สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

VAES 120868

การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Study on Wastewater Quality from the Building in Rajabhat Maha Sarakham University

การศึกษา -- คุณภาพน้ำ

ณัฐวรรณ ระแหง
ทิพวรรณ ศิริวิ
นวลฉวี สอนคำหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ฟ.ว 119368

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
วันรับ 15 ธ.ค. 2559
วันลงทะเบียน
เลขทะเบียน ว. 248588
เลขเรียกหนังสือ 628.16 ณ113ก 2559

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2559)

คณะกรรมการสอบรายงานวิจัยสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณางานวิจัยฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์อังศุมา ก้านจักร)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นุกูล กุดแถลง)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิกร สายแก้ว)

.....กรรมการและเลขานุการ
(อาจารย์เชิดชัย สมบัติโยธา)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อนุมัติให้รับรองรายงานวิจัยนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

.....
(อาจารย์เมตตา เก่งชูวงศ์)
ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อัญญะโพธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันที่ 30 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ดำเนินการสำเร็จเรียบร้อยด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก อาจารย์เชิดชัย สมบัติโยธา อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. นุกูล กุดแถลง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วุฒิกร สายแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์อังศุมา ก้านจักร ประธานกรรมการ อาจารย์เมตตา เก่งชูวงศ์ อาจารย์ประจำวิชา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำทุกๆ ด้านแก่คณะผู้วิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ตลอดจนเพื่อนๆ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกคนที่ได้ช่วยแนะนำและช่วยค้นคว้าเอกสารและข้อมูลต่างๆ ในการทำวิจัยให้สำเร็จเรียบร้อยอย่างสมบูรณ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่เป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่ให้การอนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้การส่งเสริมสนับสนุนทุนในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ซึ่งเปรียบเสมือนชีวิตและจิตใจของคณะผู้วิจัยที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน ให้ความรัก ความอบอุ่น กำลังใจตลอดมา และให้การส่งเสริมสนับสนุนกำลังทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียน คุณค่าประโยชน์ของรายงานวิจัยฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนบูรพาอาจารย์ที่มีส่วนสำคัญยิ่งในการอบรมสั่งสอนให้แก่คณะผู้วิจัยให้สำเร็จในครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชื่อเรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้วิจัย ณัฐวรรณ ระแหง
ทิพวรรณ ศิริวิ
นวลฉวี สอนคำหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์เชิดชัย สมบัติโยธา
อาจารย์ ดร. นุกูล กุดแถลง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วุฒิกร สายแก้ว
สาขาวิชา/คณะ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม/คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปีที่พิมพ์ 2559

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารที่ไหลออกมาตามแนวเส้นท่อของแต่ละอาคารแล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 7 จุด ได้แก่ จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้าอาคาร 3 (คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์) จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหลังเวทีกลางแจ้ง จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 10 (ศูนย์วิทยาศาสตร์) จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานข้ามลำห้วยคะคางไปหอประชุม 80 พรรษา และจุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 (หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ของแข็งแขวนลอย (SS) ของแข็งแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ซัลไฟด์ (S^{2-}) น้ำมันและไขมัน (FOG) ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN) และฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต (PO_4^{3-}) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งของจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 จุด พบว่า ค่าเฉลี่ยในแต่ละพารามิเตอร์ที่ศึกษา เป็นดังนี้ pH 6.90 – 7.53, BOD 20.53 – 73.62 mg/l, SS 6.58 – 81.73 mg/l, TDS 88.03 - 549.86 mg/l, S^{2-} 0.02 – 0.14 mg/l, TKN 0.77 – 4.52 mg/l, FOG 1.43 – 4.66 mg/l, และ PO_4^{3-} 0.93 – 7.04 mg/l เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด พบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 และ 3 มี BOD, SS และ TDS เกินค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร บางประเภทและบางขนาด (อาคารประเภท ก)

Title	Study on Effluents Quality from the Buildings in Rajabhat Maha Sarakham University
Authers	Nuttawan Rahang
	Thipphawan Siriwi
	Nuanchawee Sonkamhan
Advisors	Mr. Cherdchai Sombatyotha
	Dr. Nukool Kudthalhaeng
	Asst. Prof. Dr. Wuttikorn Saikaew
Department/Faculty	Environmental Science/Science and Technology
University	Rajabhat Maha Sarakham University
Year	2016

ABSTARCT

The objective of this study was to analyse the quality of effluents from buildings that runs along the pipelines from each buildings to the water resources within Rajabhat Maha Sarakham University, in order to compare with Building Effluents Standards. The sampling points of water determined of seven points to collect data as follows : 1st point at the end of effluents pipe from Building of 72 Anniversary, 2nd point at the end of effluents pipe from Rajabhat Maha Sarakham University's dormitory, 3rd point at the end of effluents pipe from Building 3 (Faculty of Humanities and Social Sciences), 4th point at the end of effluents pipe behind the outdoor stage, 5th point at the end of effluents pipe from Building 10 (Science Center), 6th point at the end of effluents pipe of the bridge to cross over Huay Kakang to the 80th Anniversary Auditorium Building, 7th point at the end of effluents pipe from Buildings 31 (80th Anniversary Auditorium Hall). The sampling water was collected during the month of December 2558 to January 2559. The parameters studied include Acidity - Alkalinity (pH), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Suspended Solids (SS), Total Dissolved Solids (TDS), Sulfide (S^{2-}), Oil and Grease (FOG), Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), and Phosphate (PO_4^{3-}). Statistics used in the analysis were the average value and standard deviation.

The study results of effluents quality from seven points revealed that the averages for each parameter were as follows : pH 6.90 - 7.53, BOD 20.53 - 73.62 mg/l, SS 6.58 - 81.73 mg/l, TDS 88.03 - 549.86 mg/l, S^{2-} 0.02 - 0.14 mg/l, TKN 0.77 - 4.52 mg/l, FOG 1.43 - 4.66 mg/l and PO_4^{3-} 0.93 - 7.04 mg/l. When the study results were

compared with Effluent Standard Buildings, it was found that the sampling points 2nd and 3rd with BOD, SS, and TDS, were over the Building type A Standard.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

น้ำ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญและส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สังเกตได้จากในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในแต่ละวัน มนุษย์จำเป็นต้องใช้น้ำทั้งในส่วนของการนำมาใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภค และเมื่อผ่านการใช้น้ำจากกิจกรรมต่างๆ ส่งผลให้เกิดน้ำเสีย ถ้ามีการระบายน้ำเสียที่เกิดขึ้นลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะตามธรรมชาติจะส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมและคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำนั้นๆ น้ำเสียเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญยิ่ง และนับวันก็จะเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นทุกขณะ ทั้งนี้เนื่องมาจากประชากรที่เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมาก และจากการที่มนุษย์ได้นำน้ำมาใช้ประโยชน์โดยมิได้คำนึงว่าภายหลังการใช้ประโยชน์ต่างๆ ตามความต้องการแล้ว น้ำที่ถูกปล่อยทิ้งนั้นจะส่งผลให้แหล่งน้ำที่รองรับน้ำทิ้งมีคุณภาพเสื่อมลง อันเนื่องจากมีของเสียปะปนเข้าไปในน้ำ เห็นได้ว่าน้ำในแม่น้ำลำคลองต่างๆ ในประเทศไทยมีคุณภาพเสื่อมลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของชุมชน ตลอดจนระบบนิเวศของแหล่งน้ำนั้น (วรรณภา เพ็งคุณ และคณะ, 2550)

แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มีปัญหาส่วนใหญ่มาจากบ้านเรือน ชุมชน อุตสาหกรรม เกษตรกรรม โดยเฉพาะน้ำเสียที่เกิดจากชุมชน มีสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์สูง เมื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้น้ำเกิดการเน่าเสียได้ ดังเช่น แหล่งกำเนิดที่เกิดจากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งในปัจจุบันมหาวิทยาลัยฯ มีการขยายตัวจากอดีตจนถึงปัจจุบันอย่างรวดเร็ว สืบเนื่องมาจากการก่อสร้างอาคารต่างๆ เพื่อรองรับจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มขึ้นทุกปีตามแผนพัฒนาของมหาวิทยาลัยฯ และการพัฒนาของมหาวิทยาลัยฯ โดยทั่วไปนั้นส่งผลต่อการใช้น้ำของกลุ่มอาคารที่เพิ่มขึ้น และมีการระบายน้ำทิ้งจากอาคารต่างๆ ลงสู่แหล่งรองน้ำตามธรรมชาติด้วยกัน 2 แหล่ง ได้แก่ ห้วยคะคาง และสระน้ำข้างอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา หรืออาคาร 15 ชั้น โดยมีลักษณะการใช้น้ำที่หลายรูปแบบ ทั้งในด้านการศึกษา ได้แก่ การล้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนการใช้น้ำชำระล้างสิ่งปฏิกูล อาทิเช่น ปัสสาวะ อุจจาระ ในด้านของโรงอาหาร จะมีลักษณะของการใช้น้ำที่เน้นไปในทางการทำความสะอาดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหารและบรรจุอาหารเป็นหลัก ในด้านของอาคารหอพักนักศึกษา และอาคารหอพักอาจารย์ จะมีการใช้น้ำในหลายลักษณะ เช่น ใช้ในการชำระร่างกาย ใช้ชำระล้างสิ่งของหรือวัสดุอุปกรณ์ ซึ่งประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ สบู่ ผงซักฟอก เศษอาหาร ไขมัน และสิ่งปฏิกูลอื่นๆ เจือปนอยู่ เมื่อมีการระบายอาจส่งผลกระทบต่อแหล่งรองรับน้ำเสียตามธรรมชาติในมหาวิทยาลัยฯ

จากที่กล่าวมาข้างต้นคณะผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาถึงคุณภาพของน้ำทิ้งจากอาคารที่ไหลออกมาตามแนวเส้นท่อของแต่ละอาคารแล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยฯ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด โดยผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปเป็นข้อมูลให้กับทางมหาวิทยาลัยฯ ในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามได้อีกด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารที่ไหลออกมาตามแนวเส้นท่อของแต่ละอาคารแล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.2.2 เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 พื้นที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

พื้นที่ศึกษา คือ ท่อระบายน้ำทิ้งจากจากอาคารที่ไหลออกมาตามแนวเส้นท่อของแต่ละอาคารแล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จากการสำรวจ พบว่ามีจำนวน 7 จุด ซึ่งคณะผู้วิจัยได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ได้ดังนี้

จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา

จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้าอาคาร 3 (คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์)

จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหลังเวทีกลางแจ้ง

จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 10 (ศูนย์วิทยาศาสตร์)

จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานข้ามลำห้วยคะคางไปอาคาร 31 (หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา)

จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 (หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา)

1.3.2 พารามิเตอร์ที่ศึกษา

1) คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS), ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS) และน้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease, FOG)

2) คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ซัลไฟด์ (Sulfide, S^{2-}) ไนโตรเจนในรูปที เค เอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN) และฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต (Phosphate, PO_4^{3-})

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

คุณภาพน้ำทิ้ง หมายถึง คุณลักษณะของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วหรือไม่มีการบำบัดที่มีการระบายทิ้งจากอาคารต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมาหาสารคาม

อาคาร หมายถึง อาคารเรียน โรงอาหาร สำนักงาน บ้านพัก หอพัก และอื่นๆ ที่เป็นสิ่งก่อสร้าง ไม่ว่าจะมีลักษณะหลังเดียวหรือเป็นกลุ่มของอาคารภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงคุณภาพของน้ำทิ้งจากอาคารที่ไหลออกมาตามแนวเส้นท่อของแต่ละอาคารแล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.5.2 ทราบถึงความสอดคล้องมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

1.5.3 ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปใช้เพื่อปรับปรุงวางแผนพัฒนาระบบบริหารการจัดการน้ำทิ้งในมหาวิทยาลัยเพื่อให้ได้มาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

1.6 ระยะเวลาในการทำวิจัย

ระยะเวลาในการทำวิจัย เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 – เดือนมกราคม พ.ศ.2559

1.7 สถานที่ที่ใช้ในการทำวิจัย

สถานที่ในการทำการศึกษาวิจัย คณะผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางดำเนินการศึกษา ดังนี้

2.1 น้ำเสีย
2.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย
2.3 ลักษณะของน้ำเสีย
2.4 ผลกระทบที่เกิดจากน้ำเสีย
2.5 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร
2.6 สภาพทั่วไปของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2.7 ความสำคัญของพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา
2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำเสีย

น้ำเสีย ตามความหมายของ วิทยา เพียรวิจิตร (2546) หมายถึงน้ำ ที่มีการปนเปื้อนสิ่งสกปรกในปริมาณสูงจนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการและเป็นที่น่ารังเกียจของคนทั่วไปที่พบเห็น สิ่งเจือปนที่ทำให้น้ำกลายเป็นน้ำเสีย ได้แก่ สารอินทรีย์ต่างๆ กรด - ด่าง ของแข็งหรือสารแขวนลอยและสิ่งที่ลอยปนอยู่ในน้ำ เช่น น้ำมัน ไขมัน เกลือ และแร่ธาตุที่เป็นพิษ เช่น โลหะหนัก สารที่ทำให้เกิดฟอง ความร้อน สารพิษ เช่น ยาฆ่าแมลง สี กลิ่น เป็นต้น

น้ำเสียหรือน้ำทิ้ง ตามความหมายของ เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2543) หมายถึง น้ำที่ถูกใช้แล้วจากชุมชนและจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ น้ำเสียหรือน้ำทิ้งจากห้องครัว ห้องน้ำ หรือจากบ้านเรือนต่างๆ ถูกเรียกกันว่า น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater) ไม่ใช่มีแต่แร่ธาตุและสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งเท่านั้นยังมีสิ่งแปลกปลอมอยู่ในน้ำทิ้งอีก ได้แก่ เศษสบู่ เศษอาหาร และสสารอื่นๆ อีกมากมาย สารเหล่านี้จะแขวนลอยอยู่ในน้ำทิ้ง บางสสารอาจสามารถละลายได้ในน้ำทิ้งหรือสสารบางชนิดอาจมีขนาดเล็กมากลอยอยู่ในน้ำทิ้งสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสียจะเป็นอาหารอย่างดีสำหรับพวกจุลินทรีย์ (Saprophytic) ซึ่งเปรียบเสมือนกับคนเราต้องการอาหารเพื่อดำรงชีวิตนี้ และเป็นหลักสำคัญอย่างยิ่งในการเปลี่ยนน้ำเสียให้เป็นน้ำดีโดยขณะที่พวกจุลินทรีย์กินสารอินทรีย์ในน้ำเสียสารอินทรีย์ก็จะลดลงและน้ำเสียจะค่อยๆ กลายสภาพเป็นน้ำดี

น้ำเสีย ตามความหมายของ กรมควบคุมมลพิษ (2541) หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลวรวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ และถูกระบายลงสู่แหล่งรองรับน้ำเสียหรือแหล่งน้ำผิวดินโดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัดให้มีลักษณะที่ดีขึ้นเสียก่อน จึงทำให้แหล่งน้ำนั้นมีสิ่งเจือปนอยู่มากเกินขีดจำกัด แหล่งน้ำมีคุณภาพที่เสื่อมโทรมหรือน้ำมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการอุปโภคและบริโภค จนทำให้มนุษย์ สัตว์ พืช ได้รับอันตรายทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย หมายถึง แหล่งกำเนิดมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำทำให้น้ำมีการปนเปื้อนมลสาร โดยการปล่อยน้ำทิ้ง (Effluents) ลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่ได้ผ่านกระบวนการบำบัดให้มีลักษณะที่ดีเสียก่อน การปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง เช่น การปล่อยน้ำจากบ่อส้วม การทิ้งขยะมูลฝอย การชะล้างพังทลายของดิน เหล่านี้ล้วนก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำทั้งสิ้น ทำให้องค์ประกอบของน้ำผิดไปจากธรรมชาติ มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ และพืช (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2543) โดยจำแนกมลพิษทางน้ำตามแหล่งที่มาของมลพิษได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1) น้ำเสียจากชุมชน (Domestic Wastewater) หมายถึง น้ำที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ และระบายน้ำทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ แหล่งรองรับน้ำเสีย หรือแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยไม่ผ่านการบำบัดให้มีลักษณะที่ดีขึ้นก่อน ซึ่งทำให้แหล่งน้ำมีคุณภาพเสื่อมโทรมและเน่าเสียในที่สุด ในการฟื้นฟูคุณภาพน้ำต้องเสียงบประมาณสูง กิจกรรมที่จัดอยู่ที่ก่อให้เกิดน้ำเสียชุมชนได้แก่ บ้านเรือน ที่พักอาศัย ร้านค้า ตลาดสด โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียนและสำนักงาน เป็นต้น น้ำเสียจากชุมชนมักมีสิ่งสกปรกเจือปนในรูปสารอินทรีย์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ โดยทั่วไปน้ำเสียจากชุมชนที่ปล่อยน้ำทิ้งออกมาจะมีสีเทาและกลิ่นเหม็น หลังจากที่ก๊าซออกซิเจนละลายน้ำถูกจุลินทรีย์ใช้ไปในการย่อยสลายทางชีวภาพสีของน้ำจะเปลี่ยนไปเป็นสีดำและเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในที่สุด

2) น้ำเสียจากอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท เช่น น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต เช่น การล้างวัตถุดิบ และการทำความสะอาดเครื่องจักร หรือการทำความสะอาดโรงงาน เป็นต้น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภทจะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามประเภทของกิจการ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ระบบควบคุมและบำรุงรักษา อาจกล่าวรวมได้ว่าน้ำเสียอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำและทำให้เกิดปัญหามลพิษขึ้นหลายแห่งทั่วโลก มีผู้ประเมินไว้ว่าน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเพียงโรงงานเดียวเทียบได้เท่ากับน้ำเสียจากเมืองเล็กๆ ที่มีประชากรประมาณ 100,000 คน

3) น้ำเสียจากเกษตรกรรม (Agricultural Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ จากการเกษตรกรรมทั้งการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ น้ำเสียประเภทนี้จะมีสิ่งเจือปนรูปสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ การใช้ปุ๋ยและสารเคมีต่างๆ ถ้าหากเป็นน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูกจะพบสารอาหารจำพวก ไนเตรด ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม และสารพิษต่างๆ ในปริมาณสูงแต่อาจเป็นน้ำเสียจากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์จะพบสิ่งปฏิกูลในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2539)

2.3 ลักษณะของน้ำเสีย

การรู้ถึงคุณลักษณะและปริมาณของน้ำเสียเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการออกแบบและการควบคุมระบบบำบัดเพราะจะทำให้สามารถเลือกและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างเหมาะสมส่วนผู้ดูแลควบคุมระบบก็จะรู้ถึงประสิทธิภาพและการทำงานของระบบว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นต้น คุณสมบัติของน้ำเสียสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3.1 ลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพ (Physical Characteristics of Wastewater)

ลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพประกอบด้วย สี กลิ่น ความขุ่น ตะกอน อุณหภูมิ และการไหล คุณสมบัติเหล่านี้นอกจากจะนำมาใช้ออกแบบและวัดความผิดปกติของระบบแล้วยังมีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชน้ำและสัตว์น้ำอีกด้วยตัวอย่าง เช่น

1) อุณหภูมิ มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดอุณหภูมิสูงจะช่วยเร่งให้เกิดการย่อยสลายเร็วขึ้นแต่ต้องไม่สูงเกินขีดจำกัด เช่น น้ำทิ้งมีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 40˚C จะทำให้พืชและสัตว์น้ำขนาดเล็กในแม่น้ำลำคลองตายได้ทำให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่กว่า ได้แก่กุ้ง หอย ปู ปลา เป็นต้น เมื่ออาหารของสัตว์น้ำเหล่านี้น้อยลง กุ้ง หอย ปู ปลา จะมีปริมาณน้อยลง นั่นย่อมหมายถึงว่าห่วงโซ่อาหารของคนถูกรบกวนเป็นสาเหตุให้อาหารประเภทนี้มีราคาแพงยิ่งขึ้นไปอีกด้วย

2) สารแขวนลอยก็เช่นเดียวกันสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกว่าน้ำทิ้งได้มาตรฐานหรือไม่ หากไม่ได้ตามมาตรฐานจะได้กระทำการตรวจสอบแก้ไขการทำงานของระบบต่อไป ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติหากมีสารแขวนลอยคลุมผิวน้ำหนาจนแสงแดดไม่สามารถส่องผ่านลงไปได้เป็นการหยุดยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสงให้เกิดขึ้นไม่ได้แล้วยังทำให้ออกซิเจนในอากาศถ่ายเทลงสู่แหล่งน้ำได้น้อยอีกด้วย ทำให้เกิดผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์น้ำขนาดเล็ก ตลอดจนแหล่งอาหารประเภทโปรตีนของคนได้

3) การไหลการแปรเปลี่ยนของปริมาณการไหลของน้ำเสียสู่ระบบบำบัดอย่างไม่สม่ำเสมอเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดเปลี่ยนแปลงไปอาจไม่ได้มาตรฐานน้ำทิ้งตามที่รัฐกำหนดไว้ได้ ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดขนาดเส้นท่อและระยะทางให้พอเหมาะกับปริมาณการไหลของน้ำเสียที่ไม่เท่ากันตลอดทั้งวัน เป็นต้น

2.3.2 ลักษณะของน้ำเสียทางเคมี (Chemical Characteristics of Wastewater)

ลักษณะทางเคมีของน้ำเสียมีมากมายหลายชนิด เช่น สารอินทรีย์สารอนินทรีย์ ธาตุอาหาร สารพิษ และโลหะหนัก ในแต่ละชนิดยังแยกย่อยออกไปได้อีกหลายอย่าง การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเพื่อทราบองค์ประกอบและความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่ปนมาหรือเหลืออยู่ในน้ำเสียหรือน้ำทิ้งในที่นี้จะหยิบยกเอาสารบางตัวมากล่าวเพื่อให้เกิดความเข้าใจเท่านั้น เช่น

1) พีเอช (pH) เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณหรือความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนในน้ำ (Hydrogen or hydronium ion; H^+ or H_3O^+) ซึ่งเกิดจากสารที่สามารถแตกตัวให้อนุมูลกรด (H^+) หรือ ด่าง (OH^-) ได้ความเป็นกรด – ด่าง มีค่าตั้งแต่ 0 - 14 ถ้าตัวอย่างน้ำมีค่าความเป็นกรด – ด่างต่ำกว่า 7 แสดงว่าน้ำมีสภาพเป็นกรดถ้าตัวอย่างน้ำมีค่าความเป็นกรด – ด่างสูงกว่า 7 แสดงว่าน้ำมีสภาพเป็นด่างและถ้าตัวอย่างน้ำที่มีค่าความเป็นกรด – ด่างเท่ากับ 7 แสดงว่าน้ำมีสภาพเป็นกลางแต่ค่าความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำไม่ได้บอกถึงความเป็นพิษต่อร่างกายแต่บอกให้ทราบถึงประเภทของสิ่งเจือปนในน้ำในรูปของสารที่ให้อนุมูลกรดหรือด่างได้อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรด – ด่างนี้จะเป็นดัชนีที่มีประโยชน์ในการวัดคุณภาพน้ำ โดยที่ภาวะความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำมีผลต่อคุณภาพน้ำปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ นอกจากนั้นยังบอกถึงคุณสมบัติในการกัดกร่อนของน้ำด้วยคามาตรฐานความเป็นกรด – ด่างของน้ำจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำ แต่โดยทั่วไปแล้วน้ำควรจะมีความเป็นกรด – ด่างประมาณ 6 - 8 ในกรณีของน้ำดื่มควรมีค่าความเป็นกรด - ด่างอยู่ในช่วง 6.8 - 7.33 และในกรณีน้ำทิ้งจะต้องมีความเป็นกรด – ด่างในช่วง 5 - 9

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2) ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand, BOD) เป็นตัวแทนของสารอินทรีย์ (เศษอาหารและสิ่งปฏิกูล) ที่มีอยู่ในน้ำ สารอินทรีย์นี้นอกจากจะเป็นสารอาหารของจุลินทรีย์แล้วยังทำให้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำลดน้อยลง เป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของพืช สัตว์ หลายประเภทในน้ำ วิศวกรและผู้ควบคุมระบบใช้ค่าบีโอดีเพื่อเลือกและออกแบบระบบ อีกทั้งยังใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบอีกด้วย น้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนหลังจากผ่านบ่อดักไขมันจะมีค่าบีโอดีราว 200 – 250 mg/l

3) ไนโตรเจน (N) เป็นสารอาหารที่สิ่งมีชีวิตต้องการในน้ำเสียมีไนโตรเจนอยู่หลายรูปแบบ คือ ในรูปของสารอินทรีย์ แอมโมเนีย ไนไตรท ไนเตรด การที่เราตรวจพบว่าในน้ำเสียมีไนโตรเจนในรูปแบบใดจะสามารถบอกให้รู้ว่าน้ำเสียนั้นใหม่หรือเก่า น้ำเสียชุมชนที่เกิดขึ้นใหม่จะมีค่าไนโตรเจนในรูปของสารอินทรีย์ประมาณ 20 - 25 mg/l ถ้าเป็นน้ำเสียเก่าจะมีค่าไนเตรทสูง เป็นต้น

4) ฟอสฟอรัส (P) เป็นสารอาหารเช่นเดียวกันกับไนโตรเจนจำเป็นต่อการดำรงชีวิตด้วยเช่นกัน หากน้ำผิวดินมีค่าฟอสฟอรัสสูงจะทำให้เกิดสาหร่ายขึ้นเป็นจำนวนมาก ฟอสฟอรัสมีอยู่หลายรูปแบบเช่นเดียวกับไนโตรเจน คือ ในรูปของสารอินทรีย์โพลิฟอสเฟตและออโธฟอสเฟตในน้ำทิ้งชุมชนทั่วไปจะมีค่าฟอสฟอรัสประมาณ 2 - 20 mg/l

2.3.3 ลักษณะของน้ำเสียทางชีวภาพ (Biochemical Characteristics)

การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในน้ำเสียเพื่อทราบว่าจุลินทรีย์ที่ปนมามีประเภทที่เป็นอันตรายหรือไม่เราสามารถใช้จุลินทรีย์บางตัวเป็นดัชนีบ่งบอกให้ทราบว่าน้ำเสียนั้นมีสิ่งปฏิกูลปนมาหรือไม่และมีอันตรายหรือไม่ โคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกสิ่งเหล่านี้ได้แม้ว่าตัวมันเองนั้นไม่ทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์ก็ตาม แต่มันมีแหล่งกำเนิดจากลำไส้ของคนและสัตว์ ซึ่งอาจมีเชื้อโรคระบบทางเดินอาหารปะปนอยู่ เมื่อตรวจพบว่ามีเชื้อโรคโคลิฟอร์มอยู่ในน้ำใดน้ำนั้นจะไม่มีความปลอดภัย นอกจากนี้ยังมีเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายอีกหลายชนิด เช่น เชื้อรา ไวรัส สัตว์เซลเดียว และสาหร่ายบางประเภท ที่อาจจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคนและสัตว์ เชื้อจุลินทรีย์นอกจากจะใช้เป็นดัชนีบอกถึงความสกปรกของน้ำแล้วยังใช้เป็นดัชนีบอกให้ทราบว่าการทำงานของระบบบำบัดชีวภาพดีมากน้อยเพียงใดอีกด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
RAJABHAT MAHACHULAPHAKHINAI UNIVERSITY

2.4 ผลกระทบที่เกิดจากน้ำเสียหรือน้ำทิ้งชุมชน

2.4.1 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย โดยทั่วไปเชื้อโรคที่พบในน้ำเสียที่ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์ได้มี 4 ชนิด คือ แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว และ พยาธิ โดยมีสาเหตุมาจากอุจจาระของมนุษย์ปนมากับน้ำเสีย โรคติดเชื้อจากสิ่งขับถ่ายสามารถติดต่อสู่คนมี 2 วิธี คือ เกิดจากเชื้อโรคที่อยู่ในสิ่งขับถ่ายของบุคคลหนึ่งแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมแล้วเข้าสู่บุคคลอื่น และเกิดจากเชื้อโรคจากสิ่งขับถ่ายเข้าทางปาก โดยสัตว์พาหะ เช่น หนู หรือแมลงต่างๆ ที่อาศัยสิ่งขับถ่ายในการขยายพันธุ์ จะรับเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย โดยเชื้ออาจอยู่ในตัว ลำไส้ หรือในเลือดของสัตว์พาหะนั้น โดยที่คนจะได้รับเชื้อผ่านสัตว์เหล่านั้นอีกทีหนึ่ง ซึ่งองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้จำแนกเชื้อโรคตามลักษณะการติดเชื้อออกเป็น 6 ประเภท (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2558)

ประเภทที่ 1 การติดเชื้อไวรัส และโปรโตซัว สามารถทำให้เกิดโรคได้ แม้ว่าจะได้รับเชื้อเพียงเล็กน้อย และสามารถติดต่อได้ง่าย

ประเภทที่ 2 การติดเชื้อจากแบคทีเรีย จะต้องได้รับเชื้อในปริมาณที่มากพอจึงจะทำให้เกิดโรคได้ แต่ติดต่อจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งได้ยาก เชื้อนี้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสามารถแพร่พันธุ์ได้ดีในที่ที่เหมาะสม ซึ่งการปรับปรุงระบบสุขาภิบาลเพียงอย่างเดียวยังไม่พอจะต้องให้ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพควบคู่กันไปด้วย

ประเภทที่ 3 เชื้อชนิดนี้ทำให้เกิดโรคได้ทั้งในระยะแฝง และระยะฝังตัว ได้แก่ ไข่พยาธิ ซึ่งไม่สามารถติดต่อจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งได้โดยตรง แต่ต้องการสถานที่และสภาวะที่เหมาะสมเพื่อเจริญเติบโตเป็นตัวพยาธิ และเข้าสู่ร่างกายได้ ดังนั้น การจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี เช่น การกำจัดสิ่งขับถ่ายที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญ จึงเป็นการป้องกันมิให้มีสิ่งขับถ่ายปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

ประเภทที่ 4 พยาธิตัวตืดอาศัยอยู่ในลำไส้คน ไข่พยาธิจะปนเปื้อนมากับอุจจาระ ถ้าการกำจัดสิ่งขับถ่ายไม่เหมาะสมก็จะทำให้สัตว์จำพวก โค กระบือ และสุกร ได้รับไข่พยาธิจากการกินหญ้าที่มีไข่พยาธิเข้าไป ซึ่งไข่พยาธินี้เมื่อเข้าไปในร่างกายสัตว์แล้วจะกลายเป็นซีสต์ (Cyst) และฝังตัวอยู่ตามกล้ามเนื้อ คนจะได้รับพยาธิจากการรับประทานเนื้อสัตว์ดิบๆ ดังนั้น การจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี เช่น การกำจัดสิ่งขับถ่ายที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญ จึงเป็นการป้องกันมิให้มีสิ่งขับถ่ายปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

ประเภทที่ 5 พยาธิที่มีบางระยะของวงชีวิตอยู่ในน้ำ โดยพยาธิเหล่านี้จะมีระยะติดต่อตอนที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยจะเข้าสู่ร่างกายคนโดยการไชเข้าทางผิวหนัง หรือรับประทานสัตว์น้ำที่ไม่ทำให้สุก ดังนั้น การจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี เช่น การกำจัดสิ่งขับถ่ายที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญ จึงเป็นการป้องกันมิให้มีสิ่งขับถ่ายปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

ประเภทที่ 6 การติดเชื้อโดยมีแมลงเป็นพาหะ แมลงที่เป็นพาหะที่สำคัญ ได้แก่ ยุง แมลงวัน โดยยุงบางชนิดจะสามารถสืบพันธุ์ได้ในน้ำเสีย โดยเชื้อจะติดไปกับตัวแมลง เมื่อสัมผัสอาหารเชื้อก็จะปนเปื้อนกับอาหาร ดังนั้น การจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี จึงจำเป็นต่อการป้องกันพาหะเหล่านี้ ดังนั้น แนวทางหนึ่งในการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อโรค คือ จะต้องจัดระบบสุขาภิบาลตั้งแต่ระดับชุมชนให้ถูกต้องเหมาะสม และควรมีระบบการจัดการและบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนที่สามารถกำจัดเชื้อโรคในน้ำทิ้งได้ก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

2.4.2 ผลกระทบต่อการอุปโภคและบริโภค กลิ่นของน้ำที่เน่าเสียจะเปลี่ยนไป เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำจะย่อยสลายอินทรีย์ทำให้ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่มีกลิ่นเหม็นมาก และรสของน้ำเปลี่ยนไปเพราะน้ำได้รับสารเคมี กรด – ด่าง เกลือจากโรงงานอุสาหกรรมจะลดลงทำให้ค่าใช้จ่ายในขบวนการผลิตสูงขึ้น เพื่อให้ได้คุณภาพน้ำเข้าเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม

2.4.3 ผลกระทบต่อการเกษตร น้ำเสียที่มีความเป็นกรดเป็นด่างสูง หรือมีสารพิษ ไม่เหมาะสำหรับการนำมาเลี้ยงสัตว์ หรือเพาะปลูก

2.4.4 ผลกระทบต่อการประมง น้ำเสียจะทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำลดลง และยังมีสารพิษที่ทำให้พืชน้ำ และสัตว์น้ำไม่สามารถอาศัยอยู่ได้

2.4.5 ผลกระทบต่อระบบนิเวศ น้ำเสียทำลายระบบนิเวศในแหล่งน้ำให้เสียสมดุล เนื่องจากสัตว์และพืชน้ำ ได้รับผลกระทบกระเทือน

2.4.6 ผลกระทบต่อการท่องเที่ยว แหล่งน้ำต่างๆ ถ้ามีสิ่งสกปรกหรือมีสิ่งเจือปนในปริมาณมากแล้วก็ไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจเพราะเป็นสิ่งที่น่ารังเกียจ เนื่องจากมีสิ่งสกปรก และมีกลิ่นเหม็นเป็นอันตรายต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชนที่อาศัยใกล้บริเวณแหล่งน้ำเน่าเสียด้วย

2.4.7 ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ การเกิดน้ำเสียในแหล่งน้ำต่างๆ จะทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ เช่น สูญเสียพันธุ์ปลาบางชนิด จำนวนสัตว์น้ำลดลง รวมถึงการสูญเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่จะช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้น

2.5 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางขนาดและบางประเภท

ประเทศไทยได้กำหนดค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางขนาด และบางประเภท ตามประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางขนาดและบางประเภท โดยตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 11 ตอนพิเศษ 9ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 55 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษและโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดออกสู่สิ่งแวดล้อมไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางขนาดและบางประเภท

พารามิเตอร์	หน่วย	มาตรฐานกำหนดสูงสุดตามประเภท มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง				
		ก	ข	ค	ง	จ
1. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	-	5 – 9	5 – 9	5 - 9	5 - 9	5 – 9
2. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand)	mg/l	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 200
3. ปริมาณของแข็ง	mg/l					
- ค่าสารแขวนลอย (Suspended Soilds)		ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 60
- ค่าตะกอนหนัก (Settleable Solids)		ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน0.5	ไม่เกิน 0.5	-
- ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid)		ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	-
4. ค่าซัลไฟต์(Sulfide)	mg/l	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 3.0	ไม่เกิน 4.0	-
5. ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen)	mg/l	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 40	-
6. น้ำมันและไขมัน (Fat , Oil and Grease)	mg/l	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 100

ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.2 สรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

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

ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.6 สภาพทั่วไปของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเป็นสถาบันอุดมศึกษาซึ่งมีกระบวนการดำเนินงานที่หลากหลาย โดยมีกระบวนการหลัก คือ การให้บริการด้านการจัดการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีพื้นที่รวมทั้งหมด 454 ไร่ ตั้งอยู่เลขที่ 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม อยู่ทางทิศเหนือของจังหวัดมหาสารคาม อยู่ใกล้แม่น้ำชีทางทิศเหนือ และมีอ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจานอยู่ทางทิศใต้ มีลำห้วยคะคางเป็นลำห้วยธรรมชาติไหลผ่าน ซึ่งมีความยาวตลอดสาย 47 กิโลเมตร ทั้งนี้ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามยังมีแหล่งน้ำผิวดินอยู่ทั้งหมด 2 แหล่ง

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเปิดสอนในระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก มีทั้งหลักสูตรทั่วไปและหลักสูตรภาคสมทบ ประกอบด้วยคณะทั้งหมด 10 คณะ และ 1 โรงเรียน ได้แก่ คณะครุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาการจัดการ คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะนิติศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัยและโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามมีบุคลากรทั้งหมดจำนวน 1,028 คน นักศึกษาจำนวน 23,793 คน มีจำนวนอาคารเรียนทั้งหมด 37 หลัง ซึ่งอาคารต่างๆ จะกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯ และมีการสับเปลี่ยนหมุนเวียนเพื่อใช้เป็นห้องเรียนและสถานที่ฝึกอบรมทั้งบุคลากรภายในและภายนอกอยู่เสมอ (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2558)

2.6.1 ลักษณะการใช้น้ำ

ลักษณะการใช้น้ำของกลุ่มอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามโดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับลักษณะการดำเนินกิจกรรม ตลอดจนจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำกิจกรรมในอาคารนั้นๆ อาคารเรียนที่มีจำนวนรายวิชาที่ทำการสอนมากและมีจำนวนนักศึกษาใช้เป็นสถานที่ศึกษามาก อาคารนั้นก็จะมีปริมาณการใช้น้ำที่สูงกว่าอาคารที่นักศึกษาเข้าไปใช้ศึกษาที่น้อยกว่า โดยที่ลักษณะของการใช้น้ำโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบการใช้ชำระล้าง อันหมายถึง การใช้น้ำล้างหน้า ล้างมือ ล้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนการใช้น้ำชำระล้างสิ่งปฏิกูล อาทิเช่น ปัสสาวะ อุจจาระ

ทั้งนี้มีบางอาคารที่มีลักษณะของการใช้น้ำที่มีความจำเพาะเจาะจงได้แก่ อาคารศูนย์อาหาร โดยภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจะมีศูนย์อาหารอยู่ 2 อาคาร ซึ่งทั้งสองอาคารดังกล่าวจะมีลักษณะของการใช้น้ำที่เน้นไปในทางเพื่อใช้ในการทำความสะอาดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหารและบรรจุอาหารเป็นหลัก จะมีการใช้น้ำในกรณีอื่นน้อยมาก และอาคารอีกจำพวกหนึ่งได้แก่ อาคารหอพักนักศึกษา และอาคารหอพักอาจารย์ ที่จะมีการใช้น้ำในหลายลักษณะ เช่น ใช้ในการชำระร่างกาย ใช้ชำระล้างสิ่งของหรือวัสดุอุปกรณ์ สาเหตุที่ทำให้อาคารทั้งสองมีการใช้น้ำในลักษณะที่หลากหลายกว่าอาคารอื่นๆ เนื่องจากสองอาคารดังกล่าวได้ใช้เป็นที่อยู่อาศัยของทั้งนักศึกษาและคณาจารย์ตามลำดับ

2.6.2 แหล่งรองรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ

แหล่งรองรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามในปัจจุบัน โดยได้มีการระบายน้ำทิ้งผ่านท่อระบายลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติด้วยกัน 2 แหล่ง ดังนี้

1) ห้วยคะคาง

ห้วยคะคาง มีต้นกำเนิดมาจากอ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน ตำบลเลิงจาน อำเภอเมืองมหาสารคาม มีความยาวตลอดสายน้ำประมาณ 47 กิโลเมตร ไหลคดเคี้ยววนอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองลงสู่แม่น้ำชีที่บริเวณ ตำบลท่าตูม อำเภอเมือง บางส่วนไหลผ่านพื้นที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ลำห้วยคะคางเป็นสายน้ำธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อชุมชนเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเทศบาล เพราะใช้ประโยชน์เป็นแหล่งรองรับภาวะน้ำท่วมในคราวมีน้ำหลาก อีกทั้งยังเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้ง และช่วยระบายน้ำเสียจากชุมชนไหลลงสู่แม่น้ำชีในที่สุด (สำนักชลประทานที่ 6, 2558)

2) สระน้ำข้างอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา

สระน้ำข้างอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา เป็นสระที่ทางมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำการขุดลอกขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์เป็นแหล่งรองรับน้ำตามธรรมชาติและเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งก่อนที่จะระบายลงสู่ห้วยคะคางโดยน้ำทิ้งที่ระบายลงสระข้างอาคาร 15 ชั้น เป็นน้ำทิ้งที่ระบายมาจากอาคารบางส่วนในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามและเนื่องจากน้ำทิ้งที่ระบายจากอาคารไม่ได้ผ่านกระบวนการบำบัดจึงส่งผลให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรม

2.7 ความสำคัญของพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา

2.7.1 ความเป็นกรด – ด่าง (pH)

พีเอช เป็นลักษณะทางเคมีของน้ำอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญมาก และมีความสัมพันธ์กับระบบต่างๆ มากมาย งานวิเคราะห์น้ำมักจะวัดพีเอชด้วยทุกครั้ง เนื่องจากสามารถวัดได้ง่าย วิศวกรสิ่งแวดล้อมใช้พีเอชเป็นตัวควบคุมกระบวนการต่างๆ ทั้งในด้านน้ำดีและน้ำเสีย เช่น ระบบผลิตน้ำประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย การตกตะกอน กระบวนการโคแอกกูเลชัน การกัดกร่อน เป็นต้น พีเอชสามารถใช้หาสภาพด่าง ค่าคาร์บอนไดออกไซด์ และสมดุลกรดด่างอื่นๆ ได้ตลอดจนแสดงค่าความเข้มข้นของความเป็นกรด ด่างของสารละลายได้ ในทางทฤษฎีถือว่า พีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 0 – 14 น้ำบริสุทธิ์มีพีเอชเท่ากับ 7 น้ำที่มีพีเอชสูงกว่า 7 ถือว่าเป็นด่าง ส่วนน้ำที่มีพีเอชต่ำกว่า 7 ถือว่าเป็นกรด (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2543)

2.7.2 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี เป็นการวัดความสกปรกของน้ำเสียในเทอมของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยได้ภายใต้ที่มีออกซิเจน การหาค่าบีโอดีเป็นกระบวนการทดสอบทางชีววิทยาเพื่อหาปริมาณออกซิเจน ซึ่งแบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียภายใต้สภาวะที่เหมือนกับที่เกิดในธรรมชาติที่สุด เพื่อที่จะให้การวิเคราะห์เป็นกระบวนการวิเคราะห์ จึงต้องทำให้ปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่ออัตราการย่อยสลายคงที่ นั้นคือ ค่าบีโอดีมาตรฐานที่ต้องบ่ม (Incubate) ที่อุณหภูมิ 20˚C เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งสาเหตุที่ใช้อุณหภูมิและระยะเวลาดังกล่าวเพราะที่อุณหภูมิ 20˚C เป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิทั่วไปของน้ำ และไนตริฟิเคชั่น แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมินี้ จากการศึกษาพบว่า สารอินทรีย์จะถูกย่อยได้เกือบหมดในเวลา 20 วัน หรือประมาณร้อยละ 95 – 99 แต่ในการวิเคราะห์นั้นระยะเวลาทดลองนานเกินไปอาจไม่ทันกับสถานการณ์

ดังนั้น จึงกำหนดเวลา 5 วัน ซึ่งสารอินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกย่อยสลายได้และในระยะเวลา 5 วัน ค่าที่ได้ไม่ถูกรบกวนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (ยุพดี วัยคุณา, 2542)

ถ้าน้ำเสียที่มีความสกปรกสูงจำเป็นต้องทำให้ปริมาณความสกปรกเจือจางลงอยู่ในระดับซึ่งสมมูลพอดีกับปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ การวิเคราะห์นี้เกี่ยวข้องกับแบคทีเรียในน้ำ จึงจำเป็นที่จะทำให้มีสภาพที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย กล่าวคือ ไม่มีสารพิษแต่อาหารเสริมสำหรับแบคทีเรียอยู่เพียงพอ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เป็นต้น (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์, 2540)

ความสำคัญของค่าบีโอดี

1) เพื่อหากำลังความสกปรกของน้ำเสียต่างๆ ในแง่ของออกซิเจนที่ต้องการใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์

2) ใช้หาปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ เพื่อนำไปหาการออกซิไดซ์ที่เกิดหรือเพื่อหาอัตราที่ BOD ถูกใช้ไป

3) ใช้ในการควบคุมความสกปรกของลำธาร แม่น้ำ ว่าควรกำจัดสารอินทรีย์ที่ทิ้งลงในแม่น้ำแค่ไหน เพื่อที่จะได้รับออกซิเจนในน้ำเหลืออยู่ตามความต้องการ

4) ใช้วัดความสามารถของแหล่งน้ำที่จะกำจัดความสกปรกโดยธรรมชาติ

5) ใช้ตรวจหาคุณภาพน้ำทิ้งที่ปล่อยลงแม่น้ำ

6) ใช้หาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

2.7.3 น้ำมันและไขมัน (Fat Oil & Grease, FOG)

น้ำมันและไขมัน หมายถึง กลุ่มของสารอินทรีย์ที่ละลายและแขวนลอยในน้ำ ซึ่งสามารถสกัดโดยเฮกเซน หรือฟรีออน สารที่สามารถทำได้ดีในตัวทำละลายนี้ ได้แก่ ไฮโดรคาร์บอนเอสเทอร์ น้ำมัน ไขมันแวกซ์ และกรดอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงๆ ซึ่งสารเคมีเหล่านี้เป็นปัญหาในการบำบัดน้ำเสีย เพราะมันละลายน้ำได้ยากและมักจะลอยตัวอยู่ที่หน้าผิวน้ำ ทำให้เกิดปัญหาตะกอนลอย (Scum) ในถังบำบัดตะกอน สำหรับระบบโปรยกรอง และระบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ น้ำมันและไขมันจะไปเคลือบบนกลุ่มจุลชีพทำให้การถ่ายเทออกซิเจนไม่ดีทำให้ระบบเสียหาย น้ำเสียที่มีไขมันและน้ำมันปริมาณมากได้แก่ น้ำเสียจากบ้านเรือน น้ำเสียจากอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น โรงงานบรรจุอาหารกระป๋อง โรงกลั่นน้ำมัน เป็นต้น (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2543)

2.7.4 ของแข็งแขวนลอย(Suspended Solids, SS)

ปริมาณของแข็ง หมายถึง ปริมาณสารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ทั้งในลักษณะที่ละลายน้ำและที่ไม่ละลายน้ำ (Dissolved Solids) ของแข็งบางชนิดมีน้ำหนักเบาและแขวนลอยอยู่ในน้ำ (Suspended Solids) บางชนิดหนักและจมตัวลงเบื้องล่าง (Settleable Solids) ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำนี้อาจสร้างปัญหาในการอุดตันเครื่องเติมอากาศ และถ้าปล่อยทิ้งจำนวนมากจะทำให้เกิดความสกปรกและตื้นเขินในลำน้ำธรรมชาติ ตลอดจนบดบังแสงแดดที่ส่องลงสู่ท้องน้ำ

ปริมาณของแข็งแขวนลอย ได้แก่ ปริมาณสารแขวนลอยอินทรีย์หรือสารอินทรีย์ที่แขวนลอยในน้ำ สารอินทรีย์ ได้แก่ สิ่งขับถ่าย เศษอาหาร สาหร่าย ฟองสบู่ หรือแพลงก์ตอน เป็นต้น ส่วนสารอินนทรีย์ ได้แก่ ดิน หรือตะกอนอื่นๆ ที่ไม่ย่อยสลาย สารแขวนลอยในแหล่งน้ำอาจเกิดจากการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม หรือกิจกรรมด้านการเกษตร หรืออาจมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากการ

ชะล้างหน้าดินในฤดูฝน ปริมาณสารแขวนลอยมีหน่วยเป็น mg/l แหล่งน้ำที่ให้ผลผลิตทางการประมงที่ดีควรมีค่าสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 25 – 80 mg/l ถ้าอยู่ในช่วงระหว่าง
80 – 400 mg/l จะทำให้ผลผลิตลดลง ถ้ามีค่ามากกว่า 400 mg/l ใช้เลี้ยงปลาไม่ได้ผล นอกจากนี้แหล่งน้ำที่เหมาะสมจะนำมาใช้สำหรับการผลิตประปาโดยตรงควรมีค่าสารแขวนลอยไม่เกิน 25 mg/l (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

2.7.5 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS)

ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด หมายถึง ของแข็งที่ละลายเจือปนอยู่ในน้ำซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เนื่องจากมีขนาดเล็ก มีหน่วยวัดเป็น mg/l (PPM) ถ้ามี TDS มากแสดงว่ามีสารละลายแปลกปลอมมาก ค่า TDS สามารถบอกถึงค่าความกระด้างของน้ำได้ ซึ่งความกระด้างของน้ำเป็นสาเหตุของการก่อตัวของหินปูนในท่อ หรือตามวาล์ว

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเป็นเครื่องชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของน้ำ ของแข็งที่ละลายน้ำคือ ส่วนที่เหลืออยู่หลังการระเหยน้ำที่ผ่านการกรองโดย (Milipore filter) ปริมาณ TDS ยังขึ้นกับค่าความนำไฟฟ้า ค่านี้จะบอกถึงความสามารถที่น้ำตัวอย่างจะนำไฟฟ้าได้มากหรือน้อย ขึ้นกับความเข้มข้นของสารที่แตกตัวเป็นประจุไฟฟ้าในน้ำ อนินทรีย์สารที่ละลายอยู่ในน้ำมักจะแตกตัวเป็นไอออนที่มีประจุไฟฟ้าทำให้เกิดการนำไฟฟ้าขึ้น การวัดการนำไฟฟ้าถือว่าเป็นวิธีการประมาณค่าสารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำได้ใกล้เคียงความจริงมาก (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2549)

2.7.6 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)

ไนโตรเจน เป็นธาตุจำเป็นในการสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ไนโตรเจนจะเปลี่ยนสภาพเป็นแอมโมเนีย ถ้าหากในน้ำมีออกซิเจนเพียงพอก็จะถูกย่อยสลายไปเป็นไนไตรท์ และไนเตรท ดังนั้น การปล่อยน้ำเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนสูงจึงทำให้ออกซิเจนที่มีอยู่ในลำน้ำลดน้อยลง

ไนโตรเจนที่พบในลำน้ำตามแม่น้ำ ลำคลอง บึง น้ำโสโครก น้ำทิ้งที่มาจากอุตสาหกรรมต่างๆ มีอยู่หลายรูปแบบ คือ ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจน หรือ ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ที่เรียกว่า ออการ์นิกไนโตรเจนก็ได้ ทีเคเอ็น หมายถึง ผลบวกระหว่างออการ์นิกไนโตรเจนและแอมโมเนียไนโตรเจนที่อยู่ในโปรตีนของพืชและสัตว์ ที่เกิดจากกระบวนการของสิ่งมีชีวิต เช่น เกิดจากการขับถ่ายของเสีย ยกตัวอย่างเช่น ในปัสสาวะที่มียูเรีย ซึ่งในยูเรียจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เป็นต้น (สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2540)

2.7.7 ซัลไฟด์ (Sulfide, S^{2-})

ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นสารที่เป็นพิษมาก โดยขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะเวลาที่ได้รับ ซึ่งอาจจะถึงขั้นทำให้เสียชีวิตได้ถ้าได้รับในปริมาณมากในระยะเวลาอันสั้น เช่น ถ้าอยู่ในบรรยากาศที่มีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์มากกว่า 200 - 600 ppm ก็อาจจะทำให้เสียชีวิตได้ เนื่องจากเมื่อหายใจเอาก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เข้าไปในระบบหายใจ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตจะจับตัวกับเมทีโมโกลบินเกิดสารสีเขียวของซัลฟ์เมทีโมโกลบินทำให้ฮีโมโกลบิลในเลือดทำการแลกเปลี่ยนออกซิเจนไม่ได้

โดยทั่วไปปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำสามารถใช้เป็นตัวบอกอย่างคร่าวๆ ไดว่าน้ำในแหล่งน้ำนั้นอยู่ในสภาวะที่มีออกซิเจนละลายอยู่น้อยมาก และมีสภาพเป็นกรดเพียงใด ซัลไฟด์อิออน เป็นอิออนที่สามารถเกิดเป็นสารประกอบกับโลหะได้โดยตรงในน้ำได้ง่าย ตัวอย่างเช่น การเกิดปฏิกิริยาระหว่างเหล็กและซัลไฟด์ได้เป็นเฟอริกซัลไฟด์ (Iron(III) Sulfide) ในน้ำเสียซึ่งสามารถพบได้บ่อยทั้งนี้

เนื่องจากในน้ำจะมีปริมาณเหล็กอยู่ค่อนข้างสูงจึงเกิดเป็นเฟอริกซัลไฟด์ในปริมาณสูงด้วยและเนื่องจากเฟอริกซัลไฟด์เป็นตะกอนสีดำ ดังนั้น เมื่อมีประมาณเฟอริกซัลไฟด์ในน้ำจำนวนมากพอจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้น้ำเสียมีสีดำ (ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข, 2549)

2.7.8 ฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต (Phosphate, PO_4^{3-})

สารประกอบฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำธรรมชาติ อยู่ในรูปต่างๆ กัน โดยแบ่งได้เป็นออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) โพลีฟอสเฟต (Polyphosphate) และอินทรีย์ฟอสเฟต (Organic phosphate) โดยฟอสเฟตเหล่านี้อาจอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ หรืออยู่ในรูปของซากสิ่งมีชีวิตที่ไม่ละลายน้ำ (ฟอสฟอรัสในน้ำจะอยู่ในรูปของฟอสเฟต) สารอินทรีย์ฟอสเฟตในน้ำส่วนใหญ่มาจากของเสียที่ขับถ่ายมาจากมนุษย์ โดยการสลายตัวของโปรตีน และขับฟอสเฟตออกมากับปัสสาวะ นอกจากนี้แหล่งกำเนิดฟอสเฟตในน้ำยังมาจากการใช้สารซักฟอกของมนุษย์ด้วย ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิต โดยสารประกอบฟอสเฟตในเซลล์เก็บพลังงานจากการย่อยอาหารและจะปลดปล่อยพลังงานเมื่อสิ่งมีชีวิตมีกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การเคลื่อนที่ การเติบโต และการสืบพันธุ์ ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ ถ้ามีมากก็จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และสาหร่าย ในทะเลสาบหรือแหล่งน้ำปิดที่รับน้ำทิ้งที่มีสารประกอบฟอสฟอรัสมาก จะทำให้มีการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายเซลล์เดียวในน้ำมากเกินไปทำให้น้ำขุ่น กลายเป็นสีเขียวและเมื่อตายลงพร้อมกัน จะมีผลทำให้น้ำเน่าเสีย เรียกกระบวนการนี้ว่า ยูโทรฟิเคชั่น (อรทัย ชวาลภาฤทธิ์, 2545)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรรณภา เพ็งคุณ และคณะ (2550) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม โดยในการศึกษาคุณภาพน้ำได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 7 จุด และทำการเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 4 สัปดาห์ (เดือนมกราคม – เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550) พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด – ด่าง ความต้องการออกซิเจนทางเคมี ปริมาณของแข็งแขวนลอย น้ำมันและไขมันฟอสเฟตและไนโตรเจนในรูปเคทีเอ็น โดยผลการศึกษาพบว่าน้ำมีสีคล้ำ และมีตะกอน สำหรับผลของคุณภาพน้ำ พบว่า มีค่าพิสัยเฉลี่ยในทุกจุดเก็บตัวอย่างดังนี้ อุณหภูมิ 21.5 – 24.0°C ความเป็นกรด – ด่าง 5.77 – 7.31 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ 29.50 – 87.50 mg/l ความต้องการออกซิเจนทางเคมี 172 – 315 mg/l ปริมาณสารแขวนลอย 33.32 – 48.92 mg/l น้ำมันและไขมัน 8.97 – 251.05 mg/l ฟอสเฟต 0.095 – 0.142 mg/l และไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น 0.30 – 0.56 mg/l เมื่อนำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (อาคารประเภท ก) พบว่ามีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

วิชชุลดา รวยชัยภูมิ และคณะ (2551) ได้ศึกษาคุณภาพและปริมาณของน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม โดยการศึกษาคุณภาพน้ำได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 7 ชุด นำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 3 สัปดาห์ (เดือนมกราคม – เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551) พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด – ด่าง ความนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ความต้องการทางเคมี ปริมาณของแข็งแขวนลอย น้ำมันและไขมัน และฟอสเฟต โดยผลการศึกษาคุณภาพน้ำพบว่า

มีค่าเฉลี่ยในทุกจุดเก็บตัวอย่างเป็นดังนี้ อุณหภูมิ 25.0 – 26.0 °C ค่าความนำไฟฟ้า 350 – 1320 µs/cm ความเป็นกรด – ด่าง 6.00 – 8.01 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 15.40 – 19.70 mg/l ความต้องการออกซิเจนทางเคมี 216.00 – 532.00 mg/l ปริมาณของแข็งแขวนลอย 0.02 – 25.00 mg/l ปริมาณน้ำมันและไขมัน 3.33 – 9.00 mg/l ฟอสเฟต 0.00 – 0.09 mg/l และปริมาณของน้ำทิ้งต่อวัน 1,889.52 ลบ.ม./วัน เมื่อนำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (อาคารประเภท ก) พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

มณจันทร์ เมฆธน และสุมาลี ผิวพอใช้ (2552) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งในบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำทิ้ง 5 แห่งที่รองรับน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างทุกจุดค่อนข้างเป็นกรด ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าต่ำเกือบทุกจุด เฉลี่ยไม่เกิน 2 mg/l ยกเว้นจุดที่รับน้ำจากอาคารที่ทำการต่างๆ มีค่าสูงที่สุดความต้องการออกซิเจนทางเคมีมีค่าไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม (20 mg/l) นอกจากจุดที่รับน้ำทิ้งจากห้องน้ำ ซึ่งความต้องการออกซิเจนทางเคมีค่าสูงสุดในจุดนี้เช่นกัน ส่วนคุณสมบัติอื่นๆ ของน้ำยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

วัฒนาชัย มาลัย และคณะ (2554) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งบริเวณอาคารเรียน 5 และอาคารเรียน 9 ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากจุดเก็บตัวอย่าง 8 จุด คือ จุดเก็บตัวอย่างบริเวณท่อระบายน้ำทิ้งอาคารเรียน 5 ท่อระบายน้ำทิ้งอาคารเรียน 9 สระน้ำหลังอาคารเรียน 9 สระน้ำหลังโรงอาหาร 1 ระบายน้ำทิ้งข้างอาคารเรียน 2 สระน้ำข้างศูนย์ศิลปวัฒนธรรมสระน้ำฝั่งถนนแจ้งสนิทและสระน้ำฝั่งสำนักงาน ศ. อ.ศ.อ.ทุกๆ 2 สัปดาห์เป็น 4 สัปดาห์นำมาวิเคราะห์โดยวิธีของ APHA (1995) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย 24.7 °C พีเอช 6.89 ความนำไฟฟ้า เฉลี่ย 456.84 µs/cm ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด 132 mg/l บีโอดี 9.97 mg/l ซีโอดี 199.75 mg/l ไนเตรต-ไนโตรเจน 31.25 mg/l ทีเคเอ็น 12.67 mg/l ฟอสเฟต 120.92 mg/l ซัลไฟด์ 4.90 mg/l โคลิฟอร์มแบคทีเรีย 9MPN/100 ml และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 3MPN/100ml ตามลำดับซึ่งพบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดและซัลไฟด์มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานในทุกจุดเก็บและบีโอดีมีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก คือ จุดเก็บจากสระน้ำหลังโรงอาหาร 1 แสดงให้เห็นว่าน้ำทิ้งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดควรมีการบำบัดน้ำทิ้งก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

อนุสรณ์ บันลือพืช และคณะ (2554) ได้ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำทิ้งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 4 แหล่ง คือ บริเวณสนามเปตองประตู 1 หอสมุดเก่าและหน้าอาคาร 4 ทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นเวลา 4 เดือน นำมาตรวจวิเคราะห์โดยวิธีของ APHA (1995) พบว่า น้ำทิ้งจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชมีคุณลักษณะดังนี้ ค่าความเป็นกรด – ด่าง 6.44, 6.70, 6.65 และ 6.72 สารแขวนลอย 24.75, 30.67, 25.75 และ 40.92 mg/l ตะกอนหนัก 0.19, 0.20, 0.12 และ 0.26 mg/l บีโอดี เฉลี่ย 17.64, 29.63, 7.36 และ 110.33 mg/l ออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ย 4.05, 3.92, 6.19 และ 2.32 mg/l ซัลไฟด์ เฉลี่ย 0.74, 0.97, 0.82 และ 1.15 mg/l ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น เฉลี่ย 1.16, 2.12, 0.27 และ 7.92 mg/l และฟอสเฟตในรูปออโธฟอสเฟต เฉลี่ย 0.34, 0.28, 0.09 และ 1.98 mg/l ตามลำดับ

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำทิ้งจากแหล่งที่ 1 และ 3 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ได้ส่วนน้ำทิ้งจากแหล่งที่ 2 และ 4 มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของน้ำทิ้งตามกฎหมายกำหนดควรมีการบำบัดน้ำทิ้งตามกฎหมายควรมีการบำบัดน้ำทิ้งก่อนปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีลำดับการศึกษาดังนี้

3.1 พื้นที่ศึกษา

3.2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

3.3 การเก็บตัวอย่าง

3.4 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

3.5 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษา

พื้นที่ศึกษา คือ ท่อระบายน้ำทิ้งจากจากอาคารที่ไหลออกมาตามแนวเส้นท่อของแต่ละอาคาร แล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

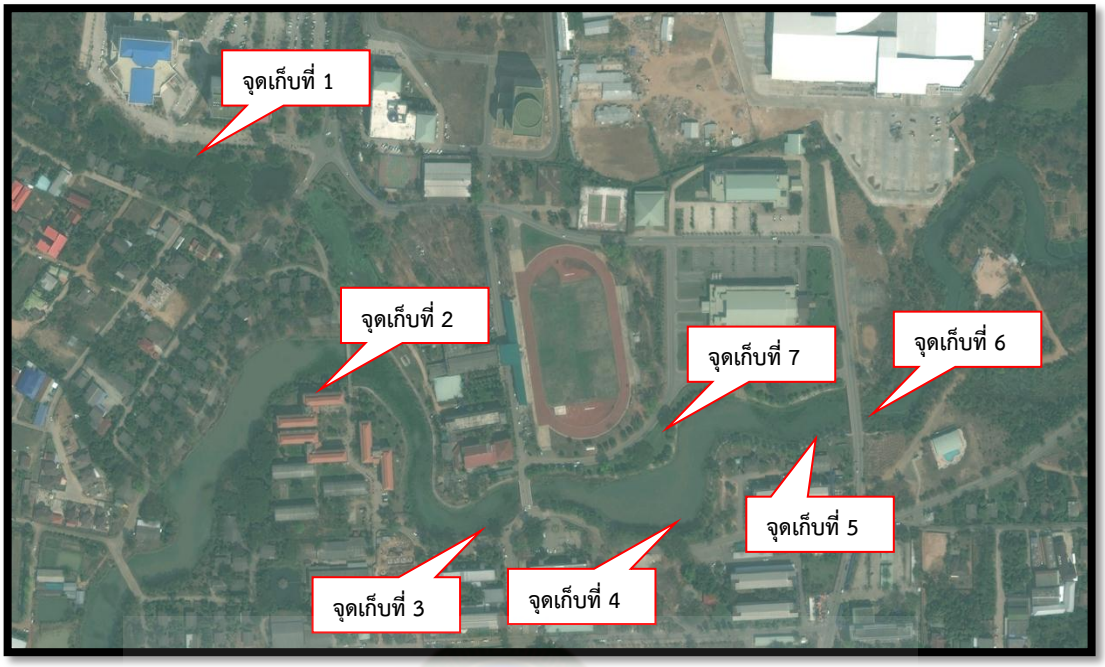
3.2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

จากการศึกษาเบื้องต้นคณะผู้วิจัยได้พิจารณาจุดเก็บตัวอย่างน้ำจากปลายท่อที่มีการระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสาคาม โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากปลายท่อระบายน้ำทิ้งได้ทั้งหมดจำนวน 7 จุด ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จุดเก็บตัวอย่าง	รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง
จุดเก็บที่ 1	ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา
จุดเก็บที่ 2	ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
จุดเก็บที่ 3	ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
จุดเก็บที่ 4	ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง
จุดเก็บที่ 5	ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์
จุดเก็บที่ 6	ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไป หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา
จุดเก็บที่ 7	ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา



ภาพที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

3.3 การเก็บตัวอย่าง

3.3.1 เก็บตัวอย่างน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้งที่ระบายออกจากอาคารต่างๆ ก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติในมหาวิทยาลัยฯ ในช่วงเวลา 08.30 - 10.30 น.

3.3.2 เก็บตัวอย่างในแต่ละจุดให้มีปริมาณเพียงพอที่จะทำการวิเคราะห์ในทุกๆ พารามิเตอร์

3.3.3 ตัวอย่างน้ำที่เก็บได้จะทำการเติมกรดสำหรับตัวอย่างน้ำที่จะทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ (Fat Oil and Grease) และรักษาตัวอย่างน้ำที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า 4˚C

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.4 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำจะทำการเก็บในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 – เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 เก็บตัวอย่างน้ำช่วงเวลา 08.30 - 10.30 น. โดยมีระยะการเก็บตัวอย่าง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำ

ครั้งที่	วัน/เดือน/ปี
1	วันที่ 3 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558
2	วันที่ 17 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558
3	วันที่ 31 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558
4	วันที่ 14 เดือน มกราคม พ.ศ. 2559

3.5 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ณ ห้องปฏิบัติการ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา วิธีการวิเคราะห์ และวิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา วิธีการวิเคราะห์ และวิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์	วิธีเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)	วิเคราะห์ทันที
ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand)	วิเคราะห์แบบ Dilution Method ใช้วิธีการ Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20˚C เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน	วิเคราะห์ทันที
ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids)	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)	แช่เย็น 4˚C
ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids)	ระเหยแห้งที่ อุณหภูมิ 103-105˚C ในเวลา 1 ชั่วโมง	แช่เย็น 4˚C
ซัลไฟด์ (Sulfide)	วิธีการไตเตรท (Titrate)	แช่เย็น 4˚C
ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen)	วิธีการเจลดาห์ล (kjeldahl)	แช่เย็น 4˚C
น้ำมันและไขมัน (Fat , Oil and Grease)	วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของไขมันและน้ำมัน	เติมกรด H_2SO_4
ฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต (Phosphate)	วิธี Spectrophotometer	แช่เย็น 4˚C

ที่มา : (มั่นสิน ตัณฑุลเวศท์, 2546)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการทดลองทุกดัชนีคุณภาพน้ำมาวิเคราะห์ โดยใช้ค่าทางสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.6.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) หมายถึง ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำเอาค่าของข้อมูลทุกค่ามารวมกันแล้วหารด้วยข้อมูลทั้งหมด เขียนเป็นสูตรและสัญลักษณ์ได้ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} xi}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum_{i=1}^{n}$ คือ ผลรวมของข้อมูล

Xi คือ ค่าข้อมูลแต่ละตัว

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าวัดการกระจายที่สำคัญทางสถิติ เพราะเป็นค่าที่ใช้บอกถึงการกระจายของข้อมูลได้ดีกว่าค่าพิสัย และส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยในการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสามารถหาได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (xi - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

Xi คือ ค่าสังเกตของข้อมูลแต่ละค่า

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่ได้จากข้อมูลของตัวอย่าง

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดของตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้งในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 เก็บตัวอย่างน้ำรวมทั้งสิ้น 7 จุด พารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ของแข็งแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด น้ำมันและไขมัน ความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซัลไฟด์ ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น และฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต ได้ผลของการศึกษา ดังนี้

4.1 ผลการสำรวจสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาจุดเก็บตัวอย่างตามทิศทางของการระบายน้ำจากอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา ลักษณะทางกายภาพของแต่ละจุดศึกษา ดังภาพที่ 4.1 - 4.7 ดังนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำขุ่น มีสีคล้ำเล็กน้อย มีกลิ่นเหม็น มีปริมาณน้ำมากและในบริเวณรอบๆ ปากท่อจะมีเศษใบไม้ ถุงพลาสติก ซึ่งจุดนี้จะรองรับน้ำเสียทั้งหมดอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา และอาคาร 34 คณะวิทยาการจัดการ ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำขุ่น สีดำคล้ำเล็กน้อย มีกลิ่นเหม็น น้ำมีปริมาณมากและในบริเวณรอบๆ ปากท่อจะมีหญ้าขึ้นปกคลุม มีถุงพลาสติกจากการทิ้งขยะบริเวณใกล้ๆ จุดนี้จะรองรับน้ำเสียทั้งหมดจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งได้แก่ หอพักเรือนหทัย หอพักเรือนขวัญ หอพักเรือนแก้ว หอพักบูรพา หอพักเฟื่องฟ้า หอพักอารี และน้ำเสียที่เกิดจากร้านอาหารภายในหอพักนั้นด้วย ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำขุ่น ดำคล้ำ มีกลิ่นเหม็น มีตะกอนจำนวนมาก น้ำไหลช้า มีน้ำขังมีแมลงและลูกน้ำ ในบริเวณรอบๆ ปากท่อจะมีเศษใบไม้จำนวนมาก ซึ่งจุดนี้จะรองรับน้ำเสียทั้งหมดจาก อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์ฯ อาคาร 7 คณะครุศาสตร์ อาคาร 37 คณะวิศวกรรมศาสตร์ และโรงอาหารโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดังภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้าอาคาร 3 (คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำใส มีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย น้ำไหลช้าแต่ไหลตลอด บริเวณรอบๆ ปากท่อจะมีเศษใบไม้ ซึ่งจุดนี้จะรองรับน้ำเสียทั้งหมดจากอาคาร 5 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเวทีกลางแจ้ง ดังภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหลังเวทีกลางแจ้ง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำขุ่น คล้ำ มีกลิ่นเหม็นมาก น้ำไหลช้าแต่ไหลตลอด บริเวณรอบๆ ปากท่อจะมีหญ้าขึ้นและมีเศษใบไม้ ซึ่งจุดนี้จะรองรับน้ำเสียทั้งหมดจากอาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังภาพที่ 4.5

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.5 จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 อาคาร 10 (ศูนย์วิทยาศาสตร์)

จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 6 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำขุ่น ดำคล้ำเล็กน้อย มีกลิ่นเหม็นมาก น้ำมีปริมาณมาก มีฟอง และในบริเวณรอบๆ ปากท่อจะมีเศษใบไม้และกิ่งไม้ จุดนี้จะรองรับน้ำเสียทั้งหมดอาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาคาร 33 คณะนิติศาสตร์ หอพัก และรับน้ำเสียจากชุมชนศรีสวัสดิ์ เป็นต้น ดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานข้ามห้วยคะคางไปอาคาร 31 (หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า น้ำใส ไม่มีกลิ่นเหม็น น้ำไหลช้าแต่ไหลตลอดเวลา จุดนี้จะรองรับน้ำเสียทั้งหมดจากหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา ดังภาพที่ 4.7

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.7 จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 (หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา)

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ผลการวิเคราะห์น้ำในแต่ละพารามิเตอร์ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ที่ทำการศึกษาในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 – เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 4.1 และเพื่อพิจารณาแต่ละพารามิเตอร์ได้ผลการศึกษาดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทิ้งที่ระบายจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

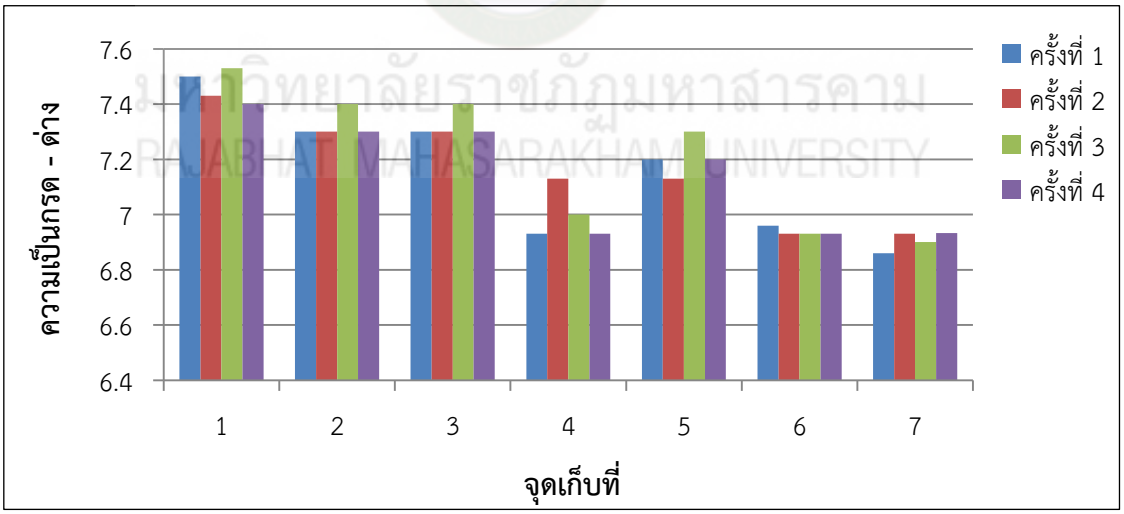
จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	**ดัชนีวัดคุณภาพน้ำ**							
	pH	**BOD (mg/l)**	**SS (mg/l)**	**TDS (mg/l)**	**S^{2-} (mg/l)**	**TKN (mg/l)**	**FOG (mg/l)**	**PO_4^{3-} (mg/l)**
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	7.46	43.20	16.60	158.65	0.05	1.90	1.93	3.56
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยฯ	7.32	73.62	35.10	280.63	0.06	1.33	4.66	7.04
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้าอาคาร 3 คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์	7.32	49.72	81.73	549.86	0.14	4.52	2.31	5.32
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณหลังเวทีกลางแจ้ง	6.99	25.75	18.46	181.66	0.02	0.84	1.53	3.84
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	7.20	37.89	16.60	149.86	0.05	1.71	2.83	5.71
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	6.93	25.06	12.17	136.52	0.02	1.40	2.22	3.90
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	6.90	20.53	6.58	88.03	0.02	0.77	1.4	0.93
ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (ประเภท ก)	**5-9**	**ไม่เกิน 20**	**ไม่เกิน 30**	**ไม่เกิน 500**	**ไม่เกิน 1.0**	**ไม่เกิน 35**	**ไม่เกิน 20**	**-**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2.1 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้งที่เกิดจากอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในจุดเก็บที่ 1 ถึง 7 มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – ด่าง อยู่ในช่วง 6.90 – 7.53 ดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.8

ตารางที่ 4.2 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ความเป็นกรด – ด่าง (pH)					
ครั้งที่เก็บ / จุดที่เก็บ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย
จุดเก็บที่ 1	7.50 ± 0.00	7.43 ± 0.05	7.53 ± 0.23	7.40 ± 0.00	7.53
จุดเก็บที่ 2	7.30 ± 0.00	7.30 ± 0.00	7.40 ± 0.00	7.30 ± 0.00	7.32
จุดเก็บที่ 3	7.33 ± 0.05	7.30 ± 0.00	7.40 ± 0.00	7.30 ± 0.00	7.32
จุดเก็บที่ 4	6.93 ± 0.05	7.13 ± 0.11	7.00 ± 0.00	6.93 ± 0.05	6.99
จุดเก็บที่ 5	7.20 ± 0.00	7.13 ± 0.05	7.30 ± 0.00	7.20 ± 0.00	7.20
จุดเก็บที่ 6	6.96 ± 0.05	6.93 ± 0.05	6.93 ± 0.11	6.93 ± 0.05	6.93
จุดเก็บที่ 7	6.86 ± 0.11	6.93 ± 0.11	6.90 ± 0.10	6.93 ± 0.05	6.90



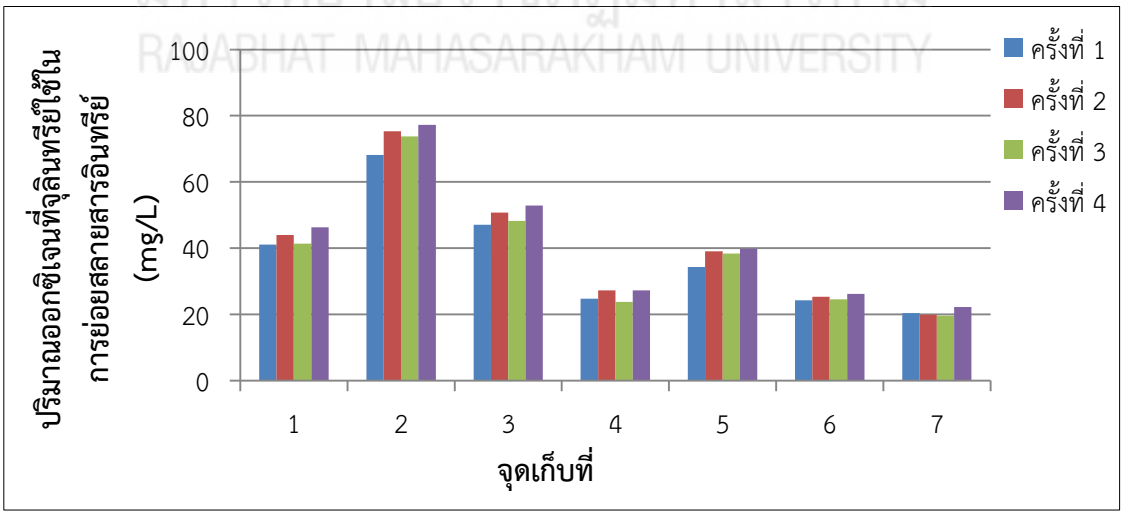
ภาพที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4.2.2 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้ง ที่เกิดจากอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในจุดเก็บที่ 1 ถึง 7 มีค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ อยู่ในช่วง 20.53 - 73.62 mg/l ดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.3 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) (mg/l)					
ครั้งที่เก็บ / จุดที่เก็บ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย
จุดเก็บที่ 1	41.08 ± 4.96	44.00 ± 2.41	41.40 ± 7.44	46.33 ± 8.40	43.20
จุดเก็บที่ 2	68.16 ± 10.12	75.33 ± 7.50	73.75 ± 4.99	77.25 ± 8.89	73.62
จุดเก็บที่ 3	47.08 ± 9.63	50.75 ± 1.39	48.25 ± 0.75	52.83 ± 6.57	49.72
จุดเก็บที่ 4	24.75 ± 0.75	27.25 ± 0.43	23.75 ± 9.95	27.25 ± 4.02	25.75
จุดเก็บที่ 5	34.3 ± 3.12	39.0 ± 4.47	38.3 ± 3.12	39.8 ± 2.55	37.89
จุดเก็บที่ 6	24.2 ± 3.19	25.3 ± 3.60	24.5 ± 0.86	26.1 ± 7.18	25.06
จุดเก็บที่ 7	20.41 ± 2.75	19.91 ± 8.80	19.58 ± 5.79	22.25 ± 6.85	20.53

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

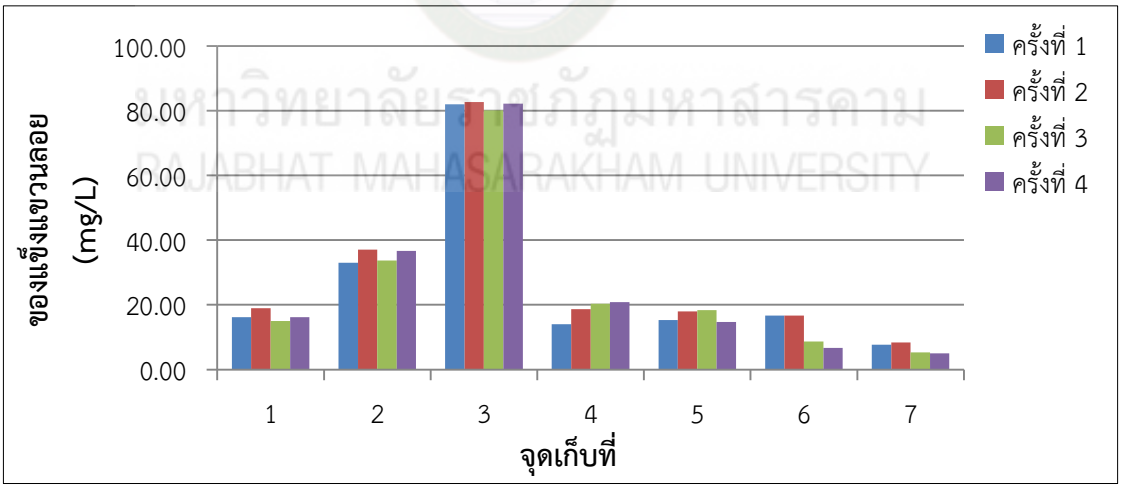


ภาพที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ของน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4.2.3 ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้ง ที่เกิดจากอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในจุดเก็บที่ 1 ถึง 7 มีค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอย อยู่ในช่วง 6.58 - 81.73 mg/l ดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.10

ตารางที่ 4.4 ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ของแข็งแขวนลอย (SS) (mg/l)					
ครั้งที่เก็บ / จุดที่เก็บ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย
จุดเก็บที่ 1	16.17±1.76	19.00±4.00	15.05±2.09	16.17±0.76	16.60
จุดเก็บที่ 2	32.97±0.47	37.05±2.80	33.67±4.73	36.72±1.75	35.10
จุดเก็บที่ 3	82.00±7.81	84.00±3.06	80.13±1.62	82.13±1.45	81.73
จุดเก็บที่ 4	14.00±1.00	18.67±1.53	20.33±3.51	20.83±3.09	18.46
จุดเก็บที่ 5	15.33±2.47	18.00±1.00	18.33±0.58	14.72±2.90	16.60
จุดเก็บที่ 6	16.67±2.08	16.67±3.21	8.67±2.52	6.67±3.06	12.17
จุดเก็บที่ 7	7.67±4.04	8.33±1.15	5.33±2.08	5.00±1.73	6.58

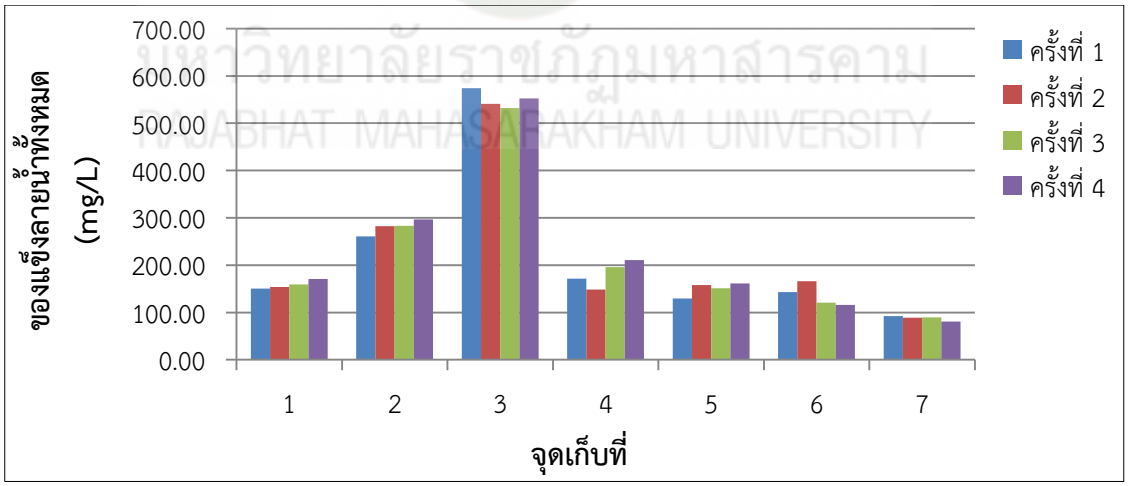


ภาพที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอย ของน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4.2.4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้ง ที่เกิดจากอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในจุดเก็บที่ 1 ถึง 7 มีค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำ อยู่ในช่วง 88.03 - 549.86 mg/l ดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.11

ตารางที่ 4.5 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) (mg/l)					
ครั้งที่เก็บ / จุดที่เก็บ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย
จุดเก็บที่ 1	150.75±0.01	153.87±0.03	159.44±0.01	170.56±0.01	158.65
จุดเก็บที่ 2	261.07±0.00	282.23±0.01	282.78±0.03	296.45±0.02	280.63
จุดเก็บที่ 3	573.87±0.02	541.13±0.03	532.22±0.03	552.22±0.01	549.86
จุดเก็บที่ 4	171.63±0.01	148.33±0.02	196.11±0.00	210.55±0.01	181.66
จุดเก็บที่ 5	129.40±0.01	157.80±0.01	151.11±0.02	161.11±0.01	149.86
จุดเก็บที่ 6	143.30±0.01	166.10±0.00	166.10±0.00	116.11±0.03	136.52
จุดเก็บที่ 7	92.57±0.01	89.00±0.00	89.00±0.00	80.88±0.01	88.03

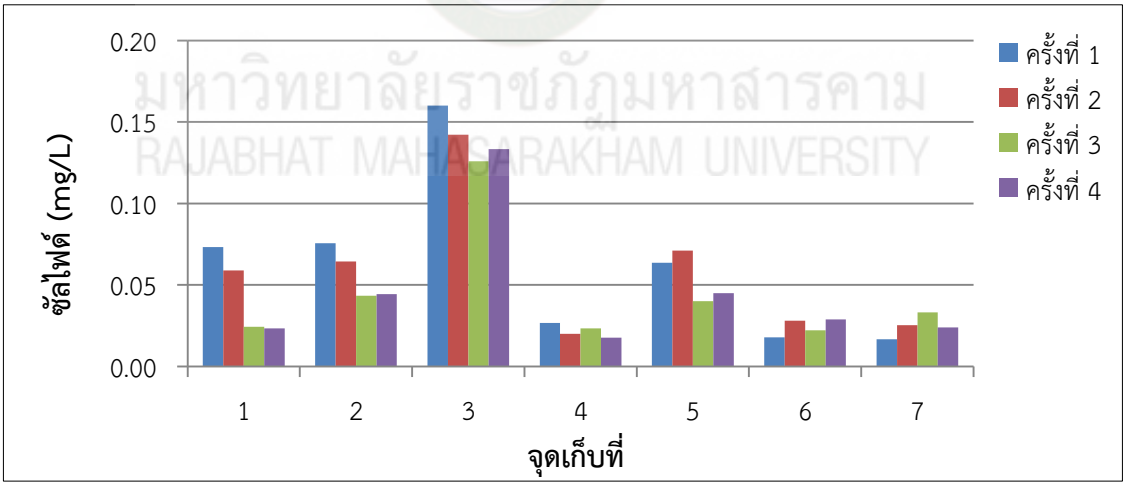


ภาพที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ของน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4.2.5 ซัลไฟด์ (Sulfide, S^{2-}) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้ง ที่เกิดจากอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในจุดเก็บที่ 1 ถึง 7 มีค่าเฉลี่ยซัลไฟด์ อยู่ในช่วง 0.02 – 0.14 mg/l ดังตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.12

ตารางที่ 4.6 ซัลไฟด์ (Sulfide, S^{2-}) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ซัลไฟด์ (S^{2-}) (mg/l)					
ครั้งที่เก็บ / จุดที่เก็บ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย
จุดเก็บที่ 1	0.07±0.01	0.06±0.03	0.02±0.01	0.02±0.01	0.05
จุดเก็บที่ 2	0.08±0.00	0.06±0.01	0.04±0.03	0.04±0.02	0.06
จุดเก็บที่ 3	0.16±0.02	0.14±0.03	0.13±0.03	0.13±0.01	0.14
จุดเก็บที่ 4	0.03±0.01	0.02±0.02	0.02±0.00	0.02±0.01	0.02
จุดเก็บที่ 5	0.06±0.01	0.07±0.01	0.04±0.02	0.05±0.01	0.05
จุดเก็บที่ 6	0.02±0.01	0.03±0.00	0.02±0.02	0.03±0.03	0.02
จุดเก็บที่ 7	0.02±0.01	0.03±0.00	0.03±0.01	0.02±0.01	0.02

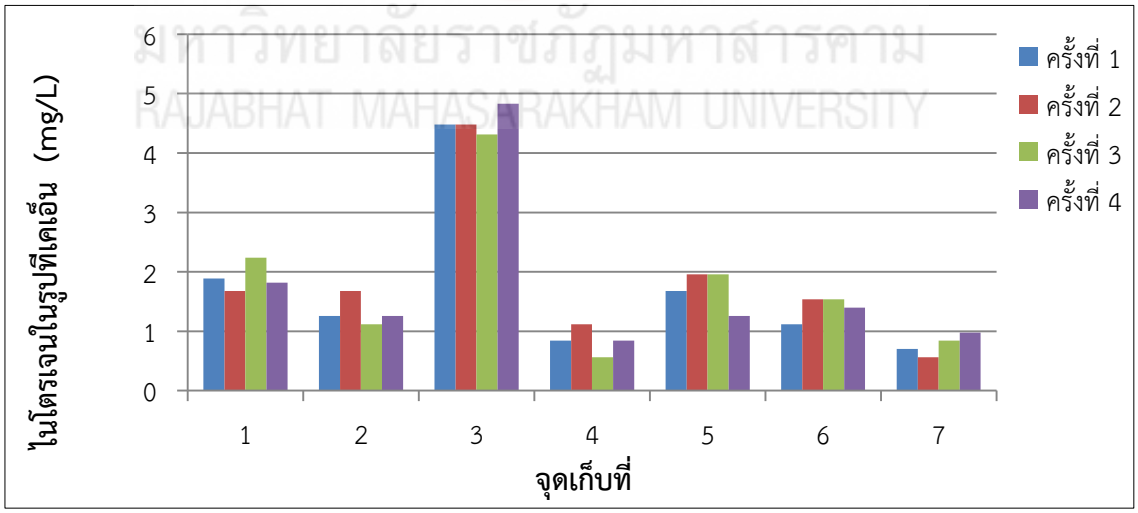


ภาพที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยซัลไฟด์ ของน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4.2.6 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้ง ที่เกิดจากอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในจุดเก็บที่ 1 ถึง 7 มีค่าเฉลี่ยไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น อยู่ในช่วง 0.77 - 4.52 mg/l ดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.13

ตารางที่ 4.7 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN) (mg/l)					
ครั้งที่เก็บ / จุดที่เก็บ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย
จุดเก็บที่ 1	1.89 ± 0.29	1.68 ± 0.00	2.24 ± 0.00	1.12 ± 0.00	1.90
จุดเก็บที่ 2	1.26 ± 0.59	1.68 ± 0.00	1.12 ± 0.00	1.26 ± 0.59	1.33
จุดเก็บที่ 3	4.48 ± 0.00	4.48 ± 0.00	4.31 ± 0.55	4.83 ± 0.04	4.52
จุดเก็บที่ 4	0.84 ± 0.00	1.12 ± 0.79	0.56 ± 0.39	0.84 ± 0.59	0.84
จุดเก็บที่ 5	1.68 ± 0.00	1.96 ± 1.16	1.96 ± 0.00	1.26 ± 0.19	1.71
จุดเก็บที่ 6	1.12 ± 0.39	1.54 ± 0.19	1.54 ± 0.19	1.40 ± 0.00	1.40
จุดเก็บที่ 7	0.70 ± 0.19	0.56 ± 0.00	0.84 ± 0.79	0.98 ± 0.59	0.77

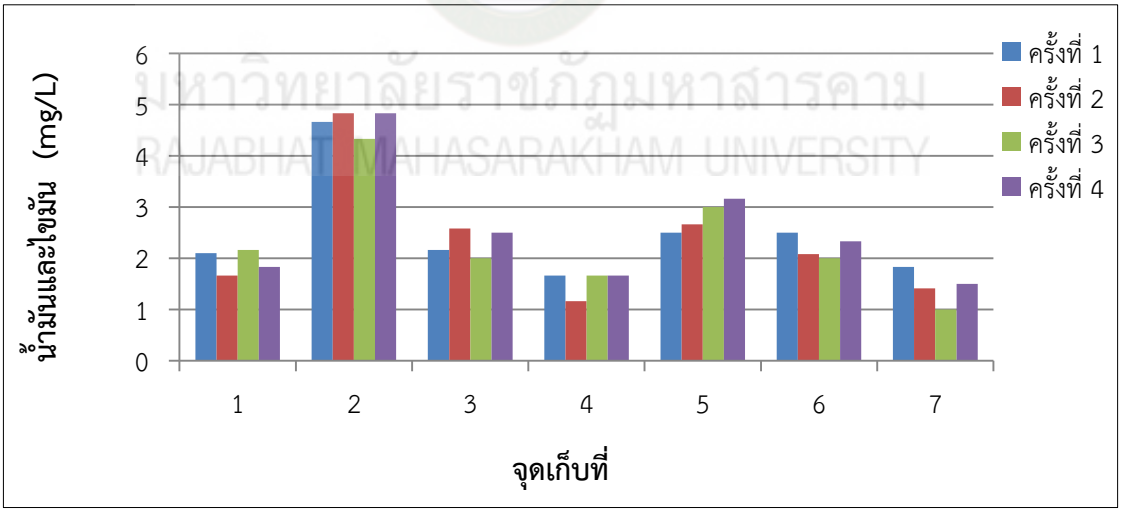


ภาพที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ของน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4.2.7 น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease, FOG) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้ง ที่เกิดจากอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในจุดเก็บที่ 1 ถึง 7 มีค่าเฉลี่ยน้ำมันและไขมัน อยู่ในช่วง 1.43 - 4.66 mg/l ดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.14

ตารางที่ 4.8 น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease, FOG) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

น้ำมันและไขมัน (FOG) (mg/l)					
ครั้งที่เก็บ / จุดที่เก็บ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย
จุดเก็บที่ 1	2.16 ± 0.28	1.66 ± 0.28	2.16 ± 0.28	1.83 ± 0.76	1.93
จุดเก็บที่ 2	4.66 ± 1.60	4.83 ± 1.04	4.33 ± 1.04	4.83 ± 0.28	4.66
จุดเก็บที่ 3	2.16 ± 0.57	2.58 ± 1.12	2.00 ± 0.50	2.50 ± 0.50	2.31
จุดเก็บที่ 4	1.66 ± 0.76	1.16 ± 0.57	1.66 ± 0.57	1.16 ± 0.76	1.53
จุดเก็บที่ 5	2.50 ± 0.50	2.66 ± 0.28	3.00 ± 0.86	3.16 ± 1.52	2.83
จุดเก็บที่ 6	2.50 ± 0.50	2.08 ± 1.01	2.00 ± 0.86	2.33 ± 0.76	2.22
จุดเก็บที่ 7	1.83 ± 1.04	1.41 ± 1.45	1.00 ± 0.50	1.50 ± 0.50	1.43

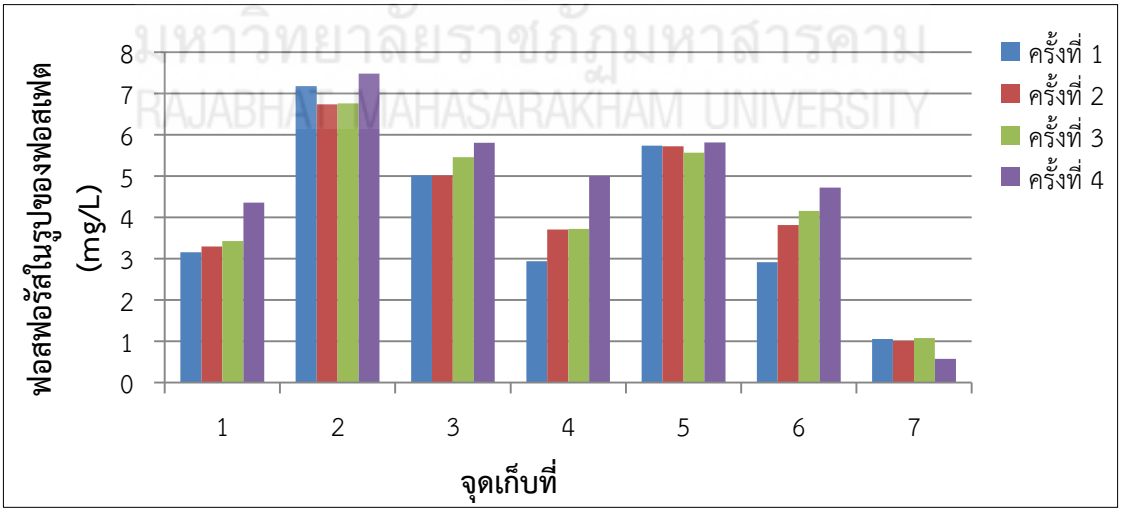


ภาพที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยน้ำมันและไขมัน ของน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4.2.8 ฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต (Phosphate, PO_4^{3-}) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้ง ที่เกิดจากอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในจุดเก็บที่ 1 ถึง 7 มีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต อยู่ในช่วง 0.93 - 7.04 mg/l ดังตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.15

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต (Phosphate, PO_4^{3-}) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต (PO_4^{3-}) (mg/l)					
ครั้งที่เก็บ / จุดที่เก็บ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย
จุดเก็บที่ 1	3.16 ± 0.02	3.30 ± 0.80	3.43 ± 0.00	4.36 ± 0.52	3.56
จุดเก็บที่ 2	7.18 ± 0.01	6.74 ± 1.99	6.76 ± 0.05	7.48 ± 0.14	7.04
จุดเก็บที่ 3	5.02 ± 0.62	5.02 ± 1.52	5.46 ± 0.18	5.81 ± 0.84	5.32
จุดเก็บที่ 4	2.94 ± 0.00	3.71 ± 0.91	3.72 ± 0.25	5.00 ± 0.48	3.84
จุดเก็บที่ 5	5.74 ± 0.18	5.72 ± 1.39	5.57 ± 0.15	5.82 ± 1.37	5.71
จุดเก็บที่ 6	2.92 ± 0.04	3.82 ± 0.93	4.16 ± 0.24	4.72 ± 0.26	3.90
จุดเก็บที่ 7	1.06 ± 0.02	1.01 ± 0.15	1.08 ± 0.85	0.58 ± 0.02	0.93



ภาพที่ 4.15 ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต ของน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 จุด ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ถึง มกราคม พ.ศ. 2559 ผลการศึกษาสามารถสรุป อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามและการนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด สามารถสรุปได้ ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำ

การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คุณภาพน้ำในลักษณะทางกายภาพและทางเคมี โดยเฉลี่ยทั้ง 7 จุด สามารถสรุปค่าเฉลี่ยได้ ดังนี้ ความเป็นกรด – ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6.90 – 7.53 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) อยู่ในช่วง 20.53 – 73.62 mg/l ของแข็งแขวนลอย (SS) อยู่ในช่วง 6.58 – 81.73 mg/l ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) อยู่ในช่วง 88.03 - 549.86 mg/l ซัลไฟด์ (S^{2-}) อยู่ในช่วง 0.02 – 0.14 mg/l ไนโตรเจนในรูป ทีเคเอ็น (TKN) อยู่ในช่วง 0.77 – 4.52 mg/l น้ำมันและไขมัน (FOG) อยู่ในช่วง 1.43 – 4.66 mg/l และฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต (PO_4^{3-}) อยู่ในช่วง 0.93 – 7.04 mg/l

5.1.2 เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ

การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เมื่อนำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร บางประเภทและบางขนาด (ประเภท ก) พบว่า มีจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 และ 3 มีปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ของแข็งแขวนลอย (SS) และของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) เกินค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร บางประเภทและบางขนาด (อาคารประเภท ก)

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ทั้งหมด 7 จุด พบว่า ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ของแข็งแขวนลอย (SS) ของจุดเก็บที่ 2 และ 3 มีค่าสูง เนื่องจากปลายท่อระบายน้ำของจุดเก็บที่ 2 เป็นน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากอาคารหอพักนักศึกษาและจุดเก็บที่ 3 เป็นน้ำเสียจากอาคารเรียนและน้ำเสียจากโรงอาหารสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อีกทั้งในปากท่อระบายน้ำทิ้งจะมีพวกเศษใบไม้แห้ง ย่อยสลายจำนวนมาก ซึ่งทำให้คุณภาพน้ำของจุดเก็บทั้งสองสกปรกและมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูง โดยเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดมีค่าไม่เกิน 30 mg/l (อาคารประเภท ก) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำทางเคมี พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ของจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 7 จุด มีค่า BOD เฉลี่ยอยู่ในช่วง 20.53 – 73.62 mg/l ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจาก

อาคารบางประเภทและบางขนาด และจุดเก็บที่มีค่าสูงที่สุดได้แก่ จุดเก็บที่ 2 (ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษา) เนื่องจากตัวอย่างน้ำจากจุดเก็บดังกล่าวเป็นน้ำเสียที่มาจากแหล่งที่อยู่อาศัยของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยน้ำทิ้งส่วนมากจะเป็นน้ำจากส้วมและจากการชำระล้าง ซึ่งประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ สบู่ ผงซักฟอก เศษอาหาร ไขมัน สารอนินทรีย์ และสิ่งปฏิกูลอื่นๆ เจือปนอยู่ ทำให้มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูง ส่งผลให้ค่า BOD สูง และเมื่อพิจารณาจากทุกจุดแล้วค่า BOD มีค่าเกินค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร บางประเภทและบางขนาด โดยเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดจะต้องมีค่าไม่เกิน 20 mg/l (อาคารประเภท ก)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรมีการศึกษาติดตามคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร และคุณภาพน้ำของห้วยคะคางช่วงที่ไหลผ่านในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในทุกๆ ปี เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มของคุณภาพน้ำทิ้งและคุณภาพน้ำห้วยคะคางเพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำและการจัดการน้ำเสียต่อไป

5.3.2 ส่งเสริมและสร้างมาตรการในการควบคุมการระบายน้ำทิ้ง ทำการทดลองออกแบบและศึกษาระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อลดปริมาณน้ำเสีย โดยการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2541). **น้ำเสีย**. ค้นเมื่อ 12 กันยายน 2558. http://www.pcd.go.th/contact/FAQs_water.html.

_____. (2546). **ผลกระทบที่เกิดจากน้ำเสีย.** ค้นเมื่อ 12 กันยายน 2558. http://www.pcd.go.th/info-serv/reg-std-water04.html.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2558). **คุณภาพน้ำทิ้ง.** ค้นเมื่อ 7 กันยายน 2558. http://local.environnet.in.th/formal_data2.php?id=623.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2543). **การบำบัดน้ำเสีย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: หจก. สยามสเตชั่นเนรี่ซัพพลายส์.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์. (2540). **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (สวสท).

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. (2539). **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข. (2549). **ซัลไฟด์**. ค้นเมื่อ 8 กันยายน 2558 http://www.kttlab.com/index.php?action=content_view&id=29.

มณจันทร์ เมฆธน และสุมาลี ผิวพอใช้. (2552). **ศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งในบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสัตว์วิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. (2543). **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2546). **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2549). **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุพดี วัยคุณา. (2542). **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา.

วรรณภา เพ็งคุณ และคณะ. (2550). **การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม**. วิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วัฒนาชัย มาลัย และคณะ. (2554). **การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร 5 และ 9 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชานี**. วิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิชชุลดา รวยชัยภูมิ และคณะ. (2551). **การศึกษาคุณภาพและปริมาณของน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม.** วิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วิทยา เพียรวิจิตร. (2546). **เทคโนโลยีการกำจัดน้ำเสีย**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงเรือนแก้วการพิมพ์.

สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. (2558). **รายงานสถิตินักศึกษาและบุคลากร.** ค้นเมื่อ 12 กันยายน 2558. http://reg.rmu.ac.th/index.php/2014-01-22-07-03-05.

อรทัย ชวาลภาฤทธิ์. (2545). **คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: จุลททอง.

อนุสรณ์ บรรลือพืช และคณะ. (2554). **การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำทิ้งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.** สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นางสาวณัฐวรรณ ระแหง
วัน เดือน ปีเกิด 3 กันยายน 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน 28 หมู่ 6 ตำบลโพธิ์ใหญ่ อำเภอพนมไพร จังหวัดร้อยเอ็ด
การศึกษา ปีการศึกษา 2552 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจาก โรงเรียนพนมไพรวิทยาคาร จังหวัดร้อยเอ็ด
ปีการศึกษา 2555 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนพนมไพรวิทยาคาร จังหวัดร้อยเอ็ด
ปีการศึกษา 2558 สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาจาก สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นางสาวทิพวรรณ ศิริวิ

วัน เดือน ปีเกิด 22 กันยายน 2536

ที่อยู่ปัจจุบัน 14 หมู่ 9 ตำบลแห่ใต้ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

การศึกษา ปีการศึกษา 2552 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจาก
โรงเรียนมัธยมวัดกลางโกสุม จังหวัดมหาสารคาม
ปีการศึกษา 2555 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก
โรงเรียนมัธยมวัดกลางโกสุม จังหวัดมหาสารคาม
ปีการศึกษา 2558 สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาจาก
สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นางสาวนวลฉวี สอนคำหาร
วัน เดือน ปีเกิด 13 ตุลาคม 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน 8 หมู่ 9 ตำบลหนองกุงศรี อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์
การศึกษา ปีการศึกษา 2552 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจาก
โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร จังหวัดกาฬสินธุ์
ปีการศึกษา 2555 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก
โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร จังหวัดกาฬสินธุ์
ปีการศึกษา 2558 สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาจาก
สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

ประเภทของอาคาร

ประเภทของอาคารแบ่งออกเป็น 5 ประเภท

1) อาคารประเภท ก หมายความถึงอาคารดังต่อไปนี้

(1.) อาคารชุดที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นห้องพักรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 500 ห้องนอนขึ้นไป

(2.) โรงแรมที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นห้องพักรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 500 ห้องนอนขึ้นไป

(3.) โรงพยาบาลของทางราชการหรือสถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาลที่มีเตียงสำหรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป

(4.) อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษาของเอกชนหรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ ที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตรขึ้นไป

(5.) อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศหรือของเอกชนที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 55,000 ตารางเมตรขึ้นไป

(6.) อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตรขึ้นไป

(7.) ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 2,500 ตารางเมตรขึ้นไป

(8.) ภัตตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 2,500 ตารางเมตรขึ้นไป

2) อาคารประเภท ข หมายความถึงอาคารดังต่อไปนี้

(1.) อาคารชุดที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 100 ห้องนอน แต่ไม่ถึง 500 ห้องนอน

(2.) โรงแรมที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นห้องพักรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 60 ห้องแต่ไม่ถึง 200 ห้อง

(3.) ห้องพักที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 250 ห้องขึ้นไป

(4.) สถานบริการที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 5,000 ตารางเมตรขึ้นไป

(5.) โรงพยาบาลของทางราชการหรือสถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาลที่มีเตียงสำหรับรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 10 เตียง แต่ไม่ถึง 30 เตียง

(6.) อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษาของเอกชนหรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ ที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 5,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 25,000 ตารางเมตร

(7.) อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศหรือของเอกชนที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 55,000 ตารางเมตร

(8.) อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 5,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 25,000 ตารางเมตร

(9.) ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 1,500 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 2,500 ตารางเมตร

(10.) ภัตตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 500 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 2,500 ตารางเมตร

3) อาคารประเภท ค หมายความถึงอาคารดังต่อไปนี้

(1.) อาคารชุดที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคาร ไม่ถึง 100 ห้องนอน

(2.) โรงแรมที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นห้องพักรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารไม่ถึง 60 ห้อง

(3.) หอพักที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 50 ห้อง แต่ไม่ถึง 250 ห้อง

(4.) สถานบริการที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 5,000 ตารางเมตร

(5.) อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศหรือของเอกชนที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 5,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 10,000 ตารางเมตร

(6.) ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 1,500 ตารางเมตร

(7.) ภัตตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 250 เมตร แต่ไม่ถึง 500 ตารางเมตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4) อาคารประเภท ง หมายความถึงอาคารดังต่อไปนี้

(1.) หอพักที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 10 ห้อง แต่ไม่ถึง 50 ห้อง

(2.) ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 500 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 1,000 ตารางเมตร

(3.) ภัตตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 100 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 250 ตารางเมตร

5) อาคารประเภท จ หมายถึงภัตตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นไม่ถึง 100 ตารางเมตร

ตารางภาคผนวก ก - 1 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางขนาดและบางประเภท

พารามิเตอร์	**หน่วย**	**มาตรฐานกำหนดสูงสุดตามประเภท มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง**				
		ก	**ข**	**ค**	**ง**	**จ**
1. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	-	5 – 9	5 – 9	5 - 9	5 - 9	5 – 9
2. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand, BOD)	mg/l	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 200
3. ปริมาณของแข็ง	mg/l					
- ค่าสารแขวนลอย (Suspended Soilds)		ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 60
- ค่าตะกอนหนัก (Settleable Solids)		ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	-
- ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid)		ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	-
4. ค่าซัลไฟด์ (Sulfide)	mg/l	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 3.0	ไม่เกิน 4.0	-
5. ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ทีเคเอ็น (TKN)	mg/l	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 40	-
6. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	mg/l	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 100

ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวก ก - 2 สรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	ตั้งแต่ 500 ห้องนอน	100 แต่ไม่ถึง 500 ห้องนอน	ไม่ถึง 100 ห้องนอน	-	-
2. โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม	ตั้งแต่ 200 ห้องนอน	60 แต่ไม่ถึง 200 ห้อง	ไม่ถึง 60 ห้อง	-	-
3. หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก	-	ตั้งแต่ 250 ห้อง	50 แต่ไม่ถึง 250 ห้อง	10 แต่ไม่ถึง 50 ห้อง	-
4. สถานบริการ	-	ตั้งแต่ 5,000 ม.2	1,000 แต่ไม่ถึง 5,000 $ม.^2$	-	-
5. โรงพยาบาลของทางราชการ หรือสถานพยาบาลตามกฎหมาย	ตั้งแต่ 30 เตียง	10 แต่ไม่ถึง 30 เตียง	-	-	-
6. อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษาของเอกชน หรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ	ตั้งแต่ 25,000 $ม.^2$	5,000 แต่ไม่เกินกว่า 25,000 $ม.^2$	-	-	-
7. อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศ หรือเอกชน	ตั้งแต่ 55,000 $ม.^2$	10,000 แต่ไม่ถึง 55,000 $ม.^2$	5,000 แต่ไม่ถึง 10,000 $ม.^2$	-	-
8. อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้า	ตั้งแต่ 25,000 $ม.^2$	5,000 แต่ไม่ถึง 25,000 $ม.^2$	-	-	-
9. ตลาด	เกินกว่าหรือ เท่ากับ 2,500 $ม.^2$	1,500 แต่ไม่ถึง 2,500 $ม.^2$	1,000 แต่ไม่ถึง 1,500 $ม.^2$	500 แต่ไม่ถึง 1,000 $ม.^2$	-
10. ภัตตาคารและร้านอาหาร	เกินกว่าหรือ เท่ากับ 2,500 $ม.^2$	500 แต่ไม่ถึง 2,500 $ม.^2$	250 แต่ไม่ถึง 500 $ม.^2$	100 แต่ไม่ถึง 250 $ม.^2$	ไม่ถึง 100 $ม.^2$

ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
วิธีการตรวจวัดและวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
วิธีการตรวจวัดและวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ความเป็นกรด - ด่าง (pH)
: โดยใช้เครื่อง pH - Meter รุ่น s 20

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องวัดพีเอช (pH – Meter)
2) บีกเกอร์ขนาด 250 cm^3
3) น้ำกลั่น
4) กระดาษทิชชู

สารเคมี

สารละลายมาตรฐานพีเอช (บัฟเฟอร์)

วิธีวิเคราะห์

1) หลังจากเปิดเครื่องพีเอชหรืออุ่นเครื่องให้เครื่องร้อนอย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน
2) ใช้น้ำล้างแท่งแก้วอิเล็กโทรดให้สะอาด ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู
3) ปรับเครื่องมือให้ได้มาตรฐานตามคำแนะนำในคู่มือของเครื่องมือด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่า pH 4.01 และ pH 7.01
4) วัดอุณหภูมิสารละลายมาตรฐานและปรับให้ตรงกับ pH ของสารละลาย ณ อุณหภูมินั้น ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งแก้วอิเล็กโทรดอีกครั้ง ซับให้แห้ง
5) ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาวัดพีเอช ต้องปล่อยให้มีอุณหภูมิห้องเสียก่อน
6) นำแท่งแก้วอิเล็กโทรดจุ่มลงในน้ำตัวอย่าง อ่านค่า pH ที่วัดได้ บันทึกผล
7) เมื่อจะวัดตัวอย่างต่อไปให้ฉีดอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น แล้วซับด้วยกระดาษทิชชู แล้วจึงวัดตัวอย่างต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand, BOD) : วิเคราะห์แบบเจือจางไม่ต้องเติมเชื้อ (Seed)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) ขวดบีโอดี (BOD bottles) ขนาด 200 – 300 ml พร้อมจุกแก้วปิดสนิท
2) ตู้อินคิวเบท (Incubator) หรือ ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
3) อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ เช่น กระบอกตวง บิวเรต ขวดรูปกรวย ปิเปต ดรอปเปอร์
4) เครื่องจ่ายลม และหัวลูกฟู่ (หัวจ่ายลม)

สารเคมี

1) น้ำกลั่น
2) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์
3) สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต
4) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์
5) สารละลายเฟริคคลอไรด์
6) สารละลายแมงกานีสซัลเฟต
7) สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์
8) กรดซัลฟุริคเข้มข้น 36 N
9) น้ำแป้ง
10) สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น 0.1 N
11) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น 0.025 N

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีเตรียมน้ำเจือจาง (Dilution Water)

1) ตวงน้ำกลั่นให้มากกว่าปริมาตรที่จะใช้ 1 L ใส่ขวดอไฟเรเตอร์หรือโถแก้ว ที่สะอาด
2) เป่าอากาศที่สะอาดเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง
3) เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ และเฟริคคลอไรด์ อย่างละ 1 ml ต่อน้ำตัวอย่างเจือจาง 1 L

วิธีวิเคราะห์

1) การเลือกปริมาตรตัวอย่างที่จะใช้ ถ้าไม่ทราบค่าบีโอดีโดยประมาณของตัวอย่างน้ำต้องหาซีโอดีก่อนหรืออาจดูค่า Rapid COD (ซีโอดีอย่างง่าย) พร้อมกับพิจารณาลักษณะของตัวอย่างน้ำ แหล่งเก็บตัวอย่างน้ำร่วมด้วย เพื่อกะประมาณค่าบีโอดี เช่น น้ำตัวอย่างที่มีค่าของแข็งละลายมาก ควรจะมีค่าซีโอดี ร้อยละ 60 – 70 ของซีโอดี หรือเมื่อทราบว่าเป็นน้ำเสียชุมชนก็ควรมีค่าบีโอดีระหว่าง 100 – 300 mg/l การเลือกปริมาณตัวอย่างนิยมเลือกให้มีปริมาณออกซิเจนเหลืออยู่อย่างน้อย 1 mg/l และ

ควรจะมีการใช้ออกซิเจนอย่างน้อย 2 mg/l เมื่อทราบค่าบีโอดีโดยประมาณ ควรเลือกปริมาณตัวอย่างที่คาดว่าจะให้บีโอดีอยู่ในช่วงที่กำหนดแล้วจึงเลือกปริมาณตัวอย่างที่ใช้ให้สูงและต่ำกว่าที่อยู่ติดกันตามตาราง เช่น ประมาณค่าบีโอดีไว้ประมาณ 100 mg/l จะเลือกใช้ปริมาณตัวอย่าง 10 ml เลือกสูงขึ้นเป็น 5 ml และต่ำลงเป็น 20 ml

ตารางภาคผนวก ข - 1 แสดงการเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วงบีโอดีต่างๆ

ปริมาณตัวอย่าง (ml)	ช่วงบีโอดี (mg/l)	อัตราเจือจาง
0.02	30,000 - 105,000	15,000
0.05	12,000 – 42,000	6,000
0.10	6,000 – 21,000	3,000
0.20	3,000 – 10,500	1,500
0.50	1,200 – 42,000	600
1.0	600 – 2,100	300
2.0	300 – 1,050	150
5.0	120 – 420	60
10.0	60 – 210	30
20.0	30 – 105	15
50.0	12 – 42	6
100	6 – 21	3
300	0 – 7	1

หมายเหตุ: ถ้าปริมาณตัวอย่างที่ใช้น้อยกว่า 1.0 ml ควรเจือจางตัวอย่างก่อนปิเปตใส่ขวดบีโอดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2) เมื่อเลือกปริมาตรตัวอย่างได้แล้ว ปิเปตตัวอย่างตามจำนวนที่เลือกไว้ลงในขวดบีโอดีขนาด 300 ml อย่างละ 2 ขวด เติมน้ำเจือจางจนเต็มขวดบีโอดี ต้องระมัดระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ ปิดฝาให้แน่น นำขวดบีโอดีขวดหนึ่งของแต่ละปริมาตรที่เลือก มาหาค่าออกวิเจนละลายที่มีเริ่มต้น สมมุติ เป็น DO_0 ส่วนอีกขวดนำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 20˚C เป็นเวลา 5 วัน

3) เมื่อครบ 5 วัน นำขวดบีโอดีที่บ่มไว้มาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ สมมุติเป็น DO_5 การคำนวณค่าบีโอดี ทำได้ดังนี้

$$\text{ค่าบีโอดี } (mg.O_2/l) = DO_0 - DO_5 \times \text{อัตราเจือจาง}$$

เมื่อ DO_0 = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันแรก

DO_5 = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันที่ 5

$$\text{อัตราเจือจาง} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำเต็มขวดบีโอดี (300 ml)}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้}}$$

การวิเคราะห์น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease : FOG)
: ใช้วิธีการสกัดด้วยกรวยแยก

เครื่องงมือและอุปกรณ์

1) กรวยแยก (Separatory funnel) ขนาด 500 ml
2) ถ้วยระเหย (Evaporation dish)
3) เครื่องอังน้ำ (Water bath)
4) กระดาษกรอง What man เบอร์ 40 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 cm
5) กรวยกรองจำนวน (Funnel)
6) บีกเกอร์ขนาด 600 ml และ 100 ml
7) เครื่องชั่งอย่างละเอียด ± 0.0001
8) โถทำแห้ง (Desiccator)

สารเคมี

1) กรดกำมะถันเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)
2) เฮกเซน (n - Hexane)
3) โซเดียมซัลเฟต ปราศจากน้ำ (Sodium Sulfate Anhydrous;Na_2SO_4)

วิธีการวิเคราะห์

1) เทตัวอย่างน้ำที่รู้ปริมาตรจำนวนหนึ่ง (500 ml หรือน้อยกว่า) ใส่บีกเกอร์ขนาด 600 ml เติมกรดกำมะถันเข้มข้นจน pH น้อยกว่า 2 (หรือประมาณ 2 ml ต่อตัวอย่างน้ำ 1 L)

2) เทตัวอย่างน้ำจากบีกเกอร์ใส่กรวยแยก เติมเฮกเซนจำนวน 10 – 15 ml เขย่าอย่างแรงประมาณ 2 นาที ตั้งทิ้งไว้ สารผสมจะแยกชั้น เฮกเซนจะอยู่ส่วนบน ส่วนตัวอย่างน้ำจะอยู่ส่วนล่าง

3) ถ่ายชั้นตัวอย่างน้ำไว้ในบีกเกอร์เดิม

4) ถ่ายชั้นของเฮกเซนซึ่งมีน้ำมันและไขมันละลายอยู่ ผ่านกรวยกรองที่มีโซเดียมซัลเฟต บนกระดาษกลองลงในถ้วยระเหยซึ่งได้ทำให้แห้งและมีน้ำหนักคงที่และได้ชั่งน้ำหนักไว้แล้ว สมมุติเป็น A กรัม

5) ทำการสกัดซ้ำ ด้วยวิธีเดียวกันนี้อีกหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งน้ำมันและไขมันถูกสกัดจากตัวอย่างหมด

6) นำถ้วยละเหยที่มีเฮกเซนและน้ำมันและไขมันละลายอยู่ ไประเหยเอาเฮกเซนออกบนเครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ 70 $^{\circ}$C จนแห้งปราศจากความชื้นแล้วปล่อยให้เย็นในโถทำแห้งประมาณ 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนัก สมมุติเป็น B g

การคำนวณ

$$\text{ไขมันและน้ำมัน (mg/l)} = \frac{(B - A) \times 10^6}{\text{ปริมาณน้ำตัวอย่าง (ml)}}$$

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยระเหย
B = น้ำหนักถ้วยระเหย รวมทั้งไขมันและน้ำมัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์ซัลไฟด์
: วิธีไอโอโดเมตริก

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) ขวดบีโอดี
2) บิวเรต ขนาด 50 ml
3) ขวดรูปกรวย
4) กระดาษกรอง GF/C ขนาด 7 cm
5) กรวยบุชเนอร์ เส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm
6) เครื่องดูดสุญญากาศ

สารเคมี

1) กรดไฮโดคลอริก เข้มข้น 6 N.
2) สารละลายมาตรฐานไอโอดีน เข้มข้น 0.025 N.
3) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N.
4) น้ำแป้ง
5) สารละลายสังกะสีอะเซเตตเข้มข้น 2 N.
6) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 6 N.

วิธีวิเคราะห์

1) หยดสารละลายสังกะสีอะเซเตต 0.45 ml ลงในขวดบีโอดีขนาด 300 ml เติมตัวอย่างน้ำจำนวน 300 ml หรือน้อยกว่า แล้วเติมน้ำกลั่นจนเป็น 300 ml (ทำตามขั้นตอนที่กำหนดให้) แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 N. 0.3 ml ขณะนี้ขวดบีโอดีจะเต็มพอดี และปิดจุก โดยไม่ให้มีช่องว่างของอากาศอยู่ภายในขวด เขย่าขวดไปมาอย่างแรง (อย่าลืมกดจุกแก้วไว้ด้วย) จนกระทั่งเกิดการตกตะกอนผลึกของสังกะสีซัลไฟด์ (ZnS) ภายในขวด ตั้งทิ้งไว้นาน 30 นาที เพื่อให้ผลึกเกิดการตกตะกอน

2) รินน้ำใสทิ้ง และกรองผลึกผ่านกระดาษกรอง GF/C เก็บกระดาษกรองที่มีผลึกตะกอนไว้วิเคราะห์ต่อไป

3) ใส่กระดาษกรองที่มีผลึกของสังกะสีซัลไฟด์ ในขวดรูปกรวยและเติมน้ำกลั่น 100 ml

4) เติมกรดไฮโรคลอริก 6 N. จำนวน 2 ml แล้วเติมสารละลายไอโอดีน 10 ml เขย่าให้เข้ากัน ในขณะนี้ตัวอย่างน้ำควรมีสีเหลืองของไอโอดีน แต่ถ้าไม่มีสีเหลืองเกิดขึ้นให้เติมสารละลายไอโอดีนอีก 5 ml เพื่อให้มีสีเกิดขึ้น ถ้ายังไม่มีสีเกิดขึ้นให้เติมสารละลายไอโอดีนจนกระทั่งมีสีเกิดขึ้น และจดปริมาตรของสารละลายไอโอดีนที่เติมทั้งหมด (สารละลายไอโอดีน 1 ml เท่ากับซัลไฟด์ 0.04 mg)

5) นำสารละลายในขวดรูปกรวยมาไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น 0.025 N. โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์จนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป (จดปริมาตรที่ใช้ไตเตรท)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การคำนวณ

ปริมาณซัลไฟด์ทั้งหมด (mg/l = [(AxB) – (CxD)] x 1600/ปริมาตรตัวอย่าง (ml)

เมื่อ A = ปริมาณ (ml) ของสารละลายไอโอดีนที่ใช้

B = ความเข้มข้น (N) ของสารละลายไอโอดีน

C = ปริมาณ (ml) ของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้

D = ความเข้มข้น (N) ของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟต (PO_4^{3-})

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) บีกเกอร์ขนาด 25 ml
2) น้ำลั่น
3) เครื่อง Spectrophoto Meter ยี่ห้อ HACH รุ่น DR/4000U
4) ปิเปต
5) จุกยาง
6) กระดาษทิชชู

สารเคมี

1) Phosphate Reagent

วิธีวิเคราะห์

1) เปิดเครื่อง Spectrophoto Meter แล้วเครื่องจะทำการ Calibarte อัตโนมัติ รอประมาณ 15 นาที

2) เลือกโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์หาฟอสเฟต โดยกดปุ่ม HAC เลือกรหัส 3025 แล้วกด ENTER

3) ปิเปตน้ำตัวอย่างลงในขวด Sample cell 10 ml ใส่ลงในเครื่องจากนั่นกด ZERO แล้วเครื่องจะอ่านค่าของน้ำกลั่น นำออกมาวางไว้ข้างนอก

4) ปิเปตน้ำตัวอย่างลงในขวด Sample cell 10 ml เติม Phosphate Reagent ลงไปให้หมดทั้งซอง เขย่า 1 นาที

5) นำขวด Sample cell ลงไปในเครื่องแล้วกดปุ่ม READ อ่านค่าที่ได้และจดบันทึก

6) ทำทั้งหมด 3 ซ้ำเพื่อความแม่นยำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์ไนโตรเจนในรูปของ ทีเคเอ็น
(Total Kjeldahl Nitrogen)

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในน้ำ

1) สารที่ใช้ในการย่อยตัวอย่าง

(1.1) $CuSO_4$ (Copper sulphate)

(1.2) K_2SO_4 (Potassium sulphate)

(1.3) H_2SO_4 (Sulphuric acid) 96 – 98 %

(1.4) NaOH (Sodium hydroxide) commercial grade

2) สารเคมีที่ใช้ในการกลั่นและการไตเตรต

(2.1) NaOH (Sodium hydroxide) Lab grade

(2.2) Boric acid

(2.3) H_2SO_4 (Sulphuric acid) 0.01M or 0.001M Standard (แล้วแต่ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง)

(2.4) Methyl red

(2.5) Methylene blue

(2.6) Ethyl alcohol 95%

การเตรียมสารเคมี

การวิเคราะห์ไนโตรเจนในน้ำ

1) การย่อยตัวอย่าง

(1.1) ใช้ตัวอย่างประมาณ 50 มิลลิลิตรต่อหลอด (20-50 mg/L of Nitrogen)

สารเคมีที่ใช้ในการย่อยตัวอย่าง

(1.1.1) สาร Catalyst ใช้ $CuSO_4$: K_2SO_4 อัตราส่วน 1:9 ชั่งมา 7 – 10 g : 1 หลอดหรือใช้ Catalyst สำเร็จรูปเป็นเม็ด 1 – 2 เม็ดต่อ 1 หลอด (สารมารถใช้สารตัวอื่นได้ตามความเหมาะสม เช่น Selenium, Potassium Sulphate : Mercuric oxide (red) (7g :350 mg) แทนได้

(1.1.2) H_2SO_4 ใช้ความเข้มข้น 96 -98% ใช้ประมาณ 10 มิลลิลิตรต่อหลอด

(1.1.3) สารละลาย NaOH (Commercial grade) ความเข้มข้น 20% เตรียมไว้ประมาณ 1 L

(1.1.4) Boiling chip เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร 2 – 3 อัน/ตัวอย่าง

2) การกลั่น

(2.1) สารเคมีที่ใช้มีดังนี้

(2.1.1) สารละลาย NaOH (Lab grade) ความเข้มข้น 40% เตรียมไว้ประมาณ 1 L

(2.1.2) สารละลาย Boric acid ความเข้มข้น 4% เตรียมไว้ประมาณ 1 L

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(2.1.3) สารละลาย H_2SO_4 ความเข้มข้น 0.01 M or 0.001 M (ขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในตัวอย่าง) ใช้สำหรับไตเตรทประมาณ 1 L

(2.1.4) สารละลาย Indicator เตรียมโดย

- สาร A คือ ชั่งสาร Methyl red 0.6 กรัม ละลายใน Ethyl alcohol 95% ปริมาตร 50 ml (สารตัวนี้ละลายค่อนข้างยาก ให้กวนทิ้งค้างคืน)
- สาร B คือชั่งสาร Methylene blue 0.1 g ละลายในน้ำกลั่น 50 ml
- เอาสาร A เติมลงในสาร B (ถ้ามีอินดิเคเตอร์ตัวอื่นที่ใช้สำหรับหาไนโตรเจนก็สามารถใช้ได้)

(2.1.5) น้ำกลั่นเตรียมใส่แกลลอนสำหรับเครื่องกลั่นประมาณ 3 – 5 L และใช้สำหรับ Cooling bath (ถ้าเครื่องมีการติดตั้ง Cooling bath) ประมาณ 20 – 25 L

การคำนวณ

$$\text{Organic Nitrogen (mg/L)} = \frac{(A-B)\times M\times 1000\times 28}{\text{Volume of sample (ml)}}$$

A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่างน้ำ

B = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการไตเตรทแบลงค์

M = ความเข้มค้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ (mole/L : M)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีวิเคราะห์ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)
: วิธีทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) ถ้วยระเหย (Evaporating Dishes) ซึ่งมีความจุ 100 ml

2) หม้ออังน้ำ (Water Bath)

3) โถทำแห้ง (Desiccator) พร้อมสารดูดความชื้นที่จะมีการเปลี่ยนสีให้เห็นเมื่อดูดความชื้นไว้มากๆ เพื่อจะได้นำไปอบไล่ความชื้นออกไปแล้วนำมาใช้ใหม่ หรือจะเปลี่ยนสารดูดความชื้นใหม่

4) ตู้อบ (Oven) ที่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

5) ตาชั่งละเอียด สามารถชั่งได้ถึง 0.0001 g

6) กระดาษกรอง GF/C (Glass Fiber Filter) ชนิดไม่มีสารอินทรีย์ติดอยู่ เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 cm

7) ชุดกรองอย่างใดอย่างหนึ่งตามความเหมาะสม

(7.1) ขวดกรอง (Membrane Filter Funnel)

(7.2) ถ้วยกรองกูช (Gooch Crucible) หรือกรวยบุชเนอร์

8) เครื่องดูดสุญญากาศ (Vaccum Pump) พร้อมขวดดูดสุญญากาศขนาด 500 - 1,000 ml เครื่องดูดนี้อาจใช้อุปกรณ์อย่างง่ายที่มีราคาถูก เช่น Aspirator (บางทีเรียกว่า Suction Pump) ที่ใช้ติดหัวก๊อกน้ำประปาและใช้แรงดันในการทำให้เกิดแรงสุญญากาศ

วิธีวิเคราะห์

1) การกรองตัวอย่าง ต่อสายยางระหว่างปลายท่อดูดของเครื่องดูดและของขวดกรอง วางกระดาษกรอง GF/C บนกรวยบุชเนอร์ เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ครั้งละ 20 ml และปล่อยให้ดูดน้ำออกจากกระดาษกรองจนหมด ทิ้งน้ำล้างไป นำตัวอย่างมาเขย่าให้เข้ากันอย่างดี (เนื่องจากน้ำตัวอย่างที่เหลือในขวดเก็บตัวอย่างจะได้นำไปวิเคราะห์ตัวอย่างอื่นได้) มากรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ที่เตรียมไว้ ให้กรองให้มากกว่าปริมาตรที่เลือกใช้ที่จะนำไประเหย (จะใช้น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจากการหาค่าของแข็งแขวนลอยก็ได้)

2) สามารถหาค่าของแข็งละลายทั้งหมดได้อีกทางหนึ่งคือ หาค่าของแข็งทั้งหมดและของแข็งแขวนลอยทั้งหมด นำมาบกันผลต่างที่ได้ คือ ค่าของแข็งละลายทั้งหมด

การคำนวณ

ของแข็งละลายทั้งหมด (mg/l) = $(B-A)/C \times 10^6$

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยระเหยอย่างเดียว, g

B = น้ำหนักถ้วยระเหยและของแข็ง, g

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)

หรือ

ของแข็งละลายทั้งหมด = ของแข็งทั้งหมด – ของแข็งแขวนลอย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (SS)
: วิธีทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) โถทำแห้ง (Desiccator) พร้อมสารดูดความชื้นที่จะมีการเปลี่ยนสีให้เห็นเมื่อดูดความชื้นไว้มากๆ เพื่อจะได้นำไปอบไล่ความชื้นออกไปแล้วนำมาใช้ใหม่ หรือจะเปลี่ยนสารดูดความชื้นใหม่

2) ตู้อบ (Oven) ที่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

3) ตาชั่งละเอียด สามารถชั่งได้ถึง 0.0001 g

4) กระดาษกรอง GF/C เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 cm

5) ชุดกรองอย่างใดอย่างหนึ่งตามความเหมาะสม

(5.1) ขวดกรอง (Membrane Filter Funnel)

(5.2) ถ้วยกรองกูช (Gooch Crucible) หรือกรวยบุชเนอร์

6) เครื่องดูดสุญญากาศ (Vaccum Pump) พร้อมขวดดูดสุญญากาศขนาด 500 – 1,000 ml เครื่องดูดนี้อาจใช้อุปกรณ์อย่างง่ายที่มีราคาถูก เช่น Aspirator (บางทีเรียกว่า Suction Pump) ที่ใช้ติดหัวก๊อกน้ำประปาและใช้แรงดันในการทำให้เกิดแรงสุญญากาศ

7) กระดาษอลูมิเนียมฟอยล์

8) ปากคีบ

วิธีวิเคราะห์

1) นำกระดาษกรอง ไปอบที่อุณหภูมิ 103-105˚C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง

2) ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง GF/C สมมุติมีน้ำหนัก A g วางบนกระดาษอลูมิเนียมฟอยล์

3) ต่อชุดเครื่องมือสำหรับกรอง ใช้ปากคีบหยิบกระดาษกรอง GF/C วางบนกรวยบุชเนอร์ เปิดเครื่องสุญญากาศ ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งติดต่อกันโดยใช้ครั้งละ 20 ml เปิดเครื่องดูดสุญญากาศต่อดูดน้ำออกจนแห้ง ทิ้งน้ำล้างไป

4) เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ใช้โดยพิจารณาจากลักษณะน้ำ ถ้าน้ำขุ่นมีของแข็งแขวนลอยมากควรใช้ปริมาตรน้อยๆ แต่ถ้าน้ำใสควรใช้ปริมาตร ตัวอย่างน้ำให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ควรเลือกให้มีค่าของแข็งแขวนลอยที่ติดบนกระดาษกรองไม่เกิน 200 mg และไม่ควรต่ำกว่า 1 mg เนื่องจากถ้ามีปริมาณของแข็งมากเกินไปอาจจะจับเอาน้ำไว้) เขย่าตัวอย่างให้เข้ากันอย่างดี เทตัวอย่างที่ทราบปริมาตรลงกรองโดยค่อยๆเททีละน้อยอย่างต่อเนื่องจนหมด ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างภาชนะที่ใช้ตวงตัวอย่างเทลงกรอง และฉีดน้ำกลั่นที่ด้านข้างของกรวยบุชเนอร์รวมทั้งบนกระดาษกรอง GF/C ปล่อยให้เครื่องดูดสุญญากาศดูดน้ำออกจนแห้ง ปิดเครื่อง

5) ใช้ปากคีบหนีบขอบกระดาษกรองขึ้นวางบนกระดาษอลูมิเนียมฟอยล์ นำไปอบที่อุณหภูมิ 103-105˚C อย่างน้อยเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง สมมุตินำหนัก B g

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6) ควรทำข้อ 5. ซ้ำ จนได้น้ำหนักคงที่หรือจนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อยกว่า 4% ของน้ำหนักครั้งก่อนหรือประมาณ 0.5 mg

การคำนวณ

ของแข็งแขวนลอย (mg/l) = $(B-A)/C \times 10^6$

เมื่อ A = น้ำหนักกระดาษกรองอย่างเดียว, g

B = น้ำหนักกระดาษกรองและของแข็ง, g

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแต่ละพารามิเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแต่ละพารามิเตอร์

1. ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

ตารางภาคผนวก ค - 1 ความเป็นกรด – ด่าง ครั้งที่ 1 วันที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	7.50	7.50	7.50	7.50	0.00
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	7.30	7.30	7.30	7.30	0.00
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	7.30	7.40	7.30	7.33	0.05
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	7.00	6.90	6.90	6.93	0.05
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	7.20	7.20	7.20	7.20	0.00
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	7.00	7.00	6.90	6.96	0.05
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	6.80	6.80	7.00	6.86	0.11

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวก ค - 2 ความเป็นกรด – ด่าง ครั้งที่ 2 วันที่ 17 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	7.50	7.40	7.40	7.43	0.05
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	7.30	7.30	7.30	7.30	0.00
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	7.30	7.30	7.30	7.30	0.00
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	7.00	7.20	7.20	7.13	0.11
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	7.10	7.10	7.20	7.13	0.05
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	6.90	6.90	7.00	6.93	0.05
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	7.00	7.00	6.80	6.93	0.11

ตารางภาคผนวก ค - 3 ความเป็นกรด – ด่าง ครั้งที่ 3 วันที่ 31 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	7.80	7.80	7.80	7.80	0.00
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	7.40	7.40	7.40	7.40	0.00
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	7.40	7.40	7.40	7.40	0.00
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	7.30	7.30	7.30	7.30	0.00
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	6.80	7.00	7.00	6.93	0.11
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	7.00	6.90	6.80	6.90	0.10

ตารางภาคผนวก ค - 5 ความเป็นกรด – ด่าง ครั้งที่ 4 วันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	7.40	7.40	7.40	7.40	0.00
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	7.30	7.30	7.30	7.30	0.00
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	7.30	7.30	7.30	7.30	0.00
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	6.90	7.00	6.90	6.93	0.05
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	7.20	7.20	7.20	7.20	0.00
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	7.00	6.90	6.90	6.93	0.05
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	6.90	6.90	7.00	6.93	0.05

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลานสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

ตารางภาคผนวก ค - 6 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลานสารอินทรีย์ (BOD) ครั้งที่ 1
วันที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	45.00	43.50	42.75	43.75	1.14
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	78.00	79.50	79.50	79.00	0.86
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	60.00	57.00	57.00	58.00	1.73
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	25.50	24.75	24.00	24.75	0.75
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	45.75	46.50	47.25	46.50	0.75
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	27.75	27.00	28.50	27.75	0.75
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	22.50	21.00	23.25	22.25	1.14

ตารางภาคผนวก ค - 7 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลานสารอินทรีย์ (BOD) ครั้งที่ 2
วันที่ 17 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	30.75	30.75	24.75	28.75	3.46
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	68.25	75.00	78.00	73.75	4.99
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	40.75	39.00	35.75	38.50	2.53
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	20.25	19.50	19.50	19.75	0.43
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	34.00	31.50	35.25	33.58	1.90
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	24.00	25.50	24.00	24.50	0.86
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	18.00	18.75	14.25	17.00	2.41

ตารางภาคผนวก ค - 8 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลานสารอินทรีย์ (BOD) ครั้งที่ 3 วันที่ 31 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	30.75	30.75	24.75	28.75	3.46
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	68.25	75.00	78.00	73.75	4.99
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	40.75	39.00	35.75	38.50	2.53
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	20.25	19.50	19.50	19.75	0.43
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	34.00	31.50	35.25	33.58	1.90
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	24.00	25.50	24.00	24.50	0.86
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	18.00	18.75	14.25	17.00	2.41

ตารางภาคผนวก ค - 9 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลานสารอินทรีย์ (BOD) ครั้งที่ 4 วันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	56.00	52.25	50.75	53.00	2.70
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	96.00	97.00	98.75	97.25	1.39
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	64.00	56.50	56.25	58.91	4.40
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	30.50	31.25	31.25	31.00	0.43
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	49.50	49.50	48.00	49.00	0.86
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	37.75	35.87	37.55	37.05	1.03
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	30.00	25.50	24.75	26.75	2.83

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. ผลการวิเคราะห์น้ำมันและไขมัน (Fat Oil & Grease, FOG)

ตารางภาคผนวก ค - 10 น้ำมันและไขมัน ครั้งที่ 1 วันที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	2.50	2.00	2.00	2.16	0.28
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	6.50	4.00	3.50	4.66	1.60
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	2.50	1.50	2.50	2.16	0.57
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	1.00	2.50	1.50	1.83	0.76
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	2.00	3.00	2.50	1.66	0.76
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	2.50	3.00	2.00	2.50	0.50
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	1.50	3.00	1.00	1.83	1.04

ตารางภาคผนวก ค - 11 น้ำมันและไขมัน ครั้งที่ 2 วันที่ 17 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	1.50	1.50	2.00	1.66	0.28
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	4.50	4.00	6.00	4.83	1.04
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	3.75	1.50	2.50	2.58	1.12
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	0.50	1.50	1.50	1.16	0.57
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	2.50	3.00	2.50	2.66	0.28
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	3.25	1.50	1.50	2.08	1.01
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	2.25	1.50	0.50	1.41	0.87

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวก ค - 12 น้ำมันและไขมัน ครั้งที่ 3 วันที่ 31 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	2.00	2.50	2.00	2.16	0.28
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	5.50	4.00	3.50	4.33	1.04
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	2.00	2.50	1.50	2.00	0.50
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	2.00	1.00	2.00	1.66	0.57
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	3.50	3.50	2.00	3.00	0.86
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	2.50	2.50	1.00	2.00	0.86
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.50	1.00	1.50	1.00	0.50

ตารางภาคผนวก ค - 13 น้ำมันและไขมัน ครั้งที่ 4 วันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	2.00	2.50	1.00	1.83	0.76
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	4.50	5.00	5.00	4.83	0.28
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	2.00	2.50	3.00	2.50	0.50
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	2.00	0.50	1.00	1.16	0.76
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	4.50	1.50	3.50	3.16	1.52
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	2.50	3.00	1.50	2.33	0.76
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	1.00	2.00	1.50	1.50	0.50

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

4. ผลการวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS)

ตารางภาคผนวก ค - 14 ของแข็งแขวนลอย ครั้งที่ 1 วันที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	14.50	18.00	16	16.17	1.76
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	32.64	32.75	33.50	32.97	0.47
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	87.00	86.00	73.00	82.00	7.81
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	14.00	15.00	13.00	14.00	1.00
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	12.50	17.00	16.5	15.33	2.47
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	15.00	16.00	19.00	16.67	2.08
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	12.00	7.00	4.00	7.67	4.04

ตารางภาคผนวก ค - 15 ของแข็งแขวนลอย ครั้งที่ 2 วันที่ 17 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	23.00	19.00	15.00	19.00	4.00
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	37.64	34.00	39.50	37.05	2.80
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	82.00	80.00	86.00	82.67	3.06
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	19.00	20.00	17.00	18.67	1.53
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	17.00	19.00	18.00	18.00	1.00
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	19.00	13.00	18.00	16.67	3.21
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	9.00	7.00	9.00	8.33	1.15

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวก ค - 16 ของแข็งแขวนลอย ครั้งที่ 3 วันที่ 31 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	16.00	16.50	12.65	15.05	2.09
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	32.00	30.00	39.00	33.67	4.73
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	79.15	79.25	82.00	80.13	1.62
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	20.00	17.00	24.00	20.33	3.51
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	18.00	18.00	19.00	18.33	0.58
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	11.00	6.00	9.00	8.67	2.52
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	3.00	6.00	7.00	5.33	2.08

ตารางภาคผนวก ค - 17 ของแข็งแขวนลอย ครั้งที่ 4 วันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	17.00	15.5	16.00	16.17	0.76
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	38.50	35.00	36.64	36.72	1.75
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	80.50	82.65	83.25	82.13	1.45
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	20.00	18.25	24.25	20.83	3.09
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	13.64	12.5	18.00	14.72	2.90
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	10.00	6.00	4.00	6.67	3.06
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	6.00	3.00	6.00	5.00	1.73

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5. ผลการวิเคราะห์ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS)

ตารางภาคผนวก ค - 18 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ครั้งที่ 1 วันที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	168.00	152.65	150.75	150.75	9.46
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	278.30	231.60	273.30	261.07	25.64
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	581.60	545.00	595.00	573.87	25.88
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	178.30	151.60	185.00	171.63	17.67
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	111.60	111.60	165.00	129.40	30.83
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	138.30	161.60	130.00	143.30	16.38
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	93.60	97.50	86.60	92.57	5.52

ตารางภาคผนวก ค - 19 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ครั้งที่ 2 วันที่ 17 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	128.30	183.30	150.00	153.87	27.70
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	306.70	268.30	271.70	282.23	21.26
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	581.70	495.00	546.70	541.13	43.62
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	100.00	161.70	183.30	148.33	43.23
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	151.70	156.70	165.00	157.80	6.72
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	148.30	155.00	195.00	166.10	25.25
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	83.30	91.70	92.00	89.00	4.94

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวก ค - 20 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ครั้งที่ 3
วันที่ 31 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	141.67	168.33	168.33	159.44	15.39
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	293.33	273.33	281.67	282.78	10.05
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	511.67	545.00	540.00	532.22	17.97
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	176.67	203.33	208.33	196.11	17.02
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	160.00	103.33	190.00	151.11	44.01
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	115.00	101.67	145.00	120.56	22.19
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	87.33	88.33	93.33	89.66	3.21

ตารางภาคผนวก ค - 21 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ครั้งที่ 4
วันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	165.00	170.00	176.67	170.56	5.85
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	291.67	292.67	305.00	296.45	7.42
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	525.00	530.00	601.67	552.22	42.89
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	180.00	218.33	233.33	210.55	27.50
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	161.67	158.33	163.33	161.11	2.55
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	135.00	108.33	105.00	116.11	16.44
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	78.00	82.00	82.65	80.88	2.52

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6. ผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)

ตารางภาคผนวก ค - 22 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ครั้งที่ 1 วันที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	2.10	1.68	1.89	0.29
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	1.68	0.84	1.26	0.59
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	4.48	4.48	4.48	0.00
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	0.84	0.84	0.84	0.00
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	1.68	1.68	1.68	0.00
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.84	1.40	1.12	0.39
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.84	0.56	0.70	0.19

ตารางภาคผนวก ค - 23 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ครั้งที่ 2 วันที่ 17 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	1.12	2.24	1.68	1.16
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	1.68	1.68	1.68	0.00
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	4.48	4.48	4.48	0.00
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	1.68	0.56	1.12	0.79
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	2.24	1.68	1.96	1.16
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	1.68	1.40	1.54	0.19
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.56	0.56	0.56	0.00

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวก ค - 24 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ครั้งที่ 3 วันที่ 31 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	2.24	2.24	2.24	0.00
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	1.12	1.12	1.12	0.00
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	3.92	4.70	4.31	0.55
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	0.28	0.84	0.56	0.39
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	1.96	1.96	1.96	0.00
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	1.40	1.68	1.54	0.19
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	1.40	0.28	0.84	0.79

ตารางภาคผนวก ค - 25 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ครั้งที่ 4 วันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	1.12	1.12	1.12	0.00
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	1.68	0.84	1.26	0.59
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	4.80	0.84	4.83	0.04
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	0.84	0.00	0.84	0.59
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	1.12	1.40	1.26	0.19
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	1.40	1.40	1.40	0.00
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	1.40	0.56	0.98	0.59

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7. ผลการวิเคราะห์ซัลไฟด์ (Sulfide, S^{2-})

ตารางภาคผนวก ค - 26 ซัลไฟด์ ครั้งที่ 1 วันที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	0.06	0.08	0.08	0.07	0.01
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	0.07	0.07	0.08	0.08	0.00
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	0.18	0.15	0.15	0.16	0.02
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	0.01	0.04	0.03	0.03	0.01
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	0.08	0.07	0.05	0.06	0.01
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01

ตารางภาคผนวก ค - 27 ซัลไฟด์ ครั้งที่ 2 วันที่ 17 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	0.08	0.07	0.03	0.06	0.03
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	0.07	0.05	0.07	0.06	0.01
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	0.11	0.17	0.15	0.14	0.03
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	0.03	0.03	0.00	0.02	0.02
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	0.07	0.08	0.07	0.07	0. 01
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.02	0.03	0.03	0.03	0.00

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวก ค - 28 ซัลไฟด์ ครั้งที่ 3 วันที่ 31 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	0.04	0.07	0.02	0.04	0.03
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	0.11	0.16	0.11	0.13	0.03
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	0.02	0.03	0.03	0.02	0.00
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	0.05	0.02	0.05	0.04	0.02
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.02	0.03	0.05	0.03	0.01

ตารางภาคผนวก ค - 29 ซัลไฟด์ ครั้งที่ 4 วันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	0.03	0.03	0.07	0.04	0.02
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	0.14	0.12	0.14	0.13	0.01
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	0.04	0.05	0.05	0.05	0.01
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.02	0.06	0.01	0.03	0.03
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8. ผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต (Phosphate, PO_4^{3-})

ตารางภาคผนวก ค - 30 ฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต ครั้งที่ 1 วันที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	3.14	3.19	3.15	3.16	0.02
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	7.19	7.16	7.19	7.18	0.01
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	4.30	5.46	5.30	5.02	0.62
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	2.94	2.95	2.95	2.94	0.00
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	5.64	5.63	5.95	5.74	0.18
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	2.95	2.94	2.86	2.92	0.04
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	1.04	1.05	1.10	1.06	0.02

ตารางภาคผนวก ค - 31 ฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต ครั้งที่ 2 วันที่ 17 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	3.26	3.29	3.35	3.30	0.80
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	6.54	6.48	7.19	6.74	1.99
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	4.30	5.46	5.30	5.02	1.52
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	3.40	3.85	3.90	3.71	0.91
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	5.62	5.65	5.90	5.72	1.39
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	3.70	4.00	3.75	3.82	0.93
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	1.08	1.13	0.83	1.01	0.15

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวก ค - 32 ฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต ครั้งที่ 3 วันที่ 31 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	3.44	3.42	3.44	3.43	0.00
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	6.69	6.79	6.79	6.76	0.05
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	5.24	5.56	5.57	5.46	0.18
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	3.44	3.78	3.95	3.72	0.25
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	5.75	5.44	5.53	5.57	0.15
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	4.01	4.03	4.44	4.16	0.24
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	1.04	1.18	1.02	1.08	0.08

ตารางภาคผนวก ค - 33 ฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต ครั้งที่ 4 วันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2558

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง (ซ้ำ)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
จุดเก็บที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา	3.78	4.79	4.53	4.36	0.52
จุดเก็บที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	7.65	7.38	7.42	7.48	0.14
จุดเก็บที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้า อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	4.57	6.55	6.32	5.81	0.84
จุดเก็บที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง	4.66	4.79	5.56	5.00	0.48
จุดเก็บที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจาก อาคาร 10 ศูนย์วิทยาศาสตร์	6.39	4.25	6.82	5.82	1.37
จุดเก็บที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสระพานข้ามห้วยคะคางไปหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	4.97	4.44	4.75	4.72	0.26
จุดเก็บที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	0.55	0.60	0.59	0.58	0.02

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ง
ภาพวิธีเก็บตัวอย่างน้ำและภาพวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ง
ภาพวิเคราะห์คุณภาพน้ำและการเก็บตัวอย่างน้ำ

วิเคราะห์หาปริมาณ BOD

วิเคราะห์หา PO_4^{3-}

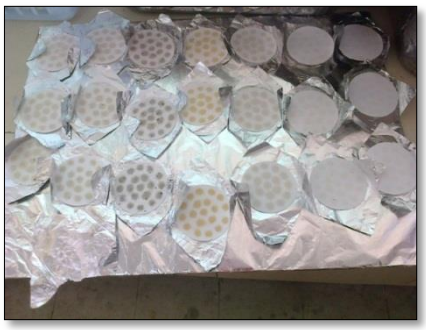
วิเคราะห์หา TKN

วิเคราะห์หา FOG

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ง-1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

วิเคราะห์หา TDS



วิเคราะห์หา SS

วิเคราะห์หา s^{2-}

วิเคราะห์หาความเป็นกรดด่าง (ภาคสนาม)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ง-2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

การเก็บตัวอย่างน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้ง

ภาพที่ ง-3 การเก็บตัวอย่างน้ำจากปลายท่อระบายน้ำทิ้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญภาพ ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 ระยะเวลาในการทำวิจัย 3
1.7 สถานที่ที่ใช้ในการทำวิจัย 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 น้ำเสีย 4
2.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย 5
2.3 ลักษณะของน้ำเสีย 5
2.4 ผลกระทบที่เกิดจากน้ำเสีย 7
2.5 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร 9
2.6 สภาพทั่วไปของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 11
2.7 ความสำคัญของพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา 12
2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย
3.1 พื้นที่ศึกษา 18
3.2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 18
3.3 การเก็บตัวอย่าง 19
3.4 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง 19
3.5 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 20
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 20

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา 21
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 25

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา 34
5.2 อภิปรายผล 34
5.3 ข้อเสนอแนะ 35

บรรณานุกรม 36

ภาคผนวก 38

ภาคผนวก ก มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด 39
ภาคผนวก ข วิธีการตรวจวัดและวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 44
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแต่ละพารามิเตอร์ 57
ภาคผนวก ง ภาพวิธีเก็บตัวอย่างน้ำและภาพวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 74

ประวัติผู้วิจัย 73

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางขนาดและบางประเภท 9
2.2 สรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุม
การปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม 10
3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง 18
3.2 ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำ 19
3.3 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา วิธีการวิเคราะห์ และวิธีการ
เก็บรักษาตัวอย่างน้ำ 20
4.1 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทิ้งคุณภาพน้ำทิ้งที่ระบายจากอาคารใน
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 25
4.2 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคาร
ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 26
4.3 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์
(Biochemical Oxygen Demand, BOD) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคาร
ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 27
4.4 ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคาร
ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 28
4.5 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS)
ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 29
4.6 ซัลไฟด์ (Sulfide, S^{2-}) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคาร
ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 30
4.7 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN) ของแต่ละจุดเก็บ
ตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 31
4.8 น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease, FOG) ของแต่ละจุดเก็บ
ตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 32
4.9 ฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต (Phosphate, PO_4^{3-}) ของแต่ละจุดเก็บ
ตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 33

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง 19
4.1 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา 21
4.2 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากหอพักนักศึกษา
ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 22
4.3 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหน้าอาคาร 3 (คณะมนุษยศาสตร์) 22
4.4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งหลังเวทีกลางแจ้ง 23
4.5 จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 10 (ศูนย์วิทยาศาสตร์) 23
4.6 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 6 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งบริเวณสะพานข้ามห้วยคะคางไป
หอประชุม 80 พรรษา 24
4.7 จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ปลายท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร 31 (หอประชุม 80 พรรษา) 24
4.8 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำทิ้งจากอาคารใน
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 26
4.9 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ของน้ำทิ้งจากอาคาร
ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 27
4.10 ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากอาคารใน
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 28
4.11 ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ของน้ำทิ้งจากอาคารใน
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 29
4.12 ค่าเฉลี่ยซัลไฟด์ทั้งหมดของน้ำทิ้งจากอาคารใน
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 30
4.13 ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ของน้ำทิ้งจากอาคารใน
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 31
4.14 ค่าเฉลี่ยน้ำมันและไขมัน ของน้ำทิ้งจากอาคารใน
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 32
4.15 ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต ของน้ำทิ้งจากอาคารใน
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 33

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY