รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

"คุณภาพและปริมาณน้ำทิ้งจากการผลิตภายในบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด"

"Quality and Quantity of Wastewater in Thai glucose Co., Ltd."

โดย

นายสาโรช โกษารักษ์

B4051381

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 401456 สหกิจศึกษา

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ 20 พฤศจิกายน 2543

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

"คุณภาพและปริมาณน้ำทิ้งจากการผลิตภายในบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด"

"Quality and Quantity of Wastewater in Thai glucose Co., Ltd."

โดย

นายสาโรช โกษารักษ์

B4051381

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด

32/8 หมู่ 1 ซอยวัดเทียนดัด ถ.เพชรเกษม ต.บ้านใหม่

อ.สามพราน จ.นครปฐม

วันที่ 20 พฤศจิกายน 2543

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติการสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร อ.ดร.ปิยะวรรณ กาสลัก

ตามที่ข้าพเจ้า นายสาโรช โกษารักษ์ นักศึกษาสาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 5 กันยายน พ.ศ.2543 ถึง วันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ.2543 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงาน ฝ่ายโรงงาน ณ บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด และได้รับมอบหมายจากผู้จัดการฝ่ายโรงงานและรองผู้จัดการฝ่ายโรงงาน (Job supervisor) ให้ทำโครงงาน เรื่อง คุณภาพและปริมาณน้ำทิ้งจากการผลิตภายในบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด (Quality and Quantity of Wastewater in Thai glucose Co., Ltd.)

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นายสาโรช โกษารักษ์)

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgment)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด ตั้งแต่วันที่ 5 กันยายน พ.ศ.2543 ถึงวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ.2543 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากบุคคลหลายท่าน ดังนี้

1. คุณพรเลิศ แต้มคงคา (MD) บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด ที่เห็นความสำคัญของระบบศึกษาแบบสหกิจศึกษา และได้ให้โอกาสที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง ต่อข้าพเจ้า
2. คุณกรรณิฐา แต้มคงคา (GF)
3. Mr.หวัง เซียนเหม่ย (FT)
4. คุณยศชนัน สายพิณ (DF)
5. คุณพรรัตน์ ตั้งวรเกษม (MR)
6. คุณประไพพรรณ คณาณุกูล (DQC)
7. คุณวิสุทธิ์ หอมทอง
8. คุณสาคร ตุ้มทอง
9. คุณเฉลา คุณแสน

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการปฏิบัติงาน ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ตลอดระยะเวลาของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุกท่าน ไว้ ณ ที่นี้

นายสาโรช โกษารักษ์

ผู้จัดทำรายงานสหกิจศึกษา

20 พฤศจิกายน 2543

บทคัดย่อ
(Abstract)

บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด เป็นบริษัทที่ทำการผลิตกลูโคสไซรัป, ฟรุกโตสไซรัปและกลูโคสผง (กลูโคสพาวเดอร์ และ กลูโคสโมโนไฮเดรต) ออกจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ จากการที่ได้เข้าไปปฏิบัติงานของโครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพในบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด ได้รับหมายหมายให้ปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน ฝ่ายโรงงาน ซึ่งได้ทำการศึกษาเรียนรู้ถึงกระบวนการผลิตของโรงงานทั้งหมด ได้ลงมือปฏิบัติงานจริงในแต่ละหน่วยการผลิต อีกทั้งขณะนั้นทางบริษัทกำลังทำงานก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแห่งใหม่ ทำให้จำเป็นต้องทราบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณและคุณลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานให้ถูกต้องกับความเป็นจริงมากที่สุดจึง ได้รับหมายหมายให้ทำโครงงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียเป็นหลัก นอกจากนั้น ยังได้รับหมายหมายให้ศึกษาเก็บข้อมูลเรื่องอื่นๆ อีก เช่น การเก็บข้อมูล %yield เมื่อปรับเปลี่ยนมาใช้แป้งหมาด(ความชื้น 35%) แทนแป้งแห้ง (ความชื้น 15 %) ซึ่งเมื่อการทำการศึกษาได้เสร็จสิ้นลง ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ทางบริษัท เช่น ทำให้มีข้อมูลเรื่องปริมาณและคุณภาพของน้ำทิ้งที่มีความจำเป็นต่อระบบบำบัดน้ำเสียแห่งใหม่และความเป็นไปได้ของการนำแป้งหมาดมาใช้ในการผลิต

สารบัญ

หน้า

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

สารบัญตาราง

หน้า

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

สารบัญรูป

หน้า

บทที่ 1
บทนำ

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ การได้เรียนรู้ประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริง เพื่อให้ได้นักศึกษาที่มีคุณภาพตรงกับความต้องการของสถานประกอบการมากที่สุด ซึ่งจะเป็นกลไกความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการต่อเนื่องตลอดไป

ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่งในสภาวะการณ์ปัจจุบัน การขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมและเทคโนโลยียิ่งสร้างมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมมากตามไปด้วย โรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภทจำเป็นต้องให้ความสำคัญ ในการลด, กำจัด มลพิษที่เกิดขึ้นจากโรงงานของตนก่อนที่จะปล่อยออกสู่สาธารณะ ทางบริษัท ไทยกลูโคส จำกัดได้เล็งเห็นถึงความสำคัญนี้มาโดยตลอด จึงทำการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแห่งใหม่มาแทนที่ระบบบำบัดแห่งเดิมที่ไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวันได้ ระบบบำบัดน้ำเสียแห่งใหม่นี้เมื่อก่อสร้างเสร็จจะสามารถทำการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการดึงเอาแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นมาใช้งานในโรงงาน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณการใช้น้ำมันและพลังงานอื่นๆ ได้อีกด้วย

1.วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อเข้าใจการทำงานในระบบ ISO9002 ของบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด

1.2 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ของบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด

1.3 เพื่อศึกษาระบบน้ำภายในโรงงาน ระบบน้ำทิ้ง ระบบการบำบัดน้ำเสีย

1.4 เพื่อศึกษาแหล่งที่มารวมทั้งปริมาณของน้ำเสียที่สำคัญ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

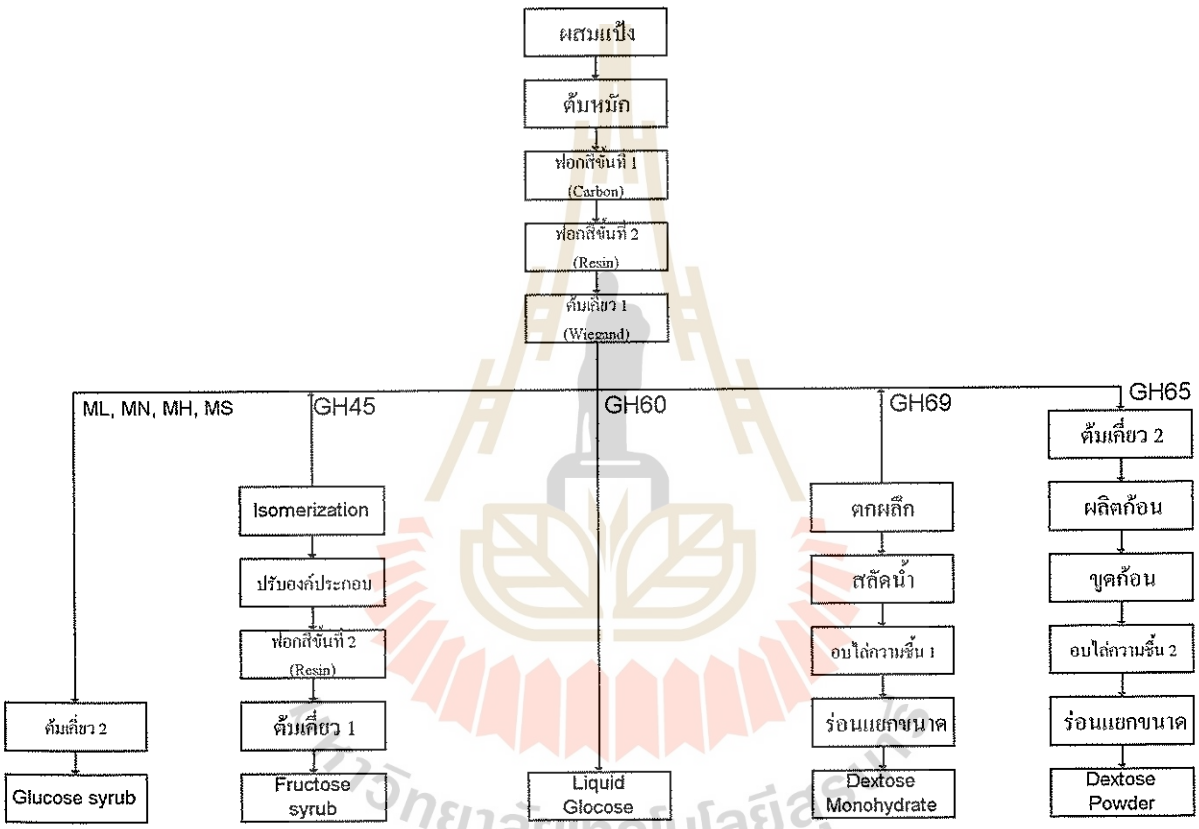
1.5 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การผลิต ในแง่ของการสูญเสีย และ ผลผลิต

1.6 เพื่อศึกษาลักษณะการทำงานของบุคลากรภายในบริษัท

1.7 เพื่อนำทฤษฎีที่ได้ศึกษา นำมาใช้กับการปฏิบัติงานจริง

2. รายละเอียดเกี่ยวกับ บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด

บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด ตั้งอยู่ที่ เลขที่ 32/8 หมู่ 1 ซอยวัดเทียนดัด ต.บ้านใหม่ อ.สามพราน จ.นครปฐม 7311 ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับ การผลิตกลูโคสไซรัป, ฟรุกโตสไซรัป และ กลูโคสผง (กลูโคสพาวเดอร์,กลูโคสโมโนไฮเดรต) โดยจัดจำหน่ายให้กับลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ ลูกค้าส่วนใหญ่จะเป็นผู้ประกอบการที่จะนำสินค้าจากทางไทยกลูโคสไปเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ของตนเอง ซึ่งมีแผนผังการผลิตดังนี้



นโยบายคุณภาพของทางบริษัท คือ

" บริษัทฯ จะผลิตสินค้ากลูโคสและฟรุกโตส โดยอาศัยการทำงานของของพนักงานที่มีประสิทธิภาพและพัฒนาปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่อง เพื่อมุ่งเน้นให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามที่ได้ตกลงไว้กับลูกค้าของบริษัท โดยอาศัยระบบการจัดการคุณภาพ ตามมาตรฐาน ISO9002 "

เมื่อเข้ามาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงานฝ่ายโรงงาน ในแผนกผลิต แต่เมื่อได้รับมอบหมายงาน และ โครงงานต่างๆให้ ทำให้ต้องประสานงานกับอีกหลายแผนกไปพร้อมๆกัน เช่น แผนกควบคุมคุณภาพ, แผนกซ่อมบำรุง เพื่อให้สามารถดำเนินงานไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ มี คุณยศชนัน สายพิณ (DF) ซึ่งดำรงตำแหน่งรองผู้จัดการฝ่ายโรงงานและรักษาการหัวหน้าแผนกผลิต ทำหน้าที่เป็น Job Supervisor โดยให้ความช่วยเหลือในเรื่องข้อมูล คำปรึกษา และประสานงานกับผู้จัดการฝ่ายโรงงาน ซึ่งเป็นผู้มอบหมายงานสำคัญๆ ให้ โดยโครงงานและหน้าที่สำคัญๆ ที่ได้รับมอบหมายระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา มีดังนี้

1. ติดตามเก็บข้อมูลการนำแป้งหมาด (ความชื้น35%) มาใช้ทดแทนแป้งแห้ง (ความชื้น 13%)
2. ทำโครงงานเรื่อง “คุณภาพและปริมาณน้ำทิ้งจากการผลิตภายในบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด” (Quality and Quantity of Wastewater in Thai glucose Co., Ltd.)

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสีย

1.น้ำเสียและแหล่งกำเนิด

น้ำเสีย (Waste water) หมายถึงน้ำทิ้งหรือน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่างๆ ในอาคารบ้านเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรม แล้วมีสิ่งปนเปื้อนมามากบ้างน้อยบ้าง ทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ไม่สามารถนำกลับมาใช้อุปโภคบริโภคได้อีก เว้นเสียแต่ว่าจะได้ผ่านกรรมวิธีบำบัดที่เหมาะสมเสียก่อน

สิ่งปนเปื้อนที่ปนมากับน้ำเสีย จะมีคุณลักษณะแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิดของมัน อาจมีสี กลิ่น น้ำมัน สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ สารแขวนลอย เชื้อโรค ตลอดจนสารพิษต่างๆ ในปริมาณที่แตกต่างออกไป

แหล่งที่มาของน้ำเสีย

เนื่องจากน้ำเสียมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด ทำให้สามารถแยกออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

น้ำเสียจากชุมชน (Domestic Wastewater) น้ำเสียส่วนนี้เกิดจากการใช้น้ำในชีวิตประจำวันจากที่พักอาศัย ร้านค้า ตลอด โรงแรม อาคารชุด ตลอดจนที่ทำการต่างๆ น้ำเสียที่ระบายออกมาจะมีเศษอาหาร สบู่ สารซักฟอก อุจจาระและปัสสาวะปะปนอยู่ เนื่องจากชุมชนส่วนใหญ่ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย หรือที่มีอยู่ก็ยังไม่ได้มาตรฐาน น้ำเสียส่วนนี้มักจะถูกปล่อยลงมายังแม่น้ำ ลำคลอง แล้วเกิดการเน่าเสียส่งกลิ่นเหม็น ทำให้อ๊อกซิเจนในน้ำมีปริมาณลดน้อยลง เกิดผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์น้ำ อีกทั้งยังทำให้เชื้อโรคที่อาจปนมาแพร่กระจายเป็นอันตรายต่อผู้ใช้อีกด้วย

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrail Wastewater) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นได้หลายจุดในกระบวนการผลิต เริ่มต้นจากน้ำที่นำมาใช้ล้างวัตถุดิบ น้ำที่ผ่านเข้ามาในกระบวนการผลิต น้ำที่นำมาล้างเครื่องมือเครื่องจักรเมื่อการผลิตเสร็จสิ้นลงในแต่ละวัน ตลอดจนน้ำล้างพื้น นอกจากนี้ยังมีน้ำในระบบหล่อเย็น น้ำที่ใช้หล่อเลี้ยงปั๊ม หรือใบพัดใบกวนต่างๆ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีคุณลักษณะแตกต่างกันไปตามประเภทของอุตสาหกรรม โรงงานบางแห่งจะมีน้ำเสียที่มีความเป็นกรดสูง บางแห่งเป็นด่าง บ้างก็มีสารอินทรีย์สูง บ้างก็มีสารอนินทรีย์สูง ความขุ่นและสีที่แตก

ต่างกัน จึงทำให้ต้องมีการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียให้สอดคล้องกับประเภทของอุตสาหกรรมในแต่ละโรงงาน

น้ำเสียจากการเกษตรกรรม (Agricultural Wastewater) น้ำเสียส่วนนี้เกิดจากการเพาะปลูกหรือเลี้ยงสัตว์ น้ำเสียจากการปลูกพืชอาจจะมีสารเคมีจากยาฆ่าแมลง หรือปุ๋ยเคมีปะปนมาค่อนข้างสูง แต่สำหรับน้ำเสียจากการเลี้ยงสัตว์มักจะมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก แต่น้ำเสียจากการเกษตรกรรมมักจะไม่มีปัญหามากนัก เมื่อเทียบกับน้ำเสียประเภทอื่นๆ

2.คุณสมบัติของน้ำเสีย

การรู้ถึงคุณสมบัติและปริมาณของน้ำเสียเป็นประโยชน์อย่างมากต่อวิศวกรผู้ออกแบบและผู้ควบคุมระบบบำบัด เพราะจะทำให้วิศวกรสามารถเลือกและออกแบบระบบได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ส่วนผู้ควบคุมดูแลระบบก็จะรู้ถึงประสิทธิภาพ และการทำงานของระบบว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นต้น คุณสมบัติของน้ำเสียสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Characteristics)

คุณสมบัติทางกายภาพประกอบด้วย สี กลิ่น ความขุ่น ตะกอน อุณหภูมิ และการไหล คุณลักษณะเหล่านี้นอกจากจะนำมาใช้ออกแบบและวัดความผิดปกติของระบบแล้ว ยังมีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชน้ำ และสัตว์น้ำอีกด้วย ตัวอย่างเช่น

อุณหภูมิจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบบำบัด อุณหภูมิสูงจะช่วยเร่งให้เกิดการย่อยสลายเร็วขึ้น แต่ต้องไม่สูงเกินขีดจำกัด เช่น น้ำทิ้งมีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 40 C° จะทำให้พืชและสัตว์น้ำขนาดเล็กในแม่น้ำลำคลองตายได้ ทำให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่กว่า ได้แก่ กุ้ง หอย ปู ปลา เป็นต้น เมื่ออาหารของสัตว์น้ำเหล่านี้น้อยลง กุ้ง หอย ปู ปลา จะมีปริมาณน้อยลง นั่นย่อมหมายถึงว่าห่วงโซ่อาหารของมนุษย์ถูกรบกวน เป็นสาเหตุให้สัตว์น้ำประเภทนี้มีราคาแพงขึ้นอีกด้วย

สารแขวนลอย สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกว่าน้ำทิ้งได้มาตรฐานหรือไม่ หากไม่ได้ตามมาตรฐานจะได้กระทำการตรวจสอบแก้ไขการทำงานของระบบต่อไป ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ หากมีสารแขวนลอยคลุมผิวน้ำหนาจนแสงแดดไม่สามารถส่องผ่านลงไปได้ เป็นการหยุดยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้อ๊อกซิเจนในอากาศถ่ายเทลงสู่น้ำได้น้อยลงอีกด้วย ทำให้เกิดผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์น้ำขนาดเล็ก ตลอดจนแหล่งอาหารประเภทโปรตีนของคนได้

การไหล การแปรเปลี่ยนของปริมาณการไหลของน้ำเสียสู่ระบบบำบัดอย่างไม่สม่ำเสมอ เป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดเปลี่ยนแปลงไป อาจจะไม่ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง

ตามที่รัฐกำหนดไว้ได้ ผู้ออกแบบจึงต้องกำหนดขนาดเส้นท่อและระยะทางให้เหมาะสมกับปริมาณการไหลของน้ำเสียที่ไม่เท่ากันตลอดทั้งวันเป็นต้น

<u>คุณสมบัติทางเคมี (Chemical Characteristics)</u>

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำเสียมีมากมายหลายชนิด เช่น สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ ธาตุอาหาร สารพิษ และพวกโลหะหนัก ในแต่ละชนิดยังแยกย่อยออกไปได้อีกหลายอย่าง การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเพื่อทราบองค์ประกอบและความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่ปนมา หรือเหลืออยู่ในน้ำเสียหรือน้ำทิ้ง

พีเอช (pH) เป็นการวัดความเข้มข้นของธาตุไฮโดรเจน (H) ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ไม่มีหน่วย แต่มีค่าตั้งแต่ 1-14 น้ำเสียที่เป็นกลางจะมีค่า pH เท่ากับ 7 ค่า pH มีความสำคัญมากต่อระบบบำบัดทางชีวภาพ เพราะจุลินทรีย์ในระบบจะทำงานได้ดีในช่วง pH 6.8-8 เท่านั้น น้ำเสียชุมชนจะค่อนข้างเป็นกลาง ไม่เหมือนกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่แปรเปลี่ยนไปตามประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมนั้นๆ

บีโอดี (BOD: Biological Oxygen Demand) คือ ปริมาณอ๊อกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการเพื่อใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส วิศวกรและผู้ควบคุมระบบจะใช้ค่า BOD เพื่อเลือกและออกแบบระบบ อีกทั้งยังใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบอีกด้วย น้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนหลังจากผ่านบ่อดักไขมันจะมีค่า BOD ประมาณ 200-250 ppm

ซีโอดี (COD: Chemical Oxygen Demand) คือ ปริมาณอ๊อกซิเจนที่ต้องการเพื่อใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และอนินทรีย์ในน้ำ ให้กลายเป็นคาร์บอนไดอ๊อกไซด์และน้ำ ฯลฯ โดยใช้สารเคมีซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวอ๊อกซิไดส์อย่างแรง ได้แก่ โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KmnO_4$) และ โปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด โดยทั่วไปตัวอย่างน้ำจะถูกนำมา Reflux กับโปแตสเซียมไดโครเมต นานประมาณ 1.5-2 ชั่วโมง จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ปริมาณของ $K_2Cr_2O_7$ ที่เหลือโดยการไตเตรทกับ Ferrous ammoniumsulfate โดยใช้ Ferroin เป็น Indicator ข้อดีของการวิเคราะห์ COD คือ ได้ผลในการวิเคราะห์เร็ว คือ ไม่เกิน 3 ชั่วโมง เหมาะสำหรับการใช้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย เพราะเมื่อข้อบกพร่องเกิดขึ้นก็จะสามารถแก้ไขได้ทันท่วงที นอกจากนั้นยังสามารถใช้ในการประเมินค่า BOD อย่างคร่าวๆ ได้

ข้อเสียของค่า COD คือ สารอินทรีย์ทุกอย่างในน้ำทิ้งไม่ว่าจะเป็นสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้หรือไม่ได้ก็ตาม จะถูก $K_2Cr_2O_7$ ทำลายจนหมดสิ้น โดยทั่วไปค่า COD จะสูงกว่า BOD เสมอ เว้นแต่ในกรณีที่สารอินทรีย์ในน้ำทิ้งเป็นสารประเภทที่ระเหยได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน ก็อาจทำให้ค่า

COD สูงกว่า BOD ก็เป็นได้ ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือ การย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วย $K_2Cr_2O_7$ ไม่เป็นไปตามธรรมชาติเหมือนการทำลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียอย่างการหาค่า BOD จึงทำให้ไม่อาจทราบได้ว่าสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งสลายตัวตามธรรมชาติได้ยากง่ายเพียงใด ค่า COD กับ BOD ของน้ำทิ้งชนิดหนึ่งไม่มีความสัมพันธ์กันแน่นอน หากพลอตค่า COD กับ BOD จะได้จุดที่กระจัดกระจายมาก แต่ในบางกรณี ค่า COD กับ BOD อาจมีความสัมพันธ์แน่นอน สามารถประมาณค่า BOD ได้จากค่า COD

ไนโตรเจน (N) เป็นสารอาหารที่สิ่งมีชีวิตต้องการ ในน้ำเสียมีไนโตรเจนอยู่หลายรูปแบบ คือ ในรูปของสารอินทรีย์ แอมโมเนีย ไนไตรท ไนไตรท์ การที่เราตรวจพบว่าในน้ำเสียมีไนโตรเจนในรูปแบบใดจะสามารถบอกให้รู้ว่าน้ำเสียนั้นใหม่หรือเก่า น้ำเสียจากชุมชนที่เกิดขึ้นใหม่จะมีค่าไนโตรเจนในรูปของสารอินทรีย์ประมาณ 20-25 ppm แต่ถ้าเป็นน้ำเสียเก่าจะมีค่า N ที่สูงกว่านี้

ฟอสฟอรัส (P) เป็นสารอาหารเช่นเดียวกับไนโตรเจน จำเป็นต่อการดำรงชีวิตด้วยเช่นกัน หากน้ำผิวดินมีค่าฟอสฟอรัสสูงจะทำให้เกิดสาหร่ายขึ้นเป็นจำนวนมาก ฟอสฟอรัสมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบเช่นเดียวกับไนโตรเจน คือในรูปของสารอินทรีย์ โพลีฟอสเฟต และ ออโธฟอสเฟต ในน้ำทิ้งชุมชนทั่วไปจะมีค่าฟอสฟอรัสประมาณ 2-5 ppm

<u>คุณสมบัติทางชีวภาพ (Biological Characteristics)</u>

การวิเคราะห์จุลินทรีย์ในน้ำเสียเพื่อทราบว่าจุลินทรีย์ที่ปนมามีประเภทที่เป็นอันตรายหรือไม่ เราสามารถใช้จุลินทรีย์บางตัวเป็นดัชนีบ่งให้ทราบว่าน้ำเสียนั้นมีสิ่งปฏิกูลปนมาหรือไม่ มีอันตรายหรือไม่? โคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกสิ่งเหล่านี้ได้ แม้ว่าตัวมันเองนั้นไม่ทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์ก็ตาม แต่มันมีแหล่งกำเนิดมาจากลำไส้ของคนและสัตว์ ซึ่งอาจจะมีเชื้อโรคระบบทางเดินอาหารปะปนอยู่ เมื่อมีการตรวจสอบพบว่ามีเชื้อโคลิฟอร์ม อยู่ในน้ำทิ้ง น้ำทิ้งแหล่งนั้นจะไม่มีความปลอดภัย นอกจากนี้ยังมีเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายอีกหลายชนิด เช่น พวกเชื้อรา ไวรัส สัตว์เซลล์เดียว และสาหร่ายบางชนิด ที่อาจจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคนและสัตว์ เชื้อจุลินทรีย์นอกจากจะใช้เป็นดัชนีบอกถึงความสกปรกของน้ำแล้ว ยังใช้เป็นดัชนีบอกให้ทราบถึงการทำงานของระบบบำบัดชีวภาพว่าดีมากน้อยเพียงไรอีกด้วย

<u>3. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำเสีย</u>

การศึกษาคุณสมบัติของน้ำเสียเพื่อที่จะทราบว่าน้ำเสียนั้นๆ มีคุณสมบัติ ทางกายภาพ เคมี และชีวภาพเป็นอย่างไร มีความเข้มข้นระดับไหน และจะเลือกวิธีบำบัดแบบใดจึงจะเหมาะสม ในการนี้

ต้องเก็บตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์เสียก่อนจึงจะทราบได้ การเก็บตัวอย่างน้ำเสียมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

<u>การเก็บตัวอย่าง (Sampling)</u>

การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย เพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติของน้ำทิ้งนั้นจะต้องได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของน้ำทิ้งนั้นจริงๆ มิฉะนั้นแล้วผลการวิเคราะห์ออกมาจะไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ตามต้องการได้ ด้วยเหตุนี้การเก็บตัวอย่างในแต่ละครั้งจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ และดำเนินการเลือกวิธีเก็บตัวอย่างแล้วทำการวิเคราะห์ได้ข้อมูลตามต้องการ การเก็บตัวอย่างมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน คือ

<u>1.การเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab Sampling)</u> การเก็บตัวอย่างครั้งเดียว ที่จุดเดียวในเวลาใดเวลาหนึ่ง แล้วนำมาวิเคราะห์ก็จะได้ผลแสดงคุณสมบัติของน้ำเสีย ณ จุดนั้นและในเวลานั้นเท่านั้น ไม่ใช่เป็นตัวแทนของน้ำเสียอย่างแท้จริง การเก็บตัวอย่างแบบนี้จะทำให้ทราบถึงคุณสมบัติของน้ำเสียในแต่ละจุดว่ามีคุณสมบัติเป็นเช่นไร มีความเข้มข้นระดับไหน สมควรที่จะนำมารวมกับน้ำเสียจากจุดอื่นๆ ก่อนเข้าระบบบำบัดหรือไม่ หรือควรแยกออกมาบำบัดเฉพาะส่วนจะเหมาะสมและประหยัดกว่า การเก็บตัวอย่างในลักษณะนี้จะเห็นถึงความผันแปรของปริมาณและความเข้มข้นของน้ำเสียในจุดต่างๆ ได้อย่างชัดเจน

<u>2.การเก็บตัวอย่างแบบผสมรวม (Composite Sampling)</u> หมายถึงการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ณ จุดใดจุดหนึ่งติดต่อกันตลอดวัน แล้วจึงนำน้ำเสียจากจุดเก็บต่างๆ มารวมกัน การเก็บน้ำเสียแบบนี้ปริมาณการเก็บจะต้องเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณการไหลของน้ำเสีย ถ้าน้ำเสียไหลออกมามากก็จะเก็บตัวอย่างมาก ถ้าไหลออกมาน้อยก็จะเก็บน้อย การเก็บแต่ละครั้งจะห่างกันประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง แล้วแต่ความเหมาะสมจนครบ 1 วัน แล้วจึงนำน้ำเสียมารวมกันก็จะได้เป็นตัวแทนของน้ำเสียจริงๆ (ปริมาณน้ำเสียที่นำมารวมกันแล้วไม่ควรน้อยกว่า 4 ลิตร) ผลจากการวิเคราะห์น้ำเสียที่เก็บด้วยวิธีนี้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียได้

ข้อดีของการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีนี้คือ จะรู้ว่าน้ำเสีย ณ จุดใดมีคุณสมบัติอย่างไร มีความเข้มข้นแค่ไหน มีปริมาณเท่าไร ควรจะนำมารวมหรือแยกบำบัด ข้อเสียของการเก็บน้ำเสียวิธีนี้คือ เสียเวลาและจะต้องวิเคราะห์น้ำเสียหลายตัวอย่างด้วยกัน

การเก็บตัวอย่างน้ำเสียด้วยวิธีนี้ หากสามารถซื้อเครื่องเก็บตัวอย่างอัตโนมัติก็จะเป็นการดีเพราะจะสะดวกมากกว่าการเก็บด้วยแรงงานคน แต่ค่อนข้างจะมีราคาที่สูง

น้ำเสียที่เก็บในชั่วโมงต้นๆ จะต้องเก็บไว้ในห้องเย็นหรือแช่น้ำแข็งไว้ เพื่อไม่ให้คุณสมบัติของน้ำเสียเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก การแช่น้ำในห้องเย็นหรืออุณหภูมิต่ำจะหยุดการทำงานของแบคทีเรียที่ปนมากับน้ำเสีย ทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดน้อย แต่ก็ไม่ควรเกิน 6 ชั่วโมง น้ำเสียที่จะต้องเก็บนานเกิน 6 ชั่วโมง ก่อนเก็บจะต้องเติมสารเคมีบางชนิดเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลง

<u>3.การเก็บตัวอย่างจากบ่อรวม (Sump Sampling)</u> หมายถึงการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อ (Sump) ที่เป็นที่รวมของน้ำเสียจากแหล่งต่างๆ น้ำเสียจากบ่อรวมจัดได้ว่าเป็นตัวแทนของน้ำเสียที่แท้จริงได้เช่นเดียวกัน หากน้ำเสียถูกกักไว้ในบ่อนานกว่า 6 ชั่วโมง เมื่อนำมาวิเคราะห์ก็จะทราบคุณสมบัติที่สามารถนำไปออกแบบระบบบำบัดได้เช่นกัน

ข้อดี ของการเก็บน้ำเสียด้วยวิธีนี้ คือ เก็บง่าย ไม่ต้องเก็บหลายตัวอย่าง แต่มีข้อเสียคือ ไม่สามารถแยกน้ำเสียที่มีความเข้มข้นน้อยออกได้ เพราะไม่ทราบว่าจะแยกออก ณ จุดใด เนื่องจากไม่มีข้อมูลเหล่านั้นอยู่เลย ทำให้ต้องบำบัดน้ำเสียปริมาณมาก และค่าใช้จ่ายในการบำบัดสูง

<u>4.ภาชนะที่เก็บน้ำเสีย (Sample Bottle)</u> ควรใช้ขวดแก้วปากกว้างล้างให้สะอาดหรือขวดพลาสติกคุณภาพดีที่ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดหรือด่าง การเก็บน้ำเสียไม่ควรเก็บจนเต็มขวด ควรมีที่ว่างให้อากาศแทรกอยู่บ้าง เพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ที่ปะปนมากับน้ำเสียตายเพราะขาดอ็อกซิเจน

ขวดเก็บน้ำเสียควรมีฉลากติดไว้ บนฉลากจะบอกรายละเอียดถึงแหล่งน้ำเสีย วิธีเก็บ วิธีรักษาเก็บ ณ จุดใด เวลาเท่าไร ใครเป็นผู้เก็บ พร้อมทั้งวันที่เก็บด้วย ทั้งนี้หากการวิเคราะห์มีปัญหาผู้วิเคราะห์จะได้สามารถสอบถามผู้เก็บ หรือติดต่อให้ไปเก็บตัวอย่าง ณ จุดที่ต้องการใหม่ได้

ตารางที่ 2.1 แสดงวิธีการรักษาคุณสมบัติของตัวอย่างน้ำเสีย

พารามิเตอร์ที่จะวิเคราะห์	วิธีรักษาคุณสมบัติของน้ำเสีย	ระยะเวลาเก็บรักษาสูงสุด (แนะนำ/ยอมรับได้)
Acidity	แช่เย็น	24 ชม./14 วัน
Alkalinity	แช่เย็น	24 ชม./14 วัน
BOD	แช่เย็น	6 ชม./48 ชม.
COD	วิเคราะห์เร็วที่สุด หรือ เติมกรดซัลฟูริคให้ pH = 2 แล้วแช่เย็น	7 วัน/28 วัน
Chlorine residual	วิเคราะห์ทันที	0.5 ชม./ห้ามเก็บนาน
Color	แช่เย็น	48 ชม./48 ชม.
Conductivity	แช่เย็น	28 วัน/28 วัน
Hardness	เติมกรดไนตริกให้ pH ต่ำกว่า 2	6 เดือน/6 เดือน
Ammonia	วิเคราะห์เร็วที่สุด หรือเติมกรดซัลฟูริคให้ pH ต่ำกว่า 2 แล้วแช่เย็น	7 วัน/28 วัน
Nitrate	วิเคราะห์เร็วที่สุดหรือแช่เย็น	48 ชม./48 ชม.
Nitrate+ Nitrite	เติมกรดซัลฟูริคจน pH ต่ำกว่า 2 แล้วแช่เย็น	ไม่มี/28 วัน
Nitrite	วิเคราะห์เร็วที่สุด หรือ แช่เย็น	ไม่มี/48 ชม.
Organic, Kjeldahl	แช่เย็น หรือเติมกรอซัลฟูริคให้ pH ต่ำกว่า 2	7 วัน/ 28 วัน
Oil and Grease	วิเคราะห์เร็วที่สุด หรือ แช่เย็น	6 ชม.
Oxygen dissolved เครื่องวัด (Electrode) ไตเตรชั่น (Winkler)	วิเคราะห์ทันที รอได้เมื่อเติมกรดแล้ว	0.5 ชั่วโมง/ห้ามเก็บไว้นาน 8 ชม./8 ชม.
PH	วัดทันที	2 ชม./ห้ามเก็บนาน
Phosphate	แช่เย็น, สำหรับฟอสเฟตละลายน้ำให้กรองทันที	48 ชม.

พารามิเตอร์ที่จะวิเคราะห์	วิธีรักษาคุณสมบัติของน้ำเสีย	ระยะเวลาเก็บรักษาสูงสุด (แนะนำ/ยอมรับได้)
Salinity	วิเคราะห์ทันที หรือปิดด้วยไข	6 เดือน
Solids	แช่เย็น	7 วัน/ 2-7 วัน
Sulphate	แช่เย็น	28 วัน/ 28 วัน
Sulfite	แช่เย็น, เติม 4 หยดของ 2 N Zinc acetate/ 100 ml, เติม NaOH ให้ pH สูงกว่า 9	7 วัน/ 28 วัน
Temperature	วิเคราะห์ทันที	ห้ามเก็บไว้นาน
Turbidity	วิเคราะห์ภายในวันนั้น, เก็บในที่มืดได้ถึง 24 ชม., แช่เย็น	24 ชม./48 ชม.

ที่มา : Clesceri, L. S. et al. 1999. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th edition pp. 1-37 – 1-38.

การวิเคราะห์ค่า COD (Chemical Oxygen Demand- Dichromate Method)

หลักการของวิธีการหาค่า COD ด้วยการอ๊อกซิไดส์ด้วยโปแตสเซียมไดโครเมต คือ การทำการอ๊อกซิไดส์สารอินทรีย์และอนินทรีย์ต่างๆ ที่ปะปนในน้ำด้วยสารละลายโปแตสเซียมไดโครเมต ในสภาวะที่เป็นกรดอย่างแรงและอุณหภูมิสูง 150 องศาเซลเซียส โดยมีซิลเวอร์ไอออน (Ag^+) เป็น ตัวเร่งปฏิกิริยา ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 1 และหาจุดยุติ (End point) โดนการไตเตรตกับ FAS (เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$) สารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองไปเป็นสีน้ำตาลแดง ดังสมการที่ 2

$$3\ \text{Organic-C} + 2Cr_2O_7^{2-} + 16H^+ \rightarrow 3CO_2 + 4Cr_3+ + 2H_2O \quad \text{.....(1)}$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe_2+ + 14H^+ \rightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad \text{.....(2)}$$

<u>สารแทรกสอด</u>

สำหรับความผิดพลาดของค่า COD ที่หาได้ อาจเกิดขึ้นจากในน้ำตัวอย่างมีสารแทรกสอดปฏิกิริยา (Interferance) ปะปนอยู่ น้ำตัวอย่างที่มีคลอไรด์อิออน (Cl^-) ปะปนอยู่ ทำให้ปริมาณ COD ที่หาได้สูงกว่าความเป็นจริง เนื่องจากคลอไรด์อิออนไปรีดิวซ์ไดโครเมตอิออน ($Cr_2O_7^{2-}$) (ดังสมการที่3) ซึ่งแก้ไขได้โดยการเติมเมอคิวริคซัลเฟต ($HgSO_4$) นอกจากนั้นไนไตรท์ (NO^{2-}) และไนเตรทอิออน (HSO_3) (ดังสมการที่ 4)

$$6Cl^- + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 3Cl_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad \text{.....(3)}$$

$$NO^{2-}\ ;\ NO^{3-} + NH_2 + SO_3H \rightarrow N_2 + H_2SO_4 + H_2O \quad \text{.....(4)}$$

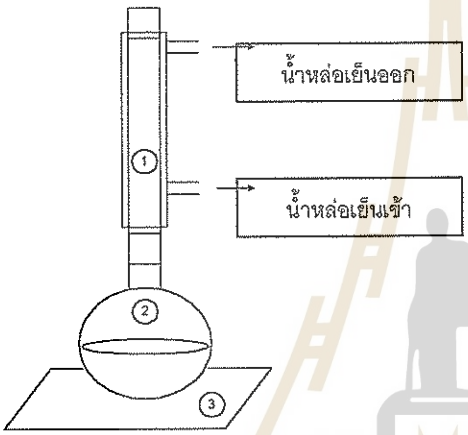
<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. ขวดรีฟลักซ์ (ขวดกลมก้นแบน –Flat bottom flask) ชนิดที่มีปากแบบกราวจอยท์ด้านใน ขนาด 250 มล.

2. เครื่องควบแน่น (Condenser) ซึ่งมีแจ๊คเก็ต (Jacket) ขนาดยาว 300 มม. มีกราวจอยท์ด้านนอกขนาด 24/40

3. เตาไฟฟ้า (Hotplate)

4. กลาสบีท (Glass bead)



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของชุด Reflux

1.คอนเดนเซอร์

2.ขวดรีฟลักซ์

3.เตาไฟฟ้า

<u>สารเคมี</u>

1. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต 0.0417 โมลาร์
(0.0417 M Potassiumdichromate standard solution)
   1.1 ชั่ง โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ปริมาณ 12.259 กรัม (อบแห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง)
   1.2 ละลายลงในน้ำกลั่น ทำให้เจือจางเป็น 1,000 มล. ในขวดวัดปริมาตร
2. กรดซัลฟุริกเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)
   2.1 ชั่งผง ซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4) 22 กรัม
   2.2 ใส่ลงในกรดซัลฟุริกเข้มข้น (Conc. H_2SO_4) ขนาด 4 กิโลกรัม
   2.3 ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน เพื่อให้ละลายก่อนนำมาใช้

3. สารละลายมาตรฐาน FAS (เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.25 โมลาร์)

(0.25 M Ferrous ammonium sulfate standard solution)

3.1 ชั่งแอมโมเนียมเฟอรัสซัลเฟต เฮกซะไฮเดรต

(ไอร์ออน (II) แอมโมเนียมซัลเฟต $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$) 49 กรัม

3.2 ละลายด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มล.

3.3 เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น 10 มล.

3.4 ปรับปริมาตรให้ได้ 500 มล.

** สารละลายนี้จะต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอนก่อนใช้ทุกครั้ง ด้วยสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต 0.0417 โมลาร์

4. สารละลายเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ (Ferroin Indicator solution)

4.1 ชั่ง 1-10 ฟีแนนโทรลีน โมโนไฮเดรต (1-10 Phenanthroline monohydrate) 1.485 กรัม

4.2 ชั่ง เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$) 0.695 กรัม

4.3 ละลายในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 100 มล. ในขวดวัดปริมาตร

5. ผงเมอร์คิวรี (II) ซัลเฟต ($HgSO_4$)

<u>การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน FAS</u>

นำสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต 0.0417 โมลาร์ 10 มล. ใส่ลงในขวดรีฟลักซ์ เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น 30 มล. ใส่ผงเมอร์คิวรี (II) ซัลเฟต ประมาณ 0.4 กรัม เติมน้ำกลั่น 60 มล. เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืด แล้วนำมาไตเตรตด้วย สารละลายมาตรฐาน FAS 0.25 โมลาร์ โดยใช้เฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ 3 หยด เมื่อถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลแดง

$$M = \frac{\text{ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต} \times 0.25}{\text{ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน FAS}}$$

M = ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน FAS (โมลาร์)

0.25 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน FAS ที่ต้องการ (โมลาร์)

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต 0.0417 โมลาร์ ปริมาตร 10 มล. ลงในขวดรีฟลักซ์ เติมกรดซัลฟุริก เข้มข้น 30 มล. ใส่กลาสบีท (Glass bead) ประมาณ 3-4 เม็ด และเมอร์คิวรี (II) ซัลเฟต ประมาณ 0.4 กรัม เขย่าให้เข้ากัน ค่อยหยดตัวอย่างน้ำลงไปพร้อมๆกับเขย่าขวด จนกระทั่งสารละลายเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมเขียว จดปริมาตรของตัวอย่างน้ำไว้ เติมน้ำกลั่นลงไปจนครบ 20 มล. เขย่าให้เข้ากัน

2. นำขวดรีฟลักซ์ต่อเข้ากับเครื่องควบแน่น ใช้บีกเกอร์เล็กๆ ปิดปลายด้านเปิดของเครื่องควบแน่น เพื่อป้องกันสารต่างๆ จากภายนอกหลุดเข้าไป แล้วรีฟลักซ์หรือต้มเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็น ล้างเครื่องควบแน่นด้วยน้ำกลั่นก่อนที่จะถอดเครื่องควบแน่นออกจากขวดรีฟลักซ์

3. ทำส่วนผสมให้เจือจางลงโดยการเติมน้ำกลั่นอีก 40 มล. แล้วจึงไตเตรทหาปริมาณของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมตที่มากเกินพอด้วย สารละลายมาตรฐาน FAS 0.25 โมลาร์ โดยใช้เฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ 3 หยด ซึ่งเมื่อถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลแดง

4. การหาค่า Blank ใช้น้ำกลั่น 20 มล. แทนตัวอย่างน้ำ เติมรีเอเจนต์ ต่างๆ ที่ใช้ ทำการรีฟลักซ์และไตเตรต เช่นเดียวกับตัวอย่างทุกประการ

*ในกรณีที่ใช้ปริมาณตัวอย่างต่างๆกัน อัตราส่วนของสารละลายอื่นๆจะต้องเปลี่ยนแปลงด้วย ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

<u>ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณและความเข้มข้น(M)ของสารเคมี ที่ใช้สำหรับปริมาณตัวอย่างต่างๆกัน</u>

ปริมาตรตัวอย่าง (มล.)	0.0417 M $K_2Cr_2O_7$ (มล.)	Conc. H_2SO_4 (มล.)	$HgSO_4$ (กรัม)	$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ (โมลาร์)	ปริมาตรสุดท้าย ก่อนไตเตรต (มล.)
10.0	5.0	15	0.2	0.05	70
20.0	10.0	30	0.4	0.10	140
30.0	15.0	45	0.6	0.15	210
40.0	20.0	60	0.8	0.20	280
50.0	25.0	75	1.0	0.25	350

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{COD (ppm)} = \frac{(A-B) \times M \times 8{,}000}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (มล.)}}$$

A = ปริมาตรของ 0.25 M FAS Standard Solution ซึ่งใช้ไตเตรท Blank (มล.)

B = ปริมาตรของ 0.25 M FAS Standard Solution ซึ่งใช้ในการไตเตรทตัวอย่างน้ำ (มล.)

M = ความเข้มข้นของ 0.25 M FAS Standard Solution (โมลาร์)

8,000 = ค่าคงที่ในการคำนวณหาค่า COD (ppm)

<u>ความแม่นยำในการวิเคราะห์</u>

การตรวจสอบวิธีการวิเคราะห์และคุณภาพของรีเอเจนต์ที่ใช้ จะตรวจสอบกับสารละลายกลูโคสหรือโพแทสเซียมพทาเลต (Potassium hydrogenphthalate) ซึ่งในทางทฤษฎีแล้ว เมื่อละลายกลูโคสจำนวน 0.4686 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 มล. ในขวดวัดปริมาตร จะให้ค่า COD 500 ppm ส่วนโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต ซึ่งอบที่ 120 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่จำนวน 0.425 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1,000 มล. ในขวดวัดปริมาตร จะให้ค่า COD 500 ppm

COD

Flow Chart

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต 0.0417 โมลาร์ 10 มล. ลงในขวดรีฟลักซ์

↓

เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น 30 มล. ใส่กลาสบีท ประมาณ 3-4 เม็ด และผงเมอร์คิวรี (II) ซัลเฟต 0.4 กรัม เขย่าให้เข้ากัน

↓

ค่อยๆหยดตัวอย่างน้ำลงไปพร้อมๆกับเขย่าขวด จนกระทั่งสารละลายเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมเขียว จดปริมาตรของตัวอย่างน้ำไว้ เติมน้ำกลั่นลงไปอีกจนครบ 20 มล. เขย่าให้เข้ากัน

↓

นำขวดรีฟลักซ์วางบนเตาไฟฟ้า ต่อเข้ากับเครื่องควบแน่น รีฟลักซ์เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

↓

ทิ้งไว้ให้เย็น เอาออกมาจากเครื่องควบแน่น เติมน้ำกลั่นลงไปอีก 40 มล.

↓

ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐาน FAS 0.25 โมลาร์ โดยใช้เฟอร์อินดิเคเตอร์ 3 หยด ที่จุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

1. **รายละเอียดขบวนการผลิต**

ในการศึกษาปัญหาการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ควรจะรวบรวมข้อมูลรายละเอียดขบวนการผลิตเพื่อเขียนแผนผังขบวนการผลิตแสดงรายละเอียดปริมาณวัสดุและน้ำที่เข้าออกแต่ละหน่วยผลิต จากรายละเอียดเหล่านี้ วิศวกรจะสามารถคำนวณ mass balance และ water balance ของทั้งโรงงานได้ เพื่อตรวจสอบกับผลที่ได้จากการสำรวจปริมาณน้ำทิ้งและสิ่งสกปรกที่ต้องกำจัด นอกจากนี้จะต้องสำรวจระบบระบายน้ำทิ้งของโรงงานด้วย

2. **ปริมาณการใช้น้ำ**

ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำเป็นประโยชน์ในการประมาณปริมาณน้ำทิ้งเพื่อตรวจสอบกับปริมาณน้ำทิ้งที่วัดได้จริง นอกจากนั้นเมื่อเทียบกับข้อมูลการใช้น้ำของโรงงานประเภทเดียวกันแห่งอื่น จะทำให้ประเมินได้ว่า โรงงานที่ศึกษาใช้น้ำมากหรือน้อยเกินไปเพียงใด เพื่อหาทางลดปริมาณการใช้น้ำลง

3. **ปริมาณและคุณลักษณะของน้ำทิ้ง**

ขนาดหรือความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสียถูกกำหนดด้วยอัตราการรับปริมาณน้ำทิ้ง (Hydraulic Load) และอัตราการรับปริมาณสิ่งสกปรกที่ต้องกำจัด (Pollution Load) ดังนั้นข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและคุณลักษณะของน้ำทิ้งจึงมีความสำคัญที่สุดในการคำนวณออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย การสำรวจข้อมูลดังกล่าวทำได้โดยการวัดปริมาณน้ำทิ้งและเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

3.1 <u>การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง (Wastewater Sampling)</u> ข้อมูลคุณลักษณะน้ำทิ้งจะเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งด้วย นอกเหนือไปจากความละเอียดรอบคอบในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทิ้ง ข้อควรพิจารณาในการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งมีดังต่อไปนี้

-จุดที่เก็บตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมควรจะเก็บตัวอย่างจากจุดที่ระบายน้ำทิ้งออกมาด้วย นอกเหนือไปจากจุดรวมของน้ำทิ้งจากทุกจุด เพื่อนำข้อมูลไปพิจารณาแยกน้ำทิ้งที่ไม่จำเป็นต้องกำจัดออก หรือแยกน้ำทิ้งบางส่วนออกมากำจัดต่างหาก เพื่อให้การกำจัดเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

-ช่วงความถี่ของการเก็บตัวอย่าง โดยปกติปริมาณและคุณลักษณะของน้ำทิ้งจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ดังนั้นการเก็บตัวอย่างจึงควรกระทำทุกช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น ทุกครึ่งชั่วโมง หรือ ทุก 1 ชั่วโมง จนกว่าจะครบรอบการผลิต หรือครบรอบ 24 ชม. ตัวอย่างน้ำทิ้งที่เก็บที่จุดๆ หนึ่ง มีหลายตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างจะเรียกว่าตัวอย่างแยก (Grab Sample) อาจนำตัวอย่างแยกแต่ละตัวอย่างมาวิเคราะห์หากต้องการหาลักษณะการแปรผันของคุณลักษณะน้ำทิ้งกับเวลา หรืออาจจะนำตัวอย่างแยกทั้งหมดมาผสมรวมกันเป็นตัวอย่างรวม (Composite Sample) โดยผสมกันเป็นอัตราส่วนปริมาณการไหล ตัวอย่างรวมที่ได้ถือว่าเป็น ตัวอย่างเฉลี่ย

-อุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งอาจจะใช้คนเก็บตัวอย่าง หรือใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างอัตโนมัติ ซึ่งมี 2 ประเภท คือ แบบที่เก็บตัวอย่างด้วยปริมาตรคงที่ตลอดเวลา กับ แบบที่เก็บตัวอย่างเป็นปริมาตรที่แปรผันกับอัตราการไหลของน้ำทิ้ง

-คุณลักษณะของน้ำที่จะทำการวิเคราะห์ ขึ้นอยู่กับชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งโรงงานแต่ละแห่งอาจจะใช้คุณลักษณะในการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันได้

-การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำทิ้ง ควรมีวิธีการที่เหมาะสมในการเก็บรักษาคุณลักษณะของน้ำทิ้งให้คงสภาพเดิมไว้ได้มากที่สุด ซึ่งอาจอาศัยการเติมสารเคมี หรือ ทำการวิเคราะห์ทันทีที่เก็บตัวอย่างน้ำ

-ปริมาณตัวอย่างน้ำทิ้ง ขึ้นอยู่กับประเภทของการวิเคราะห์ที่จะใช้ ซึ่งจะใช้ปริมาณน้ำแตกต่างกัน ดังนั้น การเก็บตัวอย่างน้ำ ควรจะเก็บให้เพียงพอต่อการวิเคราะห์ และไม่น้อยจนเกินไป เพราะจะทำให้ตัวแทนของน้ำที่เก็บมาไม่ถูกต้องกับความเป็นจริง

3.2 การวัดปริมาณน้ำทิ้ง (Flow Measurement)

การไหลของน้ำทิ้งแบ่งออกได้เป็น การไหลภายในท่อด้วยแรงดัน (Pressure Flow) เช่นในท่อส่งน้ำของ

เครื่องสูบน้ำ และการไหลตามธรรมชาติจากที่สูงลงไปสู่ที่ต่ำ (Open Channel Flow) เช่นการไหลในรางระบายน้ำ และในท่อระบายที่มีน้ำไหลไม่เต็มท่อ วิธีการวัดปริมาณน้ำทิ้งมีหลายวิธีดังนี้

1.วิธีการสำหรับท่อส่งน้ำ

- Venturi meter
- Flow nozzles
- Orifice
- Pitot tube
- Magnetic meter
- Rotameter
- Elbow meter

2.วิธีการสำหรับรางระบายน้ำหรือท่อระบายที่มีปลายเปิดสู่บรรยากาศ

2.1 น้ำไหลเต็มท่อ

- Nozzles and Orifice
- Vertical open-end flow

2.2 น้ำไหลไม่เต็มท่อ

- Horisontal or Sloped open-end method
- California pipe method
- Open flow nozzles

2.3 น้ำไหลในรางระบายน้ำ

- Current meter
- Measuring the depth only
- Measuring the surface and velocity and depth
- Pitot tubes
- Flumes

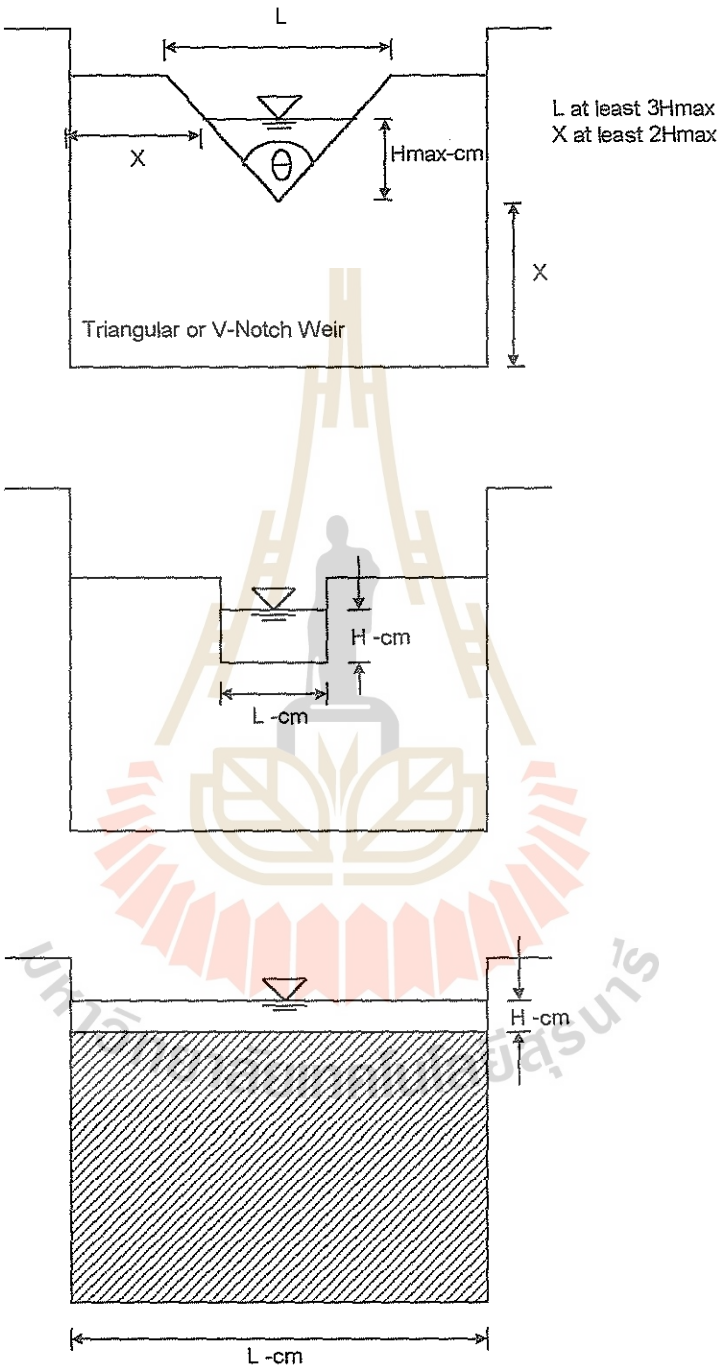
2.4 วิธีการอื่นๆ

- Dilution method
- Bucket and Stopwatch (Calibrated vessel)
- Measuring level change in tank
- Water meters on incoming lines
- Pumping rates

รายละเอียดของวิธีดังกล่าว ค่อนข้างมาก ในที่นี้จะเสนอเฉพาะวิธีการวัดที่ได้ใช้ในการปฏิบัติงานจริง คือ การวัดอัตราการไหลโดยใช้ฝายน้ำล้น (Weirs)

ฝายน้ำล้น (Weirs) การวัดปริมาณการไหลโดยใช้ฝายน้ำล้นเป็นวิธีที่ใช้กันมาก ในกรณีที่น้ำไหลผ่านทางระบายน้ำ ฝายน้ำล้นเป็นแผ่นกั้นขวางทางน้ำไหล ทำให้น้ำเต็มและเอ่อไหลล้นแผ่นกั้น โดยที่ปริมาณการไหลจะสัมพันธ์กับระดับน้ำเหนือฝายน้ำล้น ซึ่งที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 แบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของ Weir ที่ใช้ในการวัดปริมาณการไหลในรางระบายน้ำ



บทที่ 3
รายละเอียดของงานที่ได้รับมอบหมาย

บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด มีการจัดแบ่งการผลิตออกเป็น 2 ส่วน คือ โรงงานที่ 1 และ โรงงานที่ 2 โดยโรงงานที่ 1 จะรับผิดชอบในการผลิต กลูโคสไซรัป กลูโคสผง (กลูโคสพาวเดอร์,กลูโคสโมโนไฮเดรต) ส่วนโรงงานที่ 2 จะทำการผลิต กลูโคสและฟรุกโตสไซรัป

เนื่องด้วยผลิตภัณฑ์ที่ทางบริษัทได้ทำการผลิตนั้น จำเป็นต้องใช้น้ำเข้ามาในกระบวนการผลิตในปริมาณพอสมควร น้ำทิ้งเหล่านี้จะถูกปล่อยเข้าสู่บ่อบำบัดน้ำเสียของทางโรงงาน (แห่งเดิม) เพื่อบำบัดให้มีคุณภาพในระดับมาตรฐานก่อนที่จะถูกปล่อยลงแม่น้ำท่าจีน แต่เมื่อทางบริษัทได้ทำการขยายโรงงาน รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของบ่อบำบัดน้ำเสีย ทำให้บ่อบำบัดน้ำเสียแห่งเดิมไม่สามารถรองรับและบำบัดน้ำทิ้งจำนวนมากเหล่านี้ได้ ด้วยจิตสำนึกที่ดีและเพื่อเป็นการปฏิบัติกฎหมายของกระทรวงอุตสาหกรรม ทางบริษัทจึงทำการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแห่งใหม่ขึ้นซึ่งจะมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบเดิมรวมทั้งยังได้ผลพลอยได้คือก๊าซชีวภาพมาใช้ในโรงงานอีกด้วย

เมื่อข้าพเจ้า นายสาโรช โกษารักษ์ ได้เข้ามาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาที่บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด จึงได้รับมอบหมายจากผู้จัดการฝ่ายโรงงานและรองผู้จัดการฝ่ายโรงงาน ให้ทำการศึกษาเก็บข้อมูลปริมาณและคุณภาพน้ำทิ้งของโรงงาน 1 และ 2 เพื่อจะได้เป็นประโยชน์ต่อระบบบำบัดน้ำเสียแห่งใหม่ในแง่ของข้อมูลที่จำเป็นในการควบคุมและดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย โดยมีรายละเอียดของงานดังนี้

1.ศึกษากระบวนการผลิต เพื่อให้ทราบขั้นตอนที่สำคัญที่มีการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่ระบบบำบัด

2.ทำการเก็บข้อมูล ตรวจวัด อัตราการไหลและปริมาณน้ำทิ้งและค่า COD จากหน่วยการผลิตต่างๆ ของโรงงานที่ 1 และโรงงานที่ 2

3.ทำการเก็บข้อมูล ตรวจวัด อัตราการไหล, ปริมาณน้ำทิ้งจากทางระบายน้ำรวมด้วยเครื่องมือวัดอัตราการไหล และค่า COD ของน้ำทิ้ง ของโรงงานที่ 1 และโรงงานที่ 2

4.ทำการวิเคราะห์และประมาณปริมาณน้ำทิ้งที่ระดับการผลิตต่างๆ ของทางโรงงานจากข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้

5.ทำการวิเคราะห์แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญที่มีผลต่อระดับของค่า COD

เหตุที่เลือกค่า COD เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำทิ้ง เนื่องจาก การวิเคราะห์ค่า COD นั้นใช้เวลาในการวิเคราะห์ประมาณ 3 ชั่วโมง มีความรวดเร็วกว่าการวิเคราะห์ค่า BOD ซึ่งต้องใช้เวลาถึง 5 วัน และการเก็บข้อมูลค่า COD นั้น ทางผู้จัดการฝ่ายโรงงานต้องการความถี่ของการเก็บตัวอย่างมากที่สุด และเป็นเวลาติดต่อกันหลายๆ วัน จึงทำให้การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งโดยใช้ค่า COD เป็นเกณฑ์เหมาะสมมากที่สุดสำหรับโครงงานนี้

แผนงานการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการปฏิบัติงาน

สัปดาห์ที่	กิจกรรมสำคัญ
1	ศึกษาเอกสาร ISO9002, Work Instruction, Work Procedure ฯลฯ
2	ศึกษากระบวนการผลิต , ติดตามการใช้งานแป้งหมาดทดแทนแป้งแห้ง, ทดลองวัดค่า COD
3	
4	ศึกษา,ตรวจวัดปริมาณน้ำทิ้งและค่า COD ของแต่ละหน่วยการผลิต
5	
6	
7	ตรวจวัดปริมาณน้ำทิ้ง
8	ศึกษา,ตรวจวัดปริมาณน้ำทิ้งและค่า COD ที่รางระบายน้ำรวมของแต่ละโรงงาน
9	
10	
11	
12	ศึกษางานแผนกควบคุมคุณภาพ และงานการผลิตในส่วนอื่นๆ
13	
14	
15	จัดทำรายงานสรุป
16	

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1.ศึกษากระบวนการผลิตของโรงงาน 1 และ 2 ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานและสามารถวิเคราะห์จุดที่มีการปล่อยน้ำทิ้งออกมาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งมีแผนผังการผลิตและรายละเอียดของน้ำทิ้งจากแต่ละหน่วยการผลิตดังนี้คือ

2.ทำการเก็บข้อมูล ตรวจวัด อัตราการไหลและปริมาณน้ำทิ้งและค่า COD จากหน่วยการผลิตต่างๆ ของโรงงานที่ 1 และโรงงานที่ 2 โดยศึกษาจากแผนผังของโรงงานและแผนผังของทางระบายน้ำ ได้ทำการเก็บข้อมูลของแหล่งกำเนิดน้ำทิ้งทุกๆ จุดภายในโรงงานซึ่งจะมีหน่วยการผลิตที่สำคัญที่ปล่อยน้ำทิ้ง ดังนี้

-น้ำหล่อเลี้ยงปั๊มต่างๆ

-น้ำหล่อเลี้ยงมอเตอร์ใบกวน

-น้ำที่ใช้ในการล้างคอลัมน์เรซิ่น

-น้ำที่ใช้หล่อเลี้ยงปั๊มเครื่องต้มเคี่ยว (Evaporator)

-น้ำที่ใช้ฉีดล้างทำความสะอาดภายในโรงงาน

-น้ำทิ้งจากการล้างเครื่องในระบบ Clean In Pipe และ การล้างไล่น้ำเชื่อมที่ค้างในคอลัมน์เรซิ่น

2.1 การหาอัตราการไหลของหน่วยการผลิตบางหน่วยไม่สามารถที่จะทำการวัดด้วย V-Notch Weirs ได้ เพราะปริมาณน้ำมีน้อยไหลทิ้งในลักษณะเหมือนน้ำไหลออกจากก๊อกลงสู่ทางระบาย และต้องการทราบเฉพาะปริมาณน้ำเฉพาะจุดจริงๆ จึงได้ทำการหาอัตราการไหลด้วยวิธี การวัดน้ำหนักของน้ำที่เก็บได้ในเวลาหนึ่ง โดยใช้อุปกรณ์ดังนี้

-ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน

-นาฬิกาจับเวลา

-เครื่องชั่งน้ำหนักระบบ Digital

<u>ขั้นตอน</u>

1.ใช้ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร รองรับน้ำที่ไหลออกมาจากท่อ/วาล์วน้ำทิ้ง

2.จับเวลาทันทีที่น้ำไหลลงในถัง

3.หากน้ำไหลในปริมาณน้อย ให้หยุดเมื่อน้ำใกล้เต็มถังพร้อมกับหยุดเวลา ทำ 5 ซ้ำ

4.หากน้ำไหลในปริมาณมาก ให้กำหนดเวลาที่สั้นลงเพื่อไม่ให้น้ำล้นถังก่อนแต่ควรได้ปริมาณน้ำราว ¾ ของถัง

5.นำน้ำที่รองรับไว้ ไปชั่งน้ำหนัก

6.คำนวณอัตราการไหลจาก ความสัมพันธ์ อัตราการไหล เท่ากับปริมาตรน้ำต่อเวลา โดยถือว่าน้ำ 1 kg มีปริมาตร 1 ลิตร ทำ 10 ซ้ำ

2.2 เมื่อหาอัตราการไหลของทุกๆ จุดที่มีการปล่อยน้ำทิ้งในโรงงานได้เรียบร้อยแล้ว ให้ศึกษารายงานการผลิตและตรวจสอบการทำงานจริง ว่า เครื่องจักร/หน่วยผลิต แต่ละจุด มีระยะเวลาการทำงานวันละกี่ชั่วโมง รวมทั้งในการผลิต 1 Batch (10 ตัน) จะใช้เวลาที่ชั่วโมงด้วย จากนั้นจึงคำนวณปริมาณน้ำทิ้งต่อวันจาก

ปริมาณน้ำทิ้งของหน่วยผลิต(ลิตร) = อัตราการไหล (ลิตร/ชั่วโมง) x เวลาที่ทำงาน(ชั่วโมง)ต่อวัน

2.3 จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากแต่ละหน่วยการผลิตมาทำการวิเคราะห์ค่า COD โดยวิธีการอ็อกซิไดส์ด้วยโปแทสเซียมไดโครเมต(Dichromate Method) มีลักษณะการเก็บตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำจากหน่วยการผลิต

หน่วยการผลิต	Grab Sampling	Composite Sampling
-น้ำหล่อเลี้ยงปั๊มต่างๆ	-	✓
-น้ำหล่อเลี้ยงมอเตอร์ใบกวน	-	✓
-น้ำที่ใช้ในการล้างคอลัมน์เรซิ่น	✓	✓
-น้ำที่ใช้หล่อเลี้ยงปั๊มเครื่องต้มเคี่ยว (Evaporator)	✓	✓
-น้ำที่ใช้ฉีดล้างทำความสะอาดภายในโรงงาน	✓	-
-น้ำทิ้งจากการล้างเครื่องในระบบ Clean In Pipe และการล้างไล่น้ำเชื่อมที่ค้างในคอลัมน์เรซิ่น	✓	✓

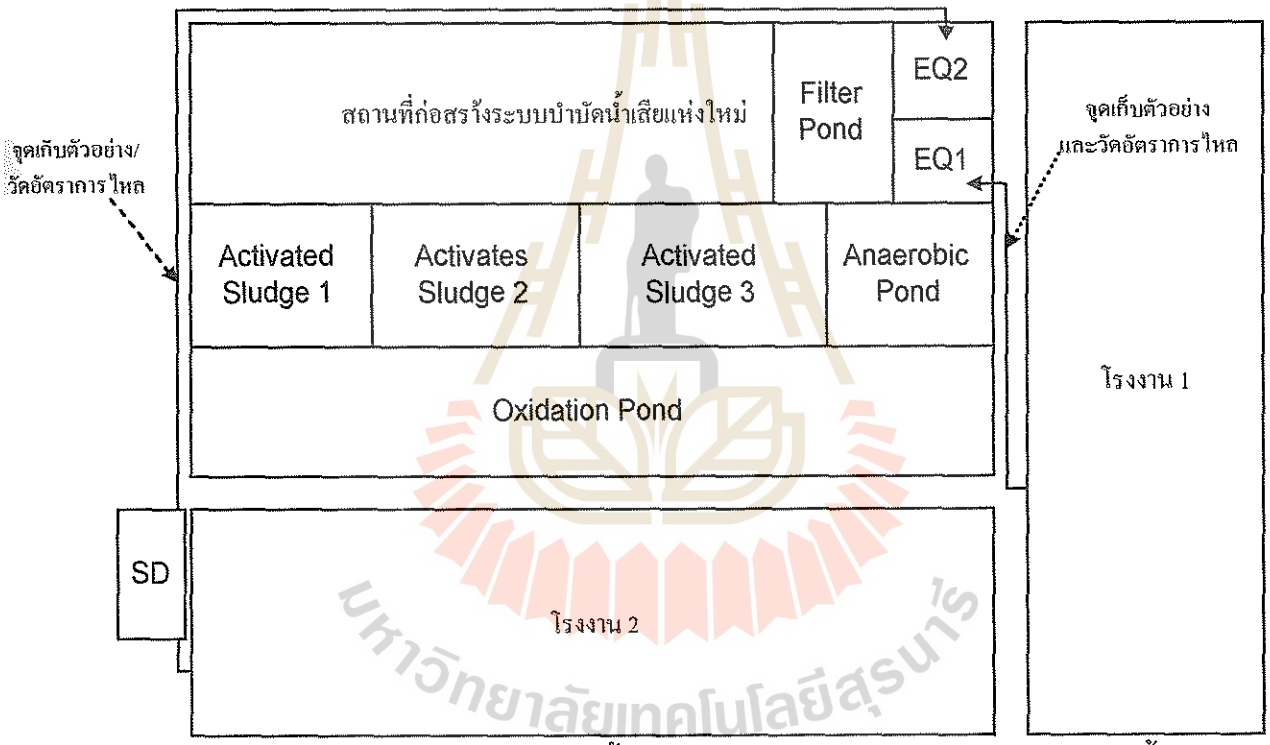
สำหรับการวิเคราะห์ค่า COD ของน้ำทิ้งจากการล้างคอลัมน์เรซิ่นและเครื่องต้มเคี่ยว (Evaporator) นั้น เมื่อจะเก็บตัวอย่างแบบ Grab Sample จะเก็บตัวอย่างในแต่ละช่วงเวลาของการล้าง เช่น การล้างคอลัมน์เรซิ่น จะเก็บครั้งละ 250 ml ทุกๆ 15-20 นาที และเก็บทุกๆ 5 นาที สำหรับการล้างเครื่องต้มเคี่ยว

ในกรณีของการเก็บตัวอย่างแบบ Composite Sample จะต้องนำตัวอย่างน้ำแต่ละช่วงเวลามารวมกัน ตามสัดส่วนกับปริมาณการไหล โดยจะเก็บครั้ง 250 ml ทุกๆ 3 นาที สำหรับการล้างคอลัมน์เรซิ่น และเก็บทุกๆ 30 วินาที สำหรับการล้างเครื่องต้มเคี่ยว

3.ทำการเก็บข้อมูล ตรวจวัด อัตราการไหล, ปริมาณน้ำทิ้งจากทางระบายน้ำรวมด้วยเครื่องมือวัดอัตราการไหล และค่า COD ของน้ำทิ้ง ของโรงงานที่ 1 และโรงงานที่ 2

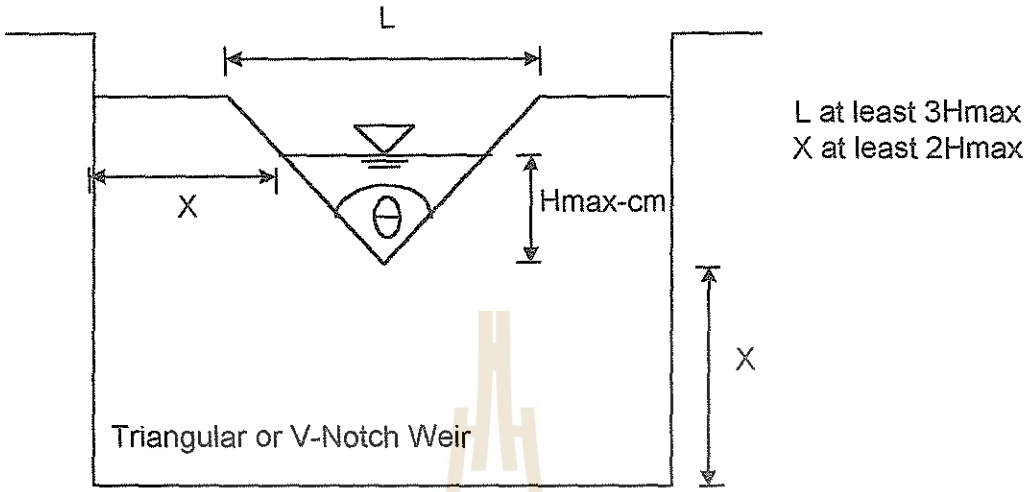
ภายในโรงงาน 1 และ 2 จะมีการแยกรางระบายน้ำออกจากกันโดยจะไหลมารวมกันที่ Equalization Tank เพื่อปรับสภาพการไหลของน้ำให้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบการย่อยสลายอินทรีย์สารแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Digestion)

รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังอย่างคร่าวๆของระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด

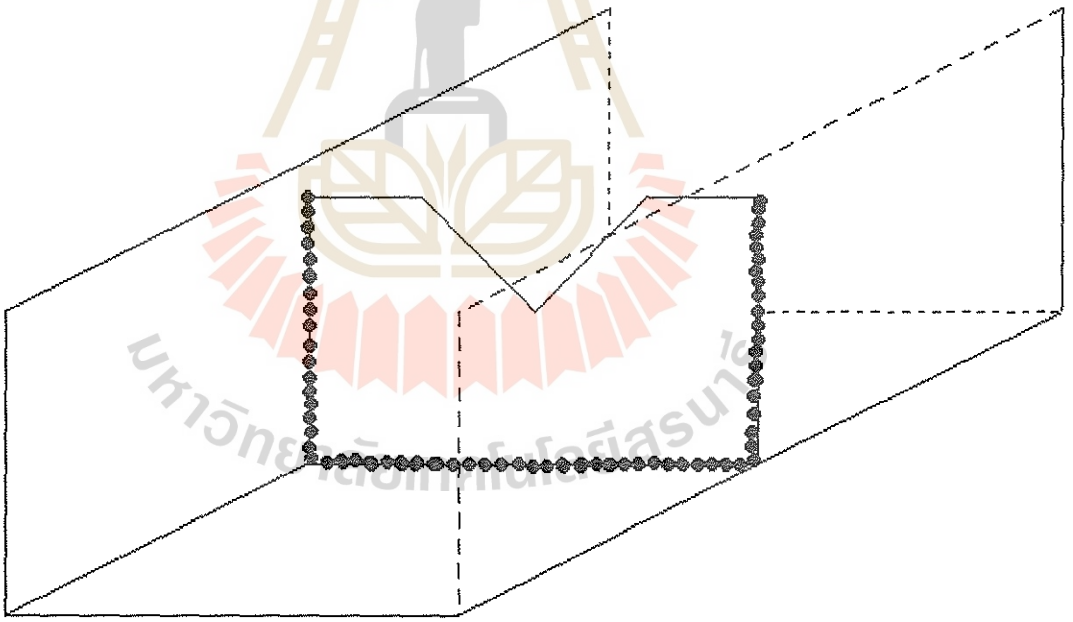


3.1 การวัดอัตราการไหลในทางระบายน้ำรวมทำได้โดย การใช้ V-Notch Weir มาติดตั้งลงไปในทางระบายน้ำเดิม แล้ววัดค่า Head (cm) ทุกๆ ครึ่งชั่วโมง 8.00-17.00 เป็นเวลา 10 วัน (วัดทั้ง2 โรงงาน) และทำการวัดตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 1 วัน เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลที่แท้จริงในรอบ 1 วัน โดย V-Notch Weir ที่ทำการติดตั้งนั้นมีรายละเอียดดังนี้

รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของ V-Notch Weir



รูปที่ 3.3 แสดงการติดตั้ง V-Notch Weir ลงในรางระบายน้ำ



- จุดที่เห็น คือ แนวการอุดรอยต่อด้วยซิลิโคน เพื่อให้น้ำทั้งหมดไหลผ่าน Weir เท่านั้น ไม่รั่วออกตามรอยต่อด้านข้าง/ด้านล่าง

3.2 การคำนวณอัตราการไหลด้วยเครื่องวัดอัตราการไหล V-Notch Weir

มุม θ ของ V-Notch Weir สามารถมีได้ด้วยกันหลายค่าแล้วแต่ความเหมาะสม สำหรับรางระบายน้ำที่มีอัตราไหลสูงๆ ควรจัดทำให้มุม มีขนาดใหญ่ เพื่อที่การระบายน้ำจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ลดปัญหาของการเกิดน้ำเอ่อล้น สำหรับการติดตั้ง V-Notch Weir ใน บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด ได้ออกแบบให้มุม θ มีขนาดเท่ากับ 45 องศา

การคำนวณปริมาณการไหลทำได้ดังนี้

$\theta = 90 \rightarrow$ อัตราการไหล $= 14H^{2.5}$

$\theta = 60 \rightarrow$ อัตราการไหล $= 8.1H^{2.5}$

$\theta = 45 \rightarrow$ อัตราการไหล $= 5.8H^{2.5}$

$\theta = 30 \rightarrow$ อัตราการไหล $= 3.8H^{2.5}$

อัตราการไหล, มล./วินาที

เมื่อได้ค่าอัตราการไหลทุกครึ่งชั่วโมงในแต่ละวัน ก็สามารถนำมาคำนวณเป็นปริมาณน้ำทิ้งตั้งแต่ 8.00-17.00 ได้ รวมทั้งสามารถนำไปเปรียบเทียบกับการวัดอัตราไหลเฉพาะหน่วยการผลิตว่าตรงกันหรือไม่

3.3 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากน้ำที่ล้นออกจาก V-Notch Weir มาวิเคราะห์ค่า COD ด้วยวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์น้ำทิ้งเฉพาะหน่วยการผลิต ทำการเก็บวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ เป็นเวลา 5 วัน ทั้งโรงงานที่ 1 และโรงงานที่ 2 โดยการเก็บตัวอย่างทุกๆ 1 ชั่วโมง สำหรับ โรงงานที่ 1 และ เก็บตัวอย่างทุกๆ 2 ชั่วโมงสำหรับโรงงานที่ 2

เหตุผลที่ความถี่ในการเก็บแตกต่างกันคือ

-โรงงานที่ 1 จะปล่อยน้ำลงสู่รางระบายน้ำรวมแล้วไปลงสู่บ่อ EQ (Equalization 1) ทันที ทำให้การแปรเปลี่ยนของค่า COD ในแต่ละช่วงเวลามีสูง จึงจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างให้มีความถี่ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

-โรงงานที่ 2 จะปล่อยน้ำสู่รางระบายน้ำรวมแล้วไปลงบ่อตกตะกอน (Sedimentation Tank:SD) แล้วจึงไหลผ่านรางระบายลงไปสู่ EQ2 ทำให้มีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งค้างอยู่ในบ่อตกตะกอนเป็นเวลานาน จึงไม่จำเป็นต้องเก็บตัวอย่างถี่ทุกๆ 1 ชั่วโมงเหมือนกับโรงงานที่ 1 เพราะค่า COD ก็ไม่มี

การเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมากนัก รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายของสารเคมีในการวิเคราะห์ค่า COD แต่ละครั้งด้วย

ตารางที่ 3.3 แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำจากหน่วยการผลิต

จุดที่เก็บตัวอย่าง	ความถี่ของการเก็บตัวอย่าง (ชม.)	Grab Sampling	Composite Sampling
บริเวณ V-Notch Wier โรงงานที่ 1	1	✓	✓
บริเวณ V-Notch Weir โรงงานที่ 2	2	✓	✓

การเก็บตัวอย่างแบบ Grab Sampling จะเก็บใส่ขวดพลาสติกขนาด 1.25 ลิตร แล้วนำมาวิเคราะห์ค่า COD ทันทีที่เก็บตัวอย่างมา แต่สำหรับการเก็บตัวอย่างแบบ Composite Sampling นั้นต้องมีการเก็บตัวอย่างน้ำที่นำมารวมกันในตู้ควบคุมอุณหภูมิเพื่อรักษาคุณลักษณะของน้ำทิ้งไว้ โดยได้เก็บไว้ในโถพลาสติกปิดฝาสนิทในตู้เก็บอุณหภูมิ 20 องศาเซลลเซียส (เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ในเวลา 1 วัน) นอกจากนั้น จำเป็นต้องทำการปรับสัดส่วนของปริมาณน้ำที่จะนำมารวมกันให้เหมาะสมกับอัตราการไหลในขณะนั้น ซึ่งได้ทำการคำนวณสรุปเป็นปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่จะทำเป็น Composite Sample ดังตาราง

ตารางที่ 3.4 แสดงปริมาตรของตัวอย่างน้ำทิ้งสำหรับ Composite Sampling

Head (ซม.)	ปริมาตรของตัวอย่างน้ำทิ้งที่ใช้ (มล.)	
	โรงงานที่ 1	โรงงานที่ 2
0-3.3	50	100
3.4-4.5	100	200
4.6-5.2	150	300
2.3-5.8	200	400
5.9-6.3	250	500
6.4-6.8	300	600
6.9-7.2	350	700
7.3-7.6	400	800
7.7-8.0	450	900
8.1-8.3	500	1,000
8.4-8.7	550	1,100
8.8-9.0	600	1,200
9.1-9.3	650	1,300
9.4-9.5	700	1,400
9.6-9.8	750	1,500
9.9-10.1	800	1,600
10.2-10.4	850	1,700
10.5-10.6	900	1,800
10.7-10.8	950	1,900
10.9-11.1	1,000	2,000
11.2-11.3	1,050	2,100
>11.4	1,100	2,200

เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ทั้งหมดแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์ปริมาณน้ำทิ้งส่วนต่างๆ ที่ระดับการผลิตต่างๆ กัน รวมทั้งวิเคราะห์แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญที่มีผลต่อระดับของค่า COD

บทที่ 4
ผลการศึกษา

"คุณภาพและปริมาณของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตภายในบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด"

จากการศึกษาเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ตั้งแต่เริ่มดำเนินโครงงานจนสิ้นสุดเป็นเวลาประมาณ 2 เดือน ทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียหลายประการ ทั้งทางด้านปริมาณน้ำทิ้ง (Hydrulic Load) และ ปริมาณสิ่งสกปรกที่ต้องกำจัด (Pollution Load) ดังตารางแสดงผลการศึกษาต่อไปนี้

1.ปริมาณน้ำทิ้งจากการแต่ละหน่วยการผลิต

ตารางที่ 4.1 แสดงการตรวจวัดอัตราการไหลของแต่ละหน่วยการผลิตและการประมาณปริมาณน้ำทิ้งที่ระดับการผลิตต่างๆ ของโรงงานที่ 1, 2

โรงงานที่ 1				ปริมาณน้ำ(ลิตร)ทิ้ง ที่ระดับการผลิตต่างๆ						
หน่วยผลิต		Flow rate l/h	ระยะเวลาเฉลี่ย/Batch	20 ตัน	30 ตัน	40 ตัน	50 ตัน	60 ตัน	70 ตัน	80 ตัน
น้ำหล่อเลี้ยงปั๊ม	ปั๊มจากถังพักเวลา → ถังหมัก	12.0	2.75	66	99	132	165	198	231	264
	ปั๊มจากถังหมัก → ฟอกสีด้วย Carbon	118.8	3.50	832	1,247	1,663	2,079	2,495	2,911	3,326
	ปั๊มหม้อกรอง Carbon	190.0	3.50	1,330	1,995	2,660	3,325	3,990	4,655	5,320
	ปั๊มจากถังพัก A1,B,F → คอลัมน์ฟอกสี resin	170.0	3.50	1,190	1,785	2,380	2,975	3,570	4,165	4,760
	ปั๊มจากถังพัก C → ต้มเคี่ยว Niro	16.0	3.00	96	144	192	240	288	336	384
	น้ำเลี้ยง Vacuum pump เครื่องต้มเคี่ยว Niro	732.0	3.00	4,392	6,588	8,784	10,980	13,176	15,372	17,568
	น้ำเลี้ยง Vacuum pump เครื่องต้มเคี่ยว Lucky	876.0	2.75	4,818	7,227	9,636	12,045	14,454	16,863	19,272
	น้ำเลี้ยง Vacuum pump เครื่อง Rotary Drum Filter	350.0	0.8	560	840	1,120	1,400	1,680	1,960	2,240

โรงงานที่ 1				ปริมาณน้ำ(ลิตร)ทิ้ง ที่ระดับการผลิตต่างๆ						
	หน่วยผลิต	Flow rate l/h	ระยะเวลาเฉลี่ย/Batch	20 ตัน	30 ตัน	40 ตัน	50 ตัน	60 ตัน	70 ตัน	80 ตัน
น้ำล้างเครื่อง/ เปลี่ยนผลิตภัณฑ์	อุ่นเครื่อง/ล้าง เครื่องต้มเคี่ยว Niro	2,424	0.2 x 2	970	970	970	970	970	970	970
	ล้างเมื่อเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ เครื่องต้มเคี่ยว Niro	2,424	0.1	242	242	242	485	485	485	485
	การล้างคอลัมน์ resin เมื่อเปลี่ยน Batch./ Spec.	7,000	0.20	1,190	2,380	2,380	2,380	3,570	3,570	3,570
	การล้างคอลัมน์ resin เมื่อเสร็จงาน	7,000	0.25	3,500	3,500	3,500	5,250	5,250	5,250	5,250
โรงงานที่ 2				ปริมาณการผลิต และ ปริมาณน้ำ(ลิตร) ที่ปล่อยทิ้ง						
	หน่วยผลิต	Flowrate l/h	ระยะเวลาเฉลี่ย/Batch	20 ตัน	30 ตัน	40 ตัน	50 ตัน	60 ตัน	70 ตัน	80 ตัน
น้ำหล่อเลี้ยงปั๊ม	ปั๊มจากถัง J → ถังหมัก	6.8	1.33	18	27	36	45	54	63	72
	ปั๊ม Cooling Plate ที่ถัง J	11.2	3.00	67	101	134	168	202	235	269
	น้ำเลี้ยงใบกวนถังหมัก	610.8	ทำตลอด 24 ชม.	14,659						
	ปั๊มจากถังหมัก → Carbon	164	3.50	1,148	1,722	2,296	2,870	3,444	4,018	4,592
	ปั๊มหม้อกรอง Carbon	49.6	3.50	347	521	694	868	1,042	1,215	1,389
	ปั๊มถัง B → resin	11.7	3.67	86	129	172	215	258	301	344
	น้ำเลี้ยง Vacuum pump เครื่อง Rotary Drum Filter	1,680	0.8	2,688	4,032	5,376	6,720	8,064	9,408	10,752
	น้ำเลี้ยงปั๊ม Wiegand**	720	4.0	5,760	8,640	11,520	14,400	17,280	20,160	23,040
น้ำล้างเครื่อง/ เปลี่ยนผลิต	อุ่นเครื่อง Wiegand	2,424	0.33	800						
	ล้างเครื่อง Wiegand	2,424	0.33	800						
	เปลี่ยน Batch ของ Wiegand	2,424	0.08	194						
	การล้าง resin เมื่อเปลี่ยน Batch.	7,000	ที่โรง 2 มีการฟอกสีขั้นที่ 2 เพียงผลิตภัณฑ์เดียว จึงไม่มีการล้างคอลัมน์							
	การล้าง resin เมื่อเสร็จงาน	7,000	0.25	1,750						
	น้ำล้างถังผสมแป้ง	-	-	400						

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่า แหล่งกำเนิดน้ำทิ้งของโรงงาน 1 และ 2 จะมีอยู่ด้วยกัน 2 แหล่งคือ น้ำหล่อเลี้ยงปั๊มต่างๆ กับ น้ำที่ใช้ล้างเครื่อง (เวลาเสร็จงานหรือเปลี่ยน Spec.ผลิตภัณฑ์) แต่ยังมีแหล่งกำเนิดน้ำเสียอีกชนิดหนึ่งที่สำคัญมาก เพราะจะมีน้ำทิ้งจากขั้นตอนนี้มากที่สุด นั่นคือ การล้างคอลัมน์เรซิ่น

การล้างคอลัมน์เรซิ่น เป็นวิธีการที่ทำการผ่านน้ำและสารเคมีเข้าไปในคอลัมน์เรซิ่นที่ใช้ในกระบวนการฟอกสี โดยเม็ดเรซิ่นซึ่งมีทั้งเรซิ่นที่เป็นแคทไอออนและ แอนไอออน การล้างเรซิ่นด้วยสารเคมี HCl และ NaOH จะช่วยให้เม็ดเรซิ่นกลับมามีประสิทธิภาพในการฟอกสีเหมือนเดิมหลังจากที่ใช้งานมาระยะเวลาหนึ่ง ขั้นตอนการล้างเรซิ่นมีดังนี้

ตารางที่ 4.2 การล้างคอลัมน์แคทไอออน

ขั้นตอน	อัตราการไหล (ลิตร/ชั่วโมง)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณน้ำทิ้ง
Back wash	6,000	15	1,500
ผ่านน้ำ+ HCl (200 ลิตร)	3,000	30	1,700
ล้างช้า	3,000	40	2,000
ล้างเร็ว	7,000	40	4,667
รวม			9,867

ตารางที่ 4.3 การล้างคอลัมน์แอนไอออน

ขั้นตอน	อัตราการไหล (ลิตร/ชั่วโมง)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณน้ำทิ้ง
Back wash	6,000	15	1,500
ผ่านน้ำ+ NaOH (170 ลิตร)	3,000	40	2,170
ล้างช้า	3,000	40	2,000
ล้างเร็ว	7,000	40	4,667
ล้างรวม	7,000	20	2,333
รวม			12,670

จะเห็นว่าในการล้างคอลัมน์เรซิ่นแต่ละครั้งจะมีการปล่อยน้ำทิ้งเป็นปริมาณสูงถึง 22,537 ลิตร แต่จะมีเฉพาะน้ำทิ้งจากคอลัมน์แอนไอออนเท่านั้นที่จะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย (ลงบ่อ EQ) เพราะน้ำทิ้งจากการล้างแคทไอออนจะมีการแยกท่อน้ำทิ้งให้ไหลลงบ่อ Oxi เลยโดยไม่ผ่านการบำบัดก่อน ดังนั้นปริมาณน้ำทิ้งที่ไหลลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจะเหลือเท่ากับ 12,670 ลิตร

ตารางที่ 4.4 ชนิดและปริมาณของน้ำทิ้งทั้งหมด ณ ระดับการผลิตต่างๆ ของโรงงานที่ 1

โรงงานที่ 1	ปริมาณการผลิต และ ปริมาณน้ำ(ลิตรวัน) ที่ปล่อยทิ้ง						
	20 ตัน	30 ตัน	40 ตัน	50 ตัน	60 ตัน	70 ตัน	80 ตัน
น้ำหล่อเลี้ยงปั๊ม	13,284	19,925	26,567	33,209	39,851	46,493	53,134
น้ำล้างเครื่องเมื่อเสร็จงาน/เปลี่ยน Spec.	5,902	7,092	7,092	9,085	10,275	10,275	10,275
น้ำล้างคอลัมน์เรซิ่น	22,537	45,074	45,074	67,611	67,611	90,148	90,148
รวม	41,723	72,091	78,733	109,905	117,737	146,916	153,557

ตารางที่ 4.5 ชนิดและปริมาณน้ำทิ้งที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ณ ระดับการผลิตต่างๆ ของโรงงานที่ 1

โรงงานที่ 1	ปริมาณการผลิต และ ปริมาณน้ำ(ลิตร/วัน) ที่ปล่อยทิ้ง						
	20 ตัน	30 ตัน	40 ตัน	50 ตัน	60 ตัน	70 ตัน	80 ตัน
น้ำหล่อเลี้ยงปั๊ม	13,284	19,925	26,567	33,209	39,851	46,493	53,134
น้ำล้างเครื่องเมื่อเสร็จงาน/เปลี่ยน Spec.	5,902	7,092	7,092	9,085	10,275	10,275	10,275
น้ำล้างคอลัมน์เรซิ่น (เฉพาะที่ไหลสู่ระบบบำบัด)	12,670	25,340	25,340	38,010	38,010	50,680	50,068
รวม	31,856	52,357	58,999	80,304	88,136	107,448	113,477

ตารางที่ 4.6 ชนิดและปริมาณของน้ำทิ้งทั้งหมด ณ ระดับการผลิตต่างๆ ของโรงงานที่ 2

โรงงานที่ 2	ปริมาณการผลิต และ ปริมาณน้ำ(ลิตร/วัน) ที่ปล่อยทิ้ง						
	20 ตัน	30 ตัน	40 ตัน	50 ตัน	60 ตัน	70 ตัน	80 ตัน
น้ำหล่อเลี้ยงปั๊ม	24,773	29,831	34,887	39,945	45,003	50,059	55,117
น้ำล้างเครื่องเมื่อเสร็จงาน/เปลี่ยน Spec.	3,944	3,944	3,944	3,944	3,944	3,944	3,944
น้ำล้างคอลัมน์เรซิน	22,537	22,537	45,074	45,074	45,074	67,611	67,611
รวม	51,254	78,849	83,905	111,500	116,558	144,151	149,209

ตารางที่ 4.7 ชนิดและปริมาณน้ำทิ้งที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ณ ระดับการผลิตต่างๆ ของโรงงานที่ 2

โรงงานที่ 2	ปริมาณการผลิต และ ปริมาณน้ำ(ลิตร/วัน) ที่ปล่อยทิ้ง						
	20 ตัน	30 ตัน	40 ตัน	50 ตัน	60 ตัน	70 ตัน	80 ตัน
น้ำหล่อเลี้ยงปั๊ม	24,773	29,831	34,887	39,945	45,003	50,059	55,117
น้ำล้างเครื่องเมื่อเสร็จงาน/เปลี่ยน Spec.	3,944	3,944	3,944	3,944	3,944	3,944	3,944
น้ำล้างคอลัมน์เรซิน (เฉพาะที่ไหลสู่ระบบบำบัด)	12,670	12,670	25,340	25,340	25,340	38,010	38,010
รวม	41,387	59,115	64,171	81,899	86,957	104,683	109,129

2.ค่า COD ของแต่ละหน่วยการผลิต

น้ำทิ้งจากโรงงาน 1 และ 2 แต่ละประเภทจะมีคุณลักษณะไม่เหมือนกัน โดยที่น้ำหล่อเลี้ยงปั๊ม ซึ่งโดยมากจะใช้น้ำบาดาลหรือน้ำ Soft ก็จะมีค่าความสกปรกน้อย แต่น้ำที่ใช้ล้างเครื่องเมื่อเสร็จงาน/เปลี่ยน Spec. หรือน้ำที่ใช้ล้างคอลัมน์เรซิ่นจะมีค่าความสกปรกสูงกว่ามาก ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองตรวจวัดค่า COD ได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ค่า COD ที่จุดการผลิตของโรงงาน 1 และ 2

หน่วยผลิต/ตัวอย่างน้ำ	โรงงานที่	วิธีการเก็บตัวอย่าง	ค่า COD
น้ำหล่อเลี้ยงปั๊มทั้งหมด	1, 2	Grab แต่ละจุด แล้วนำมารวมกันตามสัดส่วน	30
เปลี่ยน Spec./ล้างเครื่อง Niro	1	Composite Sampling	60,651
เปลี่ยน Spec./ล้างเครื่อง Wiegand	2	Composite Sampling	65,290
ล้างหม้อผสมแป้ง	2	Grab Sampling	10,775
ล้างคอลัมน์เรซิ่น เมื่อเปลี่ยน Spec./เสร็จงาน	1, 2	Composite Sampling ในเวลา 3 นาที (อัตราการไหลน้ำทิ้งเท่ากับ 7,000 ลิตร/ชม.)	147,736
ล้างคอลัมน์เรซิ่นแอนไอออน	2	Composite Sampling ในเวลา 3 ชั่วโมง	17,070
ล้างคอลัมน์เรซิ่นแคทไอออน	2	Composite Sampling ในเวลา 3 ชั่วโมง	643
ล้างคอลัมน์เรซิ่น Mixbed	1	Grab Sampling ช่วงที่สีเข้มที่สุด	1,256

สำหรับกรณีการล้างคอลัมน์เรซิ่นนั้น จะใช้เวลาในการล้างราว 3 ชั่วโมง ซึ่งจะพบการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำทิ้ง เนื่องจากมีการล้างด้วยน้ำและสารเคมี ตามขั้นตอนในตารางที่ 4.2-4.3 จึงได้ทำการทดลองวัดค่า COD ในแต่ละช่วงเวลาการล้างคอลัมน์ซิ่นของโรงงานที่ 2 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.9 แสดงค่า COD ของน้ำทิ้งในแต่ละช่วงเวลาของการล้างคอลัมน์เรซิ่น

ขั้นตอน	เวลาเก็บในแต่ละขั้นตอน	ลักษณะสี	ค่า COD ของคอลัมน์	
			แคท	แอน
Backwash	5 min	ใส	1,260	4,432
	10 min	ใส	336	3,007
ล้าง HCl, NaOH	15 min	เหลืองอ่อน	2,371	41,782
	25 min	แดงเข้มมาก	2,577	18,211
ล้างช้า	10 min	แดงอ่อน	400	424
ล้างเร็ว	10 min	ใส	181	202
ล้างรวม	10 min	ใส	-	142

<u>3.ปริมาณน้ำทิ้งรวมของโรงงานที่ 1 และ 2</u>

จากที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณการไหล V-Notch Weir ที่รางระบายน้ำรวม ของโรงงานที่ 1 และ 2 ในช่วงก่อนลงบ่อ EQ นั้น จึงได้ทำการตรวจวัดปริมาณการไหลของทั้งสองโรงงาน โดยทำการวัดค่า Head (cm) ทุกๆ ครึ่งชั่วโมง ตั้งแต่ 8.00- 17.00 ของแต่ละวันเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 10 วัน ซึ่งจะมี 1 วัน ที่ทำการวัดค่าตลอด 24 ชั่วโมงด้วย ได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.10 ค่า Head(cm) ที่วัดได้ของโรงงานที่ 1

เวลา	22/9	23/9	25/9	16/10	17/10	18/10	19/10	20/10	25/10	26/10	27/10	28/10
8.00	3.7	5.2	6.4	4.9	4.0	2.4	4.5	วัดตลอด 24 ชั่วโมง	3.1	4.2	6.4	5.3
8.30	4.3	-	6.2	7.1	6.0	5.0	8.4		5.4	4.9	6.2	7.2
9.00	8.1	7.2	5.7	6.6	6.0	7.7	7.9		7.0	6.1	6.0	7.7
9.30	7.9	-	6.2	6.8	5.0	6.1	6.7		6.9	6.6	8.3	5.6
10.00	5.5	5.0	5.7	7.5	5.7	7.0	6.8		6.4	5.0	8.7	4.9
10.30	4.9	-	7.9	5.1	5.9	7.1	7.8		8.2	6.5	8.7	5.7
11.00	4.7	4.0	8.0	5.1	7.7	8.1	7.8		8.0	5.7	6.0	6.8
11.30	5.8	-	5.7	4.7	5.7	5.1	5.6		8.4	5.4	5.5	4.9
12.00	6.5	6.6	8.0	5.4	6.1	8.0	5.6		4.6	4.9	5.0	6.8
12.30	6.7	-	4.7	6.4	5.8	7.0	4.8		6.3	4.9	4.6	6.8
13.00	6.9	4.2	4.6	6.4	5.8	5.4	8.9		7.8	4.2	4.0	6.9
13.30	5.4	-	3.7	8.0	5.0	4.3	6.7		5.6	5.6	4.2	6.5
14.00	4.2	-	4.3	6.0	8.0	4.5	5.9		4.6	6.2	5.4	6.4
14.30	3.9	-	4.1	7.6	6.7	4.3	8.7		4.2	4.8	6.3	8.4
15.00	3.7	6.2	4.3	8.5	7.1	4.7	4.7		3.8	7.2	5.7	6.9
15.30	3.5	-	5.5	6.9	7.0	4.2	5.4		4.4	6.4	6.4	7.9
16.00	3.3	-	4.2	8.1	6.0	5.5	4.8		3.6	5.6	3.7	5.9
16.30	3.7		7.2	8.2	4.8	7.9	4.5		6.5	5.9	3.5	4.4
17.00	3.4	6.6	3.2	8.3	4.7	5.7	6.7		3.5	7.9	3.4	4.4

ตารางที่ 4.11 ค่า Head(cm) ที่วัดได้ของโรงงานที่ 2

เวลา	22/9	23/9	25/9	17/10	18/10	19/10	20/10	25/10	26/10	27/10	28/10
8.00	3.1	2.7	7.8	7.0	4.1	3.8	วัดตลอด 24 ชั่วโมง	5.3	8.2	2.6	6.5
8.30	6.2	-	8.3	8.4	8.2	9.0		8.5	9.0	8.9	8.7
9.00	6.4	>15	9.9	9.0	8.2	7.0		8.8	8.1	11.3	11.7
9.30	6.7	-	7.0	7.2	6.9	9.6		7.1	7.6	8.3	8.0
10.00	6.4	>15	6.8	6.8	7.0	7.9		7.1	7.7	6.9	7.8
10.30	8.0	-	6.4	8.0	7.0	9.2		7.4	8.4	8.4	7.8
11.00	8.2	9.8	7.7	9.2	8.4	11.2		5.7	9.5	9.2	9.0
11.30	7.7	-	5.2	9.0	9.1	7.0		8.5	9.2	6.7	6.0
12.00	6.3	6.3	4.0	5.6	9.2	5.2		9.4	7.3	5.8	5.4
12.30	5.6	-	3.4	4.7	7.6	4.8		8.2	4.9	5.7	5.5
13.00	4.2	5.5	3.6	4.5	8.2	5.0		4.9	4.6	5.2	6.0
13.30	4.4	-	7.9	5.4	7.2	5.8		4.7	5.4	5.0	9.2
14.00	6.2	-	7.9	4.1	6.9	7.9		4.2	6.0	5.0	6.4
14.30	7.9	-	5.0	3.9	8.1	5.3		5.0	6.0	5.4	7.7
15.00	5.6	4.9	3.4	3.7	9.0	4.8		6.9	5.4	5.4	5.7
15.30	5.3	-	3.9	3.7	9.9	4.7		6.0	5.4	6.6	5.0
16.00	5.0	-	3.6	3.8	7.0	4.6		6.1	5.1	5.8	4.5
16.30	4.9	-	3.9	7.8	4.9	4.8		8.1	4.9	7.2	5.5
17.00	6.5	5.3	6.7	7.7	5.1	6.8		4.9	5.0	6.1	5.6

เมื่อเก็บข้อมูลค่า Head (cm) ได้เรียบร้อยแล้วจึงนำมาคำนวณจากความสัมพันธ์ ระหว่าง Head(cm) ของ V-Notch Weir 45° กับ ปริมาณการไหล(ลิตร/ชั่วโมง) หรือ ลบ.ม.ต่อวัน ได้ตามต้องการ โดยจะยกตัวอย่างการคำนวณของวันที่ 20/10/43 ซึ่งมีการวัดค่าตลอด 24 ชั่วโมง ดังนี้

ตารางที่ 4.12 การคำนวณปริมาณน้ำทิ้งรวม โรงงานที่ 1 ในวันที่ 20/10/43

เวลา	ค่า Head (cm)	อัตราการไหล(มล./วินาที) $=5.8H^{2.5}$	อัตราการไหล (ลิตร/ชม.)	ความถี่ของการวัด (ชั่วโมง)	ปริมาณ(ลิตร) ณ เวลา
8.00	6.50	624.76	2,249.13	0.50	1,124.56
8.30	4.90	308.26	1,109.74	0.50	554.87
9.00	5.40	393.02	1,414.86	0.50	707.43
9.30	10.90	2,275.07	8,190.24	0.50	4,095.12
10.00	4.90	308.26	1,109.74	0.50	554.87
10.30	4.50	249.15	896.94	0.50	448.47
11.00	4.00	185.60	668.16	0.50	334.08
11.30	3.90	174.22	627.18	0.50	313.59
12.00	4.00	185.60	668.16	0.50	334.08
12.30	4.10	197.42	710.71	0.50	355.35
13.00	4.10	197.42	710.71	0.50	355.35
13.30	4.50	249.15	896.94	0.50	448.47
14.00	4.40	235.54	847.93	0.50	423.97
14.30	4.90	308.26	1,109.74	0.50	554.87
15.00	4.20	209.68	754.84	0.50	377.42
15.30	6.30	577.80	2,080.09	0.50	1,040.04
16.00	8.50	1,221.73	4,398.23	0.50	2,199.11
16.30	8.40	1,186.11	4,270.01	0.50	2,135.00
17.00	8.40	1,186.11	4,270.01	0.50	2,135.00
17.30	8.20	1,116.77	4,020.36	0.50	2,010.18
18.00	8.10	1,083.03	3,898.91	0.50	1,949.45
18.30	6.00	511.45	1,841.23	0.50	920.62
19.00	8.60	1,257.98	4,528.73	0.50	2,264.37
19.30	7.20	806.79	2,904.44	0.50	1,452.22
20.00	7.50	893.47	3,216.50	0.50	1,608.25
20.30	6.80	699.36	2,517.69	0.50	1,258.85
21.00	6.50	624.76	2,249.13	0.50	1,124.56
21.30	7.90	1,017.41	3,662.67	0.50	1,831.34

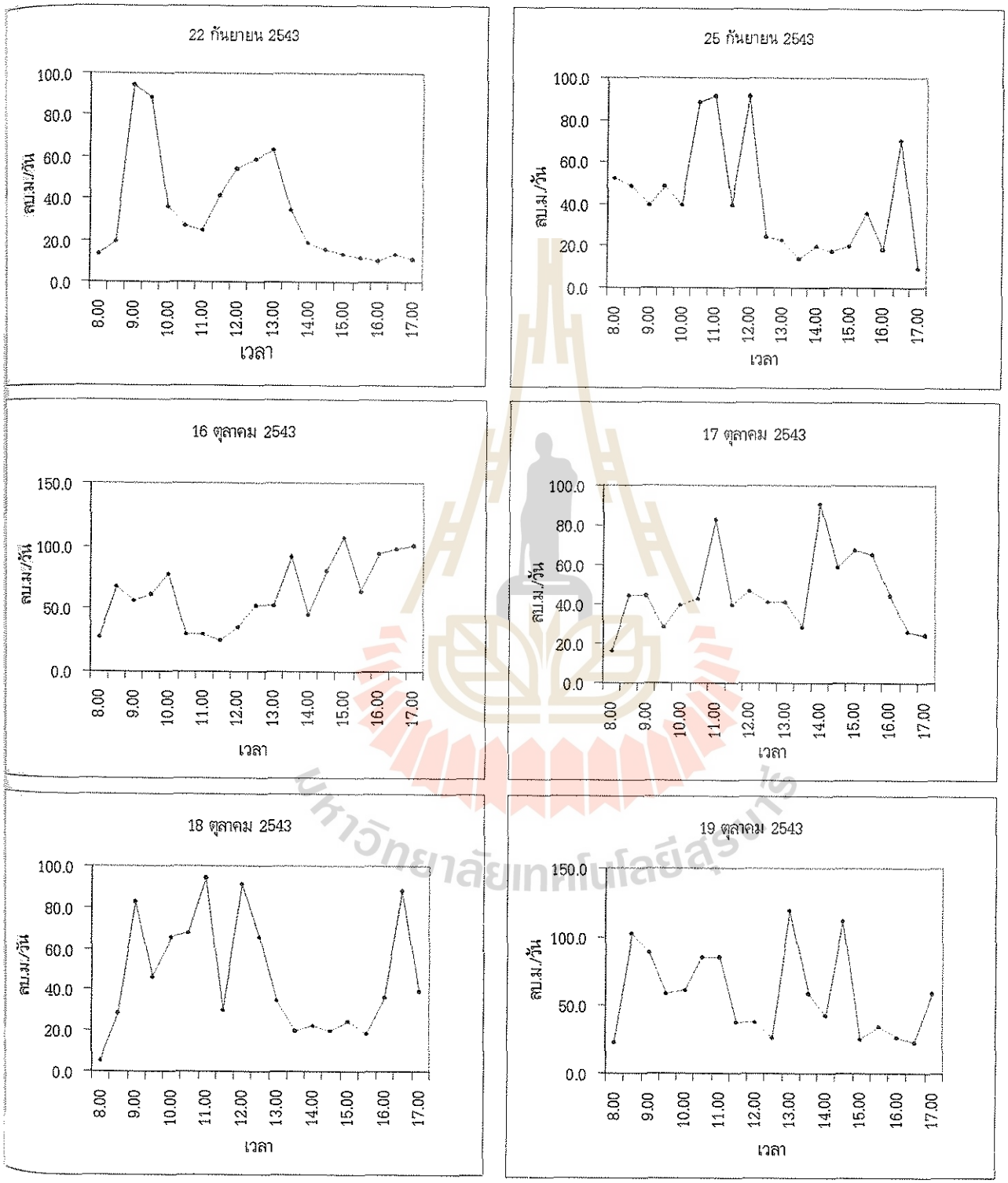
เวลา	ค่า Head (cm)	อัตราการไหล(มล./วินาที) $=5.8H^{2.5}$	อัตราการไหล (ลิตร/ชม.)	ความถี่ของการวัด (ชั่วโมง)	ปริมาณ(ลิตร) ณ เวลา
22.00	7.30	835.09	3,006.34	0.50	1,503.17
22.30	7.60	923.55	3,324.79	0.50	1,662.40
23.00	7.80	985.52	3,547.86	0.50	1,773.93
23.30	4.70	277.76	999.94	0.50	499.97
0.00	2.60	63.22	227.60	0.50	113.80
0.30	2.60	63.22	227.60	0.50	113.80
1.00	2.00	32.81	118.12	0.50	59.06
1.30	2.00	32.81	118.12	0.50	59.06
2.00	2.60	63.22	227.60	0.50	113.80
2.30	2.60	63.22	227.60	0.50	113.80
3.00	2.00	32.81	118.12	0.50	59.06
3.30	2.00	32.81	118.12	0.50	59.06
4.00	2.00	32.81	118.12	0.50	59.06
4.30	2.00	32.81	118.12	0.50	59.06
5.00	2.20	41.64	149.90	0.50	74.95
5.30	2.20	41.64	149.90	0.50	74.95
6.00	2.40	51.76	186.32	0.50	93.16
6.30	2.40	51.76	186.32	0.50	93.16
7.00	2.30	46.53	167.51	0.50	83.76
7.30	3.50	132.92	478.52	0.50	239.26
รวมปริมาณน้ำทิ้งตลอด 24 ชม.					39,819.74

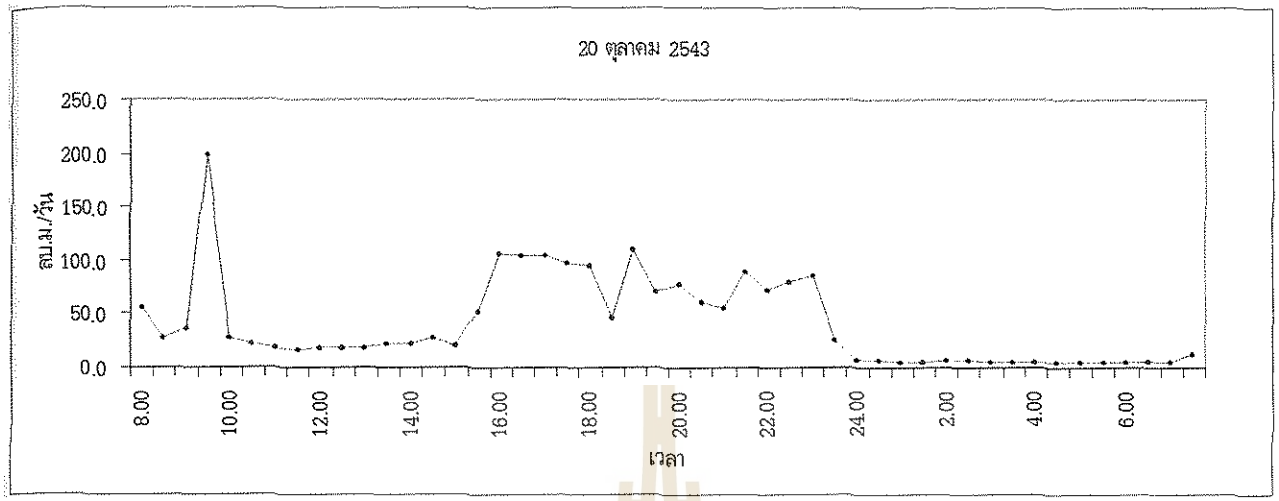
ตารางที่ 4.13 การคำนวณปริมาณน้ำทิ้งรวม โรงงานที่ 2 ในวันที่ 20/10/43

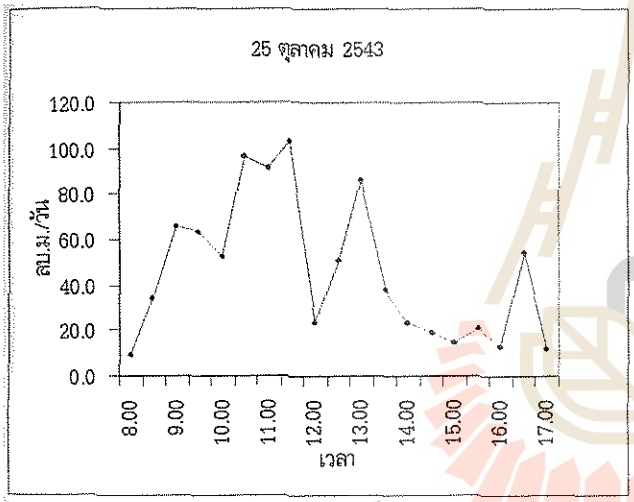
เวลา	ค่า Head (cm)	อัตราการไหล(มล./วินาที) $=5.8H^{2.5}$	ปริมาณ (ลิตร/ชม.)	ความถี่ของการวัด (ชั่วโมง)	ปริมาณ(ลิตร) ณ เวลา
8.00	7.7	954.23	3,435.24	0.50	1,717.62
8.30	7.8	985.52	3,547.86	0.50	1,773.93
9.00	6.7	673.93	2,426.15	0.50	1,213.07
9.30	7.4	863.99	3,110.35	0.50	1,555.18
10.00	7.1	779.07	2,804.64	0.50	1,402.32
10.30	8.9	1,370.58	4,934.07	0.50	2,467.04
11.00	11.4	2,545.01	9,162.05	0.50	4,581.02
11.30	10.3	1,974.79	7,109.25	0.50	3,554.62
12.00	5.7	449.90	1,619.64	0.50	809.82
12.30	4.7	277.76	999.94	0.50	499.97
13.00	4.2	209.68	754.84	0.50	377.42
13.30	4.5	249.15	896.94	0.50	448.47
14.00	4.2	209.68	754.84	0.50	377.42
14.30	4.2	209.68	754.84	0.50	377.42
15.00	4.5	249.15	896.94	0.50	448.47
15.30	10.1	1,880.32	6,769.15	0.50	3,384.57
16.00	7.8	985.52	3,547.86	0.50	1,773.93
16.30	6.9	725.36	2,611.28	0.50	1,305.64
17.00	7.2	806.79	2,904.44	0.50	1,452.22
17.30	8.1	1,083.03	3,898.91	0.50	1,949.45
18.00	12.3	3,077.45	11,078.81	0.50	5,539.41
18.30	15.0	5,054.24	18,195.28	0.50	9,097.64
19.00	5.9	490.41	1,765.47	0.50	882.74
19.30	4.5	249.15	896.94	0.50	448.47
20.00	7.9	1,017.41	3,662.67	0.50	1,831.34
20.30	5.0	324.23	1,167.23	0.50	583.61
21.00	4.7	277.76	999.94	0.50	499.97
21.30	4.4	235.54	847.93	0.50	423.97

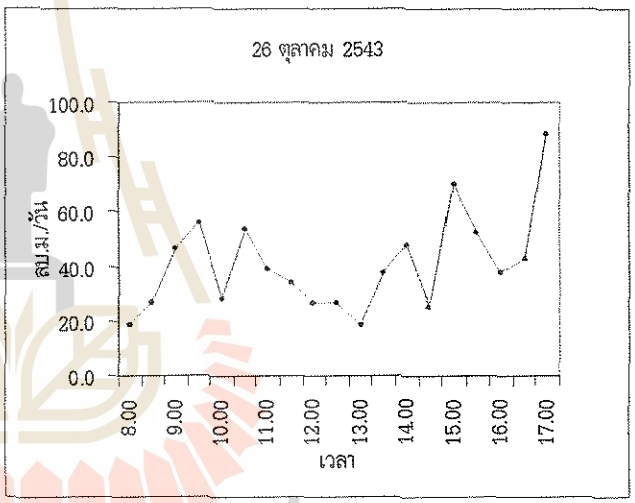
เวลา	ค่า Head (cm)	อัตราการไหล(มล./วินาที) $=5.8H^{2.5}$	ปริมาณ (ลิตร/ชม.)	ความถี่ของการวัด (ชั่วโมง)	ปริมาณ(ลิตร) ณ เวลา
22.00	4.0	185.60	668.16	0.50	334.08
22.30	3.9	174.22	627.18	0.50	313.59
23.00	4.0	185.60	668.16	0.50	334.08
23.30	4.0	185.60	668.16	0.50	334.08
0.00	3.9	174.22	627.18	0.50	313.59
0.30	3.9	174.22	627.18	0.50	313.59
1.00	3.9	174.22	627.18	0.50	313.59
1.30	3.9	174.22	627.18	0.50	313.59
2.00	3.8	163.26	587.75	0.50	293.87
2.30	3.8	163.26	587.75	0.50	293.87
3.00	3.9	174.22	627.18	0.50	313.59
3.30	3.9	174.22	627.18	0.50	313.59
4.00	3.9	174.22	627.18	0.50	313.59
4.30	3.9	174.22	627.18	0.50	313.59
5.00	3.9	174.22	627.18	0.50	313.59
5.30	3.9	174.22	627.18	0.50	313.59
6.00	6.0	511.45	1,841.23	0.50	920.62
6.30	6.0	511.45	1,841.23	0.50	920.62
7.00	5.2	357.63	1,287.48	0.50	643.74
7.30	5.2	357.63	1,287.48	0.50	643.74
รวมปริมาณน้ำทิ้งตลอด 24 ชม.					58,944.93

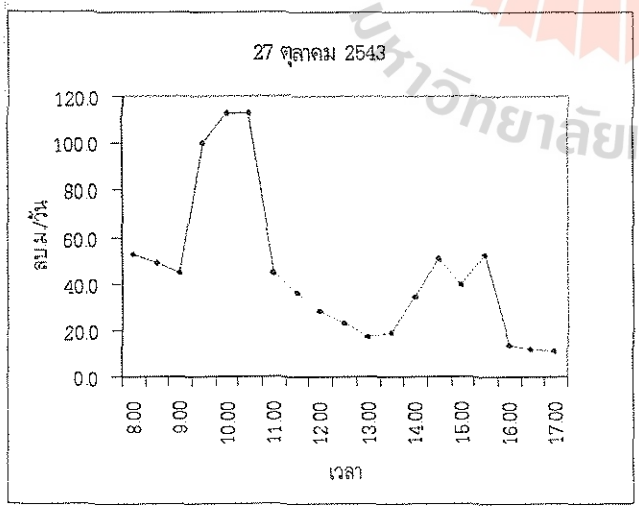
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงอัตราการไหลของน้ำทิ้งในแต่ละช่วงเวลาของวัน ของโรงงานที่ 1

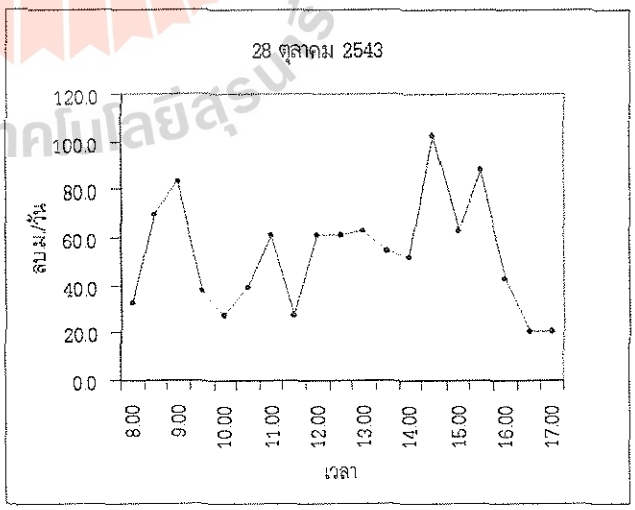




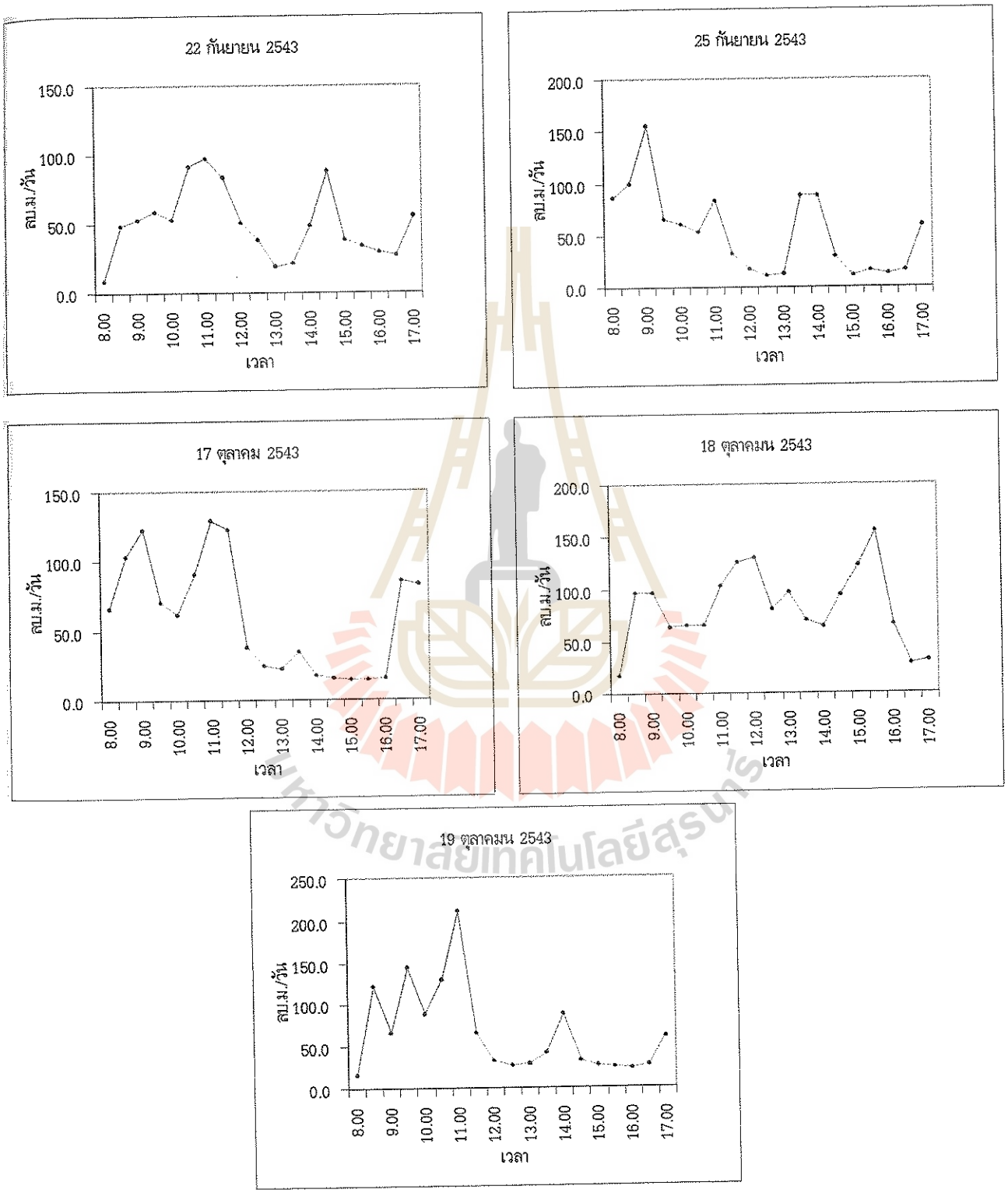


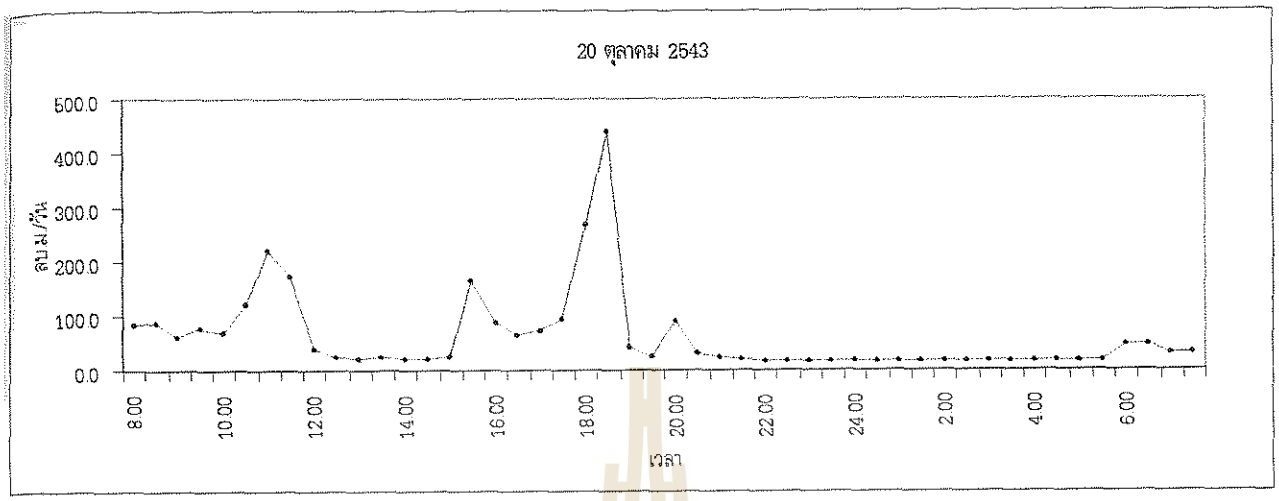


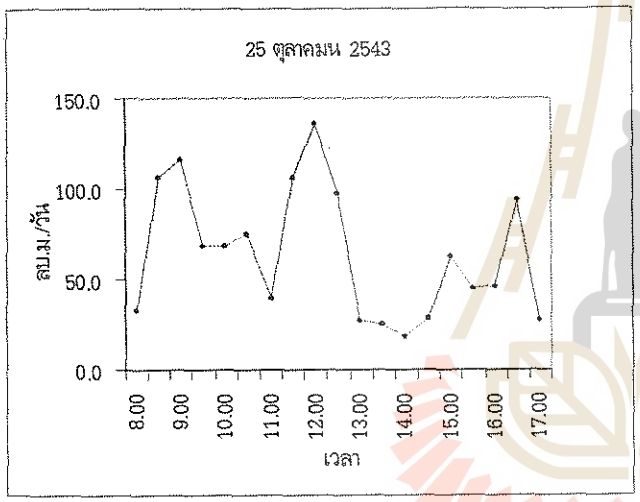


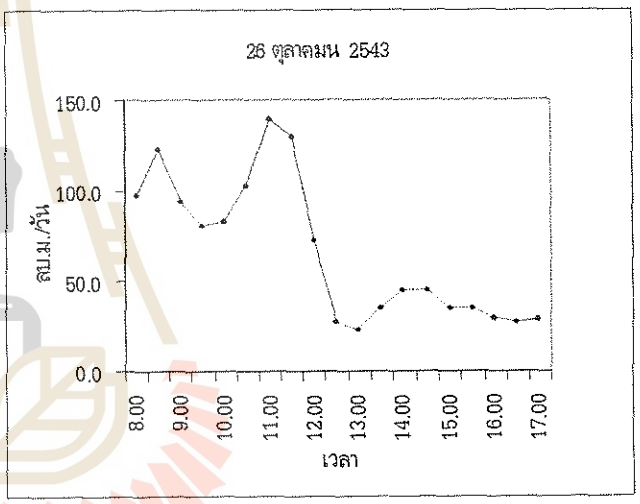


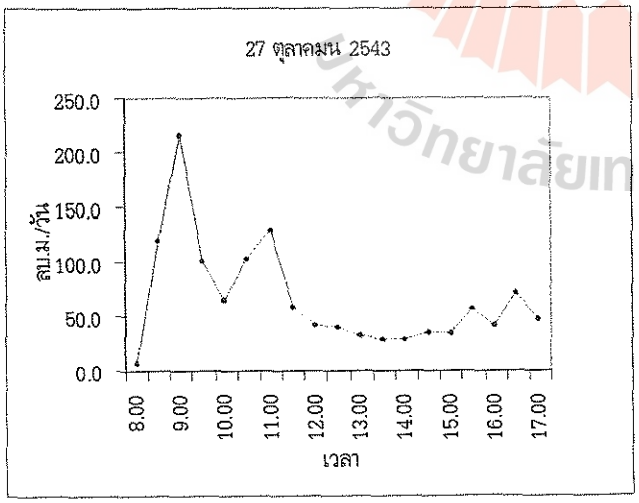
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงอัตราการไหลของน้ำทิ้งในแต่ละช่วงเวลาของวัน ของโรงงานที่ 2

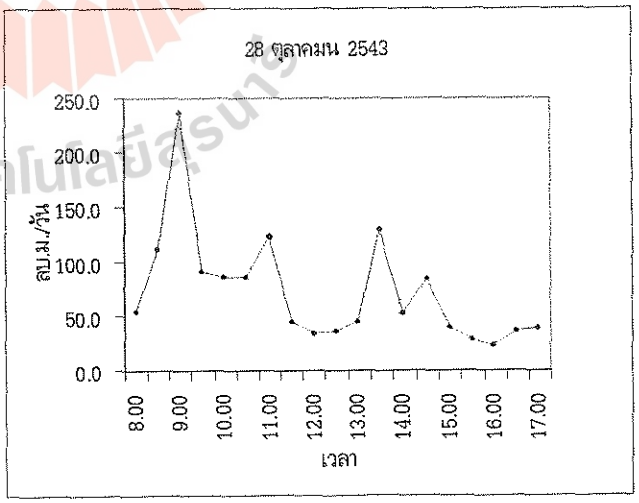








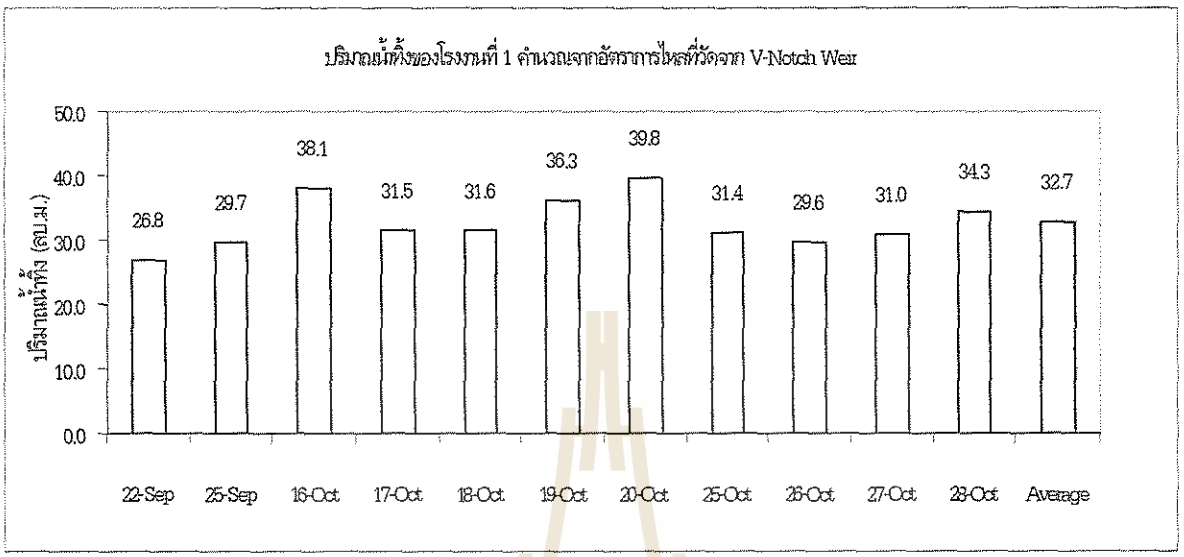


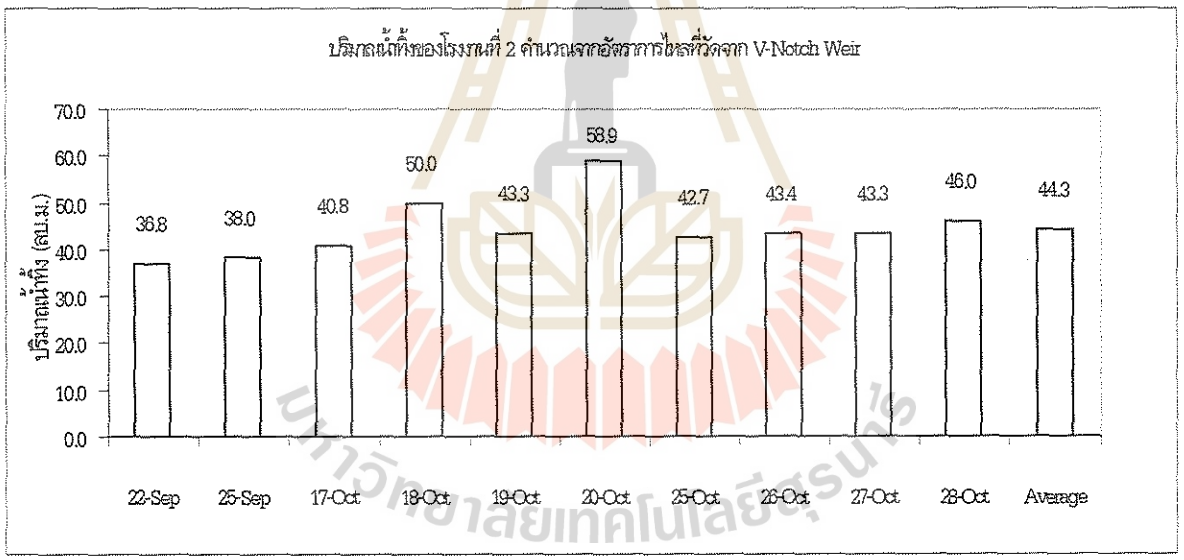


ตารางที่ 4.14 คำอธิบายกราฟแสดงอัตราการไหล

โรงงานที่ 1		โรงงานที่ 2	
วันที่	คำอธิบาย	วันที่	คำอธิบาย
22/9/43	8.00-11.00 ล้างเรซิ่น	22/9/43	8.30-11.30 ล้างเรซิ่น
25/9/43	8.00-11.00 ล้างเรซิ่น	25/9/43	8.30-11.30 ล้างเรซิ่น
16/10/43	8.00-11.00 ล้างเรซิ่น 13.00-16.30 ล้างเรซิ่น	17/10/43	8.30-11.30 ล้างเรซิ่น 16.30 ล้างพื้นโรงงาน
17/10/43	11.00 ไล่น้ำเชื่อม Niro 14.00 ไล่น้ำเชื่อม Niro	18/10/43	8.30-11.30 ล้างเรซิ่น 12.30-16.00 ล้างเรซิ่น
18/10/43	8.30-11.00 ล้างเรซิ่น 12.30 ไล่น้ำเชื่อม Niro, 16.00 ล้างเรซิ่น	19/10/43	8.30-11.30 ล้างเรซิ่น 14.00 ไล่น้ำเชื่อม Wiegand
19/10/43	8.30-11.30 ล้างเรซิ่น 13.00 ล้างรวมเรซิ่น, 14.30 ไล่น้ำเชื่อม Niro	20/10/43	8.00-11.30, 15.30-18.30 ล้างเรซิ่น 20.00 ไล่น้ำเชื่อมเรซิ่น, 6.00 ล้าง Wiegand
20/10/43	ไล่น้ำเชื่อมเรซิ่น/ ต้มเคี่ยวนีโร่ 20.00-23.30 ล้างเรซิ่น	25/10/43	8.30-11.30 ล้างเรซิ่น 16.30 ไล่น้ำเชื่อมเรซิ่น
25/10/43	8.30-11.30 ล้างเรซิ่น 13.00, 16.30 ไล่น้ำเชื่อม Niro	26/10/43	8.30-11.30 ล้างเรซิ่น
26/10/43	15.00-17.00 ล้างเรซิ่น	27/10/43	8.30-11.30 ล้างเรซิ่น 15.30-17.00 ไล่น้ำเชื่อม+ล้างพื้นโรงงาน
27/10/43	8.00-11.00 ล้างเรซิ่น	28/10/43	8.30-11.30 ล้างเรซิ่น
28/10/43	9.00 ผ่านน้ำเชื่อมเรซิ่น 12.30-15.00 ล้างเรซิ่น		

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม./วัน) หาได้จาก V-Notch Weir ของโรงงานที่ 1 และ 2





**สำหรับวันที่ไม่ได้วัดค่าตลอด 24 ชั่วโมง ให้ใช้ค่า Head(cm) โดยการประมาณจากวันที่เคยวัดตลอด 24 ชม. เป็นหลัก นั่นคือ โรงงานที่ 1 (17.30-7.30) ใช้ค่า Head เท่ากับ 4.5 cm, โรงงานที่ 2 (17.30-7.30) ใช้ค่า Head เท่ากับ 5.0 cm

3.ค่า COD ของน้ำทิ้งรวม โรงงานที่ 1 และ 2

หลังจากที่ทราบระดับของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำทิ้งแต่ละหน่วยผลิต โดยอาศัยค่า COD เป็นตัวชี้บ่งอย่างคร่าวๆ เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่า COD ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน จึงได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากรางระบายน้ำรวม ตรงจุดที่มีการติดตั้ง V-Notch Weir ไว้ มาวิเคราะห์ค่า COD โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Grab Sampling ทุกๆ 1 ชั่วโมง และ เก็บแบบ Composite Sampling ของวันด้วย จากการเก็บข้อมูลจะทำให้เราทราบถึงช่วงการเปลี่ยนแปลงของค่า COD (สูงสุด-ต่ำสุด), การผลิตช่วงที่มีการปล่อยน้ำที่มีปริมาณอินทรีย์สารสูงออกมา ฯลฯ ทำให้สามารถทำการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลการศึกษามีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ค่า COD ของโรงงานที่ 1 ในเวลาต่างๆ (Grab Sample)

เวลา	ค่า COD (ppm) ที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละวัน				
	25/10/43	27/10/43	13/11/43	14/11/43	15/11/43
8.30	2,602	64,833	15,562	5,495	13,818
9.30	5,912	46,867	7,837	9,179	21,717
10.30	8,878	1,055	2,421	989	3,892
11.30	859	639	1,515	663	485
12.30	6,865	18,450	1,728	33,334	2,141
13.30	53,658	18,242	3,991	9,711	4,444
14.30	16,780	10,818	2,697	9,579	1,252
15.30	4,995	16,645	22,851	38,597	8,417
16.30	7,200	20,039	14,504	12,211	1,129
17.30	10,653	5,546	13,503	-	-

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ค่า COD ของโรงงานที่ 2 ในเวลาต่างๆ (Grab Sample)

เวลา	ค่า COD (ppm) ที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละวัน				
	16/11/43	17/11/43	18/11/43	20/11/43	21/11/43
9.00	24,405	21,493	11,753	11,226	40,774
10.00	21,281	17,314	6,076	9,747	17,037
13.00	17,475	13,931	5,697	17,716	16,645
15.00	24,271	16,120	7,689	17,791	17,297
17.00	20,388	21,029	-	-	-

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ค่า COD รวม ของโรงงานที่ 1 และ 2 (Composite Sample)

วันที่	ค่า COD (ppm) ของ	
	โรงงานที่ 1	โรงงานที่ 2
25/10/43	12,600	
26/10/43	12,205	
27/10/43	18,473	
28/10/43	10,710	
30/10/43	8,020	
1/11/43	14,492	
13/10/43	24,070	
14/11/43	9,298	
15/11/43	3,838	
16/11/43		26,698
17/11/43		18,375
18/11/43		8,884
20/11/43		12,192
21/11/43		28,308
เฉลี่ย	12,634	18,891

จากข้อมูลในตารางที่ 4.15 และ 4.16 สามารถนำมาคำนวณค่า COD Loading ได้โดยอสศุยค่า COD (ppm) และค่าอัตราการไหลของน้ำทิ้งในขณะนั้นในการคำนวณ

แต่เนื่องจากการเก็บตัวอย่างเพื่อวัดค่า COD ของโรงงานที่ 1 และ 2 นั้น จะทำการเก็บตั้งแต่เวลา 8.30-17.30 เป็นเวลา 5 วัน ดังนั้นหลังเวลา 17.30 ไปแล้วจะไม่มีการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ค่า COD อีก เพื่อให้การประมาณค่า COD มีค่าใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด จึงแบ่งการคำนวณค่า COD Loading ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็น COD Loading ที่คำนวณได้จากเวลาที่เก็บตัวอย่างจริงๆ และส่วนที่สองจะมีการประมาณค่า COD และอัตราการไหลของวันนั้นหลัง 17.30 ไปจนถึงเช้า (8.00 ของอีกวัน) โดยอาศัยข้อมูลเก่าที่เคยวัดอัตราการไหลตลอด 24 ชั่วโมงมาแล้วเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2543

ตารางที่ 4.18 ค่า COD Loading ของโรงงานที่ 1 และ 2 จากการเก็บตัวอย่างจริง

วันที่	โรงงานที่	เวลาที่เก็บวิเคราะห์	ปริมาณน้ำทิ้ง(kL)	COD Loading (kg)
25/10/43	1	8.30-17.30	30.65	194.10
27/10/43	1	8.30-17.30	26.25	431.48
13/11/43	1	8.30-17.30	18.74	187.23
14/11/43	1	8.30-16.30	42.36	247.70
15/11/43	1	8.30-16.30	95.27	87.75
16/11/43	2	9.00-17.00	23.98	495.03
17/11/43	2	9.00-17.00	25.50	467.57
18/11/43	2	9.00-15.00	10.13	93.94
20/11/43	2	9.00-15.00	12.62	152.15
21/11/43	2	9.00-15.00	11.91	340.60

สำหรับการคำนวณ COD Loading ใน 1 วัน นั้น จำเป็นต้องมีการประมาณค่า COD และ ค่าอัตราการไหล ในเวลาที่ไม่ได้เก็บตัวอย่างด้วย โดยอาศัยข้อมูลอัตราการไหลตลอด 24 ชั่วโมง ที่เคยตรวจวัดมาใช้ในการประมาณ ดังนี้

-โรงงานที่ 1 ตั้งแต่เวลา 17.30 – 8.30 มีปริมาณน้ำทิ้งประมาณ 19.3 ลบ.ม.

-โรงงานที่ 1 ตั้งแต่เวลา 16.30 – 8.30 มีปริมาณน้ำทิ้งประมาณ 23.5 ลบ.ม.

-โรงงานที่ 2 ตั้งแต่เวลา 17.00 – 9.00 มีปริมาณน้ำทิ้งประมาณ 29.4 ลบ.ม.

-โรงงานที่ 2 ตั้งแต่เวลา 15.00 – 9.00 มีปริมาณน้ำทิ้งประมาณ 37.3 ลบ.ม.

รวมทั้งต้องประมาณค่า COD อย่างคร่าวๆ ในช่วงเวลาดังกล่าวด้วย โดยกำหนดให้

-ค่า COD ของโรงงานที่ 1 ในช่วงเย็นถึงเช้า มีค่าเท่ากับ 8,000 ppm

-ค่า COD ของโรงงานที่ 2 ในช่วงเย็นถึงเช้า มีค่าเท่ากับ 15,000 ppm

ตารางที่ 4.19 ค่า COD Loading (kg/day) จากการเก็บตัวอย่างจริง + การประมาณในช่วงกลางคืน

วันที่	โรงงานที่	COD Loading (kg/day)
25/10/43	1	348.50
27/10/43	1	585.88
13/11/43	1	341.63
14/11/43	1	435.70
15/11/43	1	275.75
16/11/43	2	936.03
17/11/43	2	908.57
18/11/43	2	653.44
20/11/43	2	711.65
21/11/43	2	900.10

ซึ่งเมื่อเฉลี่ยแล้ว โรงงานที่ 1 มีค่า COD Loading เท่ากับ 397.49 kg/day

โรงงานที่ 2 มีค่า COD Loading เท่ากับ 821.96 kg/day

ตัวอย่างการคำนวณ COD Loading ใน 1 วัน

เป็นการรวมข้อมูลจากตารางที่ 4.18 เข้ากับ การประมาณค่า COD Loading นอกเหนือจากการวัดในเวลาทำงาน ในที่นี้จะแสดงการคำนวณการหาค่า COD Loading ในวันที่ 25 ตุลาคม 2543 ของโรงงานที่ 1

ตารางที่ 4.20 การคำนวณค่า COD Loading

เวลา	COD (ppm)	Head (cm)	Flow rate (ml/s)	Flow rate L/hrs.	ความถี่ (ชม.)	ปริมาณ (ลบ.ม.)	COD loading (Kg)
8.30	2,602	5.4	393.0	1,414.9	1	1.41	3.68
9.30	5,912	6.9	725.4	2,611.3	1	2.61	15.44
10.30	8,878	8.2	1,116.8	4,020.4	1	4.02	35.69
11.30	859	8.4	1,186.1	4,270.0	1	4.27	3.67
12.30	6,865	6.3	577.8	2,080.1	1	2.08	14.28
13.30	53,658	5.6	430.4	1,549.5	1	1.55	83.14
14.30	16,780	4.2	209.7	754.8	1	0.75	12.67
15.30	4,995	4.4	235.5	847.9	1	0.85	4.24
16.30	7,200	6.5	624.8	2,249.1	1	2.25	16.19
17.30	10,653	3.5	132.9	478.5	1	0.48	5.10
			รวม			20.28	194.10

ค่า COD Loading ที่ได้ 194.1 kg นำมารวมกับการประมาณ COD Loading ในเวลานอกเหนือจากเก็บข้อมูล ดังนี้

ปริมาณการไหลตั้งแต่ 17.30 – 8.30 คิดเป็นปริมาณน้ำทิ้ง 19.30 ลบ. ม.

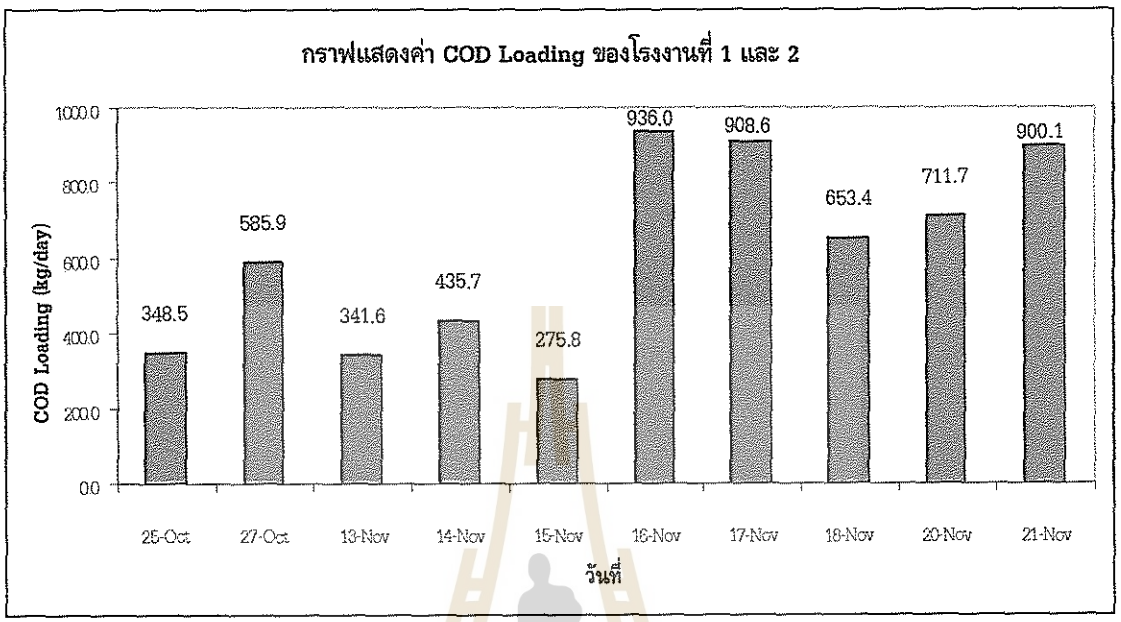
ค่า COD โดยประมาณในช่วง 17.30 – 8.30 เท่ากับ 8,000 ppm

** ดังนั้นคิดเป็นค่า COD Loading เท่ากับ 8.00 x 19.30 = 154.4 kg

เมื่อนำมารวมกันก็จะได้เป็น COD Loading ใน 1 วัน

ซึ่งเท่ากับ 194.1 + 154.4 = 348.5 kg/day

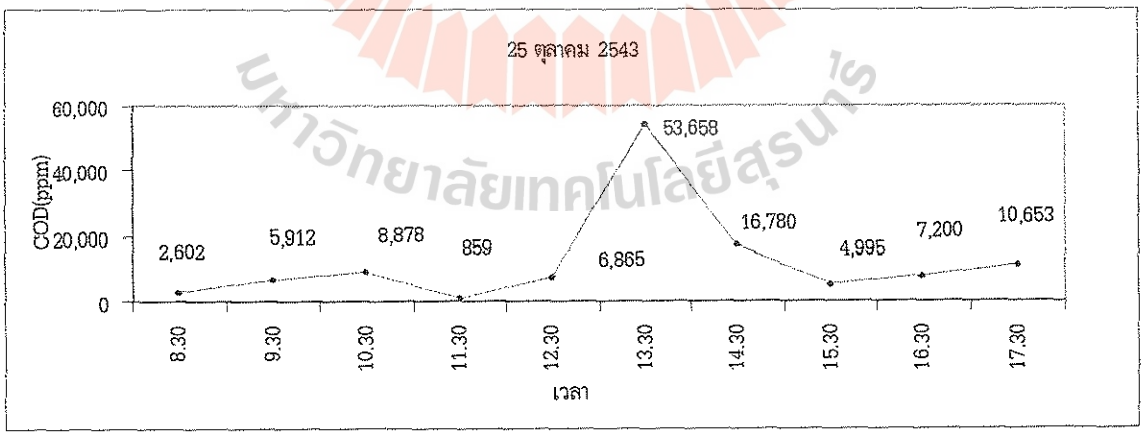
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่า COD Loading ของโรงงานที่ 1 และ 2

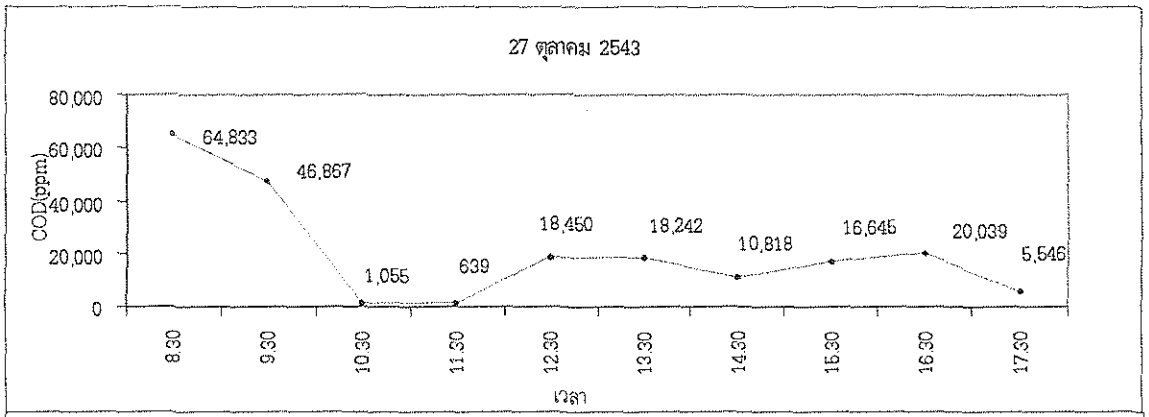


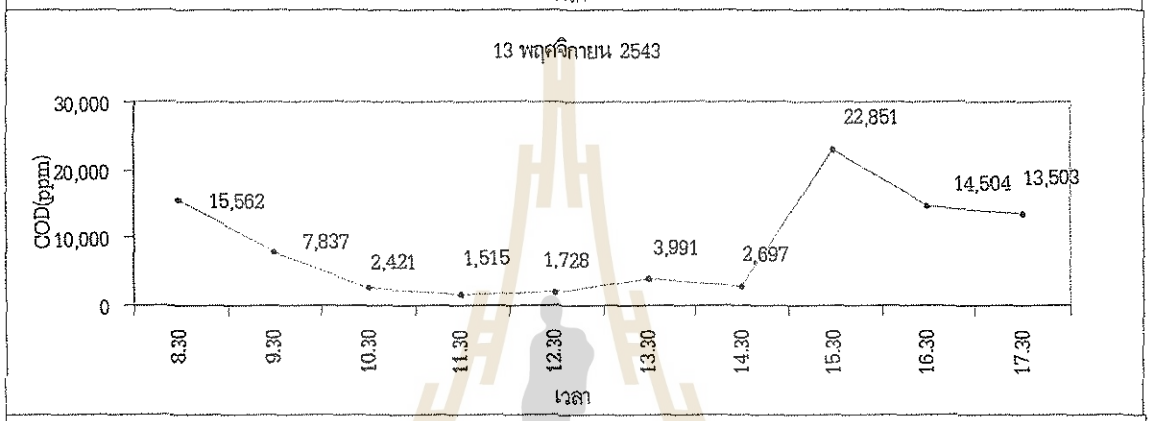
หมายเหตุ: แท่งกราฟ 5 แท่งแรก คือค่า COD Loading ของโรงงานที่ 1

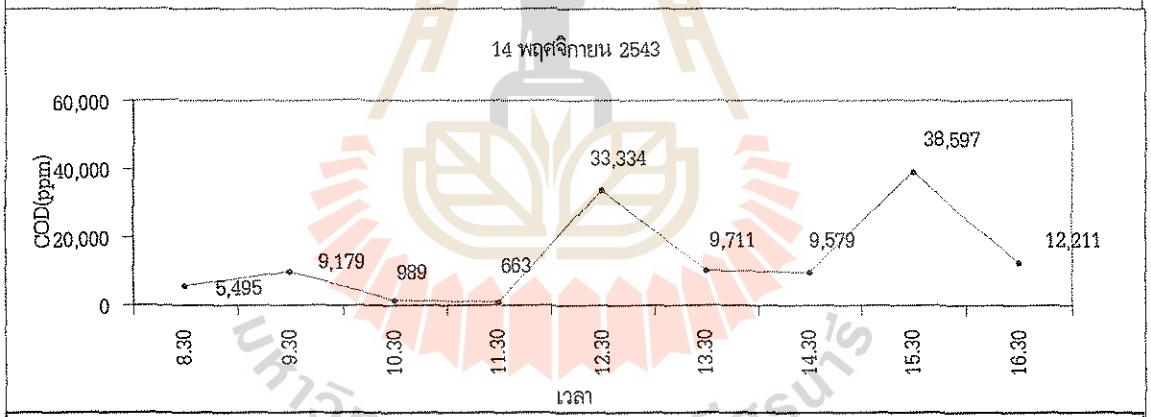
แท่งกราฟ 5 แท่งถัดไป คือค่า COD Loading ของโรงงานที่ 2

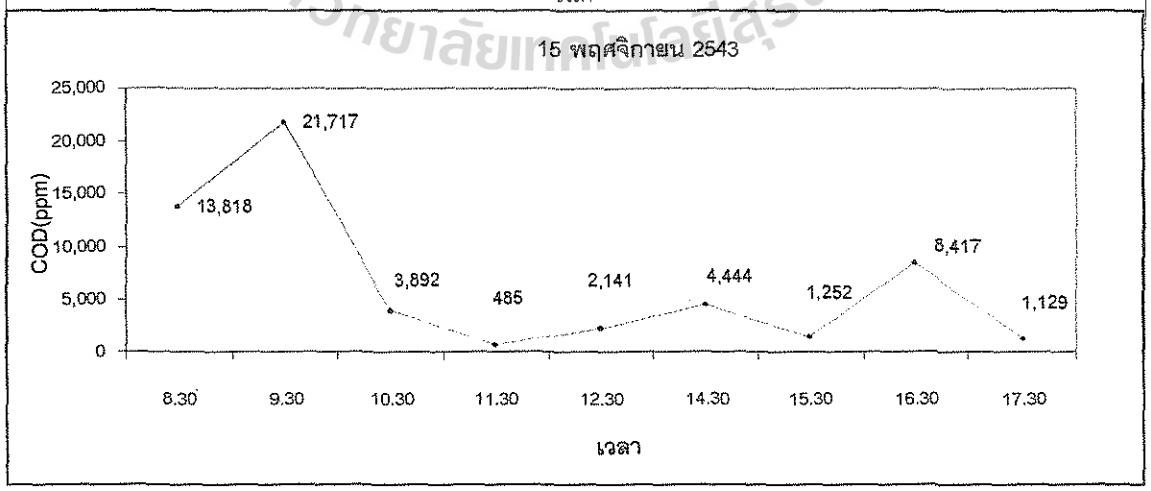
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่า COD ในแต่ละช่วงเวลาของวัน (Grab Sample) โรงงานที่ 1



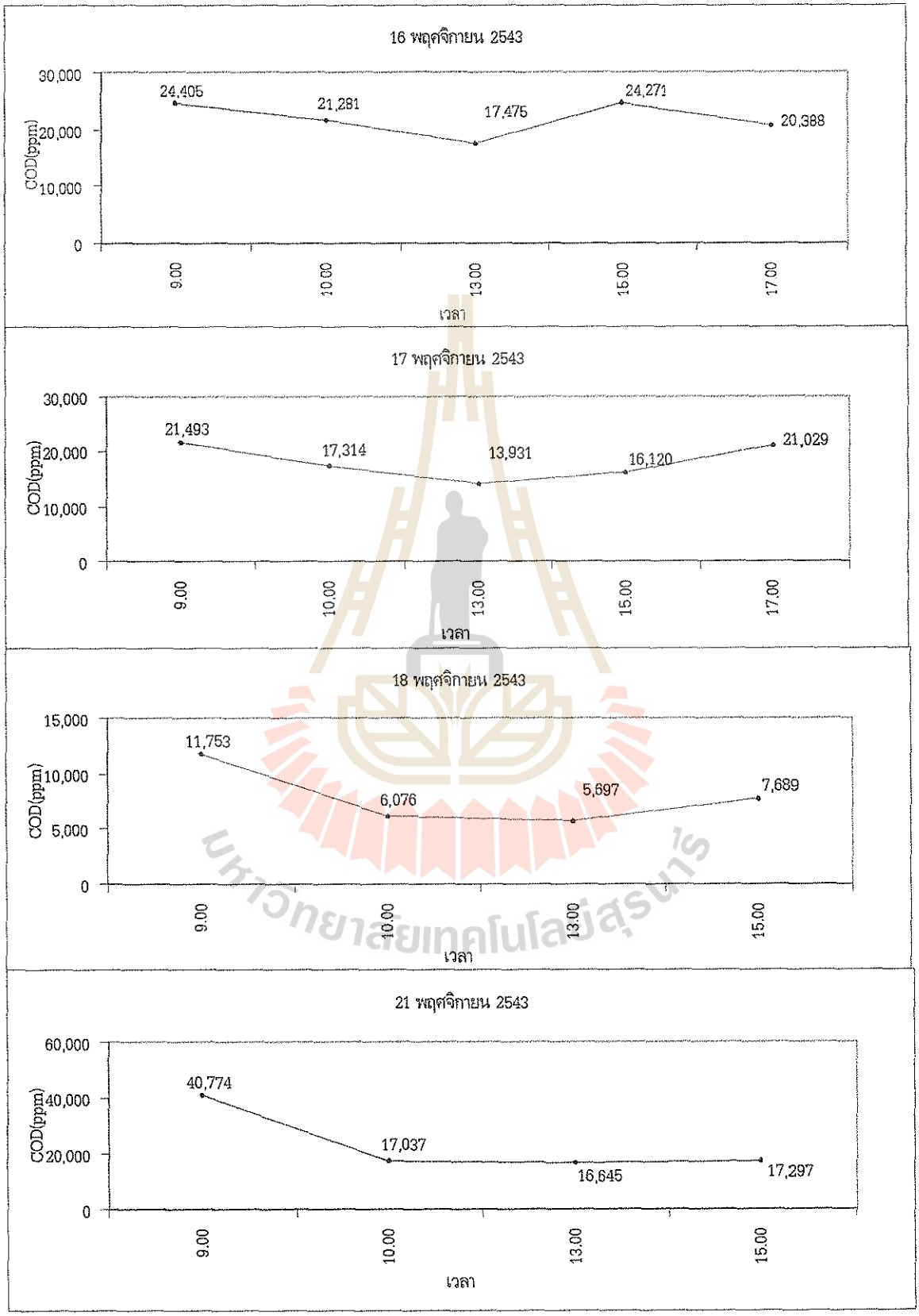

27 ตุลาคม 2543
COD(ppm)
80,000
60,000
40,000
20,000
0
64,833
46,867
1,055
639
18,450
18,242
10,818
16,645
20,039
5,546
8.30
9.30
10.30
11.30
12.30
13.30
14.30
15.30
16.30
17.30
เวลา

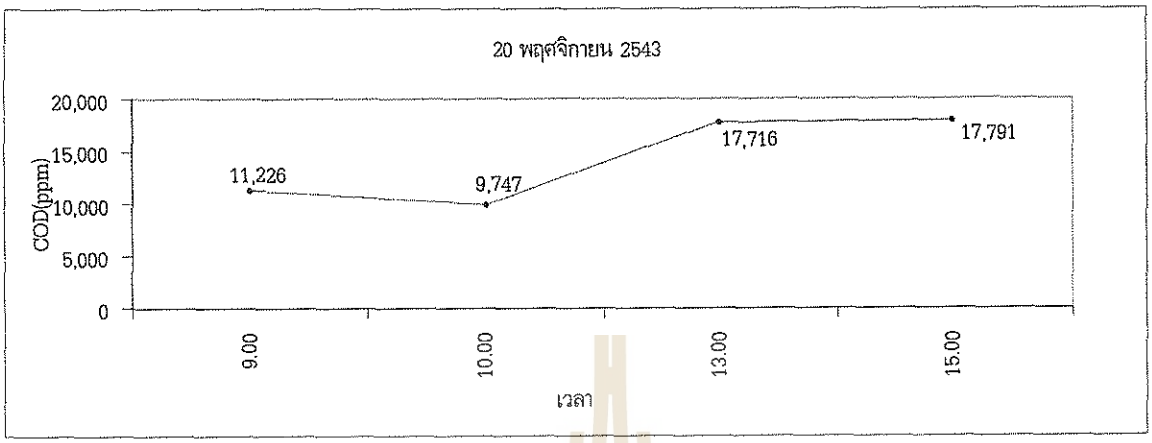

13 พฤศจิกายน 2543
COD(ppm)
30,000
20,000
10,000
0
15,562
7,837
2,421
1,515
1,728
3,991
2,697
22,851
14,504
13,503
8.30
9.30
10.30
11.30
12.30
13.30
14.30
15.30
16.30
17.30
เวลา


14 พฤศจิกายน 2543
COD(ppm)
60,000
40,000
20,000
0
5,495
9,179
989
663
33,334
9,711
9,579
38,597
12,211
8.30
9.30
10.30
11.30
12.30
13.30
14.30
15.30
16.30
เวลา


15 พฤศจิกายน 2543
COD(ppm)
25,000
20,000
15,000
10,000
5,000
0
13,818
21,717
3,892
485
2,141
4,444
1,252
8,417
1,129
8.30
9.30
10.30
11.30
12.30
14.30
15.30
16.30
17.30
เวลา

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่า COD ในแต่ละช่วงเวลาของวัน (Grab Sample) โรงงานที่ 2

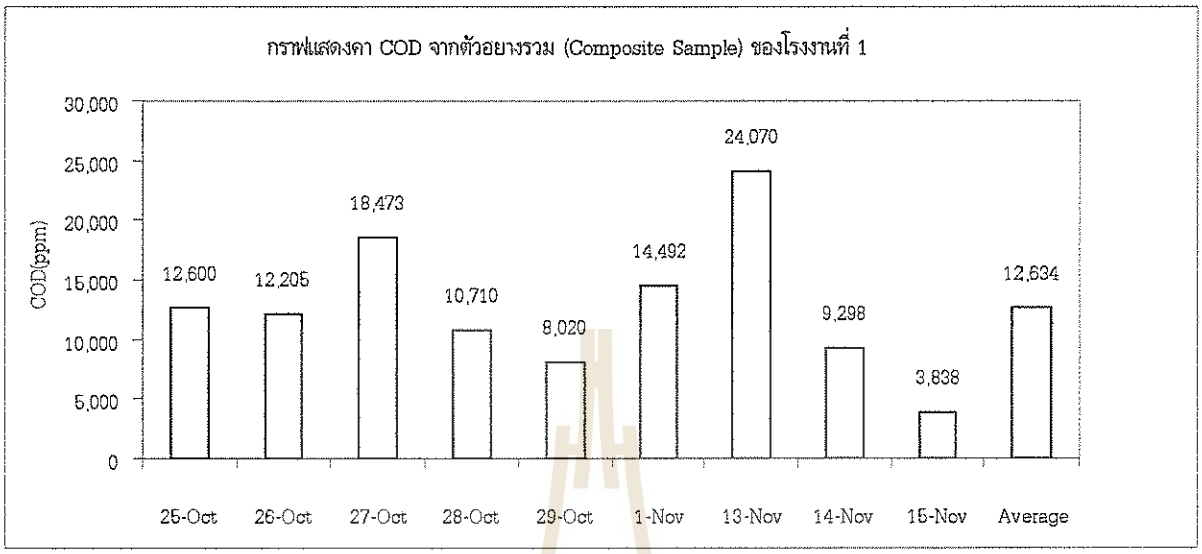


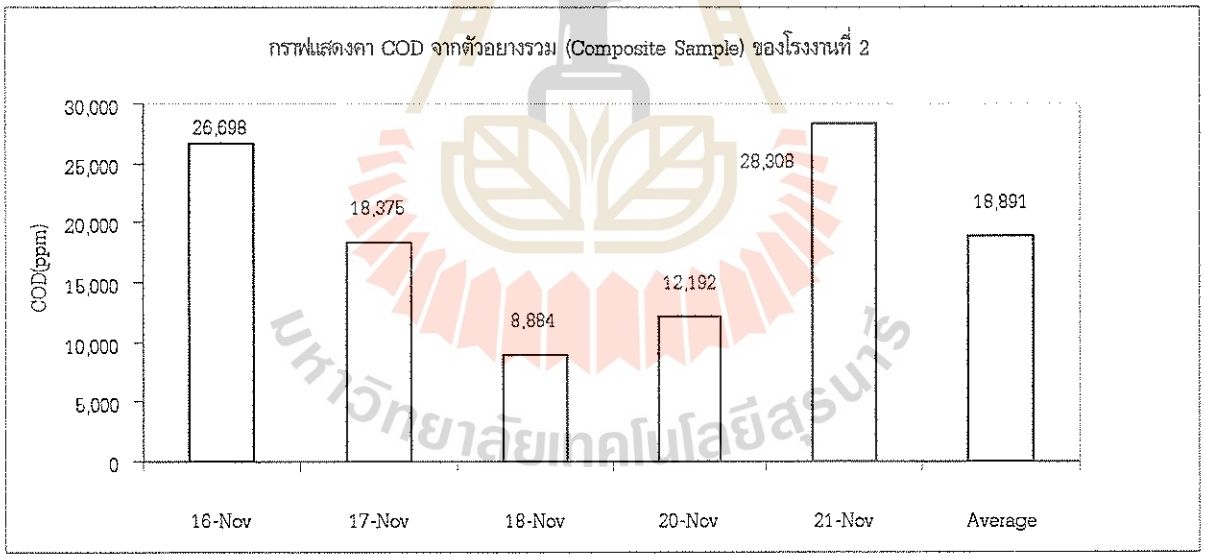


ตารางที่ 4.21 คำอธิบายกราฟแสดงค่า COD ในแต่ละช่วงเวลาของวัน

โรงงานที่ 1		โรงงานที่ 2	
วันที่	คำอธิบาย	วันที่	คำอธิบาย
25/10	13.30 ไล่น้ำเชื่อม Niro	16/11	15.00 ล้างเรซิ่น
27/10	8.30 ล้างเรซิ่น + ผ่านน้ำเชื่อมเรซิ่น 10.00-12.00 น้ำขึ้น	17/11	15.00 ล้างเรซิ่น
13/11	10.00-13.30 น้ำขึ้น 15.30 ไล่น้ำเชื่อม Niro	18/11	9.00 ล้างเรซิ่น
14/11	9.00-11.30 น้ำขึ้น, 12.30 ไล่น้ำเชื่อมเรซิ่น 15.30 ล้างถังควบคุมระดับของเรซิ่น	20/11	9.00 ล้างเรซิ่น
15/11	9.30 ล้างพื้นบริเวณ Carbon 10.30-14.30 น้ำขึ้น, 13.30 ล้างเรซิ่น	21/11	9.00 ล้างเรซิ่น, ผ่านน้ำเชื่อม Wiegand

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่า COD รวม ของโรงงาน 1 และ 2 (Composite Sample)





จากการศึกษาเก็บข้อมูล ในเรื่อง "คุณภาพและปริมาณน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตภายในบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด" จะทำให้ทางบริษัทมีข้อมูล เกี่ยวกับน้ำทิ้งภายในโรงงาน สภาพความสกปรกของน้ำทิ้ง จุดผลิตที่มีการสิ้นเปลืองน้ำในปริมาณมาก ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตในอนาคตให้เหมาะสมในแง่ของการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ นอกจากนี้ข้อมูลทั้งหมดยังเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแห่งใหม่ที่กำลังดำเนินการก่อสร้าง ได้เป็นอย่างดี เพราะจะทำให้เห็น จุด ที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียแห่งใหม่สามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าใช้จ่ายในการบำบัดต่ำด้วย

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

"คุณภาพและปริมาณของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตภายในบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด"

จากการศึกษา เก็บข้อมูล ในเรื่องคุณภาพและปริมาณน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตภายในบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1.ปริมาณน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตภายในบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด

น้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิต จะไม่ไหลตามรางลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียทั้งหมด เพราะจะมีน้ำทิ้งส่วนหนึ่งจากการล้างคอลัมน์เรซิ่นชนิดแคทไอออน จะมีท่อแยกลงสู่บ่อ Oxidation Pond โดยตรง ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงน้ำทิ้งที่ระบบบำบัดน้ำเสียต้องทำการบำบัด จึงต้องหักปริมาณน้ำส่วนนี้ออกไป ดังข้อมูลสรุปในตารางด้านล่าง

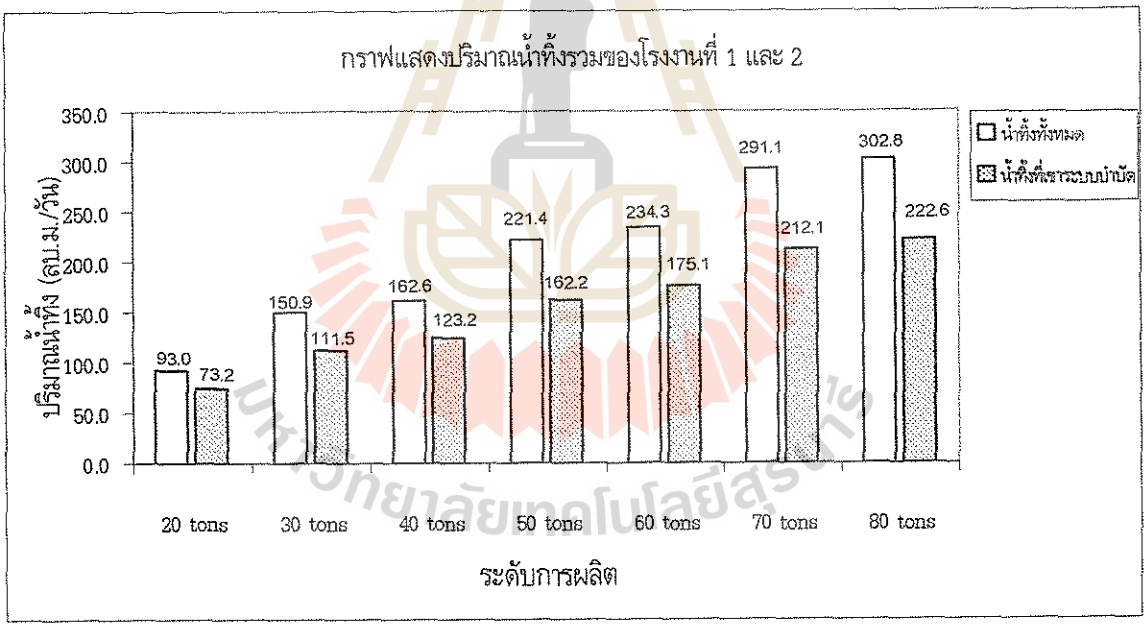
ตารางที่ 5.1 ปริมาณน้ำทิ้งของโรงงาน 1 และ 2 แยกตามโรงงาน ที่ระดับการผลิตต่างๆ

ประเภทของน้ำทิ้ง		ปริมาณน้ำทิ้งที่ระดับการผลิตต่างๆ (ลิตร/วัน)						
		20 ตัน	30 ตัน	40 ตัน	50 ตัน	60 ตัน	70 ตัน	80 ตัน
โรงงาน 1	น้ำทิ้งทั้งหมด	41,723	72,091	78,733	109,905	117,737	146,916	153,557
	น้ำทิ้งเฉพาะที่ไหลลงสู่ระบบบำบัด	31,856	52,357	58,999	80,304	88,136	107,448	113,477
โรงงาน 2	น้ำทิ้งทั้งหมด	51,254	78,849	83,905	111,500	116,558	144,151	149,209
	น้ำทิ้งเฉพาะที่ไหลลงสู่ระบบบำบัด	41,387	59,115	64,171	81,899	86,957	104,683	109,129

ตารางที่ 5.2 ปริมาณน้ำทิ้งรวมของทั้งสองโรงงานที่ระดับการผลิตต่างๆ

ประเภทของน้ำทิ้ง	ปริมาณน้ำทิ้งที่ระดับการผลิตต่างๆ (ลิตร/วัน)						
	20 ตัน	30 ตัน	40 ตัน	50 ตัน	60 ตัน	70 ตัน	80 ตัน
น้ำทิ้งทั้งหมด	92,977	150,940	162,638	221,405	234,295	291,067	302,766
น้ำทิ้งเฉพาะที่ไหลลงสู่ระบบบำบัด	73,243	111,472	123,170	162,203	175,093	212,131	222,606

รูปที่ 5.1 กราฟแสดงปริมาณน้ำทิ้งรวมของโรงงานที่ 1 และ 2



น้ำทิ้งจากกระบวนการการผลิตจะมาจาก 3 แหล่งสำคัญคือ น้ำทิ้งจากการล้างเรซิ่น, น้ำหล่อเลี้ยงปั๊มต่างๆ และน้ำทิ้งจากการล้างเครื่องต้มเคี่ยวหรือคอลัมน์เรซิ่นเมื่อเปลี่ยน Spec. ผลิตภัณฑ์ ซึ่งโดยเฉลี่ยในทุกๆระดับการผลิตแล้วจะมีสัดส่วนดังนี้

ตารางที่ 5.3 แสดงสัดส่วนของประมาณน้ำแยกตามประเภทน้ำทิ้ง

ประเภทน้ำทิ้ง	แหล่งกำเนิดน้ำทิ้ง	ปริมาณน้ำทิ้ง (%)	
		โรงงานที่ 1	โรงงานที่ 2
น้ำทิ้งทั้งหมด	น้ำหล่อเลี้ยงปั๊ม	32.3	38.0
	น้ำล้างเครื่องเมื่อเปลี่ยน Spec. / เสร็จงาน	8.3	3.8
	น้ำล้างคอลัมน์เรซิ่น	59.4	58.2
รวม		100.0	100.0
น้ำทิ้งเฉพาะที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสีย	น้ำหล่อเลี้ยงปั๊ม	43.6	51.1
	น้ำล้างเครื่องเมื่อเปลี่ยน Spec. / เสร็จงาน	11.3	5.0
	น้ำล้างคอลัมน์เรซิ่น	45.1	43.9
รวม		100.0	100.0

แหล่งกำเนิดน้ำทิ้ง 3 แหล่งสำคัญนี้ มีรายละเอียดเพิ่มเติมดังนี้

1.น้ำหล่อเลี้ยงปั๊ม จะหมายถึงถึงน้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นมอเตอร์ปั๊มน้ำ เพื่อไม่ให้มีอุณหภูมิสูงเกินไป ซึ่งจะรวมถึงปั๊มทุกตัวในโรงงาน และ มอเตอร์ใบกวนถังหมักในโรงงาน 2 ด้วย

2.น้ำล้างเครื่องเมื่อเปลี่ยน Spec./ เสร็จงาน หมายถึง น้ำทิ้งที่เกิดจากการผ่านน้ำเข้าไปในเครื่องต้มเคี่ยว Niro, Wiegand เพื่อล้างน้ำเชื่อมให้หมดไปจากเครื่อง ไม่ว่าในกรณีการล้างเมื่อเสร็จงาน หรือ การไล่น้ำเชื่อมออกก่อนที่จะมีการเคี่ยวผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ที่มี Spec. ไม่เหมือนกัน เช่น เมื่อเคี่ยว MH เสร็จ แล้วจะต้องเคี่ยว MN ต่อ จำเป็นต้องการการผ่านน้ำเข้าไปทำความสะอาดก่อน มิฉะนั้นอาจเกิดการปนเปื้อนได้ นอกจากนี้ น้ำทิ้งประเภทนี้ยังรวมถึง น้ำที่ใช้ไล่น้ำเชื่อมในคอลัมน์เรซิ่นเมื่อต้องการฟอกสีผลิตภัณฑ์ใหม่, ล้างเมื่อเสร็จงาน อีกด้วย สำหรับโรงงานที่ 2 จะมีการล้างหม้อผสมแป้งหลังเสร็จงานวันละ 1 ครั้ง ก็จะจัดเข้าอยู่ในน้ำประเภทนี้ด้วย

3.น้ำล้างคอลัมน์เรซิ่น หมายถึง น้ำและสารเคมีทั้งหมด ที่ใช้ในกระบวนการล้างเรซิ่น ซึ่งก็คือ ขั้นตอนการ Backwash, ล้างช้า, ล้างเร็ว และล้างรวม ของคอลัมน์เรซิ่นนั่นเอง โดยทั่วไปโรงงานที่ 2 จะมีการล้างวันละ 1 ครั้ง แต่โรงงานที่ 1 จะไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับกำลังการผลิต

2.คุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตภายในบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด

การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำทิ้งโดยใช้ค่า COD เป็นเกณฑ์นั้น ไม่ได้บอกถึงปริมาณของอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำทั้งหมด แต่จะรวมเอาสารอนินทรีย์เข้าไปด้วย นอกจากนี้ปริมาณของอินทรีย์สารที่วัดได้จะเป็นอินทรีย์สารทั้งหมดไม่ว่าจุลินทรีย์ในน้ำเสียจะสามารถย่อยสลายได้หรือไม่ก็ตาม ซึ่งในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ มักจะใช้ค่า BOD (Biological Oxygen Demand) เป็นเกณฑ์ ซึ่งจะให้ข้อมูลที่ดีกกว่าค่า COD ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของค่า COD และ BOD แม้จะไม่มีเกณฑ์ที่แน่นอนเพราะจะแปรผันไปตามชนิดและประเภทของน้ำเสีย อัตราส่วนนี้จะมีประโยชน์ในด้านการบ่งบอกถึงองค์ประกอบทั่วๆไปของน้ำทิ้งว่ามีสัดส่วนของสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยได้และย่อยไม่ได้เท่าใดและทำให้การประมาณค่า BOD จากค่า COD ทำได้ถูกต้องยิ่งขึ้น เมื่อพิจารณาจากข้อมูลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของบริษัทไทยกลูโคส ตั้งแต่ ตุลาคม 2542 ก็พอจะทราบถึงอัตราส่วนระหว่างค่า BOD ต่อ COD ได้ดังนี้

ตารางที่ 5.4 แสดงอัตราส่วนค่า BOD/COD

แหล่งที่เก็บตัวอย่าง	อัตราส่วน BOD/COD	Standard Deviation	BOD/COD เฉลี่ยทุกบ่อ
บ่อ EQ1	0.65	0.20	0.62 หรือ BOD:COD เท่ากับ 1 : 1.61 (S.D. = 0.07)
บ่อ EQ2	0.68	0.18	
บ่อ Filter	0.69	0.27	
บ่อ AS1	0.57	0.21	
บ่อ Oxi	0.53	0.23	

2.1 คุณภาพน้ำทิ้งจากแต่ละกระบวนการผลิต

จากผลการศึกษาในบทที่ 4 จะพบว่าน้ำทิ้งที่มีค่า COD สูงมาก จะมาจากกระบวนการผลิตต่อไปนี้

A.การการผ่านน้ำเชื่อมหรือไล่น้ำเชื่อม เครื่องต้มเคี่ยว Niro, Wiegand

เมื่อเปลี่ยน Spec. , เสร็จงาน

B.การผ่านน้ำเชื่อมหรือไล่น้ำเชื่อมคอลัมน์เรซิ่น

น้ำทิ้งจากสองแหล่งนี้จัดอยู่ในน้ำทิ้งประเภทเดียวกันคือ น้ำทิ้งจากการล้างเครื่องเมื่อเปลี่ยน Spec./เสร็จงาน การวิเคราะห์พบว่ามีค่า COD สูงมาก คือ มากกว่า 50,000 ppm สำหรับการเก็บตัวอย่างแบบ Composite Sampling และอาจถึง 100,000 ppm ได้เมื่อเก็บตัวอย่างแบบ Grab Sample น้ำทิ้งประเภทนี้มีปริมาณไม่มากนักเมื่อเทียบกับน้ำทิ้งรวมของทั้งโรงงาน คือจะอยู่ที่ประมาณ 4-11 % (เฉพาะที่ไหลเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย) น้ำเสียจาก A ,B นี้ มีค่า COD สูง อันเนื่องมากจากมีการปนเปื้อนของน้ำเชื่อมมาในปริมาณที่สูง ส่งผลให้ค่า COD สูงตามไปด้วย สำหรับน้ำทิ้งจากการล้างหม้อผสมแป้งนั้น การวิเคราะห์พบว่ามีค่า COD อยู่ในระดับที่ไม่เป็นปัญหานัก คืออยู่ที่ 10,775 ppm สามารถทำการบำบัดได้ง่าย

น้ำทิ้งอีกประเภทหนึ่งซึ่งมีค่า COD สูงพอสมควรคือ

C.น้ำทิ้งจากการล้างคอลัมน์เรซิ่น

น้ำทิ้งประเภทนี้นอกจากจะมีค่า COD ที่สูงแล้วยังมีปริมาณน้ำมากอีกด้วย คือ ประมาณ 50 % ของน้ำทิ้งทั้งโรงงานซึ่งมีผลอย่างมากต่อสภาพน้ำทิ้งโดยรวม ในกระบวนการล้างคอลัมน์เรซิ่นจะใช้เวลานานราว 3-3.5 ชั่วโมง การวิเคราะห์น้ำทิ้งจากคอลัมน์แอนนไอออนพบว่า ค่า COD จะแปรเปลี่ยนไปเรื่อยๆ ตามระยะเวลา คือในช่วงแรกๆ เช่น Backwash จะมีค่า COD ที่ไม่สูงนัก แต่จะมีสูงมากๆ ในช่วงที่เริ่มมีการผ่านสารเคมี NaOH จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 40,000 และจะลดลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการ โดยการล้างช้า, ล้างเร็วและล้างรวม จะมีการผ่านน้ำ Soft,Condendate เข้าไปทำให้มีการชะล้างและเจือจางสารอินทรีย์ลง ค่าจึงลดต่ำจนเหลือเพียง 100-500 ppm แต่เมื่อทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากการล้างคอลัมน์เรซิ่นแบบ Composite Sampling พบว่า มีค่า COD ประมาณ 17,000 ppm ซึ่งไม่ถือว่าสูงนักเมื่อเทียบกับน้ำทิ้งที่มีปนเปื้อนของน้ำเชื่อม เป็นที่น่าสังเกตว่า น้ำทิ้งจากการล้างคอลัมน์เรซิ่นในช่วงเวลาที่มีการผ่าน NaOH จะเกือบเต็มคอลัมน์จะมีน้ำทิ้งที่มีสีดำแดงเข้มมาก แต่กลับมีค่า COD ไม่สูง คือมีค่า COD เพียงประมาณ 18,000 ppm แต่ขณะที่เริ่มผ่าน NaOH นั้น น้ำ

มีสีเหลืองอ่อนๆ กลับมี COD ที่สูงถึง 40,000 ppm ทำให้การพิจารณาว่าสีของน้ำทิ้งที่เข้มๆ น่าจะมีค่า COD สูงด้วยนั้นไม่เป็นความจริงแต่ประการใด

สำหรับการล้างคอลัมน์แคทไอออนนั้น พบว่า ค่า COD ในแต่ละระยะเวลา (Grab Sample) และแบบตัวอย่างรวม(Composite Sample) มีค่า COD ที่ต่ำ คือ อยู่ในช่วง 200-2,500 ppm เท่านั้น น้ำทิ้งส่วนนี้จึงไม่จำเป็นต้องนำเข้าระบบบำบัดก็ได้ เพราะจะเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการบำบัด

2.2 คุณภาพน้ำทิ้งรวมที่ไหลเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

ผลการวิเคราะห์ค่า COD จากรางระบายน้ำรวมของโรงงานพบว่า ค่า COD ของน้ำทิ้งของโรงงาน (เมื่อเก็บตัวอย่างแบบ Composite Sample) จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 12,000-13,000 ppm สำหรับโรงงานที่ 1 และประมาณ 18,000-19,000 สำหรับโรงงานที่ 2

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า COD ในแต่ละช่วงเวลาของวันนั้น จะมีผลมาจาก หน่วยการผลิต หรือ กระบวนการผลิต ที่มีการปนเปื้อนของน้ำเชื่อม ปล่อยน้ำทิ้งออกมา ทำให้ค่า COD พุ่งสูงขึ้นมาก นอกจากนั้นแล้วค่า COD มีแนวโน้มที่ค่อนข้างจะคงที่อยู่ที่ระดับประมาณ 5,000 –15,000 ppm สำหรับโรงงานที่ 1 แต่สำหรับโรงงานที่ 2 พบว่าค่า COD จะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงมากนัก เพราะจะคงที่อยู่ที่ประมาณ10,000-20,000 ppm ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจาก บ่อตกตะกอน ที่จะรวบรวมน้ำไว้ก่อนที่จะปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัด

จากผลการศึกษาทั้งหมด จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการการจัดการน้ำเสีย ของระบบบำบัดน้ำเสียแห่งใหม่ได้เป็นอย่างดี ทำให้รู้ถึงปริมาณของน้ำเสียและปริมาณของอินทรีย์สารที่จะต้องทำการบำบัดในแต่ละวันที่ระดับการผลิตต่างๆ อีกด้วย ผลการวิเคราะห์ค่า COD สามารถบ่งบอกถึงค่า BOD ได้อย่างคร่าวๆ สามารถนำมาคำนวณค่า BOD loading ได้

ในแง่ของปริมาณน้ำทิ้งของบริษัท ไทยกลูโคส จำกัด พบว่ามีบางส่วนของน้ำทิ้งที่สามารถประหยัดได้และได้ดำเนินการไปแล้ว เช่น น้ำหล่อเลี้ยงปั๊มของเครื่องต้มเคี่ยว Wiegand สามารถนำมาหมุนเวียนใช้ใหม่ได้ สามารถลดปริมาณน้ำทิ้งของโรงงานที่ 2 ไปได้มากกว่า 15 ลบ.ม./วัน

บทที่ 6
สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การปฏิบัติงานใน บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด ฝ่ายโรงงาน ในเรื่องการศึกษาปริมาณและคุณภาพของน้ำทิ้ง รวมทั้งงานมอบหมายย่อยๆ นั้นส่งผลให้เกิดประโยชน์หลายๆ ด้านดังนี้

1.ด้านสังคม

- ได้รู้จักบุคคลต่างๆมากขึ้นทั้งในแผนกและต่างแผนก
- ได้รู้ถึงลักษณะการทำงานจริงและชีวิตประจำวันในการทำงาน

2.ด้านทฤษฎี

- ได้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม, ระบบน้ำภายในโรงงาน, ระบบการหมุนเวียนน้ำใช้ ซึ่งทำให้มีความรู้เพิ่มขึ้นมากกว่าการศึกษาจากตำราเรียน
- ได้ศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลจากการไฮโดรไลซ์แป้ง เช่น กลูโคสไซรัป, ฟรุกโตสไซรัป, แบะแซ, รวมทั้งผลิตภัณฑ์ชนิดผงแห้ง
- ได้ศึกษาเรียนรู้การทำงานของเครื่องจักรกลต่างๆ และยิ่งเมื่อได้ทำโครงงานเกี่ยวกับปริมาณน้ำทิ้ง ทำให้เข้าใจถึงการทำงานดียิ่งขึ้นกว่าเดิม
- ได้ศึกษาการจัดการภายในโรงงาน เพื่อทำให้โรงงานสามารถดำเนินงานไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ได้ศึกษาการจัดทำและดำเนินงานภายใต้ระบบ ISO9002

3.ด้านปฏิบัติ

- ได้ฝึกการปฏิบัติงานกับพนักงานในสายการผลิต อย่างจริงจังในหลายๆ หน่วยการผลิต ทั้งเรื่องการควบคุมเครื่องจักร, การบรรจุผลิตภัณฑ์
- ได้ฝึกการวิเคราะห์ค่า COD ในตัวอย่างน้ำจนมีความชำนาญ
- ได้ฝึกการวางแผนการทดลอง การเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์ผล และการนำเสนอผลงานในรูปแบบที่กระชับได้ใจความ ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการทำโครงงานในอนาคต

- ได้รับหมายหมายงานย่อยๆ ซึ่งช่วยให้เข้าใจในเรื่อง การผลิตมากยิ่งขึ้น เช่น การติดตามการใช้งานแป้งหมาดแทนแป้งแห้ง , การคำนวณ %ผลผลิต ของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต

บทที่ 7
ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการเข้าปฏิบัติงานสหกิจศึกษาที่บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด ได้จัดทำโครงงาน "คุณภาพและปริมาณน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตภายใน บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด (Quality and Quantity of Wastewater in Thai Glucose Co., Ltd.)" ได้พบปัญหาบางประการที่สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้การจัดการระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ดังนี้ คือ

1.แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มีปริมาณความเข้มข้นของอินทรีย์สารมากที่สุด และจะส่งผลกระทบต่อการบำบัดน้ำเสีย คือ ขั้นตอนการล้างเครื่องต้มเคี่ยวเมื่อต้องการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่จะเคี่ยว หรือล้างเมื่อเสร็จงาน น้ำส่วนนี้จะมีความใส อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก แต่จะมีปริมาณน้ำตาลปนมาในปริมาณที่สูง หากสามารถแยกเอาน้ำส่วนนี้ออกนอกระบบบำบัดน้ำเสีย ก็จะเป็นการลดปริมาณสารอินทรีย์โดยรวมได้มาก ซึ่งน้ำที่แยกออกมาอาจนำไปรดน้ำต้นไม้ได้

2.แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มีปริมาณน้ำทิ้งสูงมาก คือ การใช้น้ำในกระบวนการล้างเรซิ่น ซึ่งในการล้างแต่ละครั้งอาจใช้น้ำราว 20-30 ลบ.ม. ต่อครั้ง และปริมาณของอินทรีย์สารที่ปะปนลงมาก็อยู่ในเกณฑ์ที่สูงพอสมควร แต่ที่สำคัญคือปริมาณของเบส NaOH ที่ปนลงมาจะสูงมาก ซึ่งอาจจะมีผลต่อจุลินทรีย์ที่เลี้ยงไว้ในระบบการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ได้ ดังนั้น จึงควรจัดตารางเวลาในการล้างให้เหมาะสม เพื่อให้ความเข้มข้นของอินทรีย์สารถูกเจือจางลงด้วยน้ำส่วนอื่นๆ เสียก่อน

3.การติดตั้ง V-Notch Weir เพื่อวัดปริมาณการไหลของน้ำทิ้งในรางระบายน้ำนั้น ในตอนเริ่มแรกของการติดตั้งยังไม่ทราบข้อมูลการออกแบบที่ละเอียดนัก ดังนั้น จึงมีสัดส่วนที่คลาดเคลื่อนจากทฤษฎีไปบ้าง แต่เมื่อนำมาตรวจเทียบกับการวัดปริมาณการไหลเฉพาะหน่วยการผลิตในขณะนั้น พบว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกันและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

4.สภาวะน้ำขึ้นน้ำลงจะมีผลอย่างมากต่อการตรวจวัดอัตราการไหล เนื่องจากน้ำจะเอ่อขึ้นจากท่อระบายน้ำในปริมาณที่มาก และลงไปรวมกับน้ำเสียจากโรงงานที่จะต้องลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ในแง่ดี น้ำที่ไหลเอ่อขึ้นมานี้จะมีผลช่วยให้ค่าความสกปรกหรือความเข้มข้นของอินทรีย์สารและสารเคมีต่างๆ เจือจางลงมาก ซึ่งจากการเก็บข้อมูลทดลองก็แสดงให้เห็นเช่นนั้น แต่ในแง่เสียคือ น้ำเสียจำนวน

มากที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียไม่ว่าจะเป็นแห่งเดิมหรือแห่งใหม่ จะทำให้มี MLSS จำนวนหนึ่งหลุดออกไปมาก ความเข้มข้นของ Sludge ในกระบวนการย่อยสลายก็จะลดน้อยลง อาจทำให้ต้องมีการเปลี่ยนถ่าย Sludge บ่อยขึ้น ซึ่งจะเสียเวลาในการบำบัดน้ำเสียเป็นอย่างมาก และที่สำคัญจะเป็นการเพิ่มปริมาณที่ต้องบำบัดซึ่งจะมีผลต่อค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียเมื่อคิดเป็น บาท/ลบ.ม.

5.มีน้ำทิ้งจากบางกระบวนการผลิตที่ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณน้ำทิ้งได้ เช่น น้ำทิ้งจากการล้างถังปรับ pH ของหน่วยงานฟอกสีขั้นที่ 2 (เรซิ่น) ซึ่งมีจากการสังเกตพบว่าปริมาณน้ำที่ปล่อยทิ้งออกมาไม่มากนัก แต่จะมีการปนเปื้อนของน้ำเชื่อมสูงมาก จะมีผลต่อค่า COD ที่จะพุ่งสูงขึ้นอย่างมากได้เช่นกัน , น้ำทิ้งจากการล้างถังหมัก มีการปล่อยน้ำทิ้งออกมาพอสมควรแต่จะมีปริมาณไม่แน่นอนขึ้นอยู่การการปฏิบัติของพนักงานแต่ละคน

6.ภายในรายงานฉบับนี้ได้ระบุว่าในการวัดอัตราการไหลโดยใช้ V-notch Weir นั้น ได้ใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ที่มีมุมของตัว V เท่ากับ 45 องศา แต่ในความเป็นจริงแล้ว V-notch Weir ของที่ทางโรงงานใช้นั้น จะมีค่ามุมเท่ากับ 90 องศา ความแตกต่างของมุมที่ใช้ในการคำนวณกับมุมที่ติดตั้งอยู่จริงจะขัดแย้งกัน ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วจะทำให้ค่าอัตราการไหลเปลี่ยนไปอย่างมาก

เดิมทางโรงงานได้ติดตั้ง Weir ไว้อยู่แล้ว 1 อัน ซึ่งมีมุมเท่ากับ 90 องศา และได้ทำการติดตั้งเพิ่มอีก 1 อัน เมื่อได้เริ่มทำโครงงานเรื่องนี้ การออกแบบ V-notch Weir ทั้งสองอันนั้นพบว่า ได้ออกแบบไม่ตรงกับทางทฤษฎีที่กำหนดไว้ ในเรื่องของความกว้างและระยะห่างของรอยบากกับพื้นของรางระบาย (ข้อมูลจาก: การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน) ดังนั้น จึงได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของ V-notch Weir โดยการวัดอัตราการไหลของทุกหน่วยการผลิต(โรงงานที่ 2) ในขณะหนึ่ง แล้วเปรียบเทียบกับค่า Head(cm) ณ เวลานั้น ว่ามีค่าตรงกันหรือไม่ ผลที่ได้พบว่า ค่า Head (cm) จาก V-notch Weir จะให้ค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เมื่อทำการคำนวณอัตราการไหลโดยคิดว่ามุม V นั้น เท่ากับ 45 องศา จึงได้ถือค่ามุมนี้เพื่อใช้ในการคำนวณเป็นหลัก

ในแง่ของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษานั้น พบว่า ไม่มีปัญหา ใดๆ ที่เป็นอุปสรรคในการทำงานนัก เนื่องจากบุคลากรทุกฝ่าย, พนักงาน ต่างให้ความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี ถึงแม้ในเรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีที่ยังไม่ชำนาญก็มีเอกสาร รายละเอียดการปฏิบัติงานแสดงไว้ ทำให้เมื่อใช้เวลาไม่นานก็สามารถปฏิบัติงานได้อย่างคล่องแคล่ว ปัญหาบางประการที่พบ ได้แก่

1.การวิเคราะห์ค่า COD ใช้สารเคมีค่อนข้างเปลือง ทำให้มีหลายครั้งที่สารเคมีหมดก่อน ที่สารเคมีชุดใหม่จะสั่งเข้ามา ทำให้การทดลองสะดุดไปบ้าง แต่ก็เป็นเวลาไม่กี่วัน

2.สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการบันทึกค่าอัตราการไหล และเก็บตัวอย่างน้ำ เช่น ฝนตก, น้ำขึ้น, น้ำท่วม ฯลฯ แต่ก็ไม่เป็นปัญหามาก เพราะจะหยุดการทดลองในวันนั้น แล้วไปทำงานในส่วนอื่นแทน

บรรณานุกรม

American Public Health Assoc., Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 15th ediition, 1992, p 489-493.

Clesceri, L. S. et al. 1989. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 17th edition pp.1-37-1-38

นราพร หาญวจนวงศ์, Water and Wastewater Treatment เล่ม 1, 2539, หน้า 11/1-10.

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย, คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย พิมพ์ครั้งที่ 2, 2535, หน้า 79-85.

เสริมพล รัตสุข, การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน (Treatment of Liquid Wastes of Industrial and Domestic Origins) พิมพ์ครั้งที่ 2, 2524.

ภาคผนวก

ตารางบันทึกข้อมูลที่ใช้

TG1						TG2					
Time	Head (cm)	comment	Time	Head (cm)	comment	Time	Head (cm)	comment	Time	Head (cm)	comment
8.00			20.00			8.00			20.00		
8.15			20.15			8.15			20.15		
8.30			20.30			8.30			20.30		
8.45			20.45			8.45			20.45		
9.00			21.00			9.00			21.00		
9.15			21.15			9.15			21.15		
9.30			21.30			9.30			21.30		
9.45			21.45			9.45			21.45		
10.00			22.00			10.00			22.00		
10.15			22.15			10.15			22.15		
10.30			22.30			10.30			22.30		
10.45			22.45			10.45			22.45		
11.00			23.00			11.00			23.00		
11.15			23.15			11.15			23.15		
11.30			23.30			11.30			23.30		
11.45			23.45			11.45			23.45		
12.00			0.00			12.00			0.00		
12.15			0.15			12.15			0.15		
12.30			0.30			12.30			0.30		
12.45			0.45			12.45			0.45		
13.00			1.00			13.00			1.00		
13.15			1.15			13.15			1.15		
13.30			1.30			13.30			1.30		
13.45			1.45			13.45			1.45		
14.00			2.00			14.00			2.00		
14.15			2.15			14.15			2.15		
14.30			2.30			14.30			2.30		
14.45			2.45			14.45			2.45		
15.00			3.00			15.00			3.00		
15.15			3.15			15.15			3.15		
15.30			3.30			15.30			3.30		
15.45			3.45			15.45			3.45		
16.00			4.00			16.00			4.00		
16.15			4.15			16.15			4.15		
16.30			4.30			16.30			4.30		
16.45			4.45			16.45			4.45		
17.00			5.00			17.00			5.00		
17.15			5.15			17.15			5.15		
17.30			5.30			17.30			5.30		
17.45			5.45			17.45			5.45		
18.00			6.00			18.00			6.00		
18.15			6.15			18.15			6.15		
18.30			6.30			18.30			6.30		
18.45			7.00			18.45			7.00		
19.00			7.15			19.00			7.15		
19.15			7.30			19.15			7.30		
19.30			7.45			19.30			7.45		

ตารางที่ 1 ข้อมูลการวิเคราะห์ COD

วันที่	ตัวอย่างน้ำ	เวลาที่เก็บ	ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)	การไตเตรทด้วย FAS			ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน FAS	pH	หมายเหตุ
				เริ่มต้น (ml)	สุดท้าย (ml)	ทั้งหมด (ml)			

COD Testing TG1 & TG2

วันที่	ตัวอย่างน้ำ	รายละเอียดเพิ่มเติม	เวลาที่เก็บ	ลักษณะปรากฏ	ค่า COD