดซัลฟิวริก-ไนตริก (preliminary digestion steps for total phosphorus by sulfuric acid-nitric acid digestion)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดย่อยสลายหรือโดเจสชันแรค (digestion rack) ใช้ไฟฟ้าหรือแก๊สมีทางสำหรับระบายควัน
2. ขวดไมโครเคลดาร์ห์ล (micro-kjedahl flask)

รีเอเจนต์

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
2. กรดไนตริกเข้มข้น
3. สารละลายฟีนอลฟทาไลน์ อินดิเคเตอร์
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีวิเคราะห์

1. ใส่ตัวอย่างน้ำจำนวนพอเหมาะประมาณ 25 – 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในขวดไมโคร-เจลดาห์ล ใส่กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และกรดไนตริกเข้มข้น 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลงไป
2. นำไปย่อยสลายบนเครื่องโคเจกซ์แรกจนได้ปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และย่อยสลายต่อไปเพื่อใส่กรดไนตริกจนกว่าสารละลายไม่มีสีทำให้เย็นและเติมน้ำกลั่นประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ใส่ฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 1 หยด (0.05 ลูกบาศก์เซนติเมตร) เดิมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร ลงไปที่ละน้อยๆ จนสารละลายมีสีชมพูอ่อน
4. ถ้าสารละลายนี้ขุ่น ให้กรองก่อนแล้วถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้น้ำกลั่นล้างสารละลายที่ติดตามขวดเจลดาห์ล จนแน่ใจว่าล้างหมดรวมน้ำที่ใช้ล้างทั้งหมดลงในสารละลายที่อยู่ในขวดวัดปริมาตรและเติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงขีดจะได้ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เก็บสารละลายนี้ไว้สำหรับหาฟอสฟอรัสต่อไป ในกรณีที่ไม่มีโคเจกซ์แรกและขวดไมโครเจลดาห์ลอาจใช้ถ้วยระเหย (porcelain evaporating dish) แทน และให้ระเหยในตู้ควัน
5. นำน้ำตัวอย่างจากข้อ 4 มาวัดพีเอชให้อยู่ในช่วง 4-10 ถ้าต่ำหรือสูงกว่านี้ให้ปรับพีเอชอยู่ในช่วงดังกล่าว
6. ปิเปต น้ำตัวอย่างมา 50 มล. กำจัดสีออก (ถ้าใสแล้วก็ไม่ต้องฟอกสี) ด้วยแอกติเวเต็ด-คาร์บอน 200 มก. เขย่าให้เข้ากันและกรองออกด้วยกระดาษกรอง NO.42
7. หลังจากปรับพีเอชและฟอกสีแล้วให้ปิเปตมา 35 มล. ( จำนวนมากขึ้นกับปริมาณฟอสเฟตในน้ำทิ้ง) ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มล. เติมสารละลายแวนาเดท-โมลิบเดท 10 มล. ปรับปริมาตรเป็น 50 มล. ด้วยน้ำกลั่นตั้งทิ้งไว้ 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างเทียบกับแบลนด์และกราฟมาตรฐานที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร
8. การเตรียมกราฟมาตรฐาน
  - ให้ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต 0,2,5,10,30 และ 40 มล. ทุกขวดจะได้อนุกรมของฟอสเฟตที่มีความยาวเข้มข้น 0,2,5,10,30 และ 50 ไมโครกรัม หรือ 0,40,100,200,600 และ1000 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

- ทำการวัดสีที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกับน้ำตัวอย่าง หรือปิเปตสารละลายมาตรฐานให้มีความเข้มข้นตามต้องการเติมสารละลายแวนาเดท-โมลิบเดท 10 มล.ปรับปริมาตรเป็น 50 มล.

การคำนวณ

$$\text{ฟอสเฟต (มก.P/ล.)} = \frac{\text{ไมโครกรัมฟอสเฟตที่อ่านได้จากกราฟ}}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (มล.)}}$$



## ภาคผนวก ข

ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด

พารามิเตอร์	หน่วย	ประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง					หมายเหตุ
		ก	ข	ค	ง	จ	
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	
2. บีโอดี (BOD)	มก./ล. (mg/l)	>20	>30	>40	>50	>200	
3. ปริมาณของแข็ง (Solids)							
3.1 ค่าสารแขวนลอย (Settleable Solids)	"	>30	>40	>50	>50	>60	
3.2 ค่าตะกอนหนัก	มล./ล. (ml/l)	>0.5	>0.5	>0.5	>0.5	-	
3.3 ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids)	มก./ล. (mg/l)	>500	>500	>500	>500	-	เป็นค่าที่เพิ่มจากปริมาณสารละลายในน้ำใช้ตามปกติ
4. ค่าซัลไฟด์ (Sulfide)	"	>1.0	>1.0	>3.0	>4.0	-	
5. ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ที่ เค เอ็น (TKN)	"	>35	>35	>40	>40	-	
6. น้ำและไขมัน (Fat Oil and Grease)	"	>20	>20	>20	>20	>100	

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 11 ตอนพิเศษ 9 ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กําหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	≥ 500 ห้องนอน	100- <del>๕</del> 500 ห้องนอน	<del>๕</del> 100 ห้องนอน	—	—
2. โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม	≥ 200 ห้อง	60- <del>๕</del> 200 ห้อง	<del>๕</del> 60 ห้อง	—	—
3. หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก	—	<del>๕</del> 250 ห้อง	50- <del>๕</del> 250 ห้อง	10- <del>๕</del> 50 ห้อง	—
4. สถานบริการอาบอบนวด	—	<del>๕</del> 5,000 ม. <sup>2</sup>	1,000- <del>๕</del> 5,000 ม. <sup>2</sup>	—	—
5. สถานพยาบาล	≥ 30 เตียง	10- <del>๕</del> 30 เตียง	—	—	—
6. อาคารโรงเรียนราษฎร์ หรือสถาบันอุดมศึกษา	≥ 25,000 ม. <sup>2</sup>	5,000- <del>๕</del> 25,000 ม. <sup>2</sup>	—	—	—
7. อาคารที่ทำการ	≥ 55,000 ม. <sup>2</sup>	10,000- <del>๕</del> 55,000 ม. <sup>2</sup>	5,000- <del>๕</del> 10,000 ม. <sup>2</sup>	—	—
8. ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้า	≥ 25,000 ม. <sup>2</sup>	5,000- <del>๕</del> 25,000 ม. <sup>2</sup>	—	—	—
9. ตลาด	≥ 2,500 ม. <sup>2</sup>	1,500- <del>๕</del> 2,500 ม. <sup>2</sup>	1,000- <del>๕</del> 1,500 ม. <sup>2</sup>	500- <del>๕</del> 1,000 ม. <sup>2</sup>	—
10. กัดตาคารและร้านอาหาร	≥ 2,500 ม. <sup>2</sup>	500- <del>๕</del> 2,500 ม. <sup>2</sup>	250- <del>๕</del> 500 ม. <sup>2</sup>	100- <del>๕</del> 250 ม. <sup>2</sup>	<del>๕</del> 100 ม. <sup>2</sup>

หมายเหตุ : ~~๕~~ = ไม่เกินกว่า

≥ = เกินกว่าหรือเท่ากับ

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนที่ 9 ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

### มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	คุณภาพน้ำ <sup>2/</sup>	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ <sup>1/</sup>				
				ประเภท	ประเภท	ประเภท	ประเภท	ประเภท
				1	2	3	4	5
1	สี กลิ่นและรส (Colour, Odour, and Taste)		-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
2	อุณหภูมิ (Temperature)		°ศ	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3	ความเป็นกรดและด่าง (pH)			ธ	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4	ออกซิเจนละลาย (DO)	P 20	มก./ล. (mg/l)	ธ	<6.0	<4.0	<2.0	-
5	บีโอดี (BOD)	P 80		ธ	>1.5	>2.0	>4.0	-
6	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P 80	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล. (MPN/100 ml.)	ธ	>5,000	>20,000	-	-
7	แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม (fecal Coliform Bacteria)			ธ	>1,000	>4,000	-	-
8	ไนเตรต (NO <sub>3</sub> ) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า		5.0	-
9	แอมโมเนีย (NH <sub>3</sub> ) ในหน่วยไนโตรเจน		"	ธ	"		0.5	-
10	ฟีนอล (Phenols)		"	ธ	"		0.005	-
11	ทองแดง (Cu)		"	ธ	"		0.1	-
12	นิกเกิล (Ni)		"	ธ	"		0.1	-
13	แมงกานีส (Mn)		"	ธ	"		1.0	-
14	สังกะสี (Zn)		"	ธ	"		1.0	-
15	แคดเมียม (Cd)		"	ธ	"		0.005*	-
16	โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)		"	ธ	"		0.05**	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	คุณภาพน้ำ <sup>21</sup>	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ <sup>1</sup>				
				ประเภท	ประเภท	ประเภท	ประเภท	ประเภท
				1	2	3	4	5
17	ตะกั่ว (Pb)		"	๓	"		0.05	-
18	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		"	๓	"		0.002	-
19	สารหนู (As)		"	๓	"		0.01	-
20	ไซยาไนด์ (Cyanide)		"	๓	"		0.005	-
21	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) - ค่ารังสีแอลฟา (Alpha) - ค่ารังสีเบตา (Beta)		เบคเคอเรล/ล.	๓		มีค่าไม่เกินกว่า	0.1 1.0	-
22	สารฆ่าศัตรูพืชชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)		มก./ล.	๓	"		0.05	-
23	ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	๓	"		1.0	-
24	บีเอชซีชนิดอัลฟา (Alpha-BHC)		"	๓	"		0.02	-
25	ดิลดริน (Dieldrin)		"	๓	"		0.1	-
26	อัลดริน (Aldrin)		"	๓	"		0.1	-
27	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีพอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlor epoxide)		"	๓	"		0.2	-
28	แอลดริน (Endrin)		"	๓		ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด		-

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24

กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ๓)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หมายเหตุ

1/ การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- (3) การประมง
- (4) การว่ายน้ำ และกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
- (2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

๓ เป็นไปตามธรรมชาติ

๓' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส  
\* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

\*\* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

< ไม่น้อยกว่า

> ไม่มากกว่า

๐๓ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบ  
อย่างต่อเนือง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบ  
อย่างต่อเนือง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร มล. มิลลิลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

- ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 86 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง  
ตารางผลการทดลอง

ผลการทดลองช่วงฤดูหนาวและมีการเรียนการสอน

สถานี	พารามิเตอร์					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	PH						
	1 18/11/42	2 25/11/42	3 2/12/42	4 6/1/43	5 14/1/43		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	7.1	7.2	7	6.9	7.1	7.06	0.11402
บ่อรวมหน้าประตู	7	7	7.1	7.1	7	7.04	0.05477
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	7.1	7.1	7.2	7	7.1	7.1	0.07071
อาคารสถาปัตยกรรม							
อาคารปฏิบัติการ	7.1	7	7.1	7	7.1	7.06	0.05477
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	7.1	7.1	7.2	7	7.1	7.1	0.07071
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรม	7.1	7	7.1	7.2	7	7.08	0.08367
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	7.2	7.1	7	7.1	7.2	7.12	0.08367
หน้าตึกกิจกรรม	7.1	7.2	7.1	7	7.1	7.1	0.07071
หน้าโรงอาหาร	7.2	6.9	7.1	7	7.2	7.08	0.13038
หน้าโรงสูบน้ำ	7.2	7	7.1	7	7.1	7.08	0.08367
คลองหกศอก	7	6.8	6.9	7.1	7	6.96	0.11402

พารามิเตอร์ สถานที่	DO (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1	2	3	4	5		
	18/11/42	25/11/42	2/12/42	6/1/43	14/1/43		
<b>อาคารเกษตร</b>							
สระน้ำเกษตร	1.35	1.1	1.08	1.24	1.25	1.204	0.11283
บ่อรวมหน้าประตู	0.95	1.39	1.14	1.03	0.97	1.096	0.18022
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	1.28	1.65	1.69	2.01	1.56	1.638	0.26243
<b>อาคารสถาบัน</b>							
อาคารปฏิบัติการ	1.97	2.25	1.96	2.45	1.96	2.118	0.22332
บ่อรวมสถาบัน	1.65	0.76	1	1.72	1.59	1.344	0.43443
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาบัน	1.94	1.77	2.52	1.93	1.97	2.026	0.28693
<b>คลองประเวศฯ</b>							
จุดอ้างอิง	1.97	1.82	0.77	1.98	1.85	1.678	0.51251
หน้าตึกกิจกรรม	1.97	1.69	1.45	1.93	1.95	1.798	0.22521
หน้าโรงอาหาร	2.02	1.58	1.26	1.96	1.49	1.662	0.32206
หน้าโรงสูบน้ำ	1.93	1.84	1.96	1.98	1.97	1.936	0.05683
คลองหกศอก	1.96	1.84	0.27	1.95	1.93	1.59	0.73943

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต่ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานี	พารามิเตอร์		BOD (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1	2	3	4	5				
	18/11/42	25/11/42	2/12/42	6/1/43	14/1/43				
<b>อาคารเกษตร</b>									
สระน้ำเกษตร	9.1	12.3	15.54	13.62	14.88	13.088	2.55106		
บ่อรวมหน้าประตู	6.02	5.7	7.95	7.62	7.44	6.946	1.01444		
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	5.47	6.38	6.9	9.24	9.54	7.506	1.79752		
<b>อาคารสถาปัตยกรรม</b>									
อาคารปฏิบัติการ	4.3	3.57	7.14	4.58	2.37	4.392	1.7578		
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	32.46	17.2	17.2	14.9	12.9	18.932	7.77252		
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรม	11.3	15.1	17.31	7.32	9.24	12.054	4.11708		
<b>คลองประเวศฯ</b>									
จุดอ้างอิง	2.84	4.7	4.64	3.27	1.58	3.406	1.31056		
หน้าตึกกิจกรรม	2.04	4.34	4.74	2.75	1.64	3.102	1.37885		
หน้าโรงอาหาร	3.42	4.7	5.04	2.9	1.64	3.54	1.38109		
หน้าโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรม	3.27	4.77	7.74	3.5	2.98	4.452	1.96101		
คลองหกศอก	3.22	5.41	4.59	6.32	4.76	4.86	1.1409		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและตัวอักษรอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์ สถานที่	COD (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1 18/11/42	2 2/11/42	3 2/12/42	4 6/1/43	5 14/1/43		
<b>อาคารเกษตร</b>							
สระน้ำเกษตร	90.6	52.32	52.65	46.8	42.8	57.034	19.2059
บ่อรวมหน้าประตู	60	28.16	52.65	46.8	48.2	47.162	11.8027
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	64	56.32	80.35	107.5	62.5	74.134	20.6598
<b>อาคารสถาบัน</b>							
อาคารปฏิบัติการ	39.2	84.48	70.21	56.6	82.83	66.664	19.0189
บ่อรวมสถาบัน	65.2	67.55	60.51	50.98	80.13	64.874	10.6313
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาบัน	45.2	44.48	87.76	76.8	67.2	64.288	19.1877
<b>คลองประเวศฯ</b>							
จุดอ้างอิง	40	65.28	63.38	62.4	62.4	58.692	10.5151
หน้าตึกกิจกรรม	36	97.92	63.6	118	63.6	75.824	32.2174
หน้าโรงอาหาร	48	92.6	60.33	83.7	62	69.326	18.2872
หน้าโรงสูบน้ำ	63	97.92	70.2	128	43.55	80.534	32.9293
คลองหกศอก	32	32.64	46.86	32	32.5	35.2	6.52455

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและตั้ง 90 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์ สถานที่	TKN (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
	1 18/11/42	2 2/11/42	3 2/12/42	4 6/1/43	5 14/1/43		
<b>อาคารเกษตร</b>							
สระน้ำเกษตร	1.35	1.12	1.1	1.08	0.98	1.126	0.13631
บ่อรวมหน้าประตู	4.67	3.99	4.45	3.15	4.7	4.192	0.64801
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	0.71	1.53	0.8	0.94	0.88	0.972	0.32368
<b>อาคารสถาปัตยกรรม</b>							
อาคารปฏิบัติการ	0.77	0.67	0.8	0.67	0.74	0.73	0.05874
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	0.23	2.79	2.1	2.25	1.95	1.864	0.96689
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรม	1.76	1.66	1.9	1.57	1.56	1.69	0.14248
<b>คลองประเวศฯ</b>							
จุดอ้างอิง	0.55	0.66	0.78	0.45	0.49	0.586	0.13428
หน้าตึกกิจกรรม	0.66	0.85	0.76	0.81	0.66	0.748	0.08643
หน้าโรงอาหาร	0.68	0.75	0.85	0.49	0.7	0.694	0.13164
หน้าโรงสูบน้ำ	0.74	0.98	0.85	0.65	0.82	0.808	0.12357
คลองหกคอก	1.15	1.16	1.42	1.07	1.29	1.218	0.13773

สถานี	พารามิเตอร์					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	Ammonia-N (mg/l)						
	1 19/11/42	2 26/11/42	3 3/12/42	4 7/1/43	5 14/1/43		
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	0.29	0.38	0.32	0.4	0.38	0.354	0.04669
หน้าตึกกิจกรรม	0.48	0.42	0.53	0.51	0.39	0.466	0.05941
หน้าโรงอาหาร	0.48	0.5	0.57	0.41	0.42	0.476	0.06504
หน้าโรงสูบ	0.36	0.37	0.44	0.47	0.45	0.418	0.0497
คลองหกศอก	0.97	0.94	1.1	0.95	1.15	1.022	0.09628

สถานี	พารามิเตอร์					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	Nitrate-N (mg/l)						
	1 19/11/42	2 26/11/42	3 3/12/42	4 7/1/43	5 14/1/43		
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	0.34	0.77	1.32	1.01	0.83	0.854	0.35823
หน้าตึกกิจกรรม	0.18	0.61	0.97	1.23	1.19	0.836	0.45581
หน้าโรงอาหาร	0.18	0.58	0.99	1.07	0.66	0.696	0.35613
หน้าโรงสูบ	0.2	0.65	0.94	1.01	0.68	0.696	0.31879
คลองหกศอก	0	0.61	1.06	1.28	0	0.59	0.59025

สถานี	พารามิเตอร์					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	Organic-N (mg/l)						
	1 19/11/42	2 26/11/42	3 3/12/42	4 7/1/43	5 14/1/43		
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	0.26	0.28	0.46	0.05	0.11	0.232	0.16053
หน้าตึกกิจกรรม	0.18	0.43	0.23	0.3	0.27	0.282	0.09418
หน้าโรงอาหาร	0.25	0.26	0.24	0.23	0.26	0.248	0.01304
หน้าโรงสูบ	0.38	0.61	0.41	0.18	0.37	0.39	0.15281
คลองหกศอก	0.18	0.22	0.32	0.12	0.14	0.196	0.07925

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและตัวอักษรอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานี	พารามิเตอร์					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	Total-P (mg/l)						
	1	2	3	4	5		
	18/11/42	25/11/42	2/12/42	6/1/43	14/1/43		
<b>อาคารเกษตร</b>							
สระน้ำเกษตร	0.49	0.83	0.97	0.35	1.18	0.764	0.34144
บ่อรวมหน้าประตู	0.57	1.03	1.18	0.25	0.94	0.794	0.37819
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	0.64	0.88	1.03	0.25	0.82	0.724	0.29955
<b>อาคารสถาปัตยกรรม</b>							
อาคารปฏิบัติการ	0.49	0.33	0.43	0.23	0.88	0.472	0.24864
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	0.8	1.52	1.49	0.31	1.37	1.098	0.52808
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรม	0.64	1.43	1.45	0.45	1.12	1.018	0.45615
<b>คลองประเวศฯ</b>							
จุดอ้างอิง	0.57	1.07	1.57	0.4	0.58	0.838	0.47955
หน้าตึกกิจกรรม	0.49	1.18	1.49	0.39	0.55	0.82	0.48611
หน้าโรงอาหาร	0.49	1.08	1.57	0.39	0.91	0.888	0.47668
หน้าโรงสูบน้ำ	0.64	1.13	1.43	0.42	0.62	0.848	0.41734
คลองหกศอก	0.49	1.08	1.57	0.31	0.38	0.766	0.54271

ผลการทดลองช่วงน้ำน้อยและไม่มีการเรียนการสอน

พารามิเตอร์ สถานที่	PH					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1 8/1/43	2 16/1/43	3 8/2/43	4 12/2/43	5 13/2/43		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	6.8	7	7	7.1	6.9	6.96	0.10198
บ่อรวมหน้าประตู	6.7	7	7	7	6.9	6.92	0.13038
บ่อพักโรงสูบน้ำ	6.9	7.1	7	7	7	7	0.07071
เกษตร							
อาคารสถาปัตยกรรม							
อาคารปฏิบัติการ	6.9	7	6.9	7.1	7.1	7	0.08944
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	7	7.1	6.9	7.1	7.2	7.06	0.11402
บ่อพักบ่อพักโรง	7	7.1	6.9	7	7.1	7.02	0.08367
สูบน้ำสถาปัตยกรรม							
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	7	7.1	7	7	7.1	7.04	0.04899
หน้าตึกกิจกรรม	7.1	7.1	7	7.1	7.2	7.1	0.07071
หน้าโรงอาหาร	7	7	7.1	7.1	7.1	7.06	0.05477
หน้าโรงสูบน้ำ	7	7	7	7.1	7.1	7.04	0.05477
คลองหกศอก	6.9	7.1	7	6.9	7	6.98	0.08367

พารามิเตอร์ สถานที่	DO (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1	2	3	4	5		
	8/1/43	16/1/43	8/2/43	12/2/43	13/2/43		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	3.92	2.97	4.92	4.32	3.97	4.02	0.70975
บ่อรวมหน้าประตู	2.63	2.34	2.51	2.45	2.55	2.496	0.109
บ่อพักโรงสูบน้ำ	2.55	2.61	2.7	2.67	2.72	2.65	0.06964
เกษตร							
อาคารสถาบัน							
อาคารปฏิบัติการ	1.97	2.12	2.07	1.98	1.97	2.022	0.06907
บ่อรวมสถาบัน	1.99	1.97	2.44	1.97	1.98	2.07	0.207
บ่อพักโรงสูบน้ำ	3.45	4.51	4.37	4.2	4.27	4.16	0.41364
สถาบัน							
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	1.98	1.27	1.24	1.27	1.31	1.414	0.31738
หน้าตึกกิจกรรม	1.97	1.95	1.82	1.92	1.76	1.884	0.09017
หน้าโรงอาหาร	1.97	1.97	2.03	1.98	1.83	1.956	0.0747
หน้าโรงสูบน้ำ	1.15	1.2	1.23	1.21	1.88	1.334	0.30664
คลองหกศอก	2.17	2.65	2.52	2.34	2.43	2.422	0.18158

พารามิเตอร์ สถานที่	Temp					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1 8/1/43	2 16/1/43	3 8/2/43	4 12/2/43	5 13/2/43		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	25.5	24.5	24.9	24.7	24.3	24.78	0.46043
บ่อรวมหน้าประตู	26.2	25.2	25.9	25.5	26.35	25.83	0.47906
บ่อพักโรงสูบ	24.3	23.5	23.4	22.9	23.65	23.55	0.50498
เกษตร							
อาคารสถาปัตยกรรม							
อาคารปฏิบัติการ	27.6	27.9	28	27.8	28.23	27.906	0.23384
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	24.9	25.3	25.7	25.7	26.2	25.56	0.48785
บ่อพักโรงสูบสถาปัตยกรรม	23.65	24.7	24.48	26.4	24.52	24.75	1.00757
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	23.43	25.1	24.3	24.5	24.35	24.336	0.59852
หน้าตึกกิจกรรม	24.7	23.95	24	24.6	23.95	24.24	0.3765
หน้าโรงอาหาร	25	24.5	24	24.5	24.35	24.47	0.35986
หน้าโรงสูบ	23.65	23.9	24.1	24.7	24.51	24.172	0.43147
คลองหกศอก	25.6	25.4	25.3	25.1	24.97	25.274	0.24775

พารามิเตอร์ สถานที่	BOD (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1 8/1/43	2 16/1/43	3 8/2/43	4 12/2/43	5 13/2/43		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	19.02	16.38	15.36	21.72	23.16	19.128	3.34427
บ่อรวมหน้าประตู	6.09	8.49	10.8	16.14	18.66	12.036	5.24826
บ่อพักโรงสูบ	7.02	6.48	9.18	21.72	20.58	12.996	7.5226
เกษตร							
อาคารสถาบัน							
อาคารปฏิบัติการ	1.65	2.13	5.1	4.95	5.16	3.798	1.75168
บ่อรวมสถาบัน	8.8	21.5	15.7	17.7	21.9	17.12	5.32935
บ่อพักโรงสูบสภา	4.98	10.56	17.46	16.14	13.38	12.504	4.97342
บัณฑิต							
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	2.42	2.1	2.52	3.11	5.02	3.034	1.16871
หน้าตึกกิจกรรม	2.61	3.3	2.66	2.93	5.66	3.432	1.27525
หน้าโรงอาหาร	2.72	2.97	3.15	3.59	5.52	3.59	1.1247
หน้าโรงสูบ	2.13	4.98	3.32	5.7	5.9	4.406	1.62754
คลองหกศอก	3.53	1.72	3.78	3.23	5.03	3.458	1.18877

พารามิเตอร์ สถานที่	COD (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1 8/1/43	2 16/1/43	3 8/2/43	4 12/2/43	5 13/2/43		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	56.32	54.3	62.8	60.4	45.8	55.924	6.56893
บ่อรวมหน้าประตู	64	62.4	64	64.8	64	63.84	0.87636
บ่อพักโรงสูบน้ำ เกษตร	71.5	54.8	52	40.8	54.4	54.7	10.9868
อาคารสถาปัตยกรรม							
อาคารปฏิบัติการ	30.4	30.8	40	23.8	34.4	31.88	5.93565
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	57.4	54.8	55.2	57.6	57.6	56.52	1.39714
บ่อพักโรงสูบน้ำ สถาปัตยกรรม	52	48.8	54.2	48.8	65	53.76	6.6864
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	52	40	64	56.8	40	50.56	10.5436
หน้าตึกกิจกรรม	43.4	42.8	41.6	72.3	41.6	48.34	13.4167
หน้าโรงอาหาร	44.2	40	40	44.3	32	40.1	5.002
หน้าโรงสูบน้ำ	54.2	56.4	60	29.6	64	52.84	13.5133
คลองหกศอก	23.8	30	30.2	24.8	28.8	27.52	3.00865

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์ สถานที่	TKN (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1 8/1/43	2 16/1/43	3 8/2/43	4 12/2/43	5 13/2/43		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	1	0.82	0.78	0.8	0.95	0.87	0.09849
บ่อรวมหน้าประตู	2.31	3.2	3.09	2.25	2.57	2.684	0.43941
บ่อพักโรงสูบ	0.46	0.76	0.56	0.65	0.52	0.59	0.11747
เกษตร							
อาคารสถาปัตยกรรม							
อาคารปฏิบัติการ	0.63	0.59	0.72	0.55	0.65	0.628	0.06419
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	1.54	1.97	1.75	1.66	1.82	1.748	0.16239
บ่อพักโรงสูบสถาปัตยกรรม	1.47	1.57	1.51	1.44	1.6	1.518	0.06686
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	0.38	0.56	0.31	0.5	0.43	0.436	0.09813
หน้าตึกกิจกรรม	0.42	0.53	0.43	0.7	0.49	0.514	0.11327
หน้าโรงอาหาร	0.46	0.533	0.55	0.7	0.63	0.5746	0.09255
หน้าโรงสูบ	0.39	0.72	0.58	0.7	0.54	0.586	0.13372
คลองหกศอก	0.91	0.85	0.88	0.79	0.87	0.86	0.04472

พารามิเตอร์ สถานที่	Ammonia-N (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1 8/1/43	2 16/1/43	3 8/2/43	4 12/2/43	5 13/2/43		
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	0.34	0.26	0.3	0.25	0.29	0.288	0.03564
หน้าตึกกิจกรรม	0.21	0.36	0.4	0.5	0.45	0.384	0.11059
หน้าโรงอาหาร	0.25	0.39	0.35	0.35	0.29	0.334	0.06229
หน้าโรงสูบ	0.3	0.39	0.29	0.35	0.4	0.346	0.0503
คลองหกศอก	0.14	0.15	0.25	0.19	0.21	0.188	0.04494

พารามิเตอร์ สถานที่	Nitrate-N (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1 8/1/43	2 16/1/43	3 8/2/43	4 12/2/43	5 13/2/43		
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	1.64	0.15	0.17	1.98	0	0.788	0.94296
หน้าตึกกิจกรรม	2.26	0.24	0.44	0.96	0	0.78	0.89978
หน้าโรงอาหาร	1.86	0.24	0.42	1.39	0	0.782	0.80126
หน้าโรงสูบ	1.65	0.12	0.53	0.58	0	0.576	0.65102
คลองหกศอก	0.09	0.24	1.06	0.68	0	0.414	0.44574

พารามิเตอร์ สถานที่	Organic-N (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1 8/1/43	2 16/1/43	3 8/2/43	4 12/2/43	5 13/2/43		
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	0.04	0.3	0.01	0.25	0.14	0.148	0.12677
หน้าตึกกิจกรรม	0.21	0.17	0.03	0.2	0.04	0.13	0.08803
หน้าโรงอาหาร	0.21	0.14	0.16	0.35	0.34	0.24	0.09925
หน้าโรงสูบ	0.09	0.33	0.29	0.35	0.14	0.24	0.11747
คลองหกศอก	0.77	0.7	0.63	0.6	0.66	0.672	0.06611

พารามิเตอร์ สถานที่	Total- P (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1 8/1/43	2 16/1/43	3 8/2/43	4 12/2/43	5 13/2/43		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	1.31	1.18	2.06	1.43	1.46	1.488	0.33833
บ่อรวมหน้าประตู	0.5	0.71	0.89	0.4	0.4	0.58	0.21459
บ่อพักโรงสูบน้ำ เกษตร	0.77	0.43	0.5	0.65	0.5	0.57	0.13766
อาคารสถาปัตยกรรม							
อาคารปฏิบัติการ	0.65	0.32	0.32	0.29	0.29	0.374	0.15502
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	1.15	1.06	0.88	0.91	0.79	0.958	0.14481
บ่อพักโรงสูบน้ำ สถาปัตยกรรม	1.06	1.1	0.62	0.79	1.12	0.938	0.22208
คลองประเวศฯ							
จุดอ้างอิง	0.53	0.53	0.55	0.4	0.62	0.526	0.07956
หน้าตึกกิจกรรม	0.65	0.5	0.55	0.46	0.58	0.548	0.07328
หน้าโรงอาหาร	0.55	0.88	0.53	0.43	0.62	0.602	0.16962
หน้าโรงสูบน้ำ	0.65	0.43	0.5	0.43	0.58	0.518	0.09628
คลองหกศอก	0.5	0.34	0.53	0	0.4	0.354	0.21208

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองช่วงน้ำมากและมีการเรียนการสอน

สถานี	พารามิเตอร์					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	pH						
	1 25/8/42	2 27/8/42	3 3/9/42	4 8/9/42	5 10/9/42		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	7.16	7.12	7.14	7.15	7.13	7.14	0.01581
บ่อรวมหน้าประตู	6.99	6.97	6.66	6.95	6.98	6.91	0.14053
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	6.82	6.84	6.83	6.87	6.85	6.842	0.01924
อาคารสถาปัตยกรรม							
อาคารปฏิบัติการ*							
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	6.99	6.9	6.95	6.99	7	6.966	0.0372
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรม	6.74	6.7	6.72	6.73	6.75	6.728	0.01924
คลองประเวศ							
จุดอ้างอิง*							
หน้าตึกกิจกรรม*							
หน้าโรงอาหาร*							
หน้าโรงสูบน้ำ	6.63	6.63	6.64	6.68	6.61	6.638	0.02588
คลองหกศอก	6.46	6.4	6.42	6.44	6.46	6.436	0.02608

หมายเหตุ \* ไม่มีข้อมูล

พารามิเตอร์ สถานที่	DO (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
	1 25/8/42	2 27/8/42	3 3/9/42	4 8/9/42	5 10/9/42		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	4.12	4	4.11	4.04	4.1	4.074	0.0463
บ่อรวมหน้าประตู	2.91	2.95	2.84	2.86	2.81	2.874	0.05004
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	2.25	2	2.5	2.12	2.24	2.222	0.16618
อาคารสถาปัตยกรรม							
อาคารปฏิบัติการ*							
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	4.01	4	4.12	4	3.86	3.998	0.08256
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรม	3.4	3.41	3.43	3.48	3.35	3.414	0.04224
คลองประเวศ							
จุดอ้างอิง*							
หน้าตึกกิจกรรม*							
หน้าโรงอาหาร*							
หน้าโรงสูบน้ำ	2.25	2.2	2.3	2.24	2.26	2.25	0.03225
คลองหกศอก	1.89	1.88	1.9	1.91	1.87	1.89	0.01414

หมายเหตุ \* ไม่มีข้อมูล

สถานี	พารามิเตอร์	Temperature					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
		1 25/8/42	2 27/8/42	3 3/9/42	4 8/9/42	5 10/9/42		
อาคารเกษตร								
สระน้ำเกษตร		28	27	26.5	28	28.2	27.54	0.66813
บ่อรวมหน้าประตู		27.3	27	26.5	26.7	27.3	26.96	0.32
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร		27.5	27	27.2	27.3	27.4	27.28	0.17205
อาคารสถาปัตยกรรม								
อาคารปฏิบัติการ*								
บ่อรวมสถาปัตยกรรม		28	27.9	27.6	25.4	28	27.38	1.0008
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรม		27.3	27	27.5	26.9	25	26.74	0.89577
คลองประเวศ								
จุดอ้างอิง*								
หน้าตึกกิจกรรม*								
หน้าโรงอาหาร*								
หน้าโรงสูบน้ำ		28.4	28.4	28.2	28.1	28.3	28.28	0.13038
คลองหกศอก		29.3	29.3	29.4	29.2	29.1	29.26	0.11402

หมายเหตุ \* ไม่มีข้อมูล

สถานี	พารามิเตอร์	BOD (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่าSD
		1 25/8/42	2 27/8/42	3 3/9/42	4 8/9/42	5 10/9/42		
อาคารเกษตร								
	สระน้ำเกษตร	6.02	8.05	6.02	5.83	4.76	6.136	1.19136
	บ่อรวมหน้าประตู	5.8	5.67	6.2	4.62	4.48	5.354	0.7611
	บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	4.3	4.5	5.47	5.39	4.35	4.802	0.57868
อาคารสถาปัตยกรรม								
	อาคารปฏิบัติการ*							
	บ่อรวมสถาปัตยกรรม	11	11.23	7.48	7.14	3.98	8.166	3.01933
	บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรม	10.67	11.03	7.2	7.08	3.97	7.99	2.91704
คลองประเวศ								
	จุดอ้างอิง*							
	หน้าตึกกิจกรรม*							
	หน้าโรงอาหาร*							
	หน้าโรงสูบน้ำ	3.82	5.33	6.04	4.3	2.23	4.344	1.46579
	คลองหกศอก	3.01	4.08	4.05	5.32	4.02	4.096	0.81941

หมายเหตุ \* ไม่มีข้อมูล

สถานี	พารามิเตอร์		COD (mg/l)					average	SD
	1	2	3	4	5				
	25/8/42	27/8/42	3/9/42	8/9/42	10/9/42				
อาคารเกษตร									
สระน้ำเกษตร	76	78	75	76	77	76.4	1.14018		
บ่อรวมหน้าประตู	52	52	53	54	52	52.6	0.89443		
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	52	52	54	56	52	53.2	1.78885		
อาคารสถาปัตยกรรม									
อาคารปฏิบัติการ*									
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	84.73	84.5	86.5	84	83.98	84.742	1.03447		
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรม	105.06	104.09	105.5	105.45	104.86	104.992	0.57085		
คลองประเวศ									
จุดอ้างอิง*									
หน้าตึกกิจกรรม*									
หน้าโรงอาหาร*									
หน้าโรงสูบน้ำ	115.23	116	115.4	116.3	115.1	115.606	0.51883		
คลองหกอศอก	88.19	89	89.1	89.42	89.5	89.042	0.5205		

หมายเหตุ \* ไม่มีข้อมูล

สถานี	TKN (mg/l)					average	SD
	1	2	3	4	5		
	25/8/42	27/8/42	3/9/42	8/9/42	10/9/42		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	1.12	1.1	1.13	1.14	1.15	1.128	0.01924
บ่อรวมหน้าประตู	1.82	1.82	1.83	1.8	1.86	1.826	0.02191
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	2.17	2.1	2.14	2.13	2.18	2.144	0.03209
อาคารสถาปัตยกรรม							
อาคารปฏิบัติการ*							
บ่อรวมสถาปัตยกรรม	1.23	1.22	1.21	1.24	1.23	1.226	0.0114
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาปัตยกรรม	0.77	0.76	0.77	0.78	0.75	0.766	0.0114
คลองประเวศ							
จุดอ้างอิง*							
หน้าตึกกิจกรรม*							
หน้าโรงอาหาร*							
หน้าโรงสูบน้ำ	1.26	1.21	1.27	1.28	1.29	1.262	0.03114
คลองหกศอก	1.07	1.07	1.05	1.08	1.07	1.068	0.01095

หมายเหตุ \* ไม่มีข้อมูล

พารามิเตอร์ สถานที่	Ammonia-N (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
	1 25/8/42	2 27/8/42	3 3/9/42	4 8/9/42	5 10/9/42		
คลองประเวศฯ จุดอ้างอิง* หน้าตึกกิจกรรม* หน้าโรงอาหาร* หน้าโรงสูบ คลองหกคอก							
	0.51	0.52	0.54	0.53	0.52	0.524	0.0114
	1.54	1.5	1.49	1.52	1.54	1.518	0.0228

พารามิเตอร์ สถานที่	Nitrate-N (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
	1 25/8/42	2 27/8/42	3 3/9/42	4 8/9/42	5 10/9/42		
คลองประเวศฯ จุดอ้างอิง* หน้าตึกกิจกรรม* หน้าโรงอาหาร* หน้าโรงสูบ คลองหกคอก							
	0.46	0.41	0.45	0.48	0.46	0.452	0.02588
	0.89	0.84	0.85	0.87	0.89	0.868	0.0228

พารามิเตอร์ สถานที่	Organic-N (mg/l)					ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
	1 25/8/42	2 27/8/42	3 3/9/42	4 8/9/42	5 10/9/42		
คลองประเวศฯ จุดอ้างอิง* หน้าตึกกิจกรรม* หน้าโรงอาหาร* หน้าโรงสูบ คลองหกคอก							
	0.75	0.75	0.76	0.71	0.77	0.748	0.0228
	0.53	0.59	0.54	0.5	0.49	0.53	0.03937

หมายเหตุ \* ไม่มีข้อมูล

พารามิเตอร์ สถานที่	Total-P (mg/l)					average	SD
	1	2	3	4	5		
	25/8/42	27/8/42	3/9/42	8/9/42	10/9/42		
อาคารเกษตร							
สระน้ำเกษตร	1.02	1.01	1.05	1.06	1	1.028	0.02588
บ่อรวมหน้าประตู	0.98	0.94	0.91	0.89	0.96	0.936	0.03647
บ่อพักโรงสูบน้ำเกษตร	1.83	1.43	1.81	1.76	1.89	1.744	0.1816
อาคารสถาบัน							
อาคารปฏิบัติการ*							
บ่อรวมสถาบัน	1.01	1.01	1.02	1.03	1.12	1.038	0.04658
บ่อพักโรงสูบน้ำสถาบัน	0.73	0.73	0.64	0.71	0.81	0.724	0.06066
คลอง							
จุดอ้างอิง*							
หน้าตึกกิจกรรม*							
หน้าโรงอาหาร*							
หน้าโรงสูบน้ำ	0.88	0.88	0.81	0.86	0.84	0.854	0.02966
คลองหกศอก	0.93	0.94	0.96	0.91	0.92	0.932	0.01924

หมายเหตุ \* ไม่มีข้อมูล

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

T-Test

Notes

Output Created	06 Mar 00 14:29:46
Comments	
Input	<none> <none> <none>
Filter	
Weight	
Split File	
N of Rows in Working Data File	29
Definition of Missing	User defined missing values are treated as missing.
Cases Used	Statistics for each analysis are based on the cases with no missing or out-of-range data for any variable in the analysis.
Missing Value Handling	
Syntax	T-TEST GROUPS=code(1 2) /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=before after /CRITERIA=CIN(.95) .
Resources	Elapsed Time 0:00:00.17

## T-Test

ตั้งสมมติฐานหลัก

$$H_0: \mu_a = 0$$

$$H_1: \mu_a \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_a =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

1.00 = ฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

2.00 = ฤดูฝน ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Group Statistics

CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TKN 1.00	5	.9120	.2965	.1326
2.00	5	.7920	.1795	8.027E-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
TKN Equal variances assumed	.756	.410	.774	8	.461	.1200	.1550	-.2375	.4775
Equal variances not assumed			.774	6.585	.466	.1200	.1550	-.2513	.4913

จากตาราง Independent Samples Test พิจารณาความแปรปรวนไม่เท่ากัน พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed)  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

### T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_b = 0$$

$$H_a : \mu_b \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_b =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงมีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

1.00 = ช่วงมีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

2.00 = ช่วงมีการเรียนการสอน ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Group Statistics

CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TKN 1.00	5	.9720	.3237	.1448
2.00	5	1.2180	.1377	6.160E-02

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
TKN	Equal variances assumed	1.389	.272	-1.564	8	.157	-.2460	.1573	-.6088	.1168
	Equal variances not assumed			-1.564	5.403	.174	-.2460	.1573	-.6415	.1495

จากตาราง Independent Samples Test พิจารณาที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed)  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ช่วงมีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

## T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_a = 0$$

$$H_0 : \mu_b \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0 =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

1.00 = ช่วงไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

2.00 = ช่วงไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Group Statistics

CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TKN 1.00	5	.5900	.1175	5.254E-02
2.00	5	.8600	4.472E-02	2.000E-02

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
TKN	Equal variances assumed	4.569	.065	-4.803	8	.001	-.2700	5.621E-02	-.3996	-.1404
	Equal variances not assumed			-4.803	5.136	.005	-.2700	5.621E-02	-.4134	-.1266

จากตาราง Independent Samples Test พิจารณาที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ซึ่งไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

T-Test

สมมติฐานหลัก

$H_0 : \mu_b = 0$

$H_a : \mu_b \neq 0$

เมื่อ  $\mu_b =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

1.00 = ช่วงฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

2.00 = ช่วงฤดูฝน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
TKN	Equal variances assumed	4.569	.065	-4.803	8	.001	-.2700	5.621E-02	-.3996	-.1404
	Equal variances not assumed			-4.803	5.136	.005	-.2700	5.621E-02	-.4134	-.1266

จากตาราง Independent Samples Test พิจารณาที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พบว่า ค่า p-value ( sig – 2 tailed ) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ช่วงไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_b = 0$$

$$H_a : \mu_b \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_b$  = ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
 1.00 = ช่วงฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
 2.00 = ช่วงฤดูฝน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

# T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_a = 0$$

$$H_1 : \mu_a \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_a =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงที่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

1.00 = ช่วงที่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

2.00 = ช่วงที่มีการเรียนการสอน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

## Group Statistics

CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TKN 1.00	5	1.6900	.1425	6.372E-02
TKN 2.00	5	.8080	.1236	5.526E-02

## Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
	F	Sig.						Lower	Upper	
TKN	Equal variances assumed	.241	.637	10.457	8	.000	.8820	8.434E-02	.6875	1.0765
	Equal variances not assumed			10.457	7.843	.000	.8820	8.434E-02	.6868	1.0772

จากตาราง Independent Samples Test ที่พิจารณาที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พบว่า ค่า p-value ( sig – 2 tailed ) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ช่วงที่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

### T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_a = 0$$

$$H_a : \mu_a \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_a =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
 1.00 = ช่วงไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
 2.00 = ช่วงไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Group Statistics

CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TKN 1.00	5	1.5180	6.6886E-02	2.9900E-02
2.00	5	.5860	.1337	5.9800E-02

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means								
		Levene's Test for Equality of Variances								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
TKN	Equal variances assumed	1.610	.240	13.940	8	.000	.9320	6.686E-02	.7778	1.0862
	Equal variances not assumed			13.940	5.882	.000	.9320	6.686E-02	.7676	1.0964

จากตาราง Independent Samples Test ที่พิจารณาที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พบว่า ค่า p-value ( sig – 2 tailed ) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ซึ่งไม่มีการเรียงการส่อน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะศตาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0 =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของฤดูดูฝน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

1.00 = ช่วงฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

2.00 = ช่วงฤดูฝน ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Group Statistics

CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BOD 1.00	5	4.8020	.5787	.2588
2.00	5	4.0960	.8194	.3665

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
BOD	.002	.965	1.574	8	.154	.7060	.4486	Lower	Upper
			1.574	7.195	.158	.7060	.4486	-.3285	1.7405
								-.3490	1.7610

จากตาราง Independent Samples Test ที่พิจารณาที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed)  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ฤดูฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

# T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_a = 0$$

$$H_c : \mu_a \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_a =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงมีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนไปด้วยกับจุดหลังไปด้วย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

1.00 = ช่วงมีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนไปด้วย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

2.00 = ช่วงมีการเรียนการสอน ณ จุดหลังไปด้วย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

## Group Statistics

CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BOD 1.00	5	7.5060	1.7975	.8039
2.00	5	4.8600	1.1409	.5102

## Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
BOD	2.793	.133	2.779	8	.024	2.6460	.9521	.4504	4.8416
			2.779	6.773	.028	2.6460	.9521	.3792	4.9128

# T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_o = 0$$

$$H_1 : \mu_o \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_o =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงที่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนไปด้วยกับจุดหลังไปด้วย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

1.00 = ช่วงที่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนไปด้วย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

2.00 = ช่วงที่มีการเรียนการสอน ณ จุดหลังไปด้วย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

## Group Statistics

CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BOD 1.00	5	7.5060	1.7975	.8039
BOD 2.00	5	4.8600	1.1409	.5102

## Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.						Lower	Upper
BOD	2.793	.133	2.779	8	.024	2.6460	.9521	.4504	4.8416
			2.779	6.773	.028	2.6460	.9521	.3792	4.9128

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
BOD	Equal variances assumed	40.737	.000	2.800	8	.023	9.5380	3.4060	1.6839	17.3921
	Equal variances not assumed			2.800	4.200	.046	9.5380	3.4060	.2562	18.8198

จากตาราง Independent Samples Test พิจารณาที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนไปด้วยกับจุดหลังไปด้วย คณะเทคโนโลยีการเกษตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_b = 0$$

$$H_1 : \mu_b \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_b =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของจุด ณ จุดก่อนไปด้วยกับจุดหลังไปด้วย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

1.00 = ช่วงฤดูฝน ณ จุดก่อนไปด้วย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

2.00 = ช่วงฤดูฝน ณ จุดหลังไปด้วย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Group Statistics

CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BOD 1.00	5	7.9900	2.9170	1.3045
BOD 2.00	5	4.3440	1.4658	.6555

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
BOD	2.760	.135	2.497	8	.037	3.6460	1.4600	Lower	Upper
			2.497	5.899	.047	3.6460	1.4600	5.867E-02	7.2333

จากตาราง Independent Samples Test ที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย ค่อนข้างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

# T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_b = 0$$

$$H_1 : \mu_b \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_b =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงที่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

1.00 = ช่วงที่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

2.00 = ช่วงที่มีการเรียนการสอน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Group Statistics

CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BOD 1.00	5	12.0540	4.1171	1.8412
BOD 2.00	5	4.4520	1.9610	.8770

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	.t.	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
BOD	Equal variances assumed	4.000	.081	3.728	8	.006	7.6020	2.0394	2.8991	12.3049
	Equal variances not assumed			3.728	5.726	.011	7.6020	2.0394	2.5533	12.6507

จากตาราง Independent Samples Test พิจารณาที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed ) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงที่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

### T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_1 : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0 =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อยกับจุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

1.00 = ช่วงไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

2.00 = ช่วงไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Group Statistics

CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BOD 1.00	5	11.3040	6.1455	2.7483
2.00	5	4.4060	1.6275	.7279

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
BOD	Equal variances assumed	18.838	.002	2.426	8	.041	6.8980	2.8431	.3418	13.4542
	Equal variances not assumed			2.426	4.558	.065	6.8980	2.8431	-.6286	14.4246

จากตาราง Independent Samples Test พิจารณาที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน พบว่า ค่า p-value ( sig - 2 tailed )  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของซึ่งไม่มีการเรียนการสอน ณ จุดก่อนปลดอยกับจุดหลังปลดอย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

## T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_b = 0$$

$$H_a : \mu_b \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_b =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

TKNMWLB = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

TKNSWLB = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 TKNMWLB	.9120	5	.2965	.1326
TKNSWLB	.9720	5	.3237	.1448

Paired Samples Correlations

Pair 1 TKNMWLB & TKNSWLB	N	Correlation	Sig.
	5	.997	.000

Paired Samples Test

	Paired Differences						Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	
				Lower	Upper		
Pair 1 TKNMWLB - TKNSWLB	-6.00E-02	3.536E-02	1.581E-02	-.1039	-1.61E-02	-3.795	.019

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า

TKN ของฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_a : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0 =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

TKNMWLA = ค่าเฉลี่ย TKN ของฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

TKNSWLA = ค่าเฉลี่ย TKN ของฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 TKNMWLA	.7920	5	.1795	8.027E-02
TKNSWLA	1.2180	5	.1377	6.160E-02

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
TKNMWLA & TKNSWLA	5	-.124	.842

Paired Samples Test

Pair 1	TKNMWLA - TKNSWLA	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
					Paired Differences				
		-.4260	.2394	.1071	-.7233	-.1287	-3.978	4	.016

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดหนึ่งปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

## T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_0 : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0$  = ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการ

เกษตร

TKNSWLB = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

TKNSWNLB = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงน้ำน้อยไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

### Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 TKNSWLB	.9720	5	.3237	.1448
TKNSWNLB	.5900	5	.1175	5.254E-02

### Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 TKNSWLB & TKNSWNLB	5	.911	.031

Paired Samples Test

	Paired Differences							
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
Pair 1 TKNSWLB - TKNSWNLB	.3820	.2220	9.927E-02	.1064	.6576	3.848	4	.018

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อยของ คณะเทคโนโลยีการเกษตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

T-Test

สมมุติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_D = 0$$

$$H_0 : \mu_D \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_D =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

TKNSWLA = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

TKNSWNLA = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงน้ำน้อยไม่มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 TKNSWLA	1.2180	5	.1377	6.160E-02
TKNSWNLA	.8600	5	4.472E-02	2.000E-02

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
TKNSWLA & TKNSWNLA	5	.499	.392

Paired Samples Test

Pair 1	TKNSWLA - TKNSWNLA	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	TKNSWLA - TKNSWNLA	.3580	.1217	5.444E-02	.2068	.5092	6.576	4	.003

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงนำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดตั้งปลายของ คณะเทคโนโลยีการเกษตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

## T-Test

สมมุติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_0 : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0$  = ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

TKNMWLBH = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

TKNSWLBH = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 TKNMWBH	.7650	5	1.140E-02	5.099E-03
TKNSWLBH	1.6900	5	.1425	6.372E-02

Paired Samples Correlations

Pair	N	Correlation	Sig.
1 TKNMWBH & TKNSWLBH	5	.262	.671

### Faired Samples Test

Pair	Paired Differences						df	Sig. (2-tailed)	
	TKNMWLBH - TKNSWLBH	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
1		-.9240	.1399	6.258E-02	-1.0977	-.7503	-14.766	4	.000

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อยของ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

### T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_b = 0$$

$$H_a : \mu_b \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_b =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

TKNMWLAH = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงฤดูฝน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

TKNSWLAH = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงหนาว ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Paired Samples Statistics

Pair	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
1 TKNMWLAH	.7860	5	9.044E-02	4.045E-02
1 TKNSWLAH	.8080	5	.1236	5.526E-02

Paired Samples Correlations

Pair	N	Correlation	Sig.
1 TKNMWLAH & TKNSWLAH	5	.963	.008

Paired Samples Test

Pair	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
				Mean	Lower			
1 TKNMWLAH - TKNSWLAH	-2.20E-02	4.382E-02	1.960E-02	-7.64E-02	3.241E-02	-1.123	4	.324

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed)  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า

TKN ของช่วงฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดหลังปล่อยของ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

## T-Test

ตั้งสมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_0 : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0$  = ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

TKNSWLBH = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

TKNWNLBH = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงน้ำน้อยไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Paired Samples Statistics

Pair	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
1 TKNSWLBH	1.6900	5	.1425	6.372E-02
1 TKNWNLBH	1.5180	5	6.686E-02	2.990E-02

Paired Samples Correlations

Pair	N	Correlation	Sig.
1 TKNSWLBH & TKNWNLBH	5	-.207	.738

### Paired Samples Test

Pair	Paired Differences						Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t		df
				Lower	Upper			
1 TKNSWLBH - TKSWNLBH	.1720	.1695	7.579E-02	-3.84E-02	.3824	2.269	4	.086

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value ( sig - 2 tailed )  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า

TKN ของช่วงนำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อยของ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

### T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_0 : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0 =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงนำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

TKNSWLAH = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงนำน้อยมีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

TKNWNLAH = ค่าเฉลี่ย TKN ของช่วงนำน้อยไม่มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 TKNSWLAH	.8080	5	.1236	5.526E-02
TKSWNLAH	.5860	5	.1337	5.980E-02

Paired Samples Correlations

Pair	N	Correlation	Sig.
1 TKNSWLAH & TKSWNLAH	5	.266	.666

Paired Samples Test

Pair	TKNSWLAH - TKSWNLAH	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
					Mean	Mean			
1	TKNSWLAH - TKSWNLAH	.2220	.1561	6.981E-02	2.817E-02	.4158	3.180	4	.034

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า TKN ของช่วงนำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อยของ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

## T-Test

สมมุติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_0 : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0$  = ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

BOMWLB = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

BOSWLB = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

### Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 BOMWLB	4.8020	5	.5787	.2588
BOSWLB	7.5060	5	1.7975	.8039

### Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
BOMWLB & BOSWLB	5	.254	.680

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paired Samples Test

	Paired Differences							
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		Sig. (2-tailed)		
				Lower	Upper			
Pair 1 BOMWLB - BOSWLB	-2.7040	1.7428	.7794	-4.8879	-.5401	-3.469	4	.026

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value ( sig - 2 tailed ) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อยของ คณะเทคโนโลยีการเกษตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

T-Test

สมมุติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_1 : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0 =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

BOMWLB = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงฤดูฝน ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

BOSWLB = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงฤดูหนาว ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Paired Samples Statistics

Pair	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
1 BOMWLA	4.0960	5	.8194	.3665
1 BOSWLA	4.8600	5	1.1409	.5102

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
BOMWLA & BOSWLA	5	.957	.011

Paired Samples Test

Pair 1	BOMWLA - BOSWLA	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
		-7.640	.4283	.1915	-1.2958	-.2322	-3.989	4	.016

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed) < 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดหลังปล่อยของ คณะเทคโนโลยีการเกษตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

## T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_a : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0$  = ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงน้ำน้อยที่มีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

BOSWLB = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงน้ำน้อย มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

BOSWNLB = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงน้ำน้อย ไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 BOSWLB	7.5060	5	1.7975	.8039
BOSWNLB	12.9960	5	7.5226	3.3642

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 BOSWLB & BOSWNLB	5	.968	.007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Paired Samples Test

Pair 1	BOSWLB - BOSWNLA	Paired Differences					Sig. (2-tailed)		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
		-5.4900	5.7996	2.5937	-12.6912	1.7112	t	df	
							-2.117	4	.102

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed)  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงนำน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อยของ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

### T-test

สมมุติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_a : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0 =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงนำน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

BOSWLA = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงนำน้ำน้อย มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

BOSWNLA = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงนำน้ำน้อยไม่มีมีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Paired Samples Statistics

Pair	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
1 BOSWLA	4.8600	5	1.1409	.5102
BOSWNLA	3.4580	5	1.1888	.5316

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
BOSWLA & BOSWNLA	5	-.304	.619

Paired Samples Test

Pair 1	BOSWLA - BOSWNLA	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
		1.4020	1.8816	.8415	-.9343	3.7383	1.666	4	.171

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value ( sig - 2 tailed )  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงนำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อยของ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

## T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_0 : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0 =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

BOMWLBH = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงฤดูฝน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

BOSWLBH = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 BOMWLBH	7.9900	5	2.9170	1.3045
BOSWLBH	12.0540	5	4.1171	1.8412

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 BOMWLBH & BOSWLBH	5	.389	.517

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paired Samples Test

	Paired Differences					
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper	
Pair 1 BOMWLBH - BOSWLBH	-4.0640	4.0132	1.7948	-9.0471	.9191	.036
			t			df
			-2.264			4

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed)  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดก่อนปล่อยของ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_0 : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0 =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

BOMWLAH = ค่าเฉลี่ย BOD ของฤดูฝน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

BOSWLAH = ค่าเฉลี่ย BOD ของฤดูหนาว ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 BOMWLAH	4.3440	5	1.4658	.6555
BOSWLAH	4.4520	5	1.9610	.8770

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
BOMWLAH & BOSWLAH	5	.840	.075

Paired Samples Test

Pair 1	BOMWLAH - BOSWLAH	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
		-.1080	1.0782	.4822	-1.4468	1.2308	-.224	4	.834

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed)  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงฤดูฝน กับ ฤดูหนาว ณ จุดหลังปล่อยของ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

## T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_0 : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0$  = ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

BOSWLBH = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

BOSWNLBH = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงน้ำน้อยไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

### Paired Samples Statistics

Pair	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
1 BOSWLBH	12.0540	5	4.1171	1.8412
BOSWNLBH	12.5040	5	4.9734	2.2242

### Paired Samples Correlations

Pair	N	Correlation	Sig.
1 BOSWLBH & BOSWNLBH	5	.075	.905

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paired Samples Test

Pair 1	BOSWLBH - BOSWNLBH	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
		-.4500	6.2148	2.7794	-8.1667	7.2667	-.162	4	.879

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed)  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อยของ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

T-Test

สมมุติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_b = 0$$

$$H_a : \mu_b \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_b =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

BOSWLAH = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

BOSWNLAH = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงน้ำน้อยไม่มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

### Paired Samples Test

Pair 1	BOSWLBH - BOSWNLBH	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
		-4500	6.2148	2.7794	-8.1667	7.2667	-1.62	4	.879

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed)  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดก่อนปล่อยของ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$

### T-Test

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_0 = 0$$

$$H_0 : \mu_0 \neq 0$$

เมื่อ  $\mu_0 =$  ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

BOSWLAH = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

BOSWNLAH = ค่าเฉลี่ย BOD ของช่วงน้ำน้อยไม่มีมีการเรียน ณ จุดหลังปล่อย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

Paired Samples Statistics

Pair	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
1 BOSWLAH	4.4520	5	1.9610	.8770
1 BOSWNLAH	4.4060	5	1.6275	.7279

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
BOSWLAH & BOSWNLAH	5	-.323	.595

Paired Samples Test

Pair 1	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
BOSWLAH - BOSWNLAH	4.600E-02	2.9256	1.3084	-3.5866	3.6786	.035	4	.974

จากตาราง Paired Samples Test พบว่า ค่า p-value (sig - 2 tailed)  $\geq 0.05$  แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างปริมาณค่า BOD ของช่วงน้ำน้อยมีการเรียน กับ ไม่มีการเรียน ณ จุดหลังปล่อยของ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$