



การออกแบบระบบศูนย์ข้อมูลสำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำ



นายสรณ์ท วังศ์สัมพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

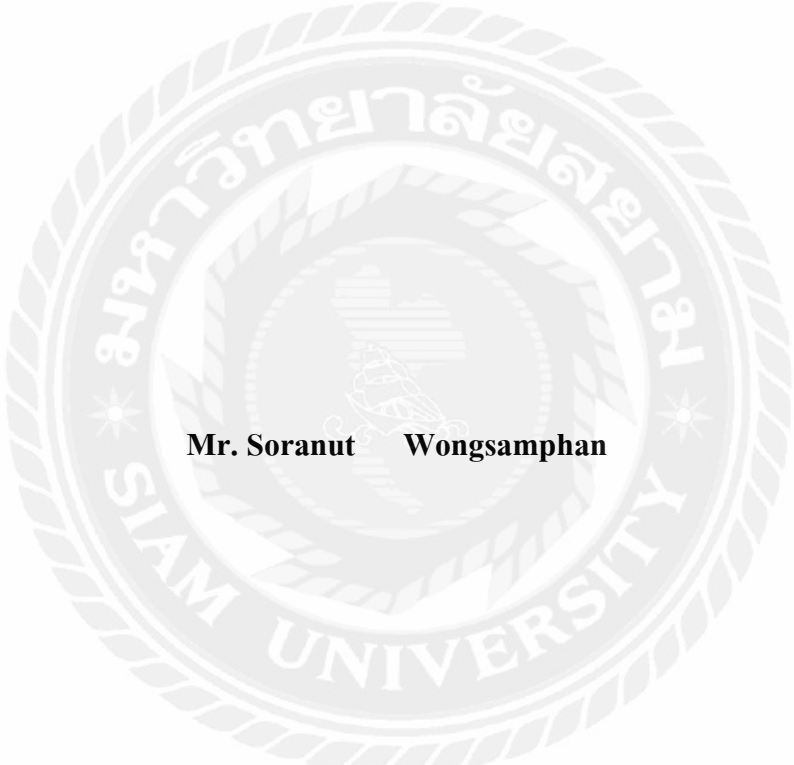
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสยาม



Design of Data Centering System for Water Environment Control Plants



Mr. Soranut Wongsamphan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Engineering Management

Graduate School

Siam University 2020



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

การจัดการงานวิศวกรรม
(สาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย
(คณะ)

เรื่อง การออกแบบระบบศูนย์ข้อมูล สำหรับ โรงควบคุมคุณภาพน้ำ
Design of Data Centering for Water Environment Control Plants

ผู้แต่ง นายสรณัท วงศ์สัมพันธ์
Mr.Soranut Wongsamphan

ประธานกรรมการ.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูโงมา)

อาจารย์ที่ปรึกษาที่หลัก.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ โสตรโยม)

อาจารย์ที่ปรึกษาที่ร่วม.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ธิจิรานิช)

กรรมการ.....
(รองศาสตราจารย์ ศันสนีย์ สุภาภา)

กรรมการ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทึงจิตร)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทึงจิตร)

ผู้อำนวยการหลักสูตร

วันที่ ๑๑ เดือน มิ.ย. พ.ศ. ๒๕๖๓

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง : การออกแบบระบบศูนย์ข้อมูลสำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
 โดย : นายสรณ์ท วงศ์สัมพันธ์
 ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชา : การจัดการงานวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก : อาทิตย์ โสตรโยม
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทิตย์ โสตรโยม)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : วันชัย วิจิรวนิช
 (รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย วิจิรวนิช)

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบศูนย์ข้อมูลสำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำออกแบบขึ้นมาเพื่อการควบคุมคุณภาพการทำงานของเครื่องจักรโดยวิธีการเก็บข้อมูลขณะเครื่องจักรกำลังทำงาน

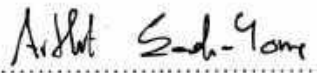
การออกแบบระบบจะใช้วิธีดึงข้อมูลจากอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล ส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง โดยระบบปฏิบัติการจัดเก็บข้อมูลทุก 1 นาที ทำให้ได้ข้อมูลจริง ณ เวลาปัจจุบัน ข้อมูลของเครื่องจักรทุกประเภทภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำจะถูกบันทึก ในระบบภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล และจะถูกส่งไปยังศูนย์ข้อมูลกลาง เพื่อใช้ในการดำเนินงานของแต่ละส่วนการควบคุมคุณภาพน้ำ โดยศูนย์ข้อมูลกลางจะเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่รวบรวมข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรของทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำรอบกรุงเทพมหานคร

ผลการวิจัยพบว่าระบบศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ แสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักรที่กำลังทำงาน ผู้ดูแลระบบสามารถดูการทำงานของเครื่องจักรผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ทุกสถานที่ และนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้เพื่อการวิเคราะห์เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรให้ดียิ่งขึ้น เหมาะสำหรับการจัดเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ภายใต้การดำเนินงานของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

คำสำคัญ: การออกแบบระบบศูนย์ข้อมูล โรงควบคุมคุณภาพน้ำ เทคโนโลยี

Abstract

Title : Design of Data Centering System for Water Environment Control Plants
 By : Mr. Soranut Wongsamphan
 Degree : Master of Engineering
 Major Field : Engineering Management

Thesis Advisor : 
 (Asst. Prof. Dr. Arthit Sode-Yome)

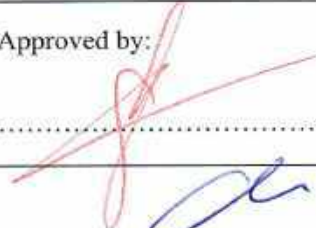
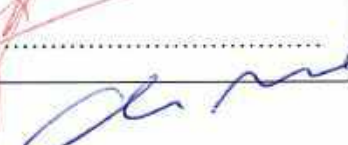
Thesis Co-Advisor : 
 (Assoc. Prof. Dr. Vanchai Rijiravanich)

This research presents data centering system for water environmental control plants designed for quality control of machine operation using data collected while machines are running.

The data retrieval methods were designed to send data via high speed internet from the storage devices. This data was stored in the operating system within a minute interval, resulting in real-time data. All types of machinery information within the water quality control plant were recorded in the standard language for the database system. After that, the data was sent to the central data center for operating of water quality control of each section. The central data center was a large database collecting data on the operations of the machines for water environment control plants in Bangkok.

The results indicated that the system showed real time status data while the machines were running. The system administrator could view the machine operation via the internet from all zones and locations. The use of such information could be analyzed to better increase the efficiency of the machines. This design was suitable to store a big database under the operation of the water environment control plants.

Keywords: Design of Data Centering System, Water Environment Control Plants, Technology

Approved by: 


กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทิตย์ โสตรโยม รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ธิจิรวนิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์ รวมถึงคณาจารย์บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยสยามทุกท่าน ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำและติดตามทั้งในการศึกษาการทำงานวิจัย และการให้ความรู้ต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างสูงสุดมาโดยตลอด

กระผมขอขอบพระคุณ คณะผู้บริหารของพนักงาน บริษัทแอดวานซ์เทคโนโลยี จำกัด ทุกท่าน ที่ได้มอบความช่วยเหลือสนับสนุนข้อมูล และอนุมัติการดำเนินงานวิจัย รวมถึงยังเป็นที่พักพิงในปัญหาต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และสามารถนำผลสำเร็จของงานวิจัยนี้สามารถใช้งานได้จริง

นายสรณ์ท วงศ์สัมพันธ์
ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญกราฟข้อมูล	ญ
 บทที่ 1 บทนำ	 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 คำนิยามศัพท์	5
 บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง	 6
2.1 ทฤษฎีระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ	6
2.1.1 Information System for Data Centering	7
2.1.2 ข้อมูล (Data) - บทบาทและความสำคัญของการจัดการข้อมูล	8
2.1.3 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) - ประโยชน์ของการจัดเก็บข้อมูลแบบรวมศูนย์	12
2.1.4 ซอฟต์แวร์ (Software) - หลักการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การจัดเก็บข้อมูล	13
2.1.5 คน (People) - การจัดการบุคลากรเพื่อการใช้งานข้อมูลแบบรวมศูนย์	17
2.1.6 กระบวนการ (Procedure) - กระบวนการของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ	21
2.2 ข้อมูลความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของโรงควบคุมคุณภาพน้ำขนาดใหญ่	22
2.3 ทฤษฎีน้ำเสีย (Theory of Waste Water)	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
2.3.1 น้ำเสีย (Waste Water)	24
2.3.2 ชีวภาพน้ำเสีย (Biological Waste Water)	25
2.3.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ (Stabilization Treatment System)	28
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Research)	32
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	35
3.1 รายละเอียดทางเทคนิคของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ	35
3.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ	36
3.1.2 ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ	40
3.1.3 ระบบบำบัดขั้นต้น กระบวนการบำบัดขั้นต้น	42
3.1.4 ระบบบำบัดขั้นที่สอง	45
3.1.5 ระบบบำบัดขั้นที่สาม	47
3.1.6 ระบบบำบัดขั้นที่สี่	49
3.2 การออกแบบตู้ควบคุมโดยใช้โปรแกรม Auto CAD	49
3.2.1 ขั้นตอนการเลือกใช้สายไฟฟ้าให้เหมาะกับการใช้งาน	51
3.2.2 ขั้นตอนการเลือกใช้อุปกรณ์ ด้านหน้าตู้ควบคุม	54
3.2.3 ขั้นตอนการเลือกใช้อุปกรณ์ ด้านหลังตู้ควบคุม	55
3.2.4 ขั้นตอนการเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมด้านหน้า	56
3.2.5 ขั้นตอนการเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมส่วนหลัง	58
3.3 โปรแกรมกระบวนการรับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์	59
3.3.1 วิธีการบันทึกไฟล์ที่เป็นข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ	61
3.3.2 วิธีการเชื่อมต่อโปรแกรมระหว่างโรงควบคุมคุณภาพน้ำไปยังฐานจัดเก็บข้อมูล	63
3.3.3 การบันทึกผลลงในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ “ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์”	68
3.4 รายละเอียดทางเทคนิค กระบวนการนำข้อมูลไปใช้งาน	69
3.4.1 การแก้ปัญหาการเข้าถึงข้อมูลของมีส่วนร่วมระดับสูง 2 ประการ	69

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
3.4.2 การป้องกันชนิดต่างๆ เพื่อรับมือปัญหาในอนาคต	70
3.4.3 การตรวจสอบมาตรฐาน เกี่ยวข้องกับ 3 ส่วน	70
3.4.4 วงจรการพัฒนาระบบงาน (System Development Life Cycle: SDLC)	72
3.4.5 ขั้นตอนการนำข้อมูลจากไมโครซอฟต์เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ไปใช้เพื่อทำ แดชบอร์ด	72
3.5 การใช้งาน SQL Server 2008 Import and Export Data	73
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	80
4.1 สรุปขอบเขตการวิจัย	80
4.2 ผลการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการวิจัย	82
4.3 ผลการดำเนินงาน	85
4.4 การทดลองกับอุปกรณ์และกราฟแสดงข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร	86
4.5 ประเมินผลการส่งข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้งานที่ศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ	93
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	95
5.1 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	95
บรรณานุกรม	97
ภาคผนวก	99
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	109

สารบัญรูป

	หน้าที่
รูปที่ 1.1 โรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อ ศูนย์ข้อมูลกลาง	2
รูปที่ 1.2 โครงสร้างศูนย์ข้อมูลกลาง	3
รูปที่ 2.1 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ	7
รูปที่ 2.2 การระบายน้ำเสียจากชุมชน	24
รูปที่ 2.3 สภาพโรงงานอุตสาหกรรมข้างแม่น้ำ	25
รูปที่ 2.4 น้ำเสียจากบ่อเลี้ยงปลา	25
รูปที่ 3.1 ข้อมูลชุดควบคุมภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำ	36
รูปที่ 3.2 การรับส่งข้อมูลภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำ	37
รูปที่ 3.3 อินเทอร์เน็ตใหม่ที่รับส่งข้อมูลได้	38
รูปที่ 3.4 ชุดควบคุมที่ชำรุดไม่สามารถรับส่งข้อมูล	38
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างเอกสารอายุ 10 ปี	39
รูปที่ 3.6 ระบบบำบัดน้ำเสีย Activated Sludge with Biological Nutrients	41
รูปที่ 3.7 กรองละเอียด กรองหยาบ แยกขยะออกจากน้ำ (Coarse Screen)	42
รูปที่ 3.8 กระบวนการสูบน้ำเข้าโรงบำบัด	43
รูปที่ 3.9 กระบวนการบำบัดน้ำปอดกตะกอน	44
รูปที่ 3.10 ขบวนการทำน้ำใส วัดประมาณสารก่อนปล่อยน้ำ	45
รูปที่ 3.11 กวนตะกอน	46
รูปที่ 3.12 คอมเพรสเซอร์ กระบวนการลำเลียงตะกอนทิ้ง	47
รูปที่ 3.13 เดิมอากาศเลี้ยงเชื้อ กรองละเอียด	48
รูปที่ 3.14 ขบวนการก่อนปล่อยน้ำเสีย	49
รูปที่ 3.15 รายละเอียดขนาดสายไฟฟ้าและสีของสายไฟฟ้า	51
รูปที่ 3.16 รายละเอียดด้านหน้าตู้และอุปกรณ์	54
รูปที่ 3.17 รายละเอียดด้านหลังตู้ควบคุมและชื่ออุปกรณ์	55
รูปที่ 3.18 รายละเอียดภายในตู้ควบคุมด้านหน้าและอุปกรณ์	56
รูปที่ 3.19 รายละเอียดเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม ส่วนหลัง	58
รูปที่ 3.20 ขั้นตอนการบันทึกไฟล์จากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ	61

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 3.21 ขั้นตอนเลือกไฟล์นามสกุล .L5K	62
รูปที่ 3.22 ขั้นตอนการใช้โปรแกรมคิมสัน (Crimson 3.1)	63
รูปที่ 3.23 ขั้นตอนเลือกรุ่นผลิตภัณฑ์ (Data Station)	64
รูปที่ 3.24 ขั้นตอนการเชื่อมต่อ (Setting Communication)	65
รูปที่ 3.25 ขั้นตอนเลือกไดรเวอร์	66
รูปที่ 3.26 ขั้นตอนเซตไอพีโปรแกรม	67
รูปที่ 3.27 ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล	68
รูปที่ 3.28 โปรแกรมไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์	69
รูปที่ 3.29 วิศวกรตรวจสอบระบบ	71
รูปที่ 3.30 เลือกตารางข้อมูล	73
รูปที่ 3.31 ตารางข้อมูล	73
รูปที่ 3.32 หน้าแรก SQL Server Import and Export	74
รูปที่ 3.33 Choose a Data Source	74
รูปที่ 3.34 Export Data from Excel	75
รูปที่ 3.35 Specify Table Copy or Query	75
รูปที่ 3.36 Complete the Wizard	76
รูปที่ 3.37 Excel Data	76
รูปที่ 3.38 Provide a Source Query	77
รูปที่ 3.39 Column Mappings	77
รูปที่ 3.40 Review Data Type Mapping	78
รูปที่ 3.41 The Successful Execution	78
รูปที่ 3.42 Export Excel	79
รูปที่ 3.43 Convert Charts	79

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ขนาดบำบัดและปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ ปี 2555	23
ตารางที่ 2.2 โรงงานบำบัดน้ำเสียในอนาคต ปี 2563	23
ตารางที่ 3.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กรุงเทพมหานครกำหนด	39
ตารางที่ 3.2 ระบบบำบัดและขั้นตอนการบำบัด	40
ตารางที่ 3.3 ขั้นตอนการเลือกใช้สายไฟฟ้าให้เหมาะกับการใช้งาน	53
ตารางที่ 3.4 การเลือกใช้อุปกรณ์ด้านหน้าตู้ควบคุม	54
ตารางที่ 3.5 การเลือกใช้อุปกรณ์ด้านหลังตู้ควบคุม	55
ตารางที่ 3.6 การเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมส่วนหน้า	57
ตารางที่ 3.7 การเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมส่วนหลัง	59
ตารางที่ 3.8 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กรุงเทพมหานครกำหนด	71
ตารางที่ 4.1 อุปกรณ์ SMCC1	82
ตารางที่ 4.2 อุปกรณ์ SMCC2	82
ตารางที่ 4.3 อุปกรณ์ SMCC3	82
ตารางที่ 4.4 อุปกรณ์ SMCC4	83
ตารางที่ 4.5 อุปกรณ์ SMCC5	83
ตารางที่ 4.6 อุปกรณ์ SMCC6	83
ตารางที่ 4.7 อุปกรณ์ SMCC7	83
ตารางที่ 4.8 อุปกรณ์ SMCC8	83
ตารางที่ 4.9 กรองละเอียด กรองหยาบ แยกขยะออกจากน้ำ	85
ตารางที่ 4.10 กระบวนการบำบัดน้ำบ่อดักตะกอน บ่อน้ำใส สารส้ม เดิมอากาศ	85
ตารางที่ 4.11 การสูบน้ำเข้าโรงบำบัด บั๊มน้ำเสีย (Sewage pump) บั๊มน้ำดิบ (Raw water pump)	87
ตารางที่ 4.12 กวนตะกอน (Sludge Thickener Drive Unit)	88
ตารางที่ 4.13 ทำน้ำใส วัดประมาณสารก่อนปล่อยน้ำ (Clarifier)	88
ตารางที่ 4.14 คอมเพรสเซอร์ (Turbo Blower)	89
ตารางที่ 4.15 เดิมอากาศเลี้ยงเชื้อ (Air Blower) กรองละเอียด (Fine Screen)	89
ตารางที่ 4.16 ก่อนปล่อยน้ำดี (Return Sludge Pump)	90

สารบัญกราฟข้อมูล

	หน้าที่
กราฟที่ 4.1 กระบวนการวัดความขุ่นของน้ำ	85
กราฟที่ 4.2 กระบวนการวัดความเน่าเสีย	86
กราฟที่ 4.3 กระบวนการวัดระดับน้ำเพื่อเพิ่ม สารส้ม	86
กราฟที่ 4.4 กระบวนการวัดความเป็นกลางของน้ำ	86
กราฟที่ 4.5 กระบวนการวัดออกซิเจนในระบบบำบัด	87
กราฟที่ 4.6 กระบวนการสูบน้ำเข้าระบบ	87
กราฟที่ 4.7 ปรับความเร็วรอบกวนตะกอน	88
กราฟที่ 4.8 กระบวนการวัดปริมาณสาร เพื่อรอตกตะกอน	88
กราฟที่ 4.9 กระบวนการวัดอุณหภูมิของท่อแรงดันตะกอน	89
กราฟที่ 4.10 กระบวนการวัดแรงดันอากาศในท่อส่งน้ำ	89
กราฟที่ 4.11 กระบวนการแยกน้ำ	90
กราฟที่ 4.12 ปริมาณน้ำดี	90

บทที่ 1

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการพัฒนาสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องจักรทำงานแทนคน หรือการใช้เทคโนโลยีในการสื่อสาร ผลจากการใช้เทคโนโลยีจะทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ๆ เกิดมูลค่า เกิดความรวดเร็วในการทำงาน รวมทั้งจะช่วยให้ธุรกิจมีโอกาสรักษาความสำเร็จมากขึ้น

โครงการโรงควบคุมคุณภาพน้ำเป็นโครงการที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรุงเทพมหานคร ซึ่งปัจจุบันประกอบไปด้วยโรงควบคุมคุณภาพน้ำขนาดใหญ่ 8 แห่งดังต่อไปนี้

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1. โรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง | 5. โรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ |
| 2. โรงควบคุมคุณภาพน้ำจตุจักร | 6. โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม |
| 3. โรงควบคุมคุณภาพน้ำสี่พระยา | 7. โรงควบคุมคุณภาพน้ำกรุงรัตนโกสินทร์ |
| 4. โรงควบคุมคุณภาพน้ำยานนาวา | 8. โรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อ |

โรงควบคุมคุณภาพน้ำแต่ละแห่ง มีหน้าที่รับผิดชอบ ศึกษา วิเคราะห์และจัดทำแผนแม่บท แผนงานและโครงการด้านการจัดการคุณภาพน้ำของกรุงเทพมหานคร วางแผนและควบคุมการก่อสร้าง และซ่อมแซมบำรุงรักษาโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย บริหารจัดการ การเดินระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่าระวัง ติดตามและแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสาธารณะของกรุงเทพมหานคร บริหารการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียให้บริการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและตะกอนแก่นักงานภาครัฐและเอกชนเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจและเสริมสร้างจิตสำนึกของประชาชนด้านการจัดการคุณภาพน้ำ เพื่อสร้างการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการดูแลและบำรุงรักษาแหล่งน้ำสาธารณะปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้องหรือได้รับมอบหมาย

ณ ปัจจุบันโรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อได้เปลี่ยนเป็นสำนักการระบายน้ำและศูนย์ป้องกันน้ำท่วมบางซื่อ (สำนักการระบายน้ำ, 2561) โดยเป็นศูนย์กลางข้อมูล มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลผลการปรับปรุงคุณภาพน้ำ จากทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ในการจัดการเพิ่มประสิทธิภาพการ-

บำบัดน้ำเสียในแม่น้ำลำคลองที่ไหลผ่านกรุงเทพมหานคร และยังเป็นศูนย์ป้องกันน้ำท่วม โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเป็นศูนย์กลางข้อมูลที่สามารถเข้าถึงข้อมูลการบำบัดน้ำเสียของโรงควบคุมคุณภาพน้ำขนาดใหญ่ทั้ง 8 แห่งรอบเขตกรุงเทพมหานคร ภายใต้การกำกับดูแลของกรุงเทพมหานคร ข้อมูลคุณภาพน้ำจะถูกจัดเก็บไว้ที่ศูนย์กลางโรงควบคุมคุณภาพน้ำ สถานจัดเก็บข้อมูลดังรูปที่ 1.1 โรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อ ศูนย์ข้อมูลกลาง



รูปที่ 1.1 โรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อ ศูนย์ข้อมูลกลาง

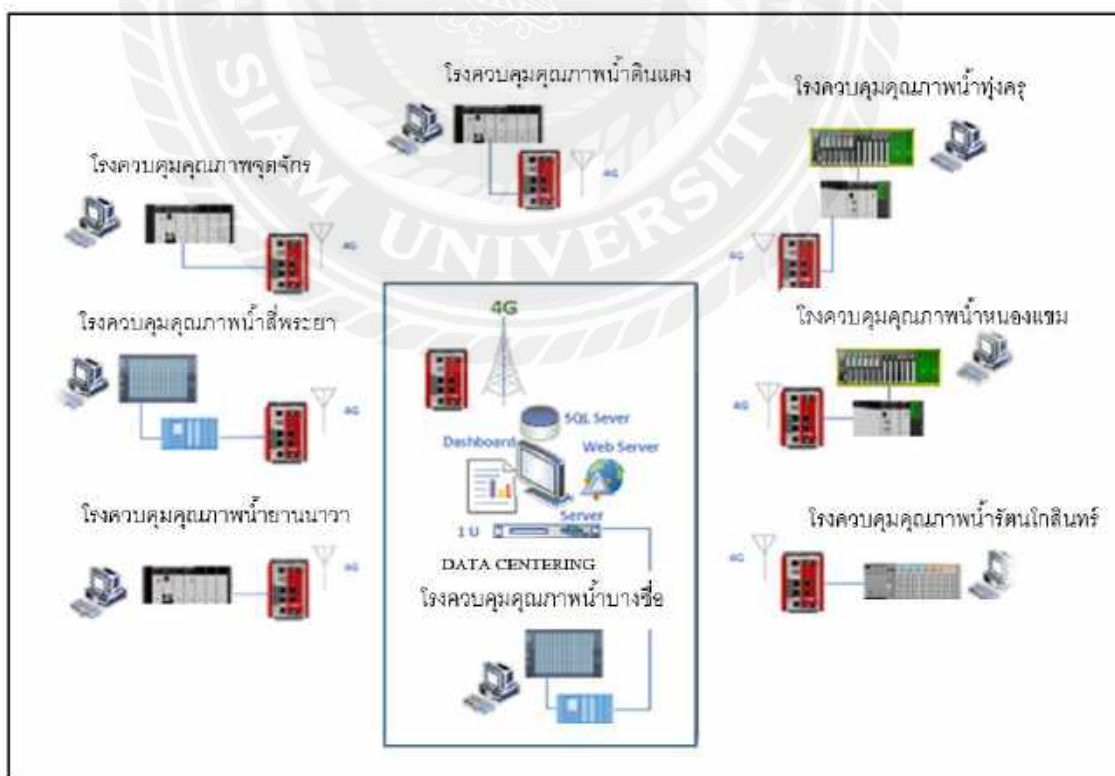
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

สำนักการระบายน้ำและศูนย์ป้องกันน้ำท่วม มีจุดประสงค์ให้มีระบบรวบรวมข้อมูล จากโรงควบคุมคุณภาพน้ำในจุดต่างๆ รอบกรุงเทพมหานคร โดยมีจำนวน 8 โรงควบคุม เพื่อทำการบันทึกข้อมูลสำคัญที่จำเป็นต่อการประเมินผล วิเคราะห์ วางแผนงานต่อไปในอนาคต โดยระบบรวบรวมข้อมูลดังกล่าวจะต้องออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมเดิมในแต่ละโรงควบคุมคุณภาพน้ำ โดยต้องไม่กระทบต่อการทำงานของระบบควบคุมเดิม เมื่อระบบรวบรวมข้อมูลสามารถเชื่อมต่อได้กับระบบควบคุมอัตโนมัติในแต่ละโรงควบคุมคุณภาพน้ำ โดยเก็บข้อมูลสำคัญและส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังห้องรวบรวมข้อมูลบางซื่อ ผ่านการสื่อสารแบบ 4G และนำข้อมูลที่ได้นำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล โปรแกรมฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์หรือ “ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอล” เพื่อนำไปใช้ประเมินผล วิเคราะห์ และแสดงเป็นแผนผังต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนงานในอนาคตได้

โครงสร้างระบบศูนย์กลางข้อมูลของโรงควบคุมคุณภาพน้ำขนาดใหญ่ทั้ง 8 แห่งรอบกรุงเทพมหานคร มีโครงสร้าง และขั้นตอนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียมีความใกล้เคียงกันมาก จึงสามารถนำข้อมูลมารวมไว้ในที่เดียวกันได้ เพื่อใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นฐานข้อมูลเพื่อวัดผลประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียและใช้พัฒนาปรับปรุงให้สอดคล้องกับนโยบายการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อช่วยลดปัญหาการจัดเก็บข้อมูล โดยข้อมูลจากทุก

โรงควบคุมคุณภาพน้ำจะถูกเก็บและบันทึกผลสภาพการทำงานของเครื่องจักรในทุกขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย และผลของการบำบัดน้ำจะเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของโรงควบคุมคุณภาพน้ำเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานการบำบัดน้ำเสียเดียวกันภายใต้การกำกับดูแลของกรุงเทพมหานคร

ในปัจจุบันยังไม่มี การส่งข้อมูลไปยังศูนย์กลางข้อมูลของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ส่งผลให้ข้อมูลการบำบัดน้ำเสียยังคงเป็นข้อมูลดิบที่ยังไม่ถูกพัฒนาประสิทธิภาพ ส่งผลให้เครื่องจักรเสื่อมสภาพและไม่ถูกใส่ใจทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมต่ำลง ดังนั้นการเก็บข้อมูลที่ศูนย์ข้อมูลกลางทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้นและช่วยให้การจัดการเป็นไปในทิศทางเดียวกันทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำ โดยระบบปฏิบัติการจัดเก็บข้อมูลทุก 1 นาที ทำให้ได้ข้อมูลจริง ณ เวลาปัจจุบัน ข้อมูลของเครื่องจักรทุกประเภทภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำจะถูกบันทึกและจะถูกส่งไปยังศูนย์กลางข้อมูล เพื่อใช้ในการนำเสนอผู้บริหารและบุคลากรที่มีความเกี่ยวข้องในการพัฒนา ตลอดจนกระบวนการจัดการควบคุมคุณภาพน้ำให้เป็นแนวทางเดียวกัน โดยศูนย์ข้อมูลกลางจะเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่นำเสนอข้อมูลและรวบรวมข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำรอบกรุงเทพมหานคร ดังรูปที่ 1.1 โครงสร้างศูนย์ข้อมูลกลาง ซึ่งเป็นแผนงานในการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยโรงควบคุมคุณภาพน้ำทั้ง 8 แห่งที่มีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียรอบกรุงเทพมหานคร



รูปที่ 1.2 โครงสร้างศูนย์ข้อมูลกลาง

ในงานวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลของโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบระบบศูนย์กลางข้อมูล โดยการศึกษากระบวนการบำบัดน้ำและจัดทำตารางอุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นตอนของการบำบัดน้ำตาม รูปที่ 1.1 โครงสร้างศูนย์ข้อมูลกลาง จากนั้นทำการออกแบบตู้ควบคุมจำนวน 1 ชุด ภายในตู้ประกอบด้วยอุปกรณ์รับส่งข้อมูลและประมวลผลข้อมูล โดยสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมงและสามารถส่งข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ไปยังศูนย์กลางข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อ โดยข้อมูลที่น่ามาใช้จะถูกบันทึกลงฐานข้อมูลโปรแกรมฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ “ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอล”

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย มีดังนี้

- 1) จัดทำต้นแบบของการออกแบบวิธีรับส่งข้อมูล ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำทั้ง 8 แห่งรอบกรุงเทพมหานคร ไปยังศูนย์ข้อมูลกลางโรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อ
- 2) บันทึกผลการดำเนินงานอุปกรณ์ภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง และจัดเก็บข้อมูลต่างๆในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย เพื่อบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และสามารถนำกลับมาใช้ได้ภายหลัง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 1) ทำการศึกษาสภาพการบำบัดน้ำเสียของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
- 2) ออกแบบระบบ รับ-ส่ง ข้อมูลแบบเรียลไทม์ของศูนย์ข้อมูลกลาง โดยทำการออกแบบอุปกรณ์ควบคุม ที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์
- 3) บันทึกผลการส่งข้อมูลผ่านระบบปฏิบัติการ “ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอล” ในระบบภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล (Structured Query Language)

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานมีดังนี้

- 1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร โรงควบคุมคุณภาพน้ำ
- 2) ศึกษาทฤษฎีและแนวทางการปฏิบัติตามทฤษฎี MIS (Management Information System)
- 3) วิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
- 4) รวบรวมข้อมูลเพื่อออกแบบระบบปฏิบัติการ รับ-ส่ง ข้อมูลแบบเรียลไทม์
- 5) ออกแบบตู้ควบคุม โดยใช้โปรแกรม Auto CAD
- 6) ทดลองกับอุปกรณ์จริง
- 7) ประเมินผลการส่งข้อมูล
- 8) สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องในการจัดการ โรงควบคุมคุณภาพน้ำ ได้รับข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย
- 2) ข้อมูลถูกจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบ และสามารถนำกลับมาใช้ได้ภายหลัง
- 3) ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องสามารถรับข้อมูลการบำบัดน้ำเสียทุกขั้นตอนได้แบบเรียลไทม์ ด้วยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต จากทุกที่ทั่วโลก

1.6 คำนิยามศัพท์

คำนิยามศัพท์มีดังต่อไปนี้

- 1) ชุดควบคุม หมายถึง อุปกรณ์ที่ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ประกอบด้วย อุปกรณ์ควบคุม และชุดอุปกรณ์ รับ-ส่ง ข้อมูล
- 2) ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล สามารถใช้งานภาษา SQL (Structured Query Language) ได้จากโปรแกรมต่าง ๆ ที่ทำการเชื่อมกับระบบฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการทำการดึงข้อมูลกระบวนการบำบัดน้ำเสีย จากฐานข้อมูลเป็นมาตรฐานกลางที่ใช้ในระบบฐานข้อมูลต่าง ๆ

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

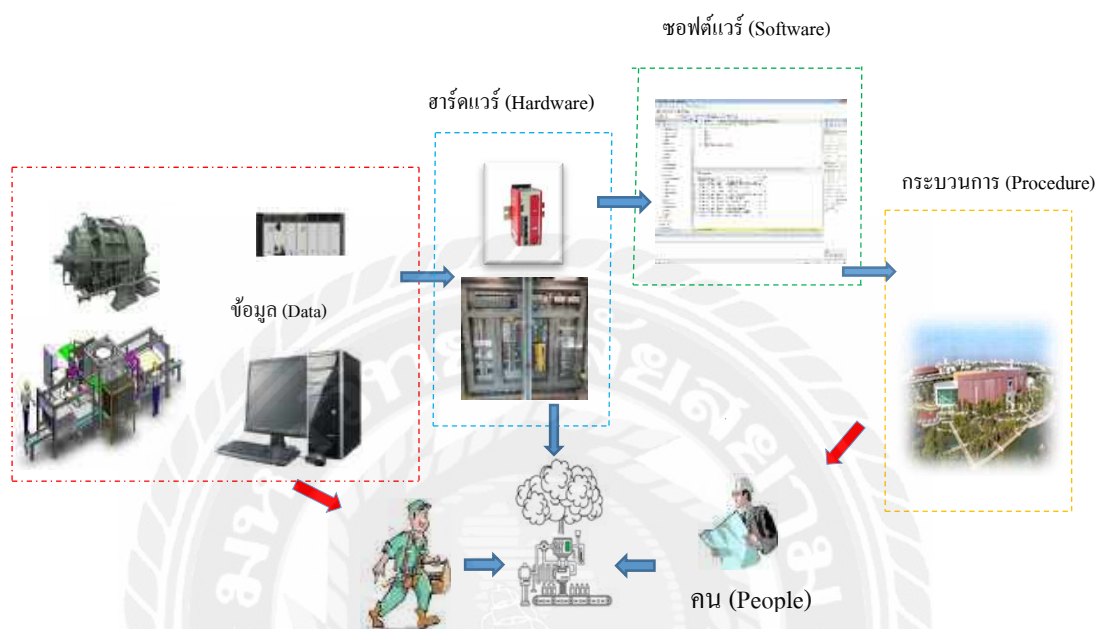
ในการศึกษาวิจัยการออกแบบระบบศูนย์ข้อมูลสำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ได้รวบรวม นำเสนอ แนวความคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบระบบศูนย์ข้อมูลเป็น การศึกษาด้าน ข้อมูลและระบบฐานข้อมูล ซึ่งจะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางการศึกษาวิจัยต่อไป

2.1 ทฤษฎีระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information Systems: MIS) มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ส่วนคือ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) ฐานข้อมูล (Database) กระบวนการ (Procedure) และคน (People) ดังรูปที่ 2.1 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการที่บอกรายละเอียดของการ รับส่งข้อมูล ทุกองค์ประกอบนี้ทำงานร่วมกันเพื่อกำหนด รวบรวม จัดเก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูลเพื่อ สร้างสารสนเทศ และส่งผลลัพธ์หรือสารสนเทศที่ได้ให้ผู้ใช้ เพื่อช่วยสนับสนุนการทำงาน การ ตัดสินใจ การวางแผน การบริหาร การควบคุม การวิเคราะห์ และติดตามผลการดำเนินงานขององค์กร (สุชาติ กิ-ระนันท์, 2541)

ระบบสารสนเทศ หมายถึง ชุดขององค์ประกอบที่ทำหน้าที่รวบรวม ประมวลผล จัดเก็บ และ แจกจ่ายสารสนเทศ เพื่อช่วยการตัดสินใจ และการควบคุมในองค์กร ในการทำงานของระบบ สารสนเทศประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 อย่าง คือ การนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ (Input) การประมวลผล (Processing) และการนำเสนอผลลัพธ์ (Output) ระบบสารสนเทศอาจจะมี การสะท้อนกลับ (Feedback) เพื่อการประเมินและปรับปรุงข้อมูลนำเข้า ระบบสารสนเทศอาจจะเป็นระบบที่ประมวลด้วยมือ (Manual) หรือระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ก็ได้ ในปัจจุบันเมื่อกล่าวถึง ระบบสารสนเทศ มักจะหมายถึง ระบบที่ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์และระบบโทรคมนาคมชุดของกระบวนการ บุคคล และเครื่องมือ ที่จะ เปลี่ยนข้อมูลให้ เป็นสารสนเทศ ไม่ว่าจะเป็นระบบมือหรือระบบอัตโนมัติ หมายถึง ระบบที่ ประกอบด้วย คน เครื่องจักรกล (Machine) และวิธีการใน การเก็บข้อมูลให้อยู่ในลักษณะของ สารสนเทศของผู้ใช้

สรุปได้ว่า ระบบสารสนเทศ คือ ระบบของการจัดเก็บ ประมวลผลข้อมูล โดยอาศัยบุคคล และ เทคโนโลยีสารสนเทศในการดำเนินการ เพื่อให้ได้สารสนเทศที่เหมาะสมกับงานหรือภารกิจ



รูปที่ 2.1 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

2.1.1 Information System for Data Centering

ระบบข้อมูลสำหรับศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำประกอบไปด้วย

- 1) ข้อมูล (Data) หมายถึง การจัดระบบของแฟ้มข้อมูล ซึ่งเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน
- 2) ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ได้แก่ อุปกรณ์ที่ช่วยในการป้อนข้อมูล ประมวลจัดเก็บ และผลิตเอาต์พุตออกมาในระบบสารสนเทศ
- 3) ซอฟต์แวร์ (Software) ได้แก่ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้ฮาร์ดแวร์ทำงาน
- 4) คน (People) หมายถึง เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบสารสนเทศ ซึ่ง ได้แก่ บุคคลที่เกี่ยวข้องในระบบสารสนเทศ เช่น ผู้ออกแบบ ผู้พัฒนาระบบ ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้ระบบ
- 5) กระบวนการ (Procedure) หมายถึง ได้แก่ นโยบาย กลยุทธ์ วิธีการและกฎระเบียบต่างๆ ในการใช้ระบบสารสนเทศ กระบวนการที่เป็นมาตรฐานเดียวกันที่ใช้ในการจัดการศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

2.1.2 ข้อมูล (Data) - บทบาทและความสำคัญของการจัดการข้อมูล

พิศมัย จิรจิรังชัย (2534) ข้อมูลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของระบบสารสนเทศคอมพิวเตอร์ การจัดการข้อมูล (Data Management) เป็นกลยุทธ์หนึ่งในการบริหารองค์การให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคของเทคโนโลยีข่าวสาร คอมพิวเตอร์ที่เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว การจัดการและบริหารองค์การให้ประสบความสำเร็จนั้น การตัดสินใจที่ถูกต้อง รวดเร็ว และทันต่อเหตุการณ์ถือเป็นหัวใจของการทำธุรกิจในยุคปัจจุบัน ดังนั้นการจัดการข้อมูลให้มีประสิทธิภาพ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้องจะช่วยให้องค์การอยู่รอดได้ในการแข่งขันกับองค์กรอื่นๆ ข้อมูล คือ ข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น ในเหตุการณ์ต่างๆ ในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ที่ได้จากการสังเกต และการจดบันทึก รวมทั้งข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรที่กำลังดำเนินงานในกิจกรรมนั้นๆ ที่เรียกว่าเป็นข้อมูลดิบ โดยที่ยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ฐานข้อมูลเป็นการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลให้เป็นศูนย์กลางข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถใช้ร่วมกันได้ ผู้ใช้ข้อมูลในระบบฐานข้อมูลจะมองภาพข้อมูลในลักษณะที่แตกต่างกัน เช่นผู้ใช้บางคนมองภาพของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในสื่อเก็บข้อมูลจริง (Physical Level) ในขณะที่ผู้ใช้บางคนมองภาพข้อมูลจากการใช้งานของผู้ใช้ (External Level)

- 1) การจัดการข้อมูล คือ การจัดเก็บข้อมูลการประมวลข้อมูลให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่มีประโยชน์ที่พร้อมจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในทันทีและการจัดการข้อมูลจะเกิดประโยชน์สูงสุดหรือประสิทธิภาพสูงสุดได้ก็ต่อเมื่อผู้ใช้ข้อมูลสามารถใช้ข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและเป็นกลางมากที่สุด เพื่อจะได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาช่วยในการตัดสินใจหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ต่อไป ในปัจจุบันนี้ข้อมูลต่างๆ ได้ถูกจัดการไว้อย่างเป็นระเบียบ โดยเก็บไว้ในสิ่งที่เรียกว่า ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

ประโยชน์ของระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

- 1) ในกรณีที่ต้องการจะปรับปรุงฐานข้อมูลสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็ว
- 2) การจัดเรียงข้อมูลจะเป็นระเบียบ ไม่ซ้ำซ้อน ลดขั้นตอนของการทำงาน
- 3) เมื่อมีการใช้จัดการฐานข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถเข้าไปใช้งานได้ทุกคน

- ก) เมื่อข้อมูลมีการจัดการอย่างเป็นระเบียบแล้ว ทำให้สามารถรักษาความปลอดภัยได้ง่าย
- ข) การปรับปรุงข้อมูลทำได้ง่าย

2) **คุณสมบัติของข้อมูลที่ดี** วิธีจัดเก็บข้อมูลจำเป็นต้องมีแผนในการดำเนินการ หรือกล่าวได้ว่าการได้มาซึ่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยองค์กรจำเป็นต้องลงทุนทั้งในด้านตัวข้อมูล เครื่องจักร และอุปกรณ์ ตลอดจนการพัฒนาบุคลากรมารองรับระบบ เพื่อให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการระบบข้อมูลจึงต้องคำนึงถึงปัญหาต่าง ๆ และพยายามมองปัญหาแบบที่เป็นจริง ที่สามารถดำเนินการได้ อย่างมีประสิทธิภาพคุ้มค่ากับการลงทุน และข้อมูลที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติขั้นพื้นฐานดังนี้

- ก) ความถูกต้อง (Accuracy) ข้อมูลที่ดีต้องมีความถูกต้อง เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลและถ้าข้อมูลที่เก็บมาเชื่อถือไม่ได้จะทำให้เกิดผลเสียอย่างมาก ผู้ใช้จะไม่กล้าอ้างอิงหรือนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดการตัดสินใจของผู้บริหารขาดความแม่นยำ และอาจมีโอกาสดผิดพลาดได้ รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลต้องคำนึงถึงกรรมวิธีการดำเนินงานเพื่อให้ได้ความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด
- ข) ความรวดเร็วและเป็นปัจจุบัน (Update) ข้อมูลที่ดีจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้มีความเป็นปัจจุบันอยู่เสมอ การได้มาของข้อมูลจำเป็นต้องให้ทันต่อความต้องการของผู้ใช้ ทันสมัย และทันต่อเหตุการณ์ปัจจุบัน
- ค) ความสมบูรณ์ (Complete) ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ คือ ข้อมูลที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการรวบรวมข้อมูล หรือวิธีการประมวลผล ดังนั้นในการดำเนินการรวบรวมข้อมูลต้องสำรวจและสอบถามความต้องการในการใช้ข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์
- ง) ตรงตามความต้องการ (Relevance) และสอดคล้องตามความต้องการเป็นเรื่องที่สำคัญ ดังนั้นจึงต้องมีการสำรวจเพื่อหาความต้องการของ

หน่วยงานและองค์กร คุณภาพการใช้ข้อมูล และขอบเขตข้อมูล ที่สอดคล้องกับความต้องการ

- จ) ดำเนินการตรวจสอบได้ (Verifiable) ทั้งระดับและชัดเจน แหล่งข้อมูล ที่นำมาใช้ต้องเป็นข้อมูลที่ตรวจสอบได้ มีที่มาน่าเชื่อถือ เพื่อจะได้นำข้อมูลที่รับมาใช้ประโยชน์

3) **การรวบรวมข้อมูล** คือ กระบวนการในการแสวงหาข้อมูล และเก็บบันทึกข้อมูลไว้ เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ในกรณีที่มีข้อมูลจำนวนมาก ฉะนั้นการจัดเก็บข้อมูลจำนวนมาก จึงจำเป็นที่จะต้องมีการจัดระบบการรวบรวมข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สำคัญมี 3 วิธี คือ

- ก) การเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ คือ การพิจารณาคุณลักษณะโดยตรง ภายในระยะเวลาและสถานที่โรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง การรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการศึกษากระบวนการบำบัดน้ำเสีย หรือสิ่งที่สามารถควบคุมได้ในกระบวนการบำบัดน้ำ เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาพิจารณาจัดเก็บฐานข้อมูล
- ข) การเก็บรวบรวมข้อมูลเครื่องจักร ด้วยวิธีการสำรวจ คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลเครื่องจักรในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย
- ค) วิธีการค้นคว้าจากเอกสารหรือข้อมูลชั้นที่ 2 คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการค้นคว้าตามเอกสารจากแหล่ง เช่น ห้องสมุด หนังสือ เป็นต้น หรือ จากการจดบันทึกหรือการบอกกล่าวจากบุคคลอื่น ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ทำได้ง่ายและมีแหล่งข้อมูลอ้างอิง

4) **กระบวนการจัดการข้อมูลและสารสนเทศ** การทำข้อมูลให้เป็นสารสนเทศที่จะเป็นประโยชน์ต่อการใช้งาน จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการดำเนินการ เริ่มตั้งแต่การรวบรวมและตรวจสอบข้อมูล การดำเนินการประมวลผลข้อมูลให้กลายเป็นสารสนเทศ และการดูแลรักษาสารสนเทศเพื่อการใช้งาน

ก) การรวบรวมและตรวจสอบข้อมูล ควรประกอบด้วย

- ก.1) การรวบรวมข้อมูล เป็นเรื่องของการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งมีจำนวนมาก และต้องเก็บให้ได้อย่างทันเวลา เช่น ข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร ข้อมูลสถานะการทำงานของเครื่องจักร ปัจจุบันมีเทคโนโลยีช่วยในการจัดเก็บอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น การป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ การอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเช่นกัน
- ก.2) การตรวจสอบข้อมูล เมื่อมีการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วจำเป็นต้องมีการตรวจสอบข้อมูล เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ข้อมูลที่เก็บเข้าในระบบจะต้องมีความน่าเชื่อถือ หากพบที่ผิดพลาดต้องแก้ไข การตรวจสอบข้อมูลมีหลายวิธี เช่น การบันทึกข้อมูลเครื่องจักรหลายๆ เครื่องการ ป้อนข้อมูลชุดเดียวกัน เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วเปรียบเทียบกัน การตั้งกฎเกณฑ์ให้คอมพิวเตอร์ตรวจสอบ เป็นต้น

ข) การประมวลผลข้อมูล ประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

- ข.1) การจัดกลุ่มข้อมูล ข้อมูลที่จัดเก็บต้องมีการแบ่งแยกกลุ่มออก เพื่อเตรียมไว้สำหรับการใช้งาน การแบ่งแยกกลุ่มมีวิธีการที่ชัดเจน เช่น ข้อมูลในโรงควบคุมน้ำมีการแบ่งเป็นแฟ้มประวัติเครื่องจักร และแฟ้มขั้นตอนบำบัดน้ำเสีย เพื่อความสะดวกในการค้นหา เป็นต้น
- ข.2) การจัดเรียงข้อมูล เมื่อจัดแบ่งกลุ่มเป็นแฟ้มแล้ว ควรมีการจัดเรียงข้อมูลตามลำดับ ตัวเลข หรือตัวอักษร หรือเพื่อให้เรียกใช้งานได้ง่าย ประหยัดเวลา ตัวอย่างการจัดเรียงข้อมูล เช่น การจัดเรียงทะเบียนเครื่องจักรและข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร ในคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบการทำงาน เป็นต้น
- ข.3) การสรุปผล บางครั้งข้อมูลที่จัดเก็บมีจำนวนมาก จำเป็นต้องมีการสรุปผล หรือสรุปรายงาน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ข้อมูลที่สรุปได้นี้ อาจสื่อความหมายได้ดีกว่า เช่น สถิติการทำงานของเครื่องจักรต่อขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

ข.4) การคำนวณ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมีเป็นจำนวนมากข้อมูลบางส่วนเป็นข้อมูลตัวเลขที่สามารถนำไปคำนวณ เพื่อหาผลลัพธ์บางอย่างได้ ดังนั้นการสร้างสารสนเทศจากข้อมูลจึงอาศัยการคำนวณข้อมูลที่เก็บไว้ด้วย

ค) การดูแลรักษาข้อมูล ประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้

- ค.1) การเก็บรักษาข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลมาบันทึกเก็บไว้ในสื่อบันทึกต่าง ๆ เช่น โปรแกรมบันทึกข้อมูล นอกจากนี้ยังรวมถึงการดูแล และทำสำเนาข้อมูล เพื่อให้ใช้งานต่อไปในอนาคตได้ เป็นต้น
- ค.2) การทำสำเนาข้อมูล การทำสำเนาเพื่อที่จะนำข้อมูลเก็บรักษาไว้ หรือนำไปแจกจ่ายในภายหลัง จึงควรคำนึงถึงความจุและความทนทานของสื่อบันทึกข้อมูล
- ค.3) การสื่อสารและเผยแพร่ข้อมูล ข้อมูลต้องกระจายหรือส่งต่อไปยังผู้ใช้งานที่ห่างไกลได้ง่าย การสื่อสารข้อมูลจึงเป็นเรื่องสำคัญและมีบทบาทที่สำคัญยิ่งที่จะทำให้การส่งข่าวสารไปยังผู้ใช้ทำได้รวดเร็วและทันเวลา
- ค.4) การปรับปรุงข้อมูล ข้อมูลที่จัดเก็บไว้มีจุดประสงค์ที่จะเรียกใช้งานได้ต่อไป ดังนั้นข้อมูลจึงต้องมีการปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา และจัดเก็บอย่างเป็นระบบเพื่อการค้นหาได้อย่างรวดเร็ว

2.1.3 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) - ประโยชน์ของการจัดเก็บข้อมูลแบบรวมศูนย์

ปัจจุบันองค์กรส่วนใหญ่ และโรงควบคุมคุณภาพน้ำต่าง ๆ หันมาให้ความสนใจกับระบบฐานข้อมูลกันมาก เนื่องจากในระบบฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพควรมีฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ที่พร้อมจะอำนวยความสะดวกในการบริหารระบบงานฐานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะเป็นขนาดของหน่วยความจำความเร็วของหน่วยประมวลผลกลาง อุปกรณ์นำเข้าและออกรายงาน รวมถึงหน่วยความจำสำรองที่รองรับการประมวลผลข้อมูลในระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- 1) **อุปกรณ์ชุดควบคุมสามารถ รับ-ส่ง สัญญาณ** ได้ทั้งระบบอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล โดยมีเซอร์กิตเบรกเกอร์ และพาวเวอร์สวิตหลายที่ใช้แปลงกระแสไฟสลับเป็นกระแสไฟตรง มีอุปกรณ์สลับการทำงานกรณีช่องส่งสัญญาณชำรุด มีจุดต่อรับส่งสัญญาณอนาล็อกและดิจิทัล มีอุปกรณ์จัดเก็บฐานข้อมูล มีอุปกรณ์สำหรับควบคุมวงจรพัดลม และมีกล่องเก็บสายตัวนำไฟฟ้าขนาดต่างๆ
- 2) **ลักษณะการทำงานของชุดควบคุมชุดแรก** สามารถรับข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำโดยรับข้อมูลได้ทั้งสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล แต่ละช่องสัญญาณจะมีชุดสำรองเมื่อเกิดเหตุช่องสัญญาณเสียจะทำการสลับช่องสัญญาณตัวที่สองอัตโนมัติ สัญญาณที่ถูกส่งมาจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำผ่านช่องสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัลจะถูกส่งไปยัง อุปกรณ์รับฐานข้อมูลที่ชื่อว่า Data Station จากนั้นจะทำการส่งสัญญาณต่อไปยังโปรแกรมฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ชื่อว่า SQL ชุดควบคุมชุดแรกจะเป็นทางต้นทางที่รวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ โดยรับเป็นสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล สัญญาณเหล่านี้จะถูกแปลงเป็นประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำ เพื่อในไปใช้ในงานศูนย์ข้อมูล
- 3) **ลักษณะการทำงานของชุดควบคุมชุดสอง** สามารถรับข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำโดยรับข้อมูลได้ทั้งสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัลเหมือนชุดควบคุมชุดแรก ชุดควบคุมชุดแรกจะเป็นทางต้นทางที่รวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำโดยรับเป็นสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล เมื่อเกิดกรณีชุดควบคุมชุดแรกชำรุด ไม่สามารถรับส่งข้อมูลได้ ชุดควบคุมชุดที่สองก็จะทำงานร่วมกับอุปกรณ์ภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำแทนชุดแรกทันที เรียกระบบนี้ว่าระบบอุปกรณ์สำรอง (Redundancy System)

2.1.4 ซอฟต์แวร์ (Software) - หลักการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ของการจัดเก็บข้อมูล

การจัดเก็บข้อมูลแบบรวมศูนย์ ในยุคที่เทคโนโลยีก้าวเข้าสู่เทคโนโลยี 4.0 การใช้ซอฟต์แวร์ในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ถือเป็นเรื่องไม่ไกลตัว เราสามารถเข้าถึงโปรแกรมต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น การใช้งานก็ไม่ยากเหมือนก่อนแล้ว ในการประมวลผลฐานข้อมูลอาจจะใช้โปรแกรมที่แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ว่าเป็นแบบใด โปรแกรมที่ทำ

หน้าที่การสร้างการเรียกใช้ข้อมูลการจัดทำรายงานการปรับเปลี่ยนแก้ไขโครงสร้าง การควบคุม หรือกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) คือโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ในการจัดการฐานข้อมูลโดยจะเป็นสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลแต่ต้องอาศัยหลักการดังนี้

- 1) **ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล** เนื่องจากการใช้งานระบบฐานข้อมูลนั้นต้องมีการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อให้มีความซ้ำซ้อนของข้อมูลน้อยที่สุด จุดประสงค์หลักของการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อการลดความซ้ำซ้อน สาเหตุที่ต้องลดความซ้ำซ้อนเนื่องจากความยากในการปรับปรุงข้อมูล กล่าวคือถ้าเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนกันหลายแห่งเมื่อมีการปรับปรุงข้อมูลแล้วปรับปรุงข้อมูลไม่ครบทำให้ข้อมูลเกิดความขัดแย้งของข้อมูลตามมา และยังเปลืองเนื้อที่การจัดเก็บข้อมูลด้วย เนื่องจากข้อมูลชุดเดียวกันจัดเก็บซ้ำกันหลายแห่งนั่นเอง ถึงแม้ว่าความซ้ำซ้อนช่วยให้ออกรายงานและตอบคำถามได้เร็วขึ้น แต่ข้อมูลจะเกิดความขัดแย้งกันในกรณีที่ต้องมีการปรับปรุงข้อมูลหลายแห่ง การออกรายงานจะทำได้เร็วเท่านั้น จึงไม่มีความหมายแต่อย่างใด และเหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือปัญหาเรื่องความขัดแย้งกันของข้อมูลแก้ไขไม่ได้ด้วยฮาร์ดแวร์ ขณะที่การออกรายงานซ้ำนั้นใช้ความสามารถของฮาร์ดแวร์ช่วยได้
- 2) **รักษาความถูกต้องของข้อมูล** เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลสามารถตรวจสอบกฎบังคับความถูกต้องของข้อมูลให้ได้ โดยนักกฎหมายนั้นมาไว้ที่ฐานข้อมูล ซึ่งถือเป็นหน้าที่ของระบบจัดการฐานข้อมูลที่จะจัดการเรื่องความถูกต้องของข้อมูลให้แทน แต่ถ้าเป็นระบบแฟ้มข้อมูลผู้พัฒนาโปรแกรมต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมกฎระเบียบต่าง ๆ (Data Integrity) เองทั้งหมด ถ้าเขียนโปรแกรมครอบคลุมกฎระเบียบใดไม่ครบหรือขาดหายไปบางกฎอาจทำให้ข้อมูลผิดพลาดได้ ดังนั้นความคงสภาพและความถูกต้องของข้อมูลจึงมีความสำคัญมากและต้องควบคุมให้ดีเนื่องจากผู้ใช้อาจเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดกระทบต่อการใช้ข้อมูลของผู้ใช้ทั้งหมดได้ ดังนั้นประโยชน์ของระบบฐานข้อมูลในเรื่องนี้จึงมีความสำคัญมาก
- 3) **มีความเป็นอิสระของข้อมูล** เนื่องจากมีแนวคิดที่ว่าทำอย่างไรให้โปรแกรมเป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูล ในปัจจุบันนี้ถ้าไม่ใช้ระบบฐานข้อมูลการแก้ไข

โครงสร้างข้อมูลจะกระทบถึงโปรแกรมด้วย เนื่องจากการเรียกใช้ข้อมูลที่เก็บอยู่ในระบบแฟ้มข้อมูลนั้น ต้องใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อเรียกใช้ข้อมูลในแฟ้มข้อมูลนั้น โดยเฉพาะ เช่น เมื่อต้องการรายชื่อเครื่องจักรที่ชำรุดระหว่างทำงานต่อเดือน โปรแกรมเมอร์ต้องเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลเครื่องจักรและพิมพ์รายงานที่แสดงเฉพาะข้อมูลที่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแฟ้มข้อมูล เช่น ให้มีดัชนี (Index) ตามชื่อเครื่องจักรแทนรหัสเครื่องจักร ส่งผลให้รายงานที่แสดงรายชื่อเครื่องจักรที่ทำงาน ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำชำรุดต่อเดือนซึ่งแต่เดิมกำหนดให้เรียงตามรหัสเครื่องจักรนั้น ไม่สามารถพิมพ์ได้ ทำให้ต้องมีการแก้ไขโปรแกรมตามโครงสร้างดัชนี (Index) ที่เปลี่ยนแปลงไป ลักษณะแบบนี้เรียกว่าข้อมูลและโปรแกรมไม่เป็นอิสระต่อกัน สำหรับระบบฐานข้อมูลนั้นข้อมูลภายในฐานข้อมูลจะเป็นอิสระจากโปรแกรมที่เรียกใช้ (Data Independence) สามารถแก้ไขโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูลได้ โดยไม่กระทบต่อโปรแกรมที่เรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล เนื่องจากระบบฐานข้อมูลมีระบบจัดการฐานข้อมูลทำหน้าที่แปลงรูป (Mapping) ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ผู้ใช้ต้องการ เนื่องจากในระบบแฟ้มข้อมูลนั้นไม่มีความเป็นอิสระของข้อมูล ดังนั้นระบบฐานข้อมูลได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาด้านความเป็นอิสระของข้อมูล นั่นคือระบบฐานข้อมูลมีการทำงานไม่ขึ้นกับรูปแบบของฮาร์ดแวร์ที่นำมาใช้กับระบบฐานข้อมูล และไม่ขึ้นกับโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูล และมีการใช้ภาษาสอบถามในการติดต่อกับข้อมูลภายในฐานข้อมูลแทนคำสั่งของภาษาคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 3 ทำให้ผู้ใช้เรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องทราบรูปแบบการจัดเก็บข้อมูล ประเภทหรือขนาดของข้อมูลนั้นๆ

- 4) **มีความปลอดภัยของข้อมูลสูง** ถ้าหากทุกคนสามารถเรียกดูและเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งหมดได้ อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อข้อมูลได้ และข้อมูลบางส่วนอาจเป็นข้อมูลที่ไม่อาจเปิดเผยได้หรือเป็นข้อมูลเฉพาะของผู้บริหาร หากไม่มีการจัดการด้านความปลอดภัยของข้อมูล ฐานข้อมูลก็จะไม่สามารถใช้เก็บข้อมูลบางส่วนได้

ระบบฐานข้อมูลส่วนใหญ่จะมีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ดังนี้

- ก) มีรหัสผู้ใช้ (User) และรหัสผ่าน (Password) ในการเข้าใช้งานฐานข้อมูล สำหรับผู้ใช้แต่ละคนระบบฐานข้อมูลมีระบบการสอบถามชื่อพร้อมรหัสผ่านของผู้เข้ามาใช้ระบบงานเพื่อให้ทำงานในส่วนที่เกี่ยวข้องเท่านั้น โดยป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามาเห็นหรือแก้ไขข้อมูลในส่วนที่ต้องการปกป้องไว้
 - ข) ในระบบฐานข้อมูลสามารถสร้างและจัดการตารางข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูล ทั้งการเพิ่มผู้ใช้ ระบุการใช้งานของผู้ใช้ อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถเรียกดู เพิ่มเติม ลบและแก้ไขข้อมูล หรือบางส่วนของข้อมูลได้ในตารางที่ได้รับอนุญาต ระบบฐานข้อมูลสามารถกำหนดสิทธิการมองเห็นและการใช้งานของผู้ใช้ต่าง ๆ ตามระดับสิทธิและอำนาจการใช้งานข้อมูลนั้น ๆ ในระบบฐานข้อมูล (DBA) สามารถใช้วิว (View) เพื่อประโยชน์ในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลได้เป็นอย่างดี โดยการสร้างวิวที่เสมือนเป็นตารางของผู้ใช้จริง ๆ และข้อมูลที่ปรากฏในวิวจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานของผู้ใช้เท่านั้น ซึ่งจะไม่กระทบกับข้อมูลจริงในฐานข้อมูล
 - ค) ระบบฐานข้อมูลจะไม่ยอมให้โปรแกรมใด ๆ เข้าถึงข้อมูลในระดับกายภาพ (Physical) โดยไม่ผ่าน ระบบการจัดการฐานข้อมูล และถ้าระบบเกิดความเสียหายขึ้นระบบจัดการฐานข้อมูลรับรองได้ว่าข้อมูลที่อินยันทการทำงานสำเร็จ (Commit) แล้วจะไม่สูญหาย และถ้ากลุ่มงานที่ยังไม่สำเร็จ (Rollback) นั้นระบบจัดการฐานข้อมูลรับรองได้ว่าข้อมูลเดิมก่อนการทำงานของกลุ่มงานยังไม่สูญหาย มีการเข้ารหัสและถอดรหัส (Encryption / Decryption) เพื่อปกปิดข้อมูลแก่ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น มีการเข้ารหัสข้อมูลรหัสผ่าน เป็นต้น
- 5) ใช้ข้อมูลร่วมกันโดยมีการควบคุมจากศูนย์กลาง มีการควบคุมการใช้ข้อมูลในฐานข้อมูลจากศูนย์กลาง ระบบฐานข้อมูลสามารถรองรับการทำงานของผู้ใช้หลายคนได้ กล่าวคือระบบฐานข้อมูลจะต้องควบคุมลำดับการทำงานให้เป็นไปอย่างถูกต้อง

เช่นขณะที่ผู้ใช้งานหนึ่งกำลังแก้ไขข้อมูลส่วนหนึ่งยังไม่เสร็จ ก็จะไม่อนุญาตให้ผู้ใช้งานอื่นเข้ามาเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลนั้นได้ เนื่องจากข้อมูลที่เข้ามาในระบบฐานข้อมูลจะถูกนำเข้าโดยระบบงานระดับปฏิบัติการตามหน่วยงานย่อยขององค์กร ซึ่งในแต่ละหน่วยงานจะมีสิทธิในการจัดการข้อมูลไม่เท่ากัน ระบบฐานข้อมูลจะทำการจัดการว่าหน่วยงานใดใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลในระดับใดบ้าง ใครเป็นผู้นำข้อมูลเข้า ใครมีสิทธิแก้ไขข้อมูล และใครมีสิทธิเพียงเรียกใช้ข้อมูล เพื่อที่จะให้สิทธิที่ถูกต้องบนตารางที่สมควรให้ใช้ ระบบฐานข้อมูลจะบอกรายละเอียดว่าข้อมูลใดถูกจัดเก็บไว้ในตารางชื่ออะไร เมื่อมีคำถามจากผู้บริหารจะสามารถหาข้อมูลเพื่อตอบคำถามได้ทันทีโดยใช้ภาษาฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมาก คือ SQL ซึ่งสามารถตอบคำถามที่เกิดขึ้นในขณะใดขณะหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องเขียนภาษาโปรแกรมอย่างเช่น โคบอล ซี หรือ ปาสคาล ซึ่งเสียเวลานานมากจนอาจไม่ทันต่อความต้องการใช้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจของผู้บริหาร เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลนั้นสามารถจัดการให้ผู้ใช้งานพร้อมกันได้หลายคน ดังนั้นโปรแกรมที่พัฒนาภายใต้การดูแลของระบบจัดการฐานข้อมูลจะสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันในฐานข้อมูลเดียวกันระบบฐานข้อมูลจะแบ่งเบาภาระในการพัฒนาระบบงาน ถ้าการพัฒนาระบบงานไม่ใช้ระบบฐานข้อมูล (ใช้ระบบแฟ้มข้อมูล) ผู้พัฒนาโปรแกรมจะต้องจัดการสิ่งเหล่านี้เองทั้งหมด นั่นคือระบบฐานข้อมูลทำให้การใช้ข้อมูลเกิดความเป็นอิสระระหว่างการจัดเก็บข้อมูลและการประยุกต์ใช้ เพราะส่วนของการจัดเก็บข้อมูลจริงถูกซ่อนจากการใช้งานจริงนั่นเอง

2.1.5 คน (People) - การจัดการบุคลากรเพื่อการใช้งานข้อมูลแบบรวมศูนย์

การเข้าถึงระบบสารสนเทศหรือระบบศูนย์ข้อมูลจะถูกจำกัด การใช้งานที่แตกต่างกันออกไปตามระดับของบุคลากรนั้น โดยสามารถแบ่งได้ 3 ระดับ คือระดับผู้บริหาร ระดับวิศวกร ระดับเจ้าหน้าที่ บุคลากรทางสารสนเทศ เป็นส่วนที่สำคัญของระบบสารสนเทศคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดการให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนทำงานร่วมกับผู้ใช้ (User) อย่างใกล้ชิดเพื่อการพัฒนาระบบให้ตรงความต้องการของผู้ใช้ทั่วไป เป็นบุคลากรที่ใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงได้เช่นในระบบข้อมูลการซ่อมบำรุง

เครื่องจักรทั่วไป คือ พนักงานกำหนดวันเข้าซ่อมบำรุงเครื่องจักร โดยการป้อนข้อมูลลงเครื่องคอมพิวเตอร์ นักวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analyst) เป็นบุคลากรที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ระบบฐานข้อมูลและออกแบบระบบงานที่จะนำมาใช้ ผู้เขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน (Programmer) เป็นผู้ทำหน้าที่เขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานต่างๆ เพื่อให้การจัดเก็บการเรียกใช้ข้อมูลเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ ผู้บริหารงานฐานข้อมูล (Database Administrator: DBA) เป็นบุคคลที่ทำหน้าที่บริหารและควบคุมการบริหารงานของระบบฐานข้อมูลทั้งหมด เป็นผู้ที่จะต้องตัดสินใจว่าจะรวบรวมข้อมูลอะไรเข้าสู่ระบบ จัดเก็บโดยวิธีใด เทคนิคการเรียกใช้ข้อมูลกำหนดระบบการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล การสร้างระบบข้อมูลสำรอง การกู้และประสานงานกับผู้ใช้ว่าต้องการใช้ข้อมูลอย่างไร รวมถึงนักวิเคราะห์และออกแบบระบบ และโปรแกรมเมอร์ประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้การบริหารการใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อาศัยหลักการดังนี้

- 1) ใช้ข้อมูลร่วมกันโดยมีการควบคุมจากศูนย์กลาง มีการควบคุมการใช้ข้อมูลในฐานข้อมูลจากศูนย์กลาง ระบบฐานข้อมูลสามารถรองรับการทำงานของผู้ใช้หลายคนได้ กล่าวคือระบบฐานข้อมูลจะต้องควบคุมลำดับการทำงานให้เป็นไปอย่างถูกต้อง เช่นขณะที่ผู้ใช้คนหนึ่งกำลังแก้ไขข้อมูลส่วนหนึ่งยังไม่เสร็จ ก็จะไม่อนุญาตให้ผู้ใช้คนอื่นเข้ามาเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลนั้นได้ เนื่องจากข้อมูลที่เข้ามายังระบบฐานข้อมูลจะถูกนำเข้าโดยระบบงานระดับปฏิบัติการตามหน่วยงานย่อยขององค์กร ซึ่งในแต่ละหน่วยงานจะมีสิทธิในการจัดการข้อมูลไม่เท่ากัน ระบบฐานข้อมูลจะทำการจัดการว่าหน่วยงานใดใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลในระดับใดบ้าง ใครเป็นผู้นำข้อมูลเข้า ใครมีสิทธิแก้ไขข้อมูล และใครมีสิทธิเพียงเรียกใช้ข้อมูล เพื่อที่จะให้สิทธิที่ถูกต้องบนตารางที่สมควรให้ใช้ การเข้าถึงระบบสารสนเทศหรือระบบศูนย์ข้อมูลจะถูกจำกัดการใช้งานที่แตกต่างกันออกไปตามระดับของบุคลากร โดยสามารถแบ่งได้ 3 ระดับดังนี้

- ก) ผู้บริหาร ข้อมูลระบบสารสนเทศสำหรับผู้บริหาร (Executive Information System: EIS) เป็นการพัฒนาระบบสารสนเทศที่สนับสนุนในงานระดับวางแผนนโยบายและกลยุทธ์ของศูนย์ควบคุมคุณภาพน้ำ โดยที่ EIS จะถูกนำมาให้คำแนะนำผู้บริหารในการตัดสินใจ เมื่อประสบปัญหาแบบไม่มี

โครงสร้างหรือกึ่งโครงสร้าง โดย EIS เป็นระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการที่พิเศษของผู้บริหารในด้านต่างๆ เช่น สถานการณ์ต่างๆ ทั้งภายในศูนย์ควบคุมคุณภาพน้ำ รวมทั้งประสิทธิผลของการบำบัดน้ำเสีย โดยที่ระบบจะต้องมีความละเอียดอ่อนตลอดจนง่ายต่อการใช้งาน เนื่องจากผู้บริหารระดับสูงจำนวนมากไม่เคยชินกับการติดต่อและสั่งงานโดยตรงกับระบบคอมพิวเตอร์

- ข) วิศวกร ข้อมูลระบบสารสนเทศสำหรับวิศวกร (Engineering Information System: ENIS) เป็นการพัฒนาาระบบสารสนเทศที่สนับสนุนในงานระดับการวางแผนกลยุทธ์และแผนงานป้องกันของศูนย์ควบคุมคุณภาพน้ำ โดยที่ ENIS จะถูกนำมาให้คำแนะนำวิศวกรในการตัดสินใจ เมื่อประสบปัญหาการทำงานผิดพลาดของเครื่องจักรหรือความผิดพลาดของขั้นตอนการบำบัด โดย ENIS เป็นระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการที่พิเศษของวิศวกรในด้านต่างๆ เช่น ประสิทธิภาพเครื่องจักรขณะเดินเครื่องภายในศูนย์ควบคุมคุณภาพน้ำ รวมทั้งประสิทธิผลของการบำบัดน้ำเสีย โดยที่ระบบจะต้องมีรวดเร็วในการรับส่งข้อมูลกับสถานะการณ์ที่กำลังดำเนิน เพื่อให้วิศวกรได้ตัดสินใจกระบวนการ
- ค) เจ้าหน้าที่ ข้อมูลระบบสารสนเทศสำหรับเจ้าหน้าที่ (Operating Information System: OIS) เป็นการพัฒนาาระบบสารสนเทศที่สนับสนุนในงานระดับปฏิบัติการควบคุมงานภายในศูนย์ควบคุมคุณภาพน้ำ โดยที่ OIS จะถูกนำมาให้คำแนะนำผู้ปฏิบัติงาน ในการเดินเครื่องจักรเปิด-ปิด ตามช่วงเวลา หรือบอกสถานะเครื่องจักรหยุดทำงานต้องดำเนินการแก้ไขเป็นต้น โดย OIS เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน ทราบถึงสถานะการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการ เพื่อนำผลการทำงานหรือประสิทธิผลการบำบัดน้ำเสีย รายงานผลกับ วิศวกรและผู้บริหาร เพื่อใช้ตัดสินใจในกระบวนการนั้น

- 2) บุคลากรทางสารสนเทศ (Information System Personnel: ISP) เป็นส่วนที่สำคัญของระบบสารสนเทศคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดการให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนทำงานร่วมกับผู้ใช้ (User) อย่างใกล้ชิดเพื่อการพัฒนาระบบให้ตรงความต้องการของผู้ใช้ การพัฒนาระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคลต้องพิจารณาปัจจัยสำคัญ 5 ประการ ต่อไปนี้

ก) ความสามารถ (Capability) หมายถึง ความพร้อมขององค์การและบุคคลในการประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยต้องพิจารณาความสามารถของบุคลากร 3 กลุ่ม คือ

- ก.1) ผู้บริหารระดับสูงต้องพร้อมที่จะสนับสนุนด้านนโยบาย กำลังคน กำลังเงิน และวัสดุอุปกรณ์ในการพัฒนาระบบสารสนเทศขององค์การ
- ก.2) ฝ่ายวิศวกรต้องมีความรู้ ความเข้าใจ และตื่นตัวในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ เพื่อให้การทำงานในหน่วยงานมีความคล่องตัวขึ้น
- ก.3) ฝ่ายเจ้าหน้าที่ต้องทำความเข้าใจและสามารถใช้งานระบบสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข) การควบคุม (Control) การพัฒนา ISP จะให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของสารสนเทศ โดยเฉพาะการเข้าถึงและความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลด้านทรัพยากรบุคคลจะเกี่ยวข้องกับหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อกระบวนการในการทำงานของแต่ละบุคคล จึงต้องมีการจัดระบบการเข้าถึงและการจัดการข้อมูลที่รัดกุม

ค) ต้นทุน (Cost) ปกติการดำเนินงานด้านต้นทุนที่สูง ขณะเดียวกันก็จะไม่เห็นผลตอบแทนที่ชัดเจน ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงขององค์การทั้งในด้าน การพัฒนาระบบศูนย์ข้อมูล ซึ่งจะมีผลกระทบต่อบุคลากรในการปฏิบัติหน้าที่เดิมของแต่ละบุคคล ดังนั้นควรมีการเรียนรู้ระบบสารสนเทศเพื่อนำผลการเรียนรู้ที่ได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรมากที่สุด

2.1.6 กระบวนการ (Procedure) ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

กระบวนการสุดท้ายของการจัดการระบบสารสนเทศ คือ นโยบาย กลยุทธ์ วิธีการ และกฎระเบียบ ในการใช้ระบบสารสนเทศโรงควบคุมคุณภาพน้ำขนาดใหญ่ จำนวน 8 แห่ง กรุงเทพมหานคร ดำเนินการศึกษาหาข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำเพื่อนำข้อมูลมาจัดการให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน โรงควบคุมคุณภาพน้ำเสียขนาดใหญ่ที่อยู่รอบกรุงเทพมหานคร

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1) โรงควบคุมคุณภาพน้ำสี่พระยา | 5) โรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ |
| 2) โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ | 6) โรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง |
| 3) โรงควบคุมคุณภาพน้ำช่องนนทรี | 7) โรงควบคุมคุณภาพน้ำจตุจักร |
| 4) โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม | 8) โรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อ |

โรงควบคุมคุณภาพน้ำทั้ง 8 แห่งให้บริการครอบคลุมพื้นที่เขตการปกครอง 20 เขต

- | | | | |
|-------------------|----------------------|----------------|------------|
| ก) เขตพระนคร | ข) ป้อมปราบศัตรูพ่าย | ค) สัมพันธวงศ์ | ง) บางรัก |
| จ) ยานนาวา | ฉ) สาทร | ช) บางคอแหลม | ซ) หนองแขม |
| ฉ) บางแค | ญ) ภาษีเจริญ | ฎ) ทุ่งครุ | ฏ) จอมทอง |
| ฐ) ราษฎร์บูรณะ | ฑ) ดุสิต | ฒ) พญาไท | ณ) ดินแดง |
| ด) จตุจักรราชเทวี | ต) ห้วยขวาง | ถ) ปทุมวัน | |

โรงควบคุมคุณภาพน้ำรอบกรุงเทพมหานครมีพื้นที่บริการบำบัดน้ำเสียรวม 212.7 ตารางกิโลเมตร มีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียรวม 1,132,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ใช้กระบวนการบำบัดทางชีวภาพเป็นระบบบำบัดน้ำเสียชนิดตะกอนเร่ง (Activated Sludge System) แบบต่าง ๆ ดังนี้

1. โรงควบคุมคุณภาพน้ำสี่พระยาเป็นระบบ Contact Stabilization AS (CS.AS)
2. โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์เป็นระบบ Two Stage AS
3. โรงควบคุมคุณภาพน้ำช่องนนทรี และ โรงควบคุมคุณภาพน้ำจตุจักรเป็นระบบ Cyclic Activated Sludge System (CASS)
4. โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขมและโรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุเป็นระบบ Vertical Loop Reactor AS (VLR.AS)
5. โรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดงเป็นระบบ Activated Sludge with Biological Nutrients (Nitrogen and Phosphorus) Removal

แม้รูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียจะแตกต่างกัน แต่หลักการทำงานของระบบโดยทั่วไป ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) โดยน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศ ซึ่งมีจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมากตามที่ออกแบบไว้ ภายในถังเติมอากาศจะมีสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนออกจากน้ำใส ตะกอนที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังส่วนหนึ่ง จะถูกสูบกลับเข้าไปถังเติมอากาศเพื่อรักษาความเข้มข้นของกากตะกอนจุลินทรีย์ (Sludge) ในถังเติมอากาศให้ได้ตามที่กำหนด อีกส่วนหนึ่งจะเป็นกากตะกอนน้ำเสียส่วนเกิน (Excess Sludge) ที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำทิ้งที่สามารถระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้ ซึ่งหลักการทำงานที่เหมือนกันทำให้ข้อมูลสามารถถูกจัดเก็บได้ที่ศูนย์เดียวกันและสามารถพัฒนาให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน

2.2 ข้อมูลความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของโรงควบคุมคุณภาพน้ำขนาดใหญ่

1) โรงงานบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน

ปัจจุบันโรงงานบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ในปัจจุบันกรุงเทพมหานครได้ดำเนินการแก้ไขปัญหา น้ำเสียโดยมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง มีโครงการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมขนาดใหญ่ที่เปิดดำเนินการแล้วจำนวน 8 แห่ง ได้แก่ โรงควบคุมคุณภาพน้ำสีพระยา รัตนโกสินทร์ ชองนนทบุรี หนองแขม ทุ่งครุ ดินแดง จตุจักร และบางซื่อ ครอบคลุมพื้นที่ 212.7 ตารางกิโลเมตร สามารถบำบัดน้ำเสียรวมทั้งสิ้น 1,132,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังตารางที่ 2.1 ข้อมูลแสดงปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบต่อวัน ขนาดบำบัดและปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ

ตารางที่ 2.1 ขนาดบำบัดและปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ ปี 2555

โครงการบำบัดน้ำเสีย	ขนาดบำบัด(ลบ.ม./วัน)	พื้นที่บริการ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ (ลบ.ม./วัน)
1. โครงการบำบัดน้ำเสียสี่พระยา	30,000	2.7	15,552
2. โครงการบำบัดน้ำเสียรัตนโกสินทร์	40,000	4.14	22,440
3. โครงการบำบัดน้ำเสียดินแดง	350,000	37	189,056
4. โครงการบำบัดน้ำเสียช่องนนทรี	200,000	28.5	163,889
5. โครงการบำบัดน้ำเสียหนองแขม	157,000	44	128,460
6. โครงการบำบัดน้ำเสียทุ่งครุ	65,000	42	58,628
7. โครงการบำบัดน้ำเสียจตุจักร	150,000	33.4	145,615
8. โครงการบำบัดน้ำเสีย บางซื่อ	140,000	30	120,615
รวม	1,132,000	212.7	844,255

ตารางที่ 2.2 โรงงานบำบัดน้ำเสียในอนาคต ปี 2563

โครงการบำบัดน้ำเสีย	พื้นที่บริการ(ตร.กม.)	ความสามารถบำบัด(ลบ.ม./วัน)	งบประมาณรวม
1. โครงการศูนย์การศึกษาฯ บางซื่อ	21	120,000	4,831,900,000
2. โครงการบำบัดน้ำเสีย มีนบุรี	4.43	10,000	474,300,000
3. โครงการบำบัดน้ำเสียธนบุรี	29.48	148,000	10,976,000,000
4. โครงการบำบัดน้ำเสียคลองเตย	71	360,000	12,155,000,000
5. โครงการบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน	63.85	135,000	7,939,000,000
รวม	189.76	773,000	36,376,200,000

ข้อมูลจากตารางที่ 2.1 ขนาดบำบัดและปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ ปี 2555 และตารางที่ 2.2 โรงงานบำบัดน้ำเสียในอนาคต ปี 2563 ทำให้ในปี 2563 กรุงเทพมหานคร สามารถบำบัดน้ำเสียได้ถึง 1,905,000 ลบ.ม./วัน เป็นผลดีต่อคนที่อาศัยอยู่บริเวณกรุงเทพมหานคร (สำนักการระบายน้ำ, 2561)

2.3 ทฤษฎีน้ำเสีย (Theory of Waste Water)

2.3.1 น้ำเสีย (Waste Water)

น้ำที่ปนเปื้อนมลสารหรือสิ่งเจือปนไม่พึงประสงค์อยู่ในปริมาณสูงจน กลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการและถูกระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดปัญหาการเน่าเสียแก่ แหล่งรองรับน้ำ น้ำเสียแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- 1) น้ำเสียชุมชน เป็นน้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมของชุมชน และมาจากแหล่งกำเนิดต่างๆ อาทิ เช่น บ้านเรือน อาคารพาณิชย์ ตลาดสด ร้านอาหาร ภัตตาคาร สถานศึกษา โรงแรม โรงพยาบาล และศูนย์การค้า เป็นต้น ดังรูปที่ 2.2 การระบายน้ำเสียจากชุมชน



รูปที่ 2.2 การระบายน้ำเสียจากชุมชน

- 2) น้ำเสียอุตสาหกรรม เป็นน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งอุตสาหกรรม มีลักษณะต่างจากน้ำเสียชุมชนทั้งสีและกลิ่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอุตสาหกรรมและกระบวนการที่ก่อให้เกิดน้ำเสียในอุตสาหกรรมนั้นๆ น้ำเสียอุตสาหกรรมนี้อาจมีองค์ประกอบที่เป็นพิษปนเปื้อนโลหะหนัก เช่น ปรอท ตะกั่ว แคลเดียม ไซยาไนด์ เป็นต้น ซึ่งเป็นพิษกับแหล่งรองรับน้ำเสียอุตสาหกรรม และถ้าปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ เช่น คลอง แม่น้ำ ก็จะมีผลต่อคุณภาพชีวิตทั้งคน พืช และสัตว์ที่อาศัยแหล่งน้ำนั้นในการอุปโภคบริโภค และเกิดการสะสมสารพิษในห่วงโซ่อาหาร ดังรูปที่ 2.3 สภาพโรงงานอุตสาหกรรมข้างแม่น้ำ



รูปที่ 2.3 สภาพโรงงานอุตสาหกรรมข้างแม่น้ำ

- 3) น้ำเสียจากการเกษตร เป็นน้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมทางการเกษตร เช่น การเพาะปลูก น้ำเสียนี้มักปนเปื้อนยาฆ่าแมลง ปุ๋ย สารเคมีจากการเลี้ยงสัตว์ เช่น ฟาร์ม ไก่ เป็นต้น ซึ่งโดยมากมักเกิดจากการทำความสะอาดคอกสัตว์เลี้ยง โรงเรือน มีเศษอาหาร มูลสัตว์ น้ำเสีย จึงมักมีกลิ่นและอาจมีเชื้อโรคปะปนมากับน้ำเสีย ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้น้ำของแต่ละฟาร์ม ตัวอย่างน้ำเสียที่เกิดจากการเกษตร ดังรูปที่ 2.4 น้ำเสียจากบ่อเลี้ยงปลา



รูปที่ 2.4 น้ำเสียจากบ่อเลี้ยงปลา

2.3.2 ชีวภาพน้ำเสีย (Biological Waste Water)

สิ่งเจือปนที่ทำให้คุณภาพน้ำกลายเป็นน้ำเสีย ได้แก่ สภาพความเป็นกรด-เบส น้ำมัน และไขมัน ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด แอมโมเนีย ในโตรเจน บีโอดี ของแข็งตกตะกอน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น ลักษณะของน้ำเสียแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

- 1) **ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics)** ได้แก่ สี กลิ่น อุณหภูมิ ความขุ่น และปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด เป็นต้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - ก) สี (Color) ถ้าน้ำเสียมีสีปนเปื้อน จะทำให้น้ำนั้นเป็นที่รังเกียจ ไม่พึงประสงค์ ตัวอย่างของ สีที่พบ เช่น น้ำตาล เทา ดำ แดง ม่วง เป็นต้น
 - ข) กลิ่น (Odor) เป็นกลิ่นจากน้ำเสียของโรงพยาบาลอาจเกิดจากน้ำเสียมีปริมาณแบคทีเรียที่ทำให้เกิด กลิ่นในปริมาณสูง หรือเกิดจากยาที่ใช้ในกิจกรรมของโรงพยาบาลควบคุมคุณภาพน้ำหรือสารเคมีที่เจือปนในน้ำเสีย
 - ค) อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิของน้ำมีความสำคัญต่อการเกิดปฏิกิริยาในน้ำ ถ้าน้ำเสียที่ปล่อยออก มามีอุณหภูมิสูง จะทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำน้อยลง มีผลกระทบต่อปฏิกิริยาทางชีวภาพของน้ำเสียนั้น
 - ง) ความขุ่น (Turbidity) น้ำเสียที่มีความขุ่นสูง ทำให้แสงผ่านสู่น้ำเสียน้อยเนื่องจากมีอนุภาคแขวนลอย อยู่ในน้ำเป็นจำนวนมาก เป็นผลให้พืชน้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ และเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำก็ถูกทำลายได้น้อยลง
 - จ) ปริมาณของแข็ง (Solids) ของแข็งที่ปนเปื้อนในน้ำเสียอาจมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เช่น ของแข็ง แขวนลอย (Suspended Solids) คือ ของแข็งที่ลอยอยู่ในน้ำ ไม่จมตัวหรือตกตะกอน สามารถแยกออกได้โดยการกรอง ส่วนของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำเสียเป็นของแข็งที่ไม่อยู่ในรูปของสารละลาย มักมีประจุไฟฟ้าและตกตะกอนด้วยวิธีธรรมดาได้ยาก จึงเรียกว่า ของแข็งที่ละลายได้ (Dissolved Solids) ส่วนของแข็งที่จมตัวหรือตกตะกอนได้ง่าย เรียกว่า Settleable Solids
- 2) **ลักษณะทางชีวภาพ (Biological Characteristics)** เป็นเหตุให้น้ำเน่าเสียมาก เนื่องจากจุลินทรีย์จะดึงออกซิเจนจากน้ำนั้นไปใช้ในการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโต จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ แบคทีเรีย ซึ่งเป็นสัตว์เซลล์เดียวขนาดเล็ก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น และมีรูปร่างต่าง ๆ กัน เช่น ทรงกลม (Coccus), แท่ง (Bacillus), แท่งโค้ง

งอ (Vibrio) หรือแท่งยาวเป็นเกลียว (Spirillum) รวมถึงโปรโตซัว รา สาหร่าย เป็นต้น สารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำเสียจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรีย ปริมาณความต้องการออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำเสีย สามารถหาค่าได้โดยการวัดปริมาณบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) คือ การวัดปริมาณการใช้ออกซิเจนในน้ำโดยแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในช่วงเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 °C นั่นคือ ถ้าน้ำเสียมีปริมาณสารอินทรีย์สูง แบคทีเรียก็ต้องใช้ออกซิเจนมากในการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านั้น ปริมาณบีโอดีก็จะสูง (น้ำมีออกซิเจน น้อย) เกิดสภาพเน่าเสีย

3) **ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics)** ลักษณะทางเคมีของน้ำเสีย ประกอบด้วยค่าความเป็นกรด-เบส ปริมาณน้ำมันและ ไขมัน ปริมาณซัลไฟด์ ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณโลหะหนัก เป็นต้น

ก) **ความเป็นกรด-เบส (pH)** เป็นค่าที่บอกถึงลักษณะของน้ำเสียว่ามีสภาพเป็นกรดหรือเป็นเบส คือ ถ้าน้ำเสียมีสภาพเป็นกรด ค่า pH ของน้ำเสียจะน้อยกว่า 7 แต่ถ้า น้ำเสียมีสภาพเป็นเบส จะมีค่า pH มากกว่า 7 ส่วนน้ำเสียที่มีสภาพเป็นกลางจะมีค่า pH เท่ากับ 7

ข) **ปริมาณน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease)** น้ำมันและไขมันส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมในโรงอาหาร ไขมันเป็นสารที่ยากแก่การย่อยสลายโดยแบคทีเรีย น้ำมันและไขมันเป็นตัวปิดกั้นการถ่ายเทออกซิเจนที่ผิวน้ำกับอากาศ ทำให้ออกซิเจนจากอากาศถ่ายเทสู่น้ำไม่ได้ น้ำนั้นจึงขาดออกซิเจน น้ำเสียชุมชนส่วนใหญ่จะมีปริมาณไขมันที่ผิวน้ำจำนวนมาก

ค) **ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide)** น้ำเสียส่วนใหญ่ มักมีสารประกอบซัลไฟด์เกิดขึ้น เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่อยู่ในรูปของแก๊สที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหรือที่เรียกว่า แก๊สไข่เน่า จึงมีความจำเป็นต้องวัดปริมาณซัลไฟด์ในน้ำเสีย

ง) **ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen)** ไนโตรเจนทั้งหมดเป็นสารที่แบคทีเรียในน้ำเสียใช้ในการเจริญเติบโต แต่ในน้ำเสียชุมชนจะมีปริมาณไนโตรเจนมากเกินไปเกินความต้องการของแบคทีเรีย ทำให้เกิดสาหร่ายในน้ำเสียนั้นมากขึ้น (Algae Bloom) เป็นเหตุให้ตอนกลางคืนเกิดเป็นสภาพไร้อากาศ ในการบำบัดน้ำเสียให้เป็นน้ำทิ้งจึงจำเป็นต้องทราบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มีในน้ำเสีย เพื่อการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียให้สามารถควบคุมปริมาณไนโตรเจนในช่วงที่เหมาะสมได้

- จ) **ปริมาณโลหะหนัก (Toxic Heavy in Water)** ถ้าน้ำเสียมีปริมาณโลหะหนักเจือปนอยู่ เช่น แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท ก็จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์ สัตว์ และพืชได้ เนื่องจากแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทเป็นโลหะหนักที่มีความเป็นพิษสูงเมื่อเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ และ สัตว์

2.3.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ (Stabilization Treatment System)

สำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำขนาดใหญ่ในเขตชุมชนขนาดใหญ่ที่มีขนาดประชากรจำนวนมากควรเลือกระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการบำบัดน้ำเสีย ส่วนเขตชุมชนขนาดเล็ก ที่มีขนาดประชากรจำนวนไม่มาก ควรเลือกการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ (Biological Treatment System) ที่เหมาะสม ซึ่งจะมีความสำคัญต่อการดำเนินงาน การบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น สำหรับประเทศไทย ระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติยังเป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติเป็นระบบบำบัดที่อาศัยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ในการช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือเครื่องจักรที่ซับซ้อน ระบบนี้ นิยมใช้กันการบำบัดน้ำเสียชุมชน เช่น น้ำเสียจากโรงพยาบาลขนาดเล็กในประเทศไทย เพราะ ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและง่ายต่อการดูแลรักษา ระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาตินี้แบ่งเป็นดังนี้

- 1) **บ่อไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Pond)** เป็นบ่อที่สามารถรองรับน้ำเสียที่มีปริมาณบีโอดีสูงได้ดี เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ก้นบ่อเป็นประเภทไม่ใช้อากาศซึ่งสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งมีกลิ่นเหม็น ประสิทธิภาพในการลดปริมาณบีโอดี คือ ประมาณ 80 - 90% น้ำเสียที่ได้จะต้องผ่านเข้าสู่ขั้นตอนการ บำบัดต่อไป
- 2) **บ่อใช้อากาศ (Aerobic Pond)** เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียที่มีการแลกเปลี่ยนออกซิเจนที่ผิวหน้าของบ่อ และถ้ามีแสงแดดส่องถึง จะทำให้เกิดสาหร่ายภายในบ่อ ประสิทธิภาพในการลดปริมาณบีโอดี คือ ประมาณ 80 - 95%
- 3) **บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Pond)** เป็นบ่อที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบผสมของแบคทีเรียชนิดใช้อากาศ (Aerobic Bacteria) ในตอนบนของบ่อ และแบคทีเรียชนิดไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Bacteria) ในส่วนก้นบ่อ โดยในเวลากลางวัน มีการแลกเปลี่ยนออกซิเจน

ระหว่างอากาศกับน้ำที่ผิวหน้า ขณะเดียวกันแสงแดดก็ส่องถึง ทำให้เกิดสาหร่ายขึ้นซึ่งจะย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้อากาศ ส่วนในเวลากลางคืนจะเกิดปฏิกิริยาแบบหมักซึ่งส่งกลิ่นเหม็นแต่พอรุ่งเช้า สาหร่ายจะสังเคราะห์แสง ให้ออกซิเจนกับน้ำทำให้อุณหภูมิแบบใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อีกครั้ง จัดได้ว่าเป็นระบบพึ่งพาอาศัยกันระหว่างแบคทีเรียที่ใช้อากาศ เช่น สาหร่าย และแบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศ เป็นต้น

- 4) **บ่อป่ม (Maturation Pond)** เป็นบ่อที่รองรับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากบ่อประเภทต่าง ๆ เพื่อให้สาหร่ายที่ปะปนมากับน้ำจมตัวลง คงเหลือเพียงน้ำใส จึงปล่อยออกสู่แหล่งน้ำต่อไป ระบบนี้มีประสิทธิภาพประมาณ 60 - 80%
- 5) **ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ** เป็นระบบบำบัดทางชีวภาพที่อาศัยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียเป็นอาหาร และให้ออกซิเจนแก่น้ำโดยการเติมอากาศ
- 6) **ระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ** ได้แบ่งเทคโนโลยีการบำบัดออกเป็น 4 ระบบ ดังนี้

ก) **ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (Lagoon Treatment)** เป็นระบบที่อาศัยการกักน้ำเสียไว้ในระยะเวลาที่เหมาะสมกับปริมาณความสกปรกของน้ำการเติมออกซิเจนด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอน และสาหร่าย อาศัยแรงลมช่วยในการพลิกน้ำเติมอากาศ การย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ และระยะเวลากักน้ำจะช่วยฆ่าเชื้อโรค ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียของโครงการฯ ประกอบด้วย ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย 3 ประเภท จำนวน 5 บ่อ ในการออกแบบโดยการสร้างบ่อดิน 3 ประเภท ความลาดชัน 1:1000 ต่อดัน แบบอนุกรม ให้น้ำเสียเต็มเต็มทุกวันแล้วปล่อยน้ำดีไหลผ่านข้ามสู่บ่อถัดไป ระบบนี้ใช้หลักการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยกลไกให้สาหร่ายสังเคราะห์แสงเพื่อให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์สำหรับการหายใจและย่อยสลายกักกินของเสีย โดยมีลมพัดช่วยเติมอากาศลดอุณหภูมิและแสงแดดเป็นตัวช่วยฆ่าเชื้อโรคอีกทางหนึ่ง ระบบนี้เหมาะสำหรับเมืองในเขตร้อน เช่น ประเทศไทยลดความสกปรกในรูปของบีโอดีได้ถึงร้อยละ 85-90

ข) **ระบบพืชและหญ้ากรองน้ำเสีย (Plant and Grass Filtration)** เป็นระบบที่ให้พืชช่วยดูดซับธาตุอาหารจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์ที่พืชต้องการของจุลินทรีย์ในดิน การปลดปล่อยออกซิเจนจากกระบวนการสังเคราะห์แสงจากระบบราก สาหร่าย และแพลงค์ตอน โดยการปล่อยให้น้ำเสียไหลผ่านแปลงพืชหรือหญ้า

โดยน้ำเสียจะไหลผ่านผิวดินและต้นพืชหรือหญ้าเป็นระยะทางอย่างน้อย 50 เมตร ระดับความสูงของน้ำเสียที่กักขังบริเวณท้ายแปลงเท่ากับ 30 เซนติเมตร สำหรับระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสม คือ ขังน้ำเสียไว้ 5 วัน แล้วปล่อยให้แห้ง 2 วัน เพื่อให้จุลินทรีย์ได้พักตัว สำหรับพืชและหญ้าที่ใช้ในการบำบัดแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ หญ้าอาหารสัตว์ ได้แก่ หญ้าคาลาสา หญ้าโคสกรอส และหญ้าสตาร์ พืชทั่วไป ได้แก่ ฐปถาญ กกกกลม (กกจันทบูร) และหญ้าแฝกพันธุ์อื่น โดนีเซีย เมื่อครบระยะเวลา 45 วัน (ยกเว้น ฐปถาญ 90 วัน) จะตัดพืชและหญ้าเหล่านั้นออก เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งหญ้าเหล่านี้นำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ได้ เนื่องจากการปนเปื้อนของมลสารไม่ เกินมาตรฐานสำหรับสัตว์ ส่วนพืชทั่วไปนำไปใช้ในการจักสานได้เป็นอย่างดี ระบบนี้ อาศัยหลักการใช้ดินเป็นตัวกรองของเสียและจุลินทรีย์ ในดินทำหน้าที่เป็นตัวย่อยของเสีย ของเสียที่ย่อยแล้วพืชจะเป็นตัวดูดเอาไปใช้ในการเติบโต ทำให้ของเสีย เปลี่ยนเป็นมวลชีวภาพ น้ำเสียที่ผ่านระบบจะมีคุณภาพดีและสามารถระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้

- ค) ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (Constructed Wetland) เป็นระบบที่ใช้หลักการและกลไกในการบำบัดน้ำเสียเช่นเดียวกับระบบพืชและหญ้ากรอง จะแตกต่างกันที่วิธีการ กล่าวคือ การปล่อยให้น้ำเสียขังในแปลงพืชน้ำ ที่ระดับความสูง 30 เซนติเมตรจากพื้นแปลง โดยให้น้ำเสียมีระยะเวลาพักอย่างน้อย 1 วัน ใช้การเติมน้ำเสียใหม่ลงสู่ระบบให้ได้ระดับความสูง 30 เซนติเมตร ซึ่งเท่ากับปริมาณน้ำเสียที่สูญหายไปโดยกระบวนการระเหยในแต่ละวัน หลักการของระบบนี้คล้ายกับระบบข้อ ข) คือใช้พืชหรือหญ้ากรองน้ำเสีย เป็นระบบเติมออกซิเจน ในดินจากใบสู่รากเช่นเดียวกับระบบที่ 2) แต่ต่างที่การกักน้ำเสียให้ขังอยู่ที่แปลงพืชให้น้ำเสียเกิดการระเหยและปล่อยน้ำเสียใหม่ให้ผลัดค่าน้ำเสียเก่าออกไปจากระบบ พืชน้ำโดยทั่วไปมีความสามารถในการปรับตัวอยู่ในสภาพน้ำขังได้โดยการดึงเอาออกซิเจนจากอากาศ ส่งผ่านระบบเนื้อเยื่อในส่วนลำต้นลงสู่ระบบลำต้นใต้ดินและราก ซึ่งอากาศในส่วนนี้จะปลดปล่อยออกไปสู่บริเวณ

รอบรากพืชทำให้จุลินทรีย์ในดินสามารถย่อยของเสียที่ถูกดินกรองได้แล้วเปลี่ยนไปเป็นสารที่พืชรวมถึงสิ่งมีชีวิตอื่นๆ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

- ง) ระบบแปลงพืชป่าชายเลน (Mangrove Forest Filtration) เป็นระบบเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำรินั้น พระองค์ทรงต้องการให้เป็นเทคโนโลยีที่ง่าย สะดวกและเป็นวิธีการที่อาศัยธรรมชาติให้ช่วยเหลือธรรมชาติด้วยตนเอง โดยอาศัยการเจือจางน้ำเสียด้วยน้ำทะเล การผสมน้ำเร่งการตกตะกอน การกักน้ำเสียที่ผสมกับน้ำทะเล ระบบรากของพืชป่าชายเลนช่วยในการเติมออกซิเจนให้กับน้ำเสีย กรองหรือฟอกน้ำให้สะอาดขึ้น หลักการระบบนี้อาศัยตามแบบธรรมชาติตามการขึ้นลงของน้ำทะเลในแต่ละวัน โดยการกักน้ำเสียกับน้ำทะเลเข้าด้วยกันในระยะเวลาหนึ่ง หรือให้มีการตกตะกอนของน้ำเสีย ใช้หลักการเจือจางระหว่างน้ำเสียกับน้ำทะเล โดยใช้พันธุ์ไม้โกงกางใบใหญ่และแสม ซึ่งเป็นพืชป่าชายเลนที่มีคุณสมบัติคล้ายพืชน้ำ สามารถดำรงชีพอยู่ในสภาวะน้ำท่วมขังได้

การกำจัดขยะและน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ ในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้หลัก“กลไกธรรมชาติ ช่วยธรรมชาติ ใช้เทคโนโลยีที่สร้างได้ง่าย และประหยัด” ดังพระราชดำรัสว่า

“...ปัญหาสำคัญ คือ เรื่องสิ่งแวดล้อม เรื่องน้ำเสียและขยะ ได้ศึกษามาแล้วเหมือนกัน ทำไมยากนักในทางเทคโนโลยีทำได้ แล้วในเมืองไทยเองก็ทำได้...”

“...โครงการที่จะทำนี้ไม่ยากนักถือว่า ก็มาเอาสิ่งที่เป็นพิษออก พวกโลหะหนักต่างๆ เอาออก ซึ่งมีวิธีทำต่อจากนั้นก็มาฟอกใส่อากาศ บางทีก็อาจไม่ต้องใส่อากาศ แล้วก็มาเฉลี่ยใส่ในบึง หรือเอาน้ำไปใส่ในทุ่งหญ้าแล้วก็เปลี่ยนสภาพของทุ่งหญ้าเป็นทุ่งเลี้ยงสัตว์ ส่วนหนึ่งเป็นสำหรับปลูกพืชปลูกต้นไม้...”

“...แล้วก็ต้องทำการเรียกว่าการกรองน้ำ ให้ทำน้ำนั้นไม่ให้โสโครก แล้วก็ปล่อยน้ำลงมาที่เป็นที่ทำการเพาะปลูก หรือทำทุ่งหญ้า แล้วจากนั้นน้ำที่เหลือก็ลงทะเล โดยที่ไม่ทำให้น้ำนั้นเสีย...”

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Research)

ผู้วิจัยได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ในแผนก โรงควบคุมคุณภาพขนาดใหญ่ซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพของน้ำแต่กระบวนการบำบัดยังคงคล้ายคลึงกันทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำพนักงานภายในมักทำงานตามที่วางแผนไว้เสมอแต่ในทางตรงกันข้ามน้ำเสียในแม่น้ำลำคลองกลับมีความหลากหลายทางชีวภาพ ส่งผลให้การทำงานแต่ละโรงควบคุมคุณภาพน้ำมีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำที่แตกต่างกัน ทำให้การบริหารจัดการไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากน้ำในแม่น้ำลำคลองมักประกอบด้วยของเสียที่เป็นตะกอนสารละลาย สารซักฟอก ยาฆ่าเชื้อโรค แก๊สที่ไม่พึงประสงค์ สารพิษ สารกัดกร่อน โลหะหนัก และเชื้อโรค เป็นต้น จึงมีความจำเป็นต้องมีการบำบัดให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน คือ มาตรฐานการบำบัดน้ำเสียของศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพเสียก่อน จากนั้น จึงผ่านเข้าสู่การบริหารจัดการโดย ศูนย์ข้อมูล (Data Centering) จนกระทั่งได้ เป็นน้ำทิ้งที่เป็นที่ยอมรับตามเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อม จึงสามารถปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมได้

การศึกษาและงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาประกอบด้วยงานวิจัยด้านการพัฒนาระบบการจัดเก็บฐานข้อมูล การเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิต การจัดการฐานข้อมูลระบบฐานข้อมูลสัมพันธ์ และงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบศูนย์ข้อมูลสำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำเพื่อเป็นแนวทางการศึกษา

ธนัช รัชสิริ (2555) การวิเคราะห์ความประหยัดพลังงานในโรงบำบัดน้ำเสียศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงร่วมกับอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ ปัจจุบันค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในการบำบัดน้ำเสียเป็นต้นทุนสำคัญของสถาน พยาบาล โดยพลังงานที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียเกือบทั้งหมดจะถูกใช้ไปสำหรับระบบเติมอากาศ แม้ในช่วงที่ปริมาณออกซิเจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแล้ว แต่ก็ยังไม่มีการปรับลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

บุญธิดา สุรทินธนากร (2552) ได้วิจัยเรื่องการวิเคราะห์และการออกแบบระบบฐานข้อมูลสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการจังหวัด จากการศึกษากระบวนการบริหารจัดการงานจังหวัดในปัจจุบัน ทั้งจาก งานวิจัย จากข้าราชการที่ปฏิบัติหน้าที่ และจากระบบฐานข้อมูลที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เมื่อทำการตรวจสอบข้อมูล พบว่าระบบฐานข้อมูลจังหวัดยังมีปัญหาอยู่มาก

ประเวศ เสรีเชษฐพงษ์, เอมอร เบญจวงศ์กุลชัย, สุพจน์ พัฒนะศรี, พิษณุ รัชฎาวงศ์, พิบูลย์ เกิดโกศทรัพย์, วรรณคารา อินทรปัญญา, จันทวรรณ ดันเจริญ (2530) วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำทิ้งภายในบริเวณคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มี 3 ประการ คือ เพื่อศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำทิ้งของอาคารต่างๆ เพื่อศึกษาวิจัยปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งของอาคารต่างๆ อันได้แก่ แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) และปรอท (Hg) และเพื่อศึกษาข้อมูลในเชิงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้วัสดุทางทันตกรรม สารเคมีและวัตถุอันตรายภายในคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยกำหนดตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำเสีย/น้ำทิ้ง และน้ำดี จากอาคารต่างๆ ภายในบริเวณคณะฯ จำนวน 10 จุด และกำหนดช่วงเวลาการเก็บด้วยวิธีการสุ่มวันละ 3 ครั้งเป็นเวลา 7 วันต่อเนื่อง โดยพิจารณาคัดเลือกจากช่วงระยะเวลาที่มีการเรียนการสอนภายในห้องปฏิบัติการทดลอง

พิศมัย จิรจิรัชชัย (2534) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นแบบโต้ตอบกับแฟ้มข้อมูลอักขระ ในลักษณะพื้นฐานรูปแบบต่าง ๆ ได้ด้วยคำถามที่ไม่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ทำให้ลดปัญหาการที่ต้องเขียนโปรแกรมในลักษณะเฉพาะรูปแบบของแต่ละงานแต่ละคำถาม ซึ่งทำให้สามารถใช้งานได้สะดวกและมีประสิทธิภาพขึ้น โดยใช้แนวทางคุณสมบัติการสอบถามข้อมูลในลักษณะภาษาเอสคิวแอลของระบบฐานข้อมูลความสัมพันธ์ ผสมกับความเป็นอิสระของโครงสร้างกับโปรแกรม

วีรพล สัมฤทธิ์ (2530) ในปัจจุบันแหล่งที่มาของข้อมูลทางเศรษฐกิจที่สำคัญแห่งหนึ่งก็คือ รายงานรายได้ประชาชาติของประเทศไทย จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งจะรายงานสถานะเศรษฐกิจของประเทศไทยในแต่ละปี แต่เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้มีเป็นจำนวนมาก จึงไม่สะดวกต่อการค้นหา และข้อมูลบางส่วนมักจะมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นอาจทำให้ข้อมูลจากรายงานรายได้ประชาชาติของรายการเดียวกันมีมูลค่าไม่สอดคล้องกัน

ศิริเดช ชาตินิยม (2539) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการควบคุมกระบวนการผลิตที่เหมาะสม ในโรงงานอุตสาหกรรมผู้ควบคุมไฟฟ้าและรางเดินสายไฟฟ้า มุ่งเน้นเพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพและประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต โดยได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบงานผลิต ระบบเอกสารและระบบทางเดินเอกสารที่โรงงานตัวอย่างมีใช้งานอยู่ในปัจจุบันเพื่อออกแบบระบบเอกสาร แบบบันทึกและรายงานที่ให้สารสนเทศที่สำคัญและกำหนดการไหลของระบบ

เอกสารทั้งหมดให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน จากการศึกษาพบว่า กระบวนการผลิตของโรงงาน ตัวอย่างมีข้อบกพร่องในการควบคุมสายการผลิต

สุภัทรา สุวรรณหงส์ (2554) ได้วิจัยและพัฒนาโปรแกรมระบบวิธีโออีเล็กทรอนิกส์สำหรับสนับสนุนการจัดการความรู้ของวิทยาลัยราชพฤกษ์ เมื่อผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมระบบและทำการทดสอบกระบวนการทำงานของระบบ (System Testing) โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบ หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบการยอมรับระบบ (Acceptance Test) ด้วยการทดสอบระบบโดยกลุ่มตัวอย่างและทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อโปรแกรมระบบที่พัฒนาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

สุชาดา กิระนันท์ (2541) หนังสือเทคโนโลยีสารสนเทศสถิติ : ข้อมูลในระบบสารสนเทศ จัดเก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศ และส่งผลลัพธ์หรือสารสนเทศที่ได้ให้ ผู้ใช้เพื่อช่วยสนับสนุนการทำงาน การตัดสินใจ การวางแผน การบริหาร การควบคุม การวิเคราะห์ และติดตามผลการดำเนินงานขององค์กร ปัจจุบันจะเห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์กร กับระบบสารสนเทศ และเทคโนโลยีสารสนเทศชัดเจนมากขึ้น และเนื่องจากการบริหารงานในองค์กรมีหลายระดับ กิจกรรมขององค์กรแต่ละประเภทอาจจะแตกต่างกัน

อรณิชา บวรพิพัฒนชัย (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่องการจัดระบบฐานข้อมูลทางการผลิต: กรณีศึกษาโรงงานผลิตอุปกรณ์ปรับ ความเร็วรอบมอเตอร์นั้นได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป คือ Microsoft Excel ในการจัดทำระบบฐานข้อมูลของข้อมูลในโรงงานตัวอย่างนี้ โดยการออกแบบคือวิธีการที่ใช้ในการสร้างระบบ สารสนเทศขึ้นมาใหม่เพื่อช่วยในการสนับสนุนการดำเนินงาน การนำเอาความต้องการของระบบมาเป็นแบบแผนในการสร้างแบบจำลองระบบสารสนเทศให้ใช้งานได้จริง

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเพื่อการออกแบบระบบศูนย์ข้อมูล สำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำของสำนักงานการระบายน้ำ และศูนย์ป้องกันน้ำท่วม สำหรับระบบรวบรวมข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำในจุดต่างๆ รอบกรุงเทพมหานคร มีวิธีการดำเนินงานวิจัยด้วยการเก็บรายละเอียดทางเทคนิค ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ รายละเอียดทางเทคนิคของฮาร์ดแวร์ (Hardware) ชุดควบคุม รายละเอียดทางเทคนิคของซอฟต์แวร์ (Software) จัดทำโปรแกรมกระบวนการรับส่งข้อมูล รายละเอียดทางเทคนิค รวมทั้งกระบวนการนำข้อมูลไปใช้งาน และการใช้งาน SQL Server 2008 Import and Export Data

3.1 รายละเอียดทางเทคนิคของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำในจุดต่างๆ รอบกรุงเทพฯ ของสำนักงานการระบายน้ำและศูนย์ป้องกันน้ำท่วม โดยมีจำนวน 8 โรงควบคุม เพื่อการบันทึกข้อมูลสำคัญที่จำเป็นต่อการประเมินผล วิเคราะห์ วางแผนงานต่อไปในอนาคต โดยระบบรวบรวมข้อมูลดังกล่าว จะต้องออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมเดิมในแต่ละโรงควบคุมคุณภาพน้ำ โดยต้องไม่กระทบต่อการทำงานของระบบควบคุมเดิม เมื่อระบบรวบรวมข้อมูลเชื่อมต่อได้กับระบบควบคุมอัตโนมัติในแต่ละโรงควบคุมคุณภาพน้ำ แล้วสามารถเก็บข้อมูลสำคัญและส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังห้องรวบรวมข้อมูลรวมที่บางซื่อ โดยผ่านการสื่อสารแบบ 4G และนำข้อมูลที่ได้อัปเก็บไว้ในฐานข้อมูลโปรแกรมฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์) เพื่อนำไปใช้ประเมินผล วิเคราะห์ และแสดงเป็นแผนผังต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนงานในอนาคตได้ ระบบข้อมูลสำหรับศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำประกอบไปด้วยตัวแปรสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

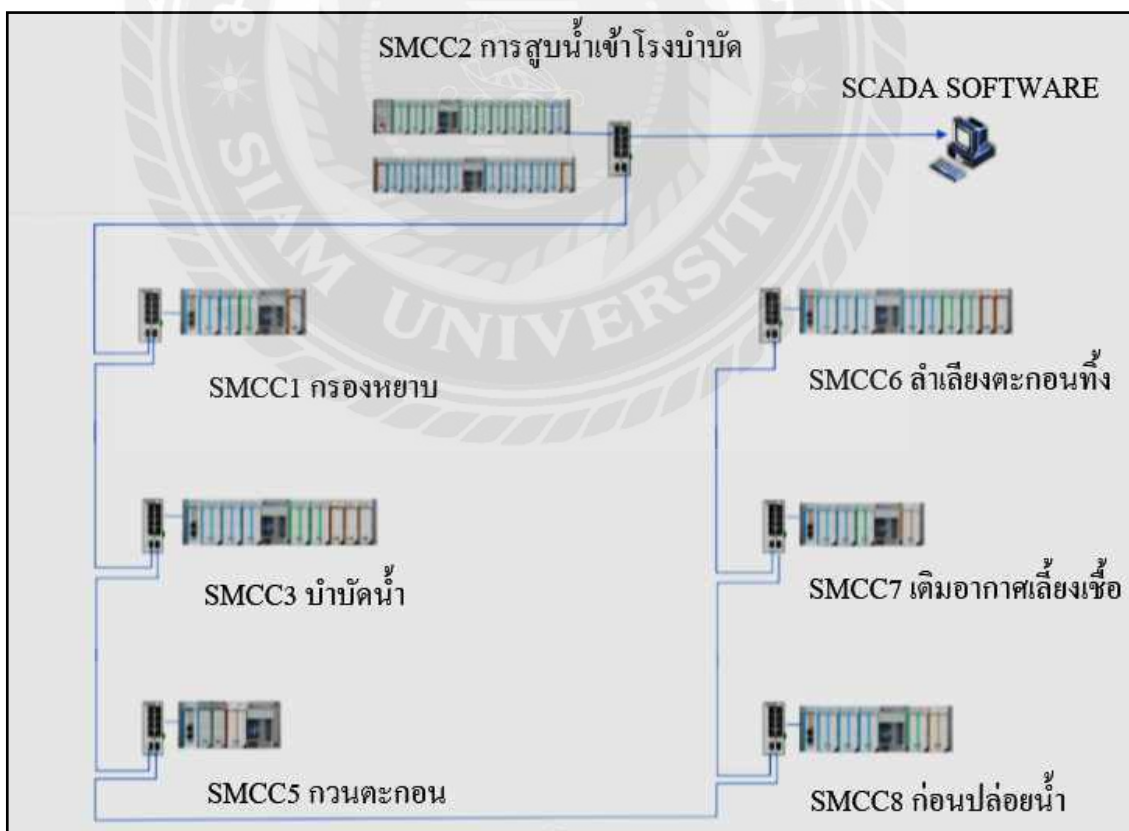
- 1) ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 2) ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
- 3) ระบบบำบัดขั้นต้น กระบวนการบำบัดขั้นต้น

- 4) ระบบบำบัดขั้นที่สอง
- 5) ระบบบำบัดขั้นที่สาม

3.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

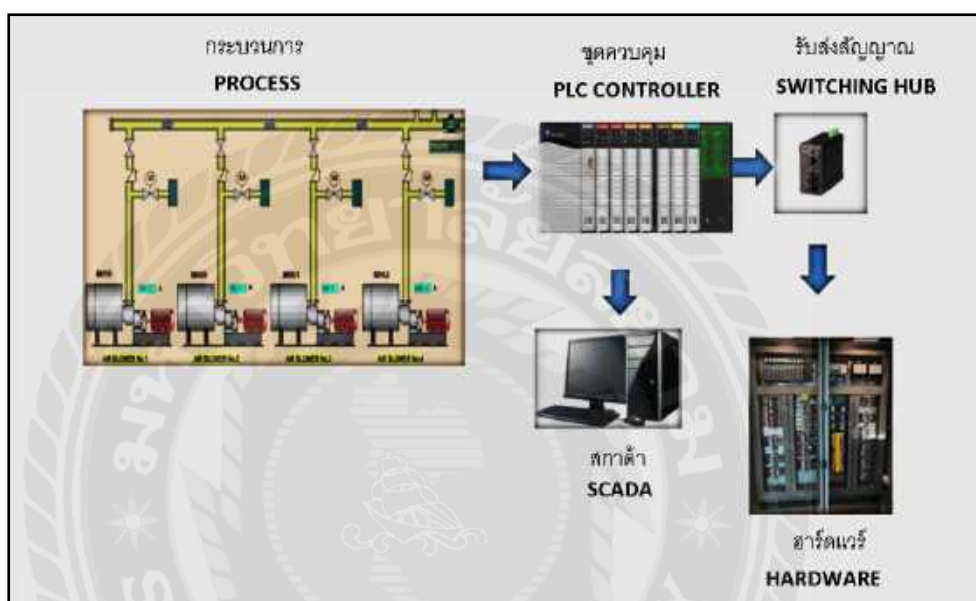
ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำผ่านการรวบรวมข้อมูล และผ่านกระบวนการในการแสวงหาข้อมูล เก็บบันทึกข้อมูลไว้เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ใน กรณีที่มีข้อมูลจำนวนมากๆ ฉะนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการจัดระบบการรวบรวมข้อมูล โดย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สำคัญมี 3 วิธี คือ

- 1) การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการรวบรวมข้อมูล เช่น จำนวนเครื่องจักรทั้งหมดที่อยู่ใน กระบวนการผลิต เครื่องจักรเหล่านี้ถูกควบคุมด้วยชุดควบคุมเครื่องจักรที่มีความสามารถ รับส่งข้อมูล และ มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล ดังภาพที่ 3.1 ข้อมูล ชุดควบคุมภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำ



รูปที่ 3.1 ข้อมูลชุดควบคุมภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

ชุดควบคุมแต่ละกระบวนการมีหน้าที่ รับส่งข้อมูลจากเครื่องจักรโดยแต่ละกระบวนการก็จะมีปริมาณเครื่องจักรไม่เท่ากัน และ รับส่งข้อมูลทั้งสัญญาณดิจิทัล (DI) สัญญาณอนาล็อก (AI) ข้อมูลเหล่านี้จะถูกรวบรวมผ่านอุปกรณ์เมเนจสวิตชิงฮับที่มีมาตรฐานอุตสาหกรรม เพื่อส่งข้อมูลไปยัง ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ดังรูปที่ 3.2 การรับส่งข้อมูลภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำ



รูปที่ 3.2 การรับส่งข้อมูลภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

- 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการ ด้วยวิธีการสำรวจ คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการบำบัดน้ำต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย 8 กระบวนการที่สำคัญดังนี้
 - ก) กรองละเอียด กรองหยาบ แยกขยะออกจากน้ำ (Coarse Screen)
 - ข) การสูบน้ำเข้าโรงบำบัด ปั๊มน้ำเสีย (Sewage Pump) ปั๊มน้ำดิบ (Raw Water Pump)
 - ค) กระบวนการบำบัดน้ำบ่อดกตะกอน บ่อน้ำใส สารส้ม เดิมอากาศ
 - ง) ทำน้ำใส วัดประมาณสารก่อนปล่อยน้ำ (Clarifier)
 - จ) กวนตะกอน (Sludge Thickener Drive Unit)
 - ฉ) คอมเพรสเซอร์ (Turbo Blower)
 - ช) เดิมอากาศเลี้ยงเชื้อ (Air Blower) กรองละเอียด (Fine Screen)
 - ซ) ก่อนปล่อยน้ำเสีย (Return Sludge Pump)

ผลจากระบบการบำบัดน้ำเสียจะออกมาอยู่ในรูปแบบค่ามาตรฐานที่กรุงเทพมหานครกำหนด ทำให้ข้อมูลเหล่านี้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำก่อนจะปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลอง ข้อมูลเหล่านี้จะถูกเก็บและส่งไปยังชุดควบคุมและแสดงผลบนระบบ SCADA ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำและถูกบันทึกเป็นรายงานประจำวัน นอกจากการเก็บข้อมูลในแต่ละกระบวนการบำบัดแล้วจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยการสำรวจ สถานะเครื่องจักรว่ามีสภาพเก่ามากเพียงใดและยังสามารถส่งข้อมูลได้อยู่หรือไม่ จากการเก็บข้อมูลภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำ พบว่ามีเครื่องจักรที่สามารถเก็บข้อมูลได้และเก็บข้อมูลไม่ได้เนื่องจากมีสภาพเก่าและชำรุด ดังรูปที่ 3.3 อินเวอร์เตอร์ใหม่ที่รับส่งข้อมูลได้และรูปที่ 3.4 ชุดควบคุมที่ชำรุดไม่สามารถรับส่งข้อมูล



รูปที่ 3.3 อินเวอร์เตอร์ใหม่ที่รับส่งข้อมูลได้



รูปที่ 3.4 ชุดควบคุมที่ชำรุดไม่สามารถรับส่งข้อมูล

จากการรวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพของโครงการควบคุมคุณภาพน้ำทั้ง 8 แห่งทำให้ได้ข้อมูลที่สำคัญที่ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพที่โรงควบคุมคุณภาพน้ำทั้ง 8 แห่งสามารถบำบัดน้ำเสียได้ และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กรุงเทพมหานครกำหนด ดังตารางที่ 3.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กรุงเทพมหานครกำหนด

ตารางที่ 3.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กรุงเทพมหานครกำหนด

STATION	BOD		SS		Total-N		Total-P		NH3-N		DO
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	OUT
1. โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	68.12	10.04	54.75	12.90	8.25	5.16	3.80	1.32	5.78	1.55	4.65
2. โรงควบคุมคุณภาพน้ำสี่พระยา	52.52	4.99	83.02	6.25	11.91	8.83	1.54	1.07	9.36	1.94	3.97
3. โรงควบคุมคุณภาพน้ำยานนาวา(ช่องนนทรี)	32.46	5.95	52.97	9.57	10.69	6.56	2.08	1.31	9.15	1.39	6.21
4. โรงควบคุมคุณภาพน้ำจตุจักร	32.94	6.86	32.94	6.86	14.13	7.60	2.05	1.17	11.16	1.99	6.84
5. โรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	34.45	4.97	41.25	9.69	14.35	7.98	1.91	1.24	12.09	2.27	6.43
6. โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม	43.19	5.07	72.58	6.82	11.63	6.01	1.93	0.64	6.75	0.88	6.18
7. โรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ	31.53	4.11	51.68	6.80	10.62	6.07	1.55	0.74	7.04	0.60	6.92
8. โรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อ	35.53	6.84	55.49	9.36	19.85	7.32	2.44	0.82	6.40	1.61	5.89

มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง ที่กรุงเทพมหานคร กำหนด	
1. BOD	≤ 20 mg/l
2. SS	≤ 30 mg/l
3. Total - N	≤ 10 mg/l
4. Total - P	≤ 2 mg/l
5. NH3 - N	≤ 3 mg/l

- 3) วิธีการค้นคว้าจากเอกสาร หรือสอบถามข้อมูล คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการค้นคว้าตามเอกสารจากแหล่งต่างๆ เช่น ห้องสมุด หนังสือ เป็นต้น หรือจากการจดบันทึก การบอกกล่าวจากบุคคลอื่น ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่หาได้ง่ายและมีแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่เชื่อถือได้ สามารถนำมาต่อขอคณะกรรมการงานวิจัยได้ เช่น การพูดคุยสอบถามบุคลากรภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ว่ากระบวนการขั้นตอนนี้ทำอะไรและมีเครื่องจักรใดในกระบวนการหรือรายชื่อเครื่องจักรและมีเครื่องจักรใดที่ชำรุด เป็นต้น ทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาวิจัยและเป็นสิ่งที่เชื่อถือได้ ตัวอย่างเอกสารข้อมูลที่ได้จากจากหน้าที่ใช้งานมาเป็นเวลา 10 ปี

3.1.2 ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

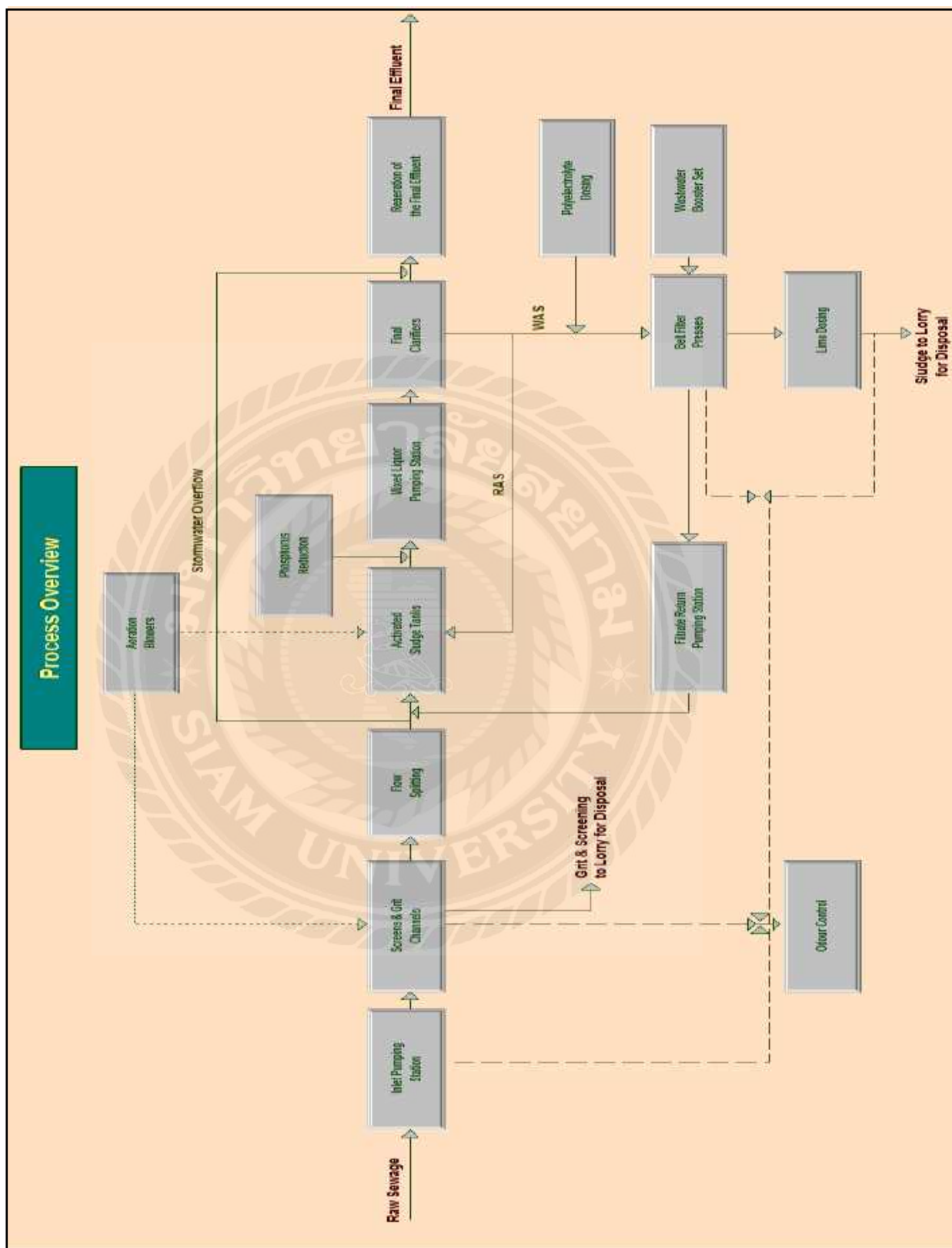
หลักการทำงานของระบบโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) โดยน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศ ซึ่งมีจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมากตามที่ออกแบบไว้ ภายในถังเติมอากาศจะมีสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนออกจากน้ำใส ตะกอนที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังส่วนหนึ่ง จะถูกสูบกลับเข้าไปถังเติมอากาศเพื่อรักษาความเข้มข้นของกากตะกอนจุลินทรีย์ (Sludge) ในถังเติมอากาศให้ได้ตามที่กำหนด อีกส่วนหนึ่งจะเป็นกากตะกอนน้ำเสียส่วนเกิน (Excess Sludge) ที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำทิ้งที่สามารถระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้ ขึ้นตอนบำบัด ดังตารางที่ 3.2 ระบบบำบัดและขั้นตอนการบำบัด

ตารางที่ 3.2 ระบบบำบัดและขั้นตอนการบำบัด มีทั้งหมด 4 ระบบ

Primary Treatment ระบบบำบัดขั้นต้น	Secondary Treatment ระบบบำบัดขั้นที่สอง	Tertiary Treatment ระบบบำบัดขั้นที่สาม	Disinfection ระบบบำบัดขั้นที่สี่
- กำจัดของแข็งขนาดใหญ่ - กำจัดของแข็งแขวนลอย - กำจัดไขมันและน้ำมันที่ไม่ละลายน้ำ - ปรับสภาพ เช่น ปรับ pH	- กำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ (บีโอดี) และแขวนลอยที่ย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ	- กำจัดสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยไม่ได้ - กำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส - กำจัดสีและกลิ่น - สารแขวนลอยอื่นๆ	- กำจัดเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ

จากตารางที่ 3.2 ระบบบำบัดและขั้นตอนการบำบัด มีทั้งหมด 4 ระบบ ดังนี้

- 1) ระบบบำบัดขั้นต้น เป็นกระบวนการแยกขยะและเตรียมน้ำสำหรับบำบัด
- 2) ระบบบำบัดขั้นที่สอง เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสีย
- 3) ระบบบำบัดขั้นที่สาม เป็นกระบวนการแยกน้ำดีน้ำเสียและบำบัดซ้ำ
- 4) ระบบบำบัดขั้นที่สี่ เป็นกระบวนการทำน้ำใสวัดผลและปล่อยน้ำคืน

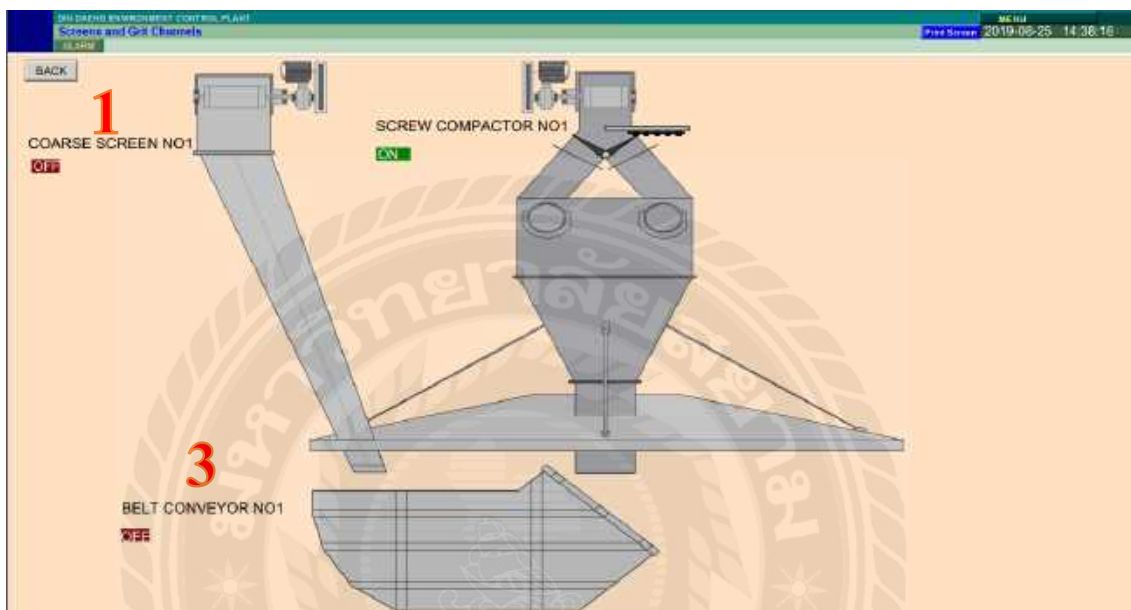


รูปที่ 3.6 ระบบบำบัดน้ำเสีย Activated Sludge with Biological Nutrients

3.1.3 ระบบบำบัดขั้นต้น กระบวนการบำบัดขั้นต้น

ระบบบำบัดขั้นต้น เป็นกระบวนการแยกขยะและเตรียมน้ำสำหรับบำบัด

1) กรองละเอียด กรองหยาบ แยกขยะออกจากน้ำ (Coarse Screen) ทำหน้าแยกขยะที่เป็นลักษณะของแข็งออกจากน้ำเป็นขั้นตอนการบำบัดเบื้องต้น ดังรูปที่ 3.7 กรองละเอียด กรองหยาบ แยกขยะออกจากน้ำ (Coarse Screen)

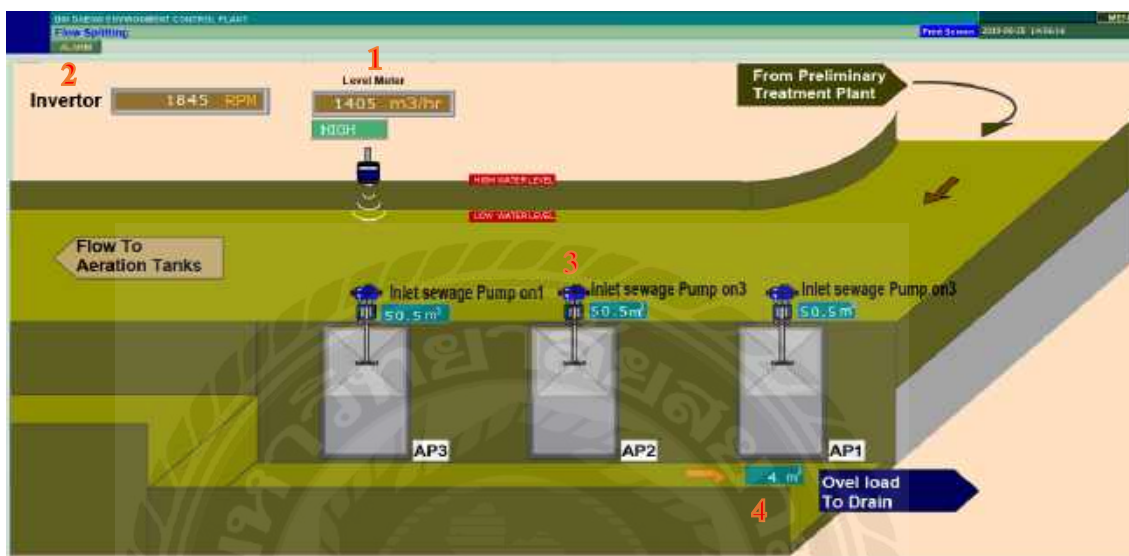


รูปที่ 3.7 กรองละเอียด กรองหยาบ แยกขยะออกจากน้ำ (Coarse Screen)

กระบวนการกรองละเอียด และกระบวนการกรองหยาบ เป็นกระบวนการในการแยกขยะออกจากน้ำ และ จัดการขยะเหล่านั้นด้วยการบีบอัดเป็นก้อนรอการทิ้ง จากรูปที่ 3.7 สังเกตเห็นว่ากระบวนการนี้สามารถบอกสถานะของมอเตอร์ รับส่งข้อมูลด้วย สัญญาณดิจิทัล (DI) สามารถตรวจเช็คสถานะได้ดังนี้

1. Coarse Screen No.1 สถานะหยุดการทำงาน **OFF**
2. Screw Compaction No.1 สถานะกำลังทำงาน **ON**
3. Belt Conveyor No.1 สถานะหยุดการทำงาน **OFF**

2) การสูบน้ำเข้าโรงบำบัด ปั่นน้ำเสีย (Sewage Pump) ปั่นน้ำดิบ ทำหน้าที่เป็นสถานีสูบน้ำสูบน้ำเสียที่ผ่านการกรองหยาบเข้าสู่กระบวนการบำบัดต่อไป และ ยังทำหน้าที่วัดปริมาณน้ำที่เข้าสู่ระบบ ดังรูปที่ 3.8 กระบวนการสูบน้ำเข้าโรงบำบัด

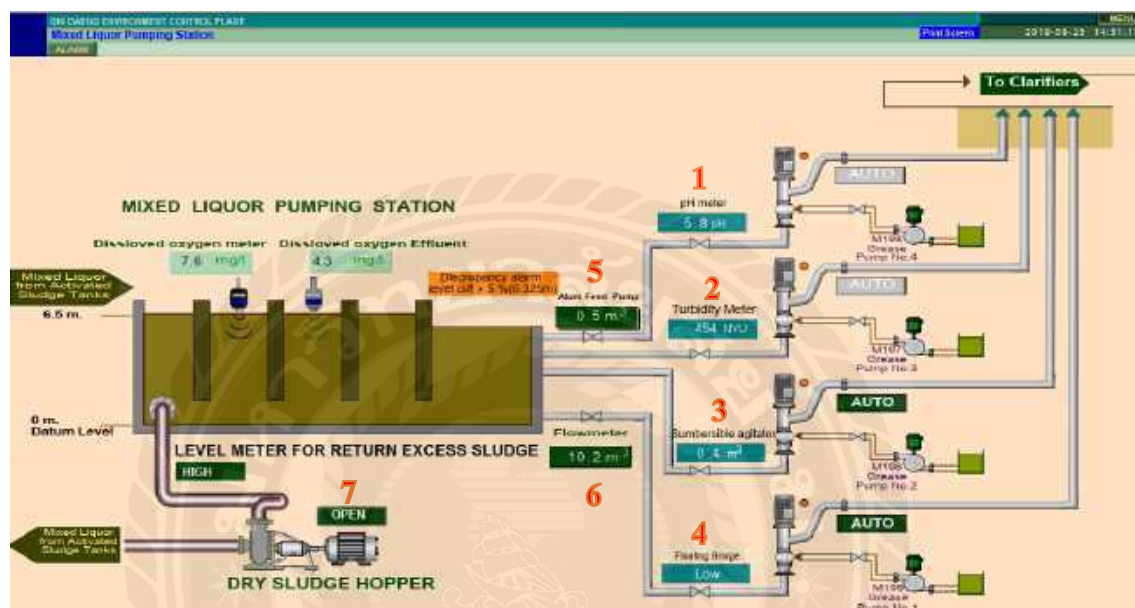


รูปที่ 3.8 กระบวนการสูบน้ำเข้าโรงบำบัด

กระบวนการสูบน้ำเข้าโรงบำบัดเป็นกระบวนการที่ผ่านการกรองหยาบ และกรองละเอียด ทำให้น้ำในกระบวนการนี้เป็นน้ำดิบที่ไม่มีขยะปะปนอยู่ในกระบวนการนี้สามารถจับปริมาณน้ำที่จะเข้ากระบวนการบำบัด และ ปริมาณน้ำต้องไม่มากเกิดกำลังการบำบัดน้ำเสีย เมื่อน้ำมีปริมาณมากเกินไปน้ำดิบเหล่านี้ก็จะถูกเครนทิ้งออกสูบลำคลอง โดยที่ไม่มีขยะปะปนแล้ว สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

1. Level Meter การวัดปริมาณน้ำที่เข้าในระบบ
2. Inverter อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ สูบน้ำเข้าระบบ และถูกเซตไว้ที่ 1,845 รอบต่อนาที
3. Inlet Sewage Pump ทำหน้าที่ส่งน้ำเข้ากระบวนการบำบัดกระบวนการบำบัด ด้วยอัตรา 50.5 ลูกบาศก์ลิตร ต่อ 9.27 นาที ปริมาณน้ำถูกส่งไปรวม 1,404 ลูกบาศก์ลิตร (กำลังสูงสุดของการบำบัดน้ำเท่ากับ 1,400 ลูกบาศก์ลิตร ต่อชั่วโมง)
4. Raw Water Drain ปริมาณน้ำที่เกินจากการบำบัดน้ำเสีย วัดได้ 4 ลูกบาศก์ลิตรต่อชั่วโมง

3) กระบวนการบำบัดน้ำบ่อดักตะกอน บ่อน้ำใส สารส้ม เติมอากาศ (Processed) กระบวนการบำบัดน้ำเสียประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้ การดักตะกอน การทำน้ำใส การเติมสารส้มและการเติมอากาศ ในขั้นตอนนี้จะทำการวัดค่าพารามิเตอร์ ดังรูปที่ 3.9 กระบวนการบำบัดน้ำบ่อดักตะกอน



รูปที่ 3.9 กระบวนการบำบัดน้ำบ่อดักตะกอน

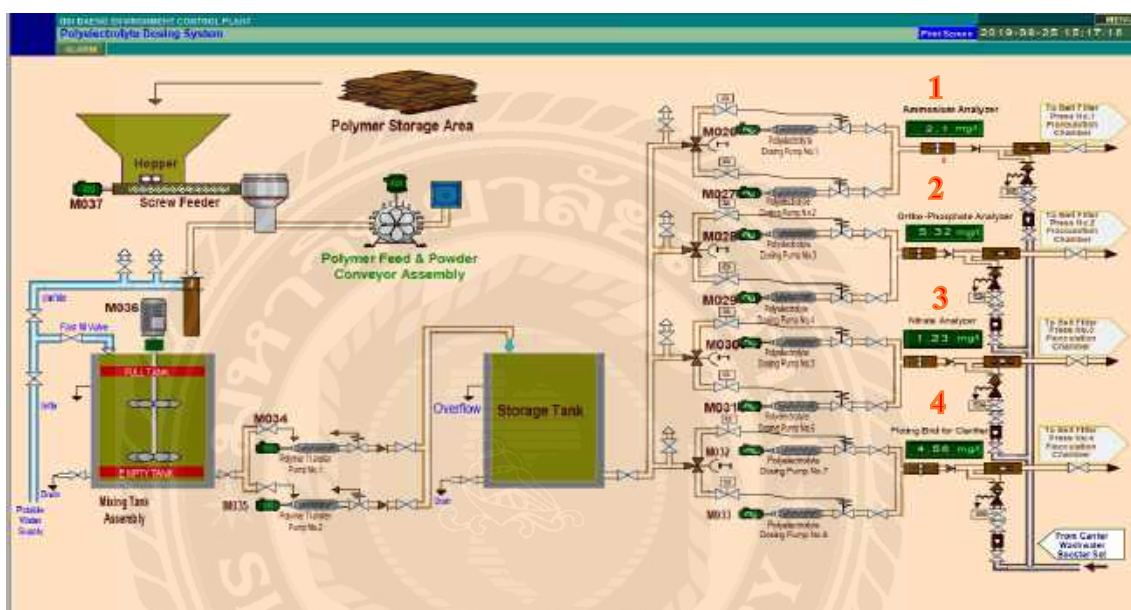
กระบวนการบำบัดน้ำเสีย คือการผสมสารต่างๆ เพื่อให้ น้ำดักตะกอน และน้ำที่เป็นตะกอนนี้จะสูบไปสู่กระบวนการกวนตะกอน ส่วนน้ำที่ผ่านการดักตะกอนจะเป็นน้ำสุดท้ายไปสู่กระบวนการทำน้ำใส ในกระบวนการบำบัดนี้จะเห็นว่าสามารถวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

1. ค่า pH วัดค่าได้ 5.8 ใกล้เคียง 7 ตามมาตรฐาน
2. ค่า Turbidity หรือค่าความขุ่นขึ้นขึ้นต้น ถึงกระบวนการทำน้ำให้ใส
3. ค่า Submersible Agitator หรือ ตรวจจับค่าน้ำเสีย
4. ค่า Floating Bridge หรือ ตรวจค่าความใส
5. จุดเพิ่มค่า สารส้มในน้ำ Alum Feed Pump ทำหน้าที่เพิ่มระดับสารส้มขึ้นต้น ก่อนวันค่า pH
6. จุดปริมาณน้ำก่อน เข้าสู่การวัดความใส
7. สถานะของเครื่องสูบน้ำตะกอนกันถึง Dry Sludge Hopper

3.1.4 ระบบบำบัดขั้นที่สอง

ระบบบำบัดขั้นที่สอง เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

1) ขบวนการทำน้ำใส วัดประมาณสารก่อนปล่อยน้ำใส (Clarifier) ขบวนการทำน้ำใสทำหน้าที่วัดปริมาณสารต่าง ๆ หลังจากการเติมปูนขาวเพื่อเร่งปฏิกิริยาการตกตะกอนของตะกอน ก่อนปล่อยน้ำเข้าสู่ระบบกวนตะกอนจะต้องทำการวัดสารเคมีต่างๆ เพื่อให้สารเคมีเร่งปฏิกิริยาการตกตะกอนซ้ำในขั้นตอนการบำบัดน้ำซ้ำ

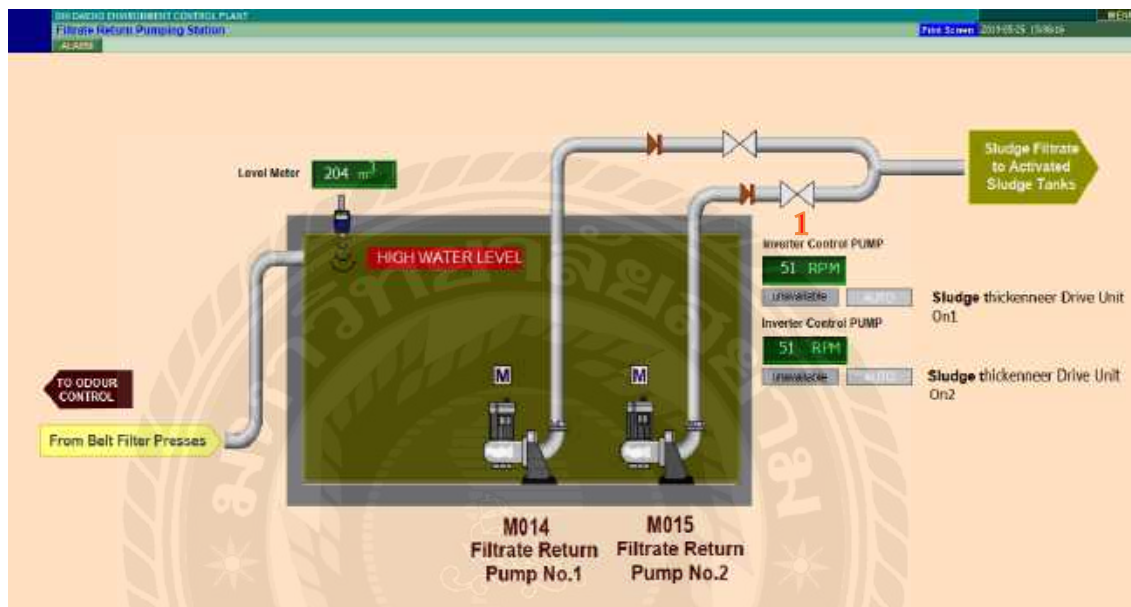


รูปที่ 3.10 ขบวนการทำน้ำใส วัดประมาณสารก่อนปล่อยน้ำ

กระบวนการวัดประมาณสารก่อนปล่อยน้ำ ตะกอนที่ได้จากเครื่องสูบตะกอน (Dry Sludge Hopper) ในกระบวนการบำบัดน้ำ ผ่านการเติมปูนขาว และ สารอื่นเพื่อให้ น้ำเหล่านี้ตกตะกอนอีกครั้ง เข้าสู่กระบวนการกวนตะกอนและกระบวนการบำบัดน้ำซ้ำต่อไป โดยสามารถวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ดังนี้

1. เครื่องวัดปริมาณแอมโมเนีย Ammonium Analyzer สามารถวัดค่าได้ 2.1 mg/l
2. เครื่องวัดปริมาณฟอสเฟส Other-Phosphate analyzer สามารถวัดค่าได้ 5.32 mg/l
3. เครื่องวัดปริมาณไนเตรด Nitrate Analyzer สามารถวัดค่าได้ 1.23 mg/l
4. เครื่องวัดความใสของน้ำเสีย Floating Braid for Clarifier สามารถวัดค่า 4.56 mg/l

2) กวนตะกอน (Sludge Thickener Drive Unit) ขั้นตอนนี้ ทำหน้าที่กวนตะกอนที่ได้มาจากการตกตะกอนในกระบวนการบำบัดน้ำเสียและเมื่อกวนตะกอนได้สักระยะจะเกิดตะกอนแขวนลอย ซึ่งตะกอนดังกล่าวไม่สามารถบำบัดได้ด้วยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ กินสารอินทรีย์ ดังนั้นตะกอนแขวนลอยจะถูกสูบไปยังกระบวนการบีบอัดตะกอนต่อไป ดังรูปที่ 3.11 กวนตะกอน



รูปที่ 3.11 กวนตะกอน

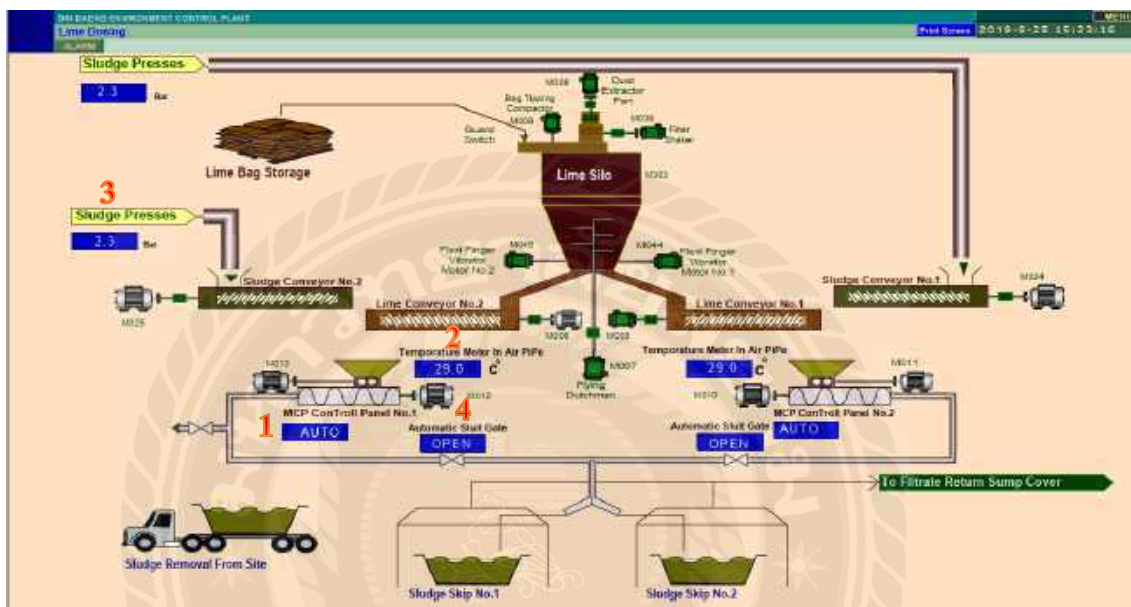
กระบวนการกวนตะกอนเป็นกระบวนการที่น้ำกึ่งตะกอนที่ได้จากกระบวนการบำบัดที่ผ่านกระบวนการเติมสารและวัดสารต่างๆ น้ำเหล่านี้จะถูกส่งมาเข้าระบบกระบวนการกวนตะกอนเพื่อให้ น้ำกึ่งตะกอนกลายเป็นตะกอนแข็ง โดยอาศัยหลักการละลายของน้ำ กากตะกอนลอยแข็งจะถูกส่งไปยังกระบวนการบีบอัดตะกอนรอการทิ้ง ส่วนตะกอนที่จมจะถูกสูบเข้าไปบำบัดซ้ำ สามารถควบคุมการระเหยของน้ำด้วยการกวน เพื่อเร่งปฏิกิริยากวนระเหย (Oxide Catalyst) โดยการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ วัดค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

1. Sludge Thickener Drive Unit หรือเครื่องกวนตะกอน ทำหน้าที่กวนน้ำกึ่งตะกอน ให้เป็นกากตะกอนของแข็งลอย ด้วยการปรับความเร็วรอบที่มอเตอร์ (Filtrate Return) ให้อยู่ที่ความเร็ว 51 รอบต่อนาที โดยความเร็วรอบนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสการ

3.1.5 ระบบบำบัดขั้นที่สาม

ระบบบำบัดขั้นที่สาม เป็นกระบวนการ แยกน้ำดี น้ำเสีย และบำบัดซ้ำ

1) คอมเพรสเซอร์ (Turbo Blower) กระบวนการลำเลียงตะกอนทิ้งหรือเรียกว่าการ
บีบอัดตะกอนเพื่อให้เป็นก้อนเพื่อความสะดวกในการขนย้ายและทำลายทิ้ง รูปที่ 3.12
คอมเพรสเซอร์ กระบวนการลำเลียงตะกอนทิ้ง

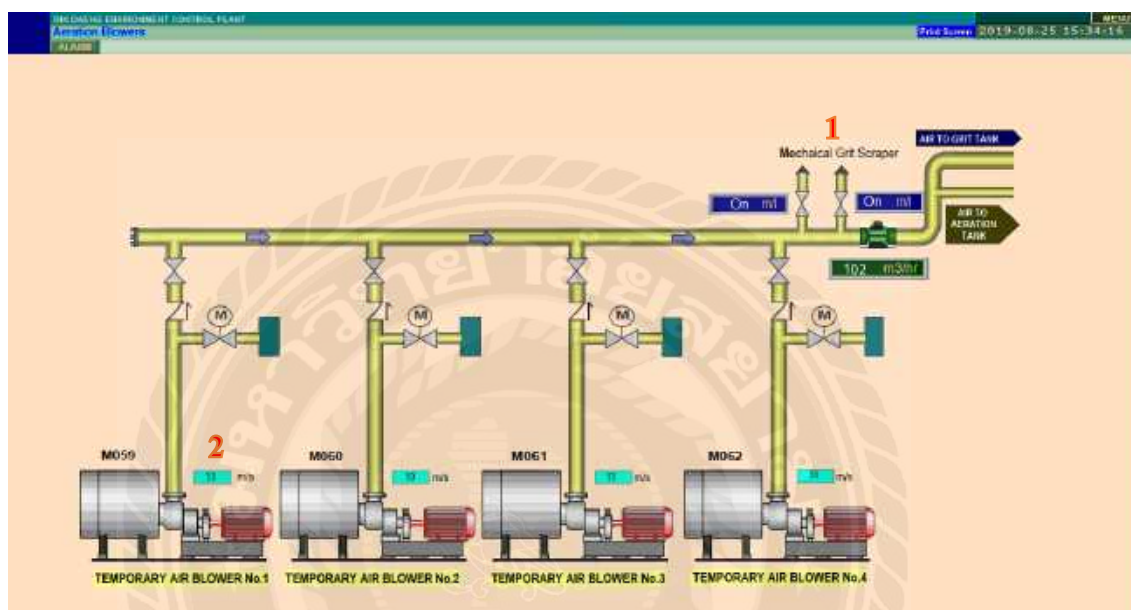


รูปที่ 3.12 คอมเพรสเซอร์ กระบวนการลำเลียงตะกอนทิ้ง

กระบวนการลำเลียงตะกอนทิ้ง เป็นกระบวนการสูบตะกอนแข็งจากกระบวนการต่าง ๆ ด้วยแรงดันรวมทั้งขยะจากกระบวนการกรองละเอียดและกรองหยาบ เข้ามาบดอัดรวมให้เป็นก้อน และรอดำเนินการกำจัดทิ้งต่อไป กระบวนการนี้สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

1. MCP Control Panel เครื่องลำเลียงตะกอนกำลังงานอยู่ สถานะ Auto หมายถึงทำงานอัตโนมัติ เมื่อประตูถูกเปิดอยู่
2. Temperature Meter In Air Pipe อุณหภูมิตะกอนที่ถูกลำเลียงในท่อมีอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ประตูลำเลียงจึงเปิดออก
3. Pressure Meter Air Pipe ถูกส่งมาด้วยแรงดันของ Turbo Blower แรงดันอากาศในท่อส่งที่วัดได้ 2.3 บาร์
4. Automatic Sludge Gate ประตูลำเลียงถูกเปิดอยู่เนื่องจากอุณหภูมิไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส

2) เติมอากาศเลี้ยงเชื้อ (Air Blower) และกรองละเอียด (Fine Screen) กระบวนการนี้ทำหน้าที่เติมอากาศในท่อเพื่อให้จุลินทรีย์มีชีวิต และเจริญแพร่พันธุ์ เพื่อกัดกินสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย เมื่อสารอินทรีย์เหล่านี้ตกตะกอนก็จะทำให้เกิดน้ำใสขึ้น และกระบวนการน้ำยังมีขั้นตอนการกรองละเอียดเพื่อคัดเศษขยะ ไม่ให้ขยะเหล่านี้หลงเหลือเข้าไปในบ่อเลี้ยงเชื้อ



รูปที่ 3.13 เติมอากาศเลี้ยงเชื้อ กรองละเอียด

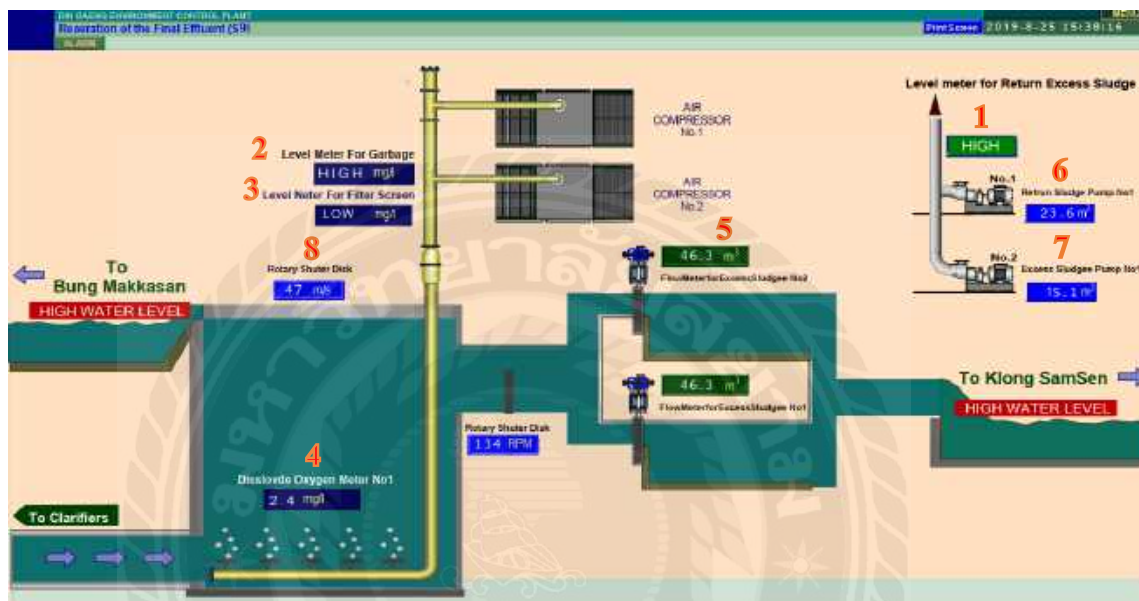
กระบวนการเติมอากาศเข้าสู่ถังเลี้ยงเชื้อ อาศัยหลักการเติมอากาศเข้าในท่อน้ำดิบ (Aeration Pipe) เข้าสู่ถังบำบัดด้วยจุลินทรีย์ชีพ (Aeration Tank) เพื่อให้จุลินทรีย์ชีพเจริญเติบโต และ กระบวนการนี้ยังมีเครื่องกรองละเอียด (Mechanical Grit) เพื่อกรองตะกอนละเอียดดังรูปที่ 3.13 เติมอากาศเลี้ยงเชื้อ กรองละเอียด ซึ่งสามารถวัดค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

1. Mechanical Grit Scraper เครื่องจับเศษตะกอน อยู่ที่สถานะ ON โดยคัดตะกอนละเอียดเป็น m/l
2. Temporary Air Blower เครื่องเติมอากาศปล่อยปริมาณลมเท่าเดิม 50 m/s เพื่อรักษาแรงดันน้ำในท่อส่งน้ำ

3.1.6 ระบบบำบัดขั้นที่สี่

ระบบบำบัดขั้นที่สี่ เป็นกระบวนการทำน้ำใสวัดผลและปล่อยน้ำคืน

1) ก่อนปล่อยน้ำดี (Return Sludge Pump) หลักการของการบำบัดขั้นสุดท้ายคือการทำน้ำให้ใสและการเติมอากาศเพื่อให้ น้ำที่บำบัดมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอต่อสิ่งมีชีวิตในแม่น้ำลำคลอง



รูปที่ 3.14 ขบวนการก่อนปล่อยน้ำดี

กระบวนการก่อนปล่อยน้ำดี (Return Sludge Pump) กระบวนการสุดท้ายของการบำบัดน้ำเสีย น้ำจากกระบวนการนี้มาจากกระบวนการบำบัดที่วัดค่า pH ผ่านไกล์เคียงระดับ 7 ตามมาตรฐานการบำบัดน้ำ ค่า (Turbidity) หรือค่าความขุ่นไม่มาก และมีค่า (Submersible Agitator) หรือตรวจจับค่าน้ำเสีย ผ่านมาตรฐาน สุดท้ายค่า (Floating Bridge) หรือตรวจค่าความใสผ่าน จนสามารถมองเห็นพื้นน้ำ และ มีปริมาณออกซิเจนเพียงพอต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ กระบวนการนี้สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

1. Level meter for Return Excess Sludge ระดับปริมาณตะกอนที่ไม่ผ่านมาตรฐาน ถ้าอยู่ในระดับ HIGH จะถูกส่งเข้าไปกวนตะกอนในระบบ
2. Level Meter for Garbage เป็นเครื่องวัดระดับปริมาณขยะต่อลิตร ที่อยู่ในกระบวนการกรองละเอียดและเติมอากาศ

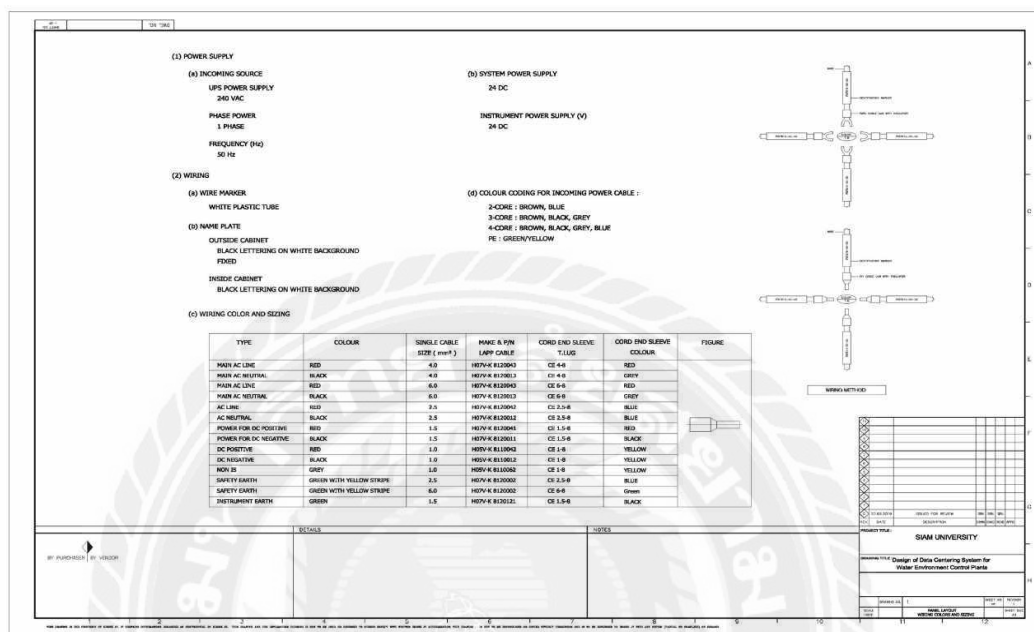
3. Level Meter For Filter Screen เป็นเครื่องวัดระดับปริมาณระดับตะกอนละเอียด ต่อลิตรที่อยู่ในกระบวนการกรองละเอียดและเติมอากาศ
4. Dissolved Oxygen Meter No.1 เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนในกระบวนการน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้ววัดเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร
5. Flow Meter for Excess Sludge เครื่องวัดปริมาณตะกอนส่วนเกินที่เหมาะสมและสามารถปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองได้
6. Return Sludge Pump ปริมาณน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัด
7. Excess Sludge Pump ปริมาณน้ำที่ไม่ผ่านกระบวนการและต้องกลับไปบำบัดซ้ำยังถังกวนตะกอน
8. Exhaust Fan พัดลมระบายแก๊สในในถังเติมอากาศที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

3.2 การออกแบบตู้ควบคุมโดยใช้โปรแกรม Auto CAD

ในการออกแบบตู้ควบคุมทั้งหมดประกอบไปด้วย อุปกรณ์ไฟฟ้า ชุดควบคุมด้วยโปรแกรมพีแอลซี (Programmable Logic Controller Program: PLC) อุปกรณ์จัดเก็บฐานข้อมูล ออกแบบโดยใช้โปรแกรม (Auto CAD) และดำเนินการจัดสร้างตู้ควบคุมจริงเพื่อใช้งานในระบบศูนย์ข้อมูล ตู้ควบคุมนี้มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ และมีมาตรฐานอุตสาหกรรมสามารถรองรับข้อมูลรับส่งข้อมูลด้วยระบบดิจิทัล และ อนุโลก ขั้นตอนการออกแบบระบบตู้ควบคุมที่ใช้รับส่งข้อมูล ด้วยโปรแกรม (Auto CAD) ดังนี้

- 1) รายละเอียดขนาดสายไฟฟ้าและสีของสายไฟฟ้า
- 2) รายละเอียดด้านหน้าตู้และอุปกรณ์
- 3) รายละเอียดด้านหลังตู้และอุปกรณ์
- 4) รายละเอียดด้านในตู้และอุปกรณ์ด้านหน้า
- 5) รายละเอียดด้านในตู้และอุปกรณ์ด้านหลัง

การออกแบบระบบตู้ควบคุมที่ใช้รับส่งข้อมูลโดยใช้โปรแกรม (Auto CAD) ออกแบบเพื่อเป็นตัวอย่างของชุดควบคุมที่สามารถรับส่งข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นต้นแบบอุปกรณ์ ด้านฮาร์ดแวร์ ที่ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลที่ศูนย์ข้อมูลสำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำ



รูปที่ 3.15 รายละเอียดขนาดสายไฟฟ้าและสีของสายไฟฟ้า

3.2.1 ขั้นตอนการเลือกใช้สายไฟฟ้าให้เหมาะกับการใช้งาน

การออกแบบระบบสายไฟฟ้าที่ใช้ภายในตู้ควบคุมถือเป็นเรื่องสำคัญมากเนื่องจากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ไม่เท่ากันและการใช้ประเภทไฟฟ้าก็แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์นั้นว่าต้องการกระแสไฟฟ้า AC หรือ DC ขนาดเท่าใด โดยคำนวณจากมาตรฐาน ขนาดสายไฟฟ้า มอก. 11-2553 เป็นหลักเพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน สายที่ใช้เป็นสายไฟฟ้าที่เกิดคว้นน้อยเพื่อไม่ให้อุปกรณ์ที่มีมูลค่าสูงภายในตู้เกิดความเสียหายจากการที่สายไฟฟ้าลัดวงจร สูตรการเลือกสายไฟฟ้าที่มีค่ามากกว่า I_t ขนาดตัวคูณปรับค่า (C_a , C_g) C_a : อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม C_g : จำนวนกลุ่มเดินสายไฟฟ้า หาขนาดกระแสไฟฟ้าที่ต้องการ (I_t) ได้เป็นดังนี้

$$I_t = I_n / (C_a \times C_g) \quad (3.1)$$

การแยกสายไฟฟ้าที่มีแรงดันต่างกัน ให้อยู่ในกล่องสายไฟฟ้าที่แตกต่างกันระหว่างไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และ ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เพื่อความปลอดภัยในการซ่อมบำรุงรักษา หรือการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุด สายนำไฟฟ้าภายในตู้ทั้งหมดถูกวางลงบนกล่องสายไฟฟ้าที่ออกแบบให้มีขนาดพื้นที่ว่างมากกว่า 40 % เพื่อการระบายความร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำไฟฟ้า

การออกแบบระบบสายกราวด์ 2 วงจรภายในตู้ควบคุมดังนี้

- 1) Safety Earth คือสายกราวด์อุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ออกแบบให้มีขนาดสายไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่าสายตัวนำไฟฟ้าที่จ่ายให้อุปกรณ์ที่ใช้กระแสสูงสุด เพื่อให้กระแสลัดวงจรไหลผ่านสายกราวด์ได้สะดวก และป้องกันอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ชำรุดเสียหาย
- 2) Safety Instrument คือสายกราวด์อุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ออกแบบให้มีขนาดสายไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่าสายตัวนำไฟฟ้าที่จ่ายให้อุปกรณ์ที่ใช้กระแสสูงสุด เพื่อให้กระแสไฟฟ้าลัดวงจรไหลผ่านสายกราวด์ได้สะดวก และป้องกันอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ชำรุดเสียหาย

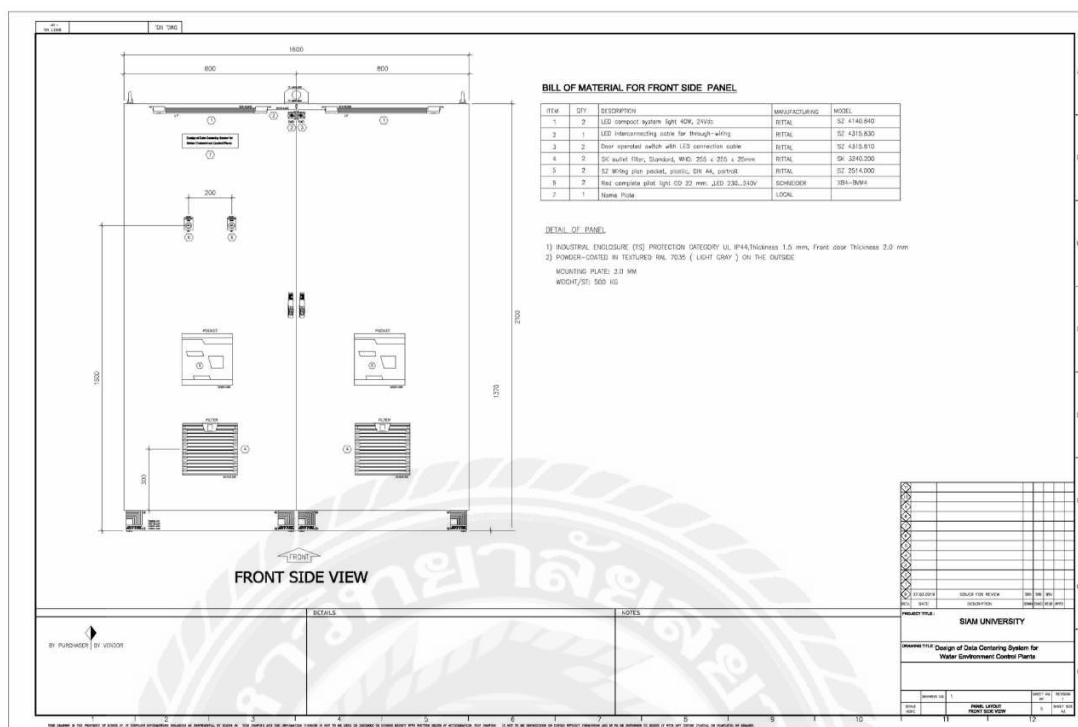
สาเหตุที่ทำการแยกสายกราวด์ และบัสบาร์ ระหว่าง Safety Earth กับ Safety Instrument ออกจากกันเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรระหว่างไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และไฟฟ้ากระแสตรง (DC) สัมผัสกันโดยตรงเนื่องจากความต่างศักย์ระหว่างไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ค่าสูงกว่าไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรอาจทำให้อุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เสียหายได้

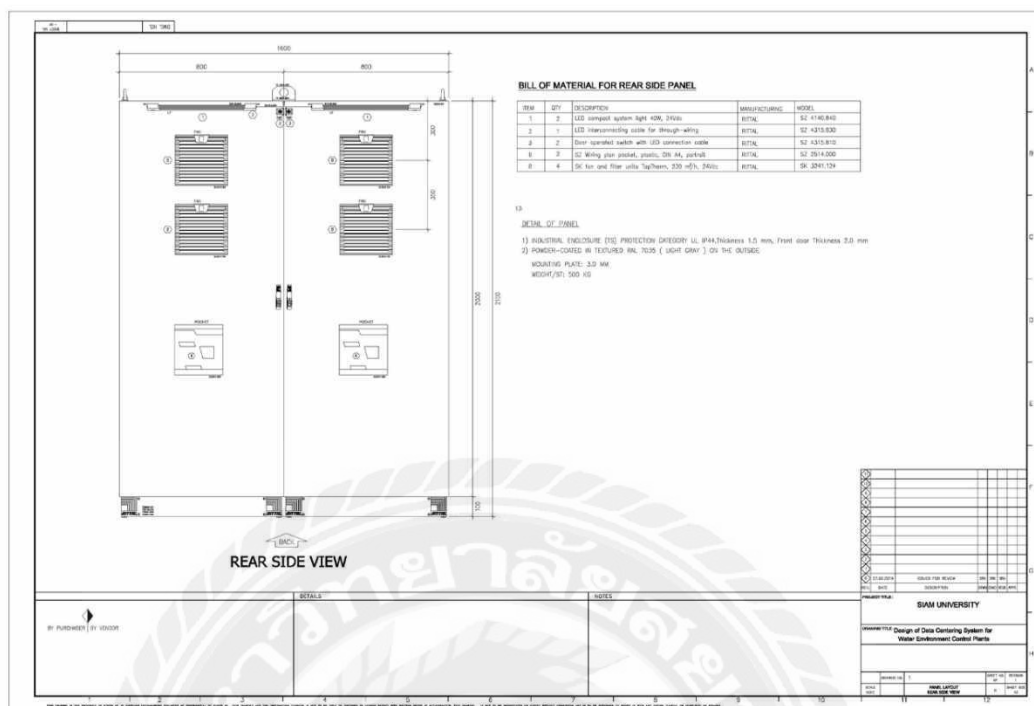
ตารางที่ 3.3 ขั้นตอนการเลือกใช้งานสายไฟให้เหมาะกับการใช้งาน

Types	Colors	Sizes
Main AC Line 220V < 32 A	Blown	4.0 sq.mm ,6.0 sq.mm
Main AC Neutral 220V < 32 A	Blue	4.0 sq.mm ,6.0 sq.mm
AC Line 220V < 2 A	Blown	2.5 sq.mm
AC Neutral 220V < 2 A	Blue	2.5 sq.mm
Power for DC Positive 24V < 0.5A	Red	1.0 sq.mm
Power for DC Negative 24V < 0.5A	Black	1.0 sq.mm
PLC DC Positive 24V < 0.5A	Red	1.0 sq.mm
PLC DC Negative	Black	1.0 sq.mm
Safety Earth	Green with Yellow Stripe	4.0 sq.mm ,6.0 sq.mm
Safety Instrument	Green	1.5 sq.mm

ข้อควรระวังในการเลือกใช้งานสายไฟฟ้างตามตารางที่ 3.3 และการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. ชนิด และขนาดของสายไฟฟ้า ไม่เหมาะสมกับตัวต่อสายหรือขั้วต่อสายของบริภัณฑ์ตัวต่อสายและขั้วต่อสายต้องเหมาะสมกันทั้งชนิดและขนาด
2. ตรวจสอบขั้วต่อของสายไฟให้ใช้งานได้ที่กำหนดโดยผู้ผลิต การขยายตัวของสายไฟฟ้าเมื่อมีกระแสไหลมากและหดตัวเมื่อกระแสลดลง ทำให้จุดต่อสายหลวมได้ ถ้าไม่ได้ทอร์คตามที่กำหนดซึ่งอาจมากเกินไปหรือน้อยเกินไป
3. การบีบสายไม่เหมาะสม เกิดกับตัวต่อสายที่ต้องใช้วิธีบีบให้แน่น
4. สายไม่เข้าที่มักเกิดกับตัวต่อสายชนิดเสียบแน่น (Quick Connection Terminal) เมื่อเสียบสายแล้วสายอาจไม่ตรงตำแหน่งที่ต้องการ ทำให้หน้าสัมผัสร้อนและเกิดความร้อนสูงได้





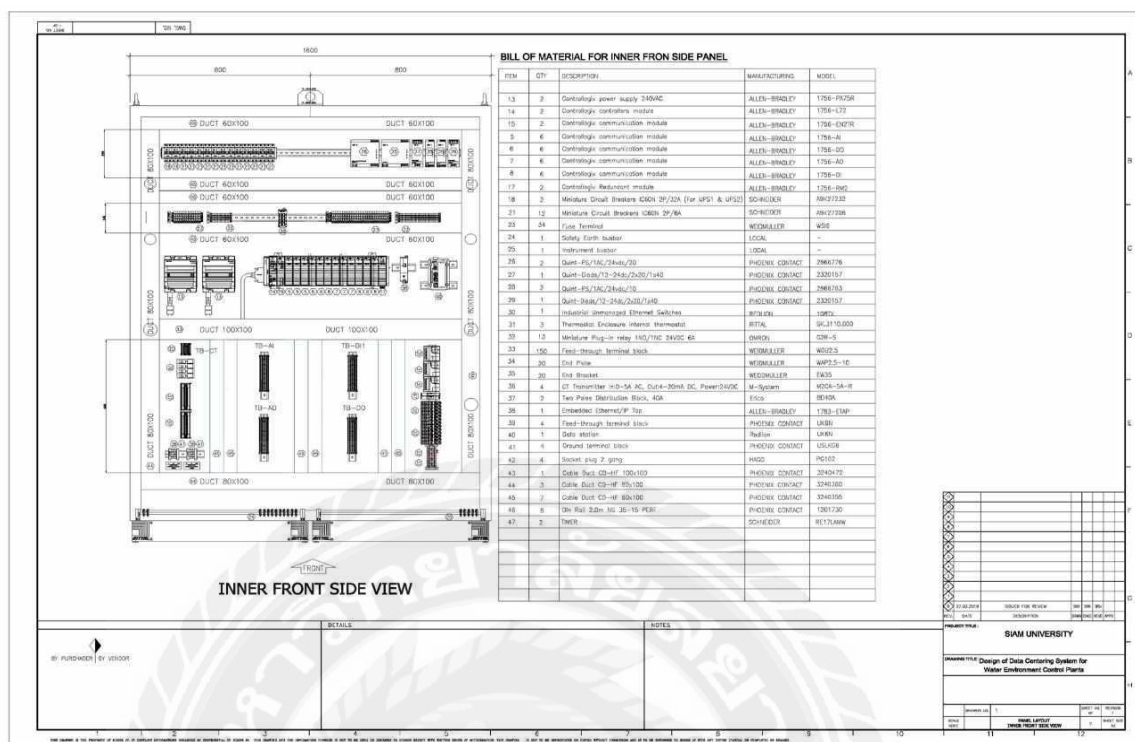
รูปที่ 3.17 รายละเอียดด้านหลังตู้ควบคุมและชื่ออุปกรณ์

3.2.3 ขั้นตอนการเลือกใช้อุปกรณ์ ด้านหลังตู้ควบคุม

ผู้วิจัยออกแบบอุปกรณ์ด้านหน้าตู้ควบคุมให้มีความทันสมัย และ ประสิทธิภาพเดียวกับ อุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้ใช้งานได้ยาวนานขึ้น ผู้วิจัยติดตั้งระบบแสดงสถานะการทำงานของตู้ควบคุม โดยใช้หลอด LED แสดงสถานะอุปกรณ์ กำลังทำงาน พร้อมทั้งติดตั้งหลอดจำนวน 4 ตัว โดยใช้ 2 วงจรควบคุม วงจรแรกจะทำงานเมื่ออุณหภูมิ ภายในตู้สูงเกิน 35 องศาเซลเซียส และวงจรที่สองจะทำงานเมื่อวงจรแรกเกิดความเสียหาย โดยจะ ส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมพร้อมแจ้งสถานะการทำงานของพัดลมชุดที่สอง ทำให้ตู้คอลโทรลมี ระบบระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพ พร้อมสำหรับการส่งข้อมูลแบบ ดังตารางที่ 3.5 การ เลือกใช้อุปกรณ์ด้านหลังตู้ควบคุม

ตารางที่ 3.5 การเลือกใช้อุปกรณ์ด้านหลังตู้ควบคุม

ITEM	QTY	DESCRIPTION	MANUFACTURING	MODEL
1	2	LED compact system light 40W, 24Vdc	RITTAL	SZ 4140.840
2	1	LED interconnecting cable for through-wiring	RITTAL	SZ 4315.830
3	2	Door operated switch with LED connection cable	RITTAL	SZ 4315.810
4	2	SK outlet filter, Standard, WHD: 255 x 255 x 25mm	RITTAL	SK 3240.200
5	2	SZ Wiring plan pocket, plastic, DIN A4, portrait	RITTAL	SZ 2514.000
6	2	Red complete pilot light OD 22 mm, LED 230...240V	SCHNEIDER	XB4-BVM4
7	1	Name Plate	LOCAL	



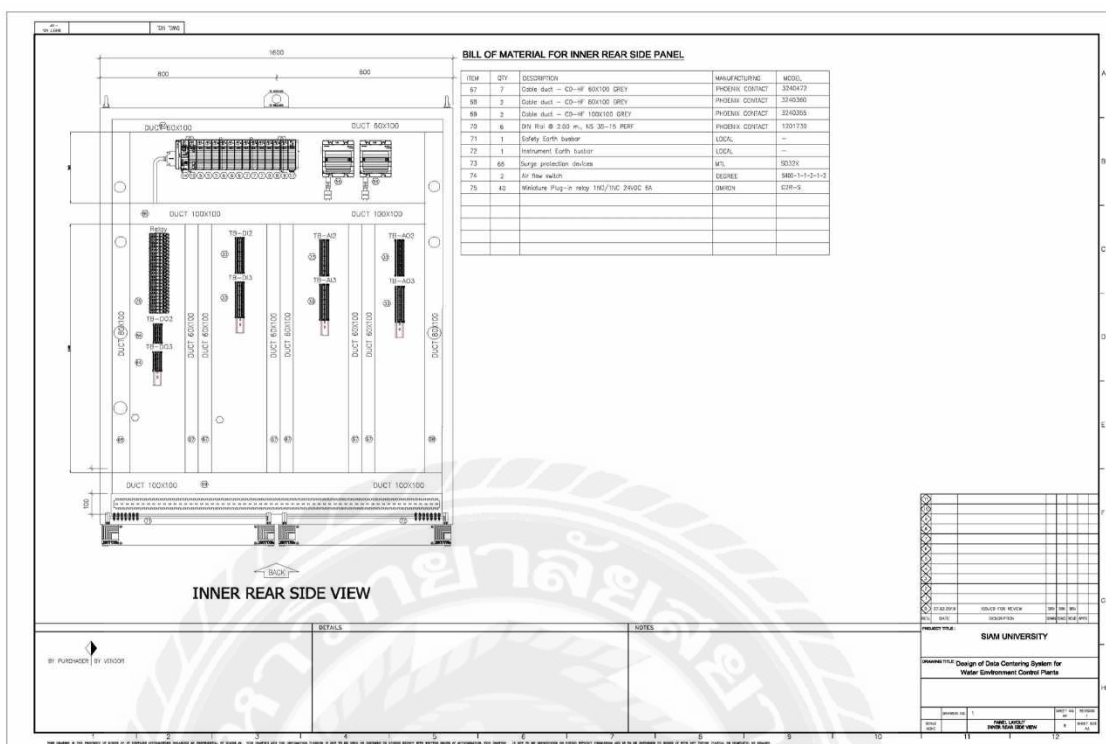
รูปที่ 3.18 รายละเอียดภายในตู้ด้านหน้าและอุปกรณ์

3.2.4 ขั้นตอนการเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมด้านหน้า

ผู้วิจัยเลือกอุปกรณ์ชุดควบคุม ที่สามารถ รับ-ส่ง สัญญาณได้ทั้งระบบอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล โดยมีเซอร์กิตเบรกเกอร์และฟิวเวอร์ซ์ฟลาย ที่ใช้แปลงกระแสไฟสลับเป็นกระแสไฟตรง อุปกรณ์จะสลับการทำงานกรณีช่องส่งสัญญาณชำรุด อุปกรณ์จัดเก็บฐานข้อมูล อุปกรณ์สำหรับควบคุมวงจรพัลลัม และกล่องเก็บสายตัวนำไฟฟ้าขนาดต่างๆ ลักษณะการทำงานของชุดควบคุมชุดแรกสามารถรับข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำโดยรับข้อมูลได้ทั้ง สัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล แต่ละช่องสัญญาณจะมีชุดสำรองเมื่อเกิดเหตุช่องสัญญาณเสียจะทำการสลับช่องสัญญาณตัวที่สองอัตโนมัติ สัญญาณที่ถูกส่งมาจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำผ่านช่องสัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิทัล จะถูกส่งไปยังอุปกรณ์รับฐานข้อมูลที่ชื่อว่า (Data Station) จากนั้นจะทำการส่งสัญญาณต่อไปยังโปรแกรมฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ชื่อว่า (SQL) ชุดควบคุมชุดแรกจะเป็นทางต้นทางที่รวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดงโดยรับเป็นสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล สัญญาณเหล่านี้จะถูกแปลง เป็นประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำ มีอุปกรณ์ ดังตารางที่ 3.6 การเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมส่วนหน้า

ตารางที่ 3.6 การเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมส่วนหน้า

ITEM	QTY	DESCRIPTION	MANUFACTURING	MODEL
13	2	Controllogix power supply 240VAC	ALLEN-BRADLEY	1756-PA75R
14	2	Controllogix controllers module	ALLEN-BRADLEY	1756-L72
15	2	Controllogix communication module	ALLEN-BRADLEY	1756-EN2TR
5	6	Controllogix communication module	ALLEN-BRADLEY	1756-AI
6	6	Controllogix communication module	ALLEN-BRADLEY	1756-DO
7	6	Controllogix communication module	ALLEN-BRADLEY	1756-AO
8	6	Controllogix communication module	ALLEN-BRADLEY	1756-DI
17	2	Controllogix Redundant module	ALLEN-BRADLEY	1756-RM2
18	2	Miniature Circuit Breakers IC60N 2P/32A (For UPS1 & UPS2)	SCHNEIDER	A9K27232
21	12	Miniature Circuit Breakers IC60N 2P/6A	SCHNEIDER	A9K27206
23	34	Fuse Terminal	WEIDMULLER	WSI6
24	1	Safety Earth busbar	LOCAL	-
25	1	Instrument busbar	LOCAL	-
26	2	Quint-PS/1AC/24vdc/20	PHOENIX CONTACT	2866776
27	1	Quint-Diode/12-24dc/2x20/1x40	PHOENIX CONTACT	2320157
28	2	Quint-PS/1AC/24vdc/10	PHOENIX CONTACT	2866763
29	1	Quint-Diode/12-24dc/2x20/1x40	PHOENIX CONTACT	2320157
30	1	Industrial Unmanaged Ethernet Switches	REDLION	108TX
31	3	Thermostat Enclosure internal thermostat	RITTAL	SK.3110.000
32	13	Miniature Plug-in relay 1NO/1NC 24VDC 6A	OMRON	G2R-S
33	150	Feed-through terminal block	WEIDMULLER	WDU2.5
34	20	End Plate	WEIDMULLER	WAP2.5-10
35	20	End Bracket	WEIDMULLER	EW35
36	4	CT Transmitter In:0-5A AC, Out:4-20mA DC, Power:24VDC	M-System	M2CA-5A-R
37	2	Two Poles Distribution Block, 40A	Erico	BD40A
38	1	Embedded Ethernet/IP Tap	ALLEN-BRADLEY	1783-ETAP
39	4	Feed-through terminal block	PHOENIX CONTACT	UK6N
40	1	Data station	REDLION	UK6N
41	4	Ground terminal block	PHOENIX CONTACT	USLKG6
42	4	Socket plug 2 gang	HAGO	PG102
43	1	Cable Duct CD-HF 100x100	PHOENIX CONTACT	3240472
44	3	Cable Duct CD-HF 80x100	PHOENIX CONTACT	3240360
45	7	Cable Duct CD-HF 60x100	PHOENIX CONTACT	3240355
46	8	Din Rail 2.0m NS 35-15 PERF	PHOENIX CONTACT	1201730
47	2	TIMER	SCHNEIDER	RE17LAMW



รูปที่ 3.19 รายละเอียดเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมส่วนหลัง

3.2.5 ขั้นตอนการเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมส่วนหลัง

ผู้วิจัยเลือกอุปกรณ์ชุดควบคุมที่สามารถ รับ-ส่ง สัญญาณได้ทั้ง ระบบสัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิทัล โดยมีพาวเวอร์ซัพพลายที่ใช้แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง มี อุปกรณ์สลับการทำงานกรณีช่องส่งสัญญาณชำรุด และจุดต่อรับส่งสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล ลักษณะการทำงานของชุดควบคุมชุดสองสามารถรับข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำโดย รับข้อมูลได้ทั้งสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล แต่ละช่องสัญญาณจะมีชุดสำรองเมื่อเกิดเหตุ ช่องสัญญาณเสียจะทำการสลับช่องสัญญาณตัวที่สองอัตโนมัติ สัญญาณที่ถูกส่งมาจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำผ่านช่องสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัลจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์รับฐานข้อมูลที่ชื่อว่า (Data Station) จากนั้นจะทำการส่งสัญญาณต่อไปยังโปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ชื่อว่า (SQL) ชุดควบคุมชุดแรกจะเป็นทางต้นทางที่รวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำดิน แดงโดยรับเป็นสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล เมื่อเกิดกรณีชุดควบคุมชุดแรกชำรุด ชุด ควบคุมชุดที่สองจะทำงานร่วมกับอุปกรณ์ภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำทันที แทนชุดแรกทันที

ระบบนี้เรียกว่า (Redundancy System) ดังตารางที่ 3.6 การเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมส่วนหลัง

ตารางที่ 3.7 การเลือกใช้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมส่วนหลัง

ITEM	QTY	DESCRIPTION	MANUFACTURING	MODEL
67	7	Cable duct - CD-HF 60X100 GREY	PHOENIX CONTACT	3240472
68	2	Cable duct - CD-HF 80X100 GREY	PHOENIX CONTACT	3240360
69	2	Cable duct - CD-HF 100X100 GREY	PHOENIX CONTACT	3240355
70	6	DIN Rial @ 2.00 m., NS 35-15 PERF	PHOENIX CONTACT	1201730
71	1	Safety Earth busbar	LOCAL	-
72	1	Instrument Earth busbar	LOCAL	-
73	66	Surge protection devices	MTL	SD32X
74	2	Air flow switch	DEGREE	S400-1-1-2-1-2
75	40	Miniature Plug-in relay INO/INC 24VDC 6A	OMRON	G2R-S

3.3 โปรแกรมกระบวนการรับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์

กระบวนการเชื่อมต่อโปรแกรม กระบวนการด้านซอฟต์แวร์เป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องการเป็นกระบวนการต้นแบบ ขั้นตอนการดำเนินงานวิธีการในการผลักดันข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ เพื่อให้ข้อมูลสามารถนำมาใช้งานเป็นฐานข้อมูลส่วนกลาง รวมทั้งยังเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ที่สามารถดำเนินการค้นคว้าศึกษากระบวนการต่าง ๆ และนำมาใช้งานได้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องจักรทำงานแทนคน หรือการใช้เทคโนโลยีในการสื่อสาร ผลจากการใช้เทคโนโลยีจะทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ เกิดมูลค่า เกิดความรวดเร็วในการทำงาน รวมทั้งจะช่วยให้ธุรกิจมีโอกาสประสบความสำเร็จมากขึ้น

ปัจจุบันโรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อได้เปลี่ยนเป็นสำนักการระบายน้ำ และศูนย์ป้องกันน้ำท่วม (บางซื่อ) โดยเป็นศูนย์กลางข้อมูลที่มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลผลการปรับปรุงคุณภาพน้ำ จากทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ในการจัดการเพิ่มประสิทธิภาพ การบำบัดน้ำเสียในแม่น้ำลำคลองที่ไหลผ่านกรุงเทพมหานคร และยังเป็นศูนย์ป้องกันน้ำท่วม ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มี การส่งข้อมูลไปยังศูนย์กลางข้อมูลของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ส่งผลให้ข้อมูลการบำบัดน้ำยังคงเป็นข้อมูลดิบที่ยังไม่ถูกพัฒนา ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรบางตัวลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวม

ต่ำลง ดังนั้นการเก็บข้อมูลที่ศูนย์การข้อมูลทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้น และการจัดการง่ายขึ้น เป็นไปในทิศทางเดียวกันทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำสูง โดยระบบปฏิบัติการจัดเก็บข้อมูลทุก 1 นาที ทำให้ได้ข้อมูลจริง ณ เวลาปัจจุบัน ข้อมูลของเครื่องจักรทุกประเภทภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำจะถูกบันทึกในระบบภาษามาตรฐานของ (ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์) ในการเข้าถึงฐานข้อมูลและจะถูกส่งไปยังศูนย์ข้อมูลกลาง เพื่อใช้ในการดำเนินงานของแต่ละส่วนการควบคุมคุณภาพน้ำ โดยศูนย์ข้อมูลกลางจะเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่รวบรวมข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรของทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำรอบกรุงเทพมหานคร

ในกระบวนการนี้ จะทำการเก็บข้อมูลของโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดงเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบระบบศูนย์กลางข้อมูล สามารถส่งข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ จากนั้นจะเริ่มดำเนินการเชื่อมต่อข้อมูลโดยวิธีการ จำลองการทำงานของข้อมูลและดำเนินการเชื่อมต่ออุปกรณ์จริงตามลำดับ โดยข้อมูลที่น่ามาใส่จะถูกบันทึกในระบบภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์หรือ “ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์”

วิธีการใช้งานโปรแกรม นำข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำมาประยุกต์ใช้กับระบบใหม่

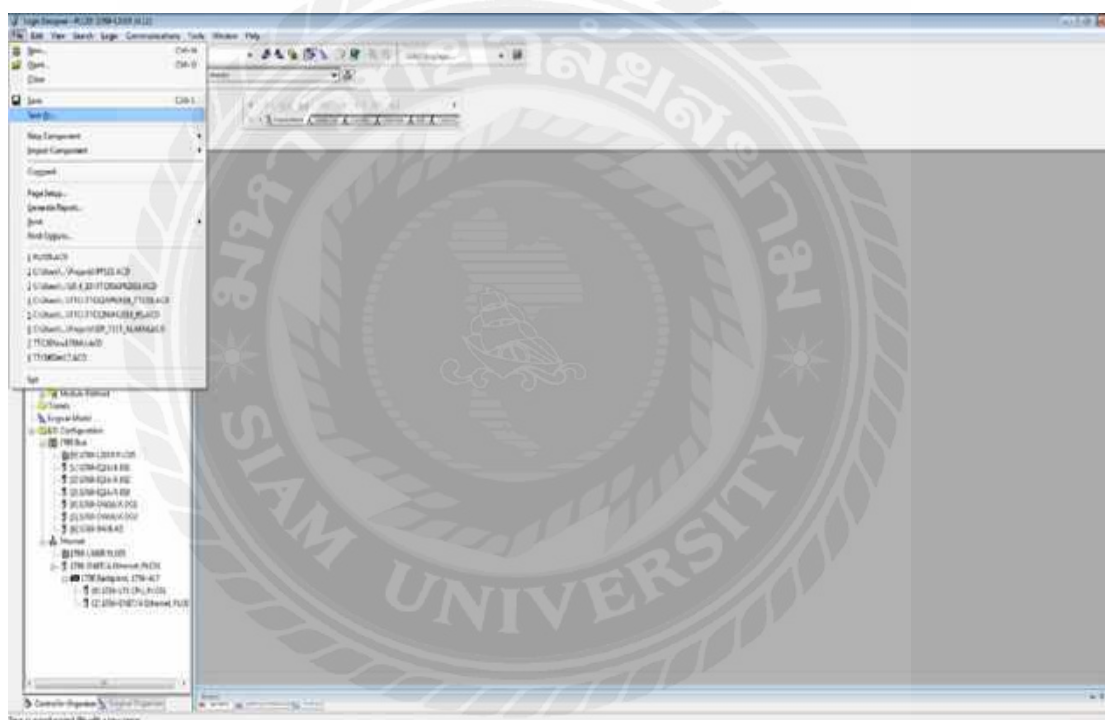
- 1) วิธีการบันทึกไฟล์ที่เป็นข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
- 2) วิธีการเชื่อมต่อโปรแกรมระหว่างโรงควบคุมคุณภาพน้ำไปยังฐานจัดเก็บข้อมูล (Data Station)
- 3) การบันทึกผลลงในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์)

3.3.1 วิธีการบันทึกไฟล์ที่เป็นข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

วิธีการบันทึกไฟล์ที่เป็นข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ทำการเปิดไฟล์ข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง และ ดำเนินการบันทึกไฟล์จากโปรแกรมชุดควบคุม (Studio 5000) มีขั้นตอนการบันทึกไฟล์ดังนี้

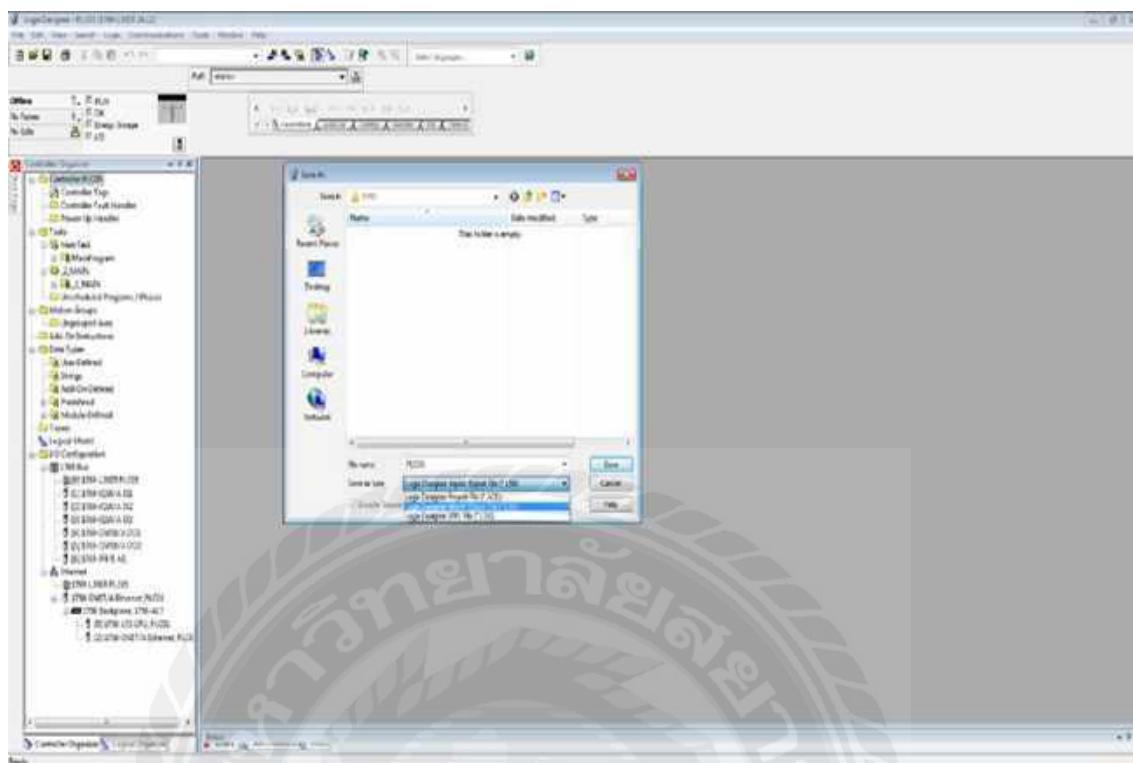
File → Save as → ตั้งชื่อไฟล์ และใช้นามสกุล . L5K

ไฟล์ . L5K เป็นนามสกุลข้อมูลของโปรแกรม (Studio 5000) ไฟล์ L5K เก็บข้อมูลบางประเภทที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรม PLC ดังรูปที่ 3.20 ขั้นตอนการบันทึกไฟล์จากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ



รูปที่ 3.20 ขั้นตอนการบันทึกไฟล์จากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

วิธีเปิด: ประเภทไฟล์นี้ไม่ได้สามารถเปิดได้โดยตรง โดยที่ไม่มีซอฟต์แวร์ที่สามารถเปิดและใช้งาน หรือ ไม่มีข้อมูลในแหล่งสาธารณะเกี่ยวกับการเปิดไฟล์ประเภทนี้ ทำให้เป็นกรณีของไฟล์ข้อมูลภายในแอสไฟล์ชั่วคราว ฯลฯ ไฟล์ L5K ไม่สามารถแปลงเป็นรูปแบบไฟล์อื่นได้ ก็กรณีของระบบการกำหนดค่าชั่วคราวหรือไฟล์ข้อมูลที่มีข้อมูลซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของซอฟต์แวร์รูปแบบไฟล์ ที่เป็นกรรมสิทธิ์เพื่อปกป้องทรัพย์สินทางปัญญาของผู้พัฒนา



รูปที่ 3.21 ขั้นตอนเลือกไฟล์นามสกุล .L5K

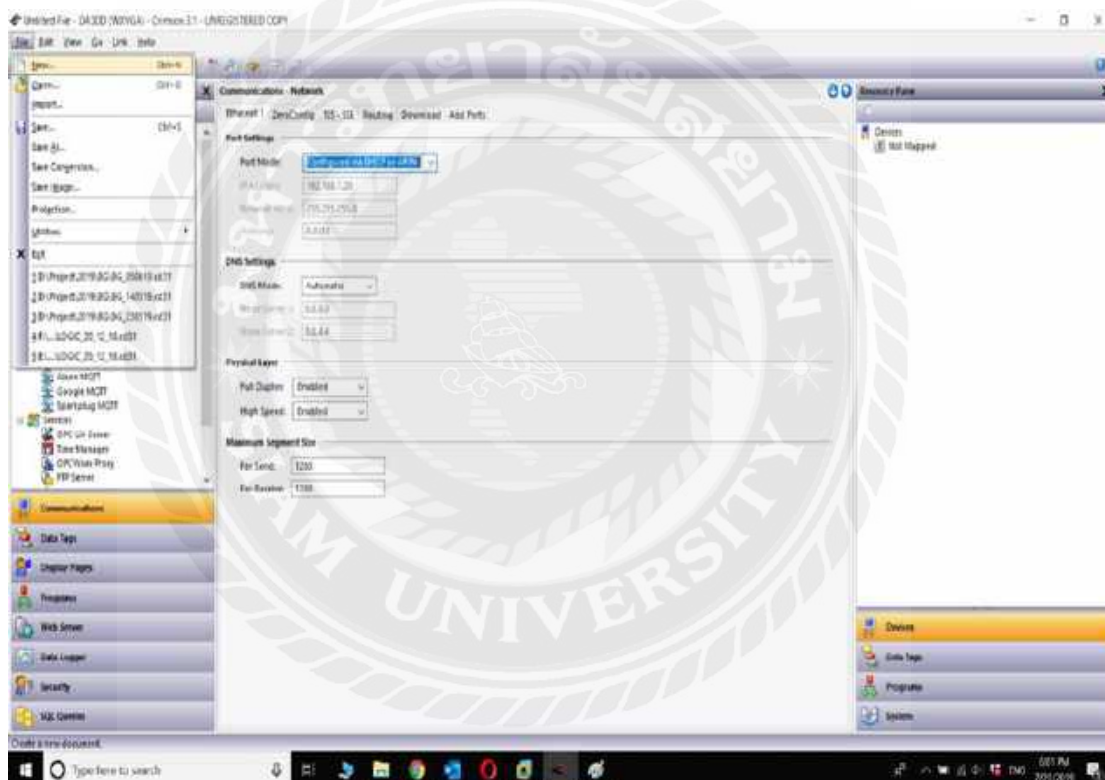
ขั้นตอนเลือกไฟล์นามสกุล .L5K การเปลี่ยนนามสกุลไฟล์เป็น .L5K เพื่อที่จะเอาข้อมูลจากชุดควบคุม บันทึกลงอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Data station) ดังรูปที่ 3.21 ขั้นตอนเลือกไฟล์นามสกุล .L5K จำเป็นต้องแปลงไฟล์เป็น นามสกุล .L5K เท่านั้น ประเภทไฟล์ L5K ไม่สามารถแปลงเป็นรูปแบบไฟล์อื่นได้ นี่เป็นกรณีของระบบ การกำหนดค่าชั่วคราวหรือไฟล์ข้อมูลที่มีข้อมูลซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของซอฟต์แวร์ เพียงหนึ่งเดียวและถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์ของตัวเอง รูปแบบไฟล์ที่เป็นกรรมสิทธิ์หรือปิดไม่สามารถแปลงเป็นไฟล์ทั่วไปได้เพื่อปกป้องทรัพย์สินทางปัญญาของผู้พัฒนา

วิธีแก้ปัญหาลไฟล์ L5K เชื่อมโยงส่วนขยายไฟล์ .L5K กับแอปพลิเคชันที่ถูกต้องบน: Windows

1. คลิกขวาที่ไฟล์ .L5K ใด ๆ จากนั้นคลิก "Open with" > "Choose another app" ตอนนี้เลือกโปรแกรมอื่นและทำเครื่องหมายที่ช่อง "Always use this app to open *.L5K files"
2. อัปเดตซอฟต์แวร์ของคุณที่ควรเปิด .L5K เป็นข้อมูล RS Logix 5000 เฉพาะรุ่นปัจจุบันรองรับรูปแบบไฟล์ .L5K ล่าสุด
3. เพื่อให้แน่ใจว่าไฟล์ .L5K ของคุณไม่เสียหายหรือติดไวรัสให้รับไฟล์อีกครั้งและสแกนด้วยซอฟต์แวร์ป้องกันไวรัส

3.3.2 วิธีการเชื่อมต่อโปรแกรมระหว่างโรงควบคุมคุณภาพน้ำไปยังฐานจัดเก็บข้อมูล

ขั้นตอนการใช้โปรแกรมคิมสัน (Crimson 3.1) โดยดาวน์โหลด โปรแกรมคิมสัน (Crimson 3.1) มาจากเว็บไซต์ WWW.REDLION.COM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถดาวน์โหลดได้ โดยที่ไม่มีค่าใช้จ่าย โปรแกรมสามารถใช้งานร่วมกับผลิตภัณฑ์ของบริษัท Redlion เท่านั้น เมื่อดำเนินการดาวน์โหลดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการติดตั้งโปรแกรมคิมสัน (Crimson 3.1) เมื่อดำเนินการติดตั้งแล้วเสร็จให้ทำการเลือกผลิตภัณฑ์ที่ใช้โดยผู้วิจัยจะทำการเลือกเป็นอุปกรณ์จัดเก็บฐานข้อมูล



รูปที่ 3.22 ขั้นตอนการใช้โปรแกรมคิมสัน (Crimson 3.1)

ขั้นตอนเลือกรุ่นผลิตภัณฑ์จัดเก็บข้อมูล (Data Station) ผู้วิจัยทำการเชื่อมต่อ (Configuration) เลือกรุ่นผลิตภัณฑ์จัดเก็บข้อมูล (Data Station) ให้ตรงกับฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ออกแบบไว้ภายในตู้ควบคุม ผู้วิจัยเลือกรุ่นผลิตภัณฑ์จัดเก็บข้อมูล (Data Station Plus) เนื่องจากสามารถทำหน้าที่ติดต่อกับชุดควบคุม (PLC Controller) ต่าง ๆ ได้มากกว่า 200 แบบซึ่งภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดงมีชุดควบคุม (PLC Controller) ต่างๆมากกว่า 10 ชนิด และอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Data Station Plus) ยังสามารถตรวจสอบไดรเวอร์ (Driver) สำหรับชุดควบคุม (PLC Controller) ยี่ห้อต่างๆ ได้

โรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดงมีโปรโตคอลจำนวนมากและไม่สะดวกที่จะใช้ OPC Server สำหรับแต่ละโปรโตคอล หรือ แต่ละยี่ห้อเนื่องจากค่าใช้จ่ายสำหรับ OPC Server ต่างๆ รวมกันมีราคาสูง ดังนั้นการใช้อุปกรณ์แปลงหรือ (Gateway) ที่สามารถรับอุปกรณ์หลากหลายโปรโตคอลได้ จึงเป็นทางออกที่น่าสนใจ จึงเลือกใช้ (OPC Server) เพียงชุดเดียวต่อกับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Data Station Plus) ซึ่งเสมือนเป็น (Gateway) แล้ว ยังทำหน้าที่เป็น Web Server และ Data Log ได้ด้วย ดังรูปที่ 3.23 ขั้นตอนเลือกรุ่นผลิตภัณฑ์จัดเก็บข้อมูล (Data Station)



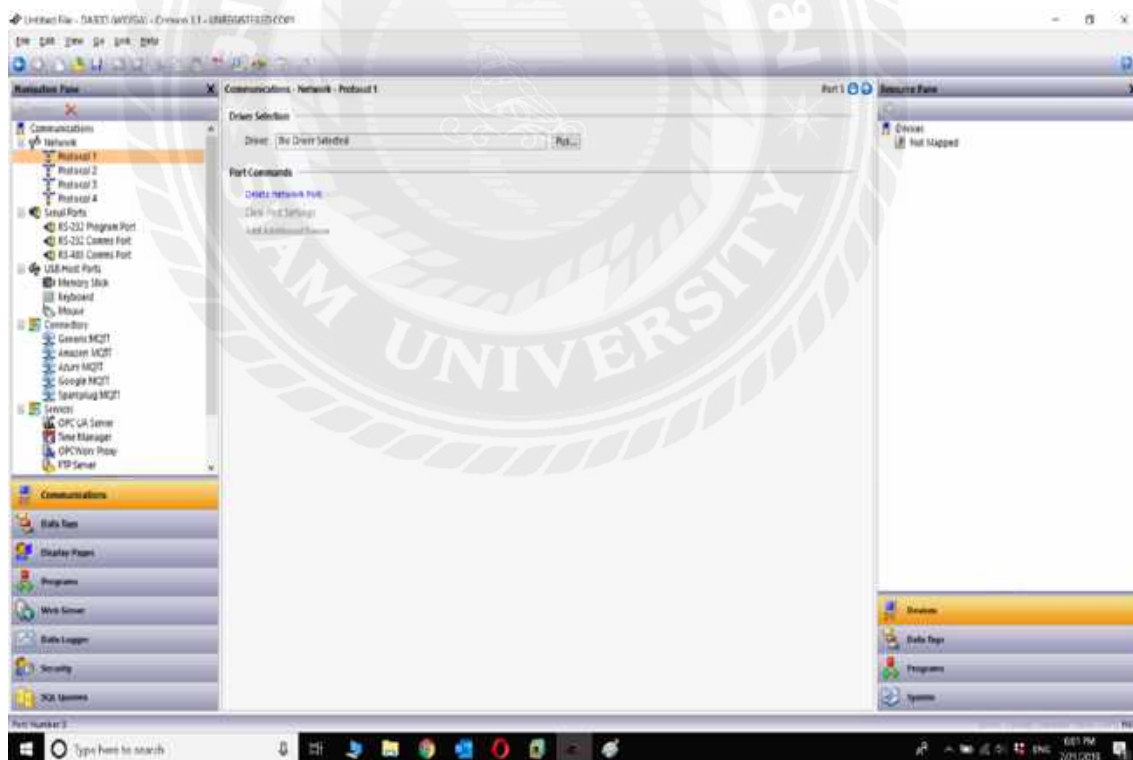
รูปที่ 3.23 ขั้นตอนเลือกรุ่นผลิตภัณฑ์ (Data Station)

ขั้นตอนการเชื่อมต่อ (Setting Communication) นี้เป็นการเชื่อมต่อกันระหว่างชุดควบคุม (PLC) กับโปรแกรมคิมสัน (Crimson 3.1) โดยทำการเลือกโปรโตคอล (Protocol) เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ในตู้ควบคุมกับโปรแกรม

PLC Controller → Program Crimson3.1 → Data station

ขั้นตอนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องเปิดใช้งานอยู่ และ เชื่อมต่อกันด้วยสายแลน (LAN) ต้องเซตไอพี (IP) วงแลนให้อยู่ในวงเดียวกัน เพื่อให้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมทั้งหมดเชื่อมต่อกัน และพร้อมใช้งาน จากนั้นดำเนินการเชื่อมตู้ควบคุมกับคอมพิวเตอร์ที่เปิดโปรแกรมคิมสัน (Crimson 3.1) และดำเนินการเซตค่า ดังรูปที่ 3.24 ขั้นตอนการเชื่อมต่อ (Setting Communication)

Communication → Network → Protocol → Driver Selected



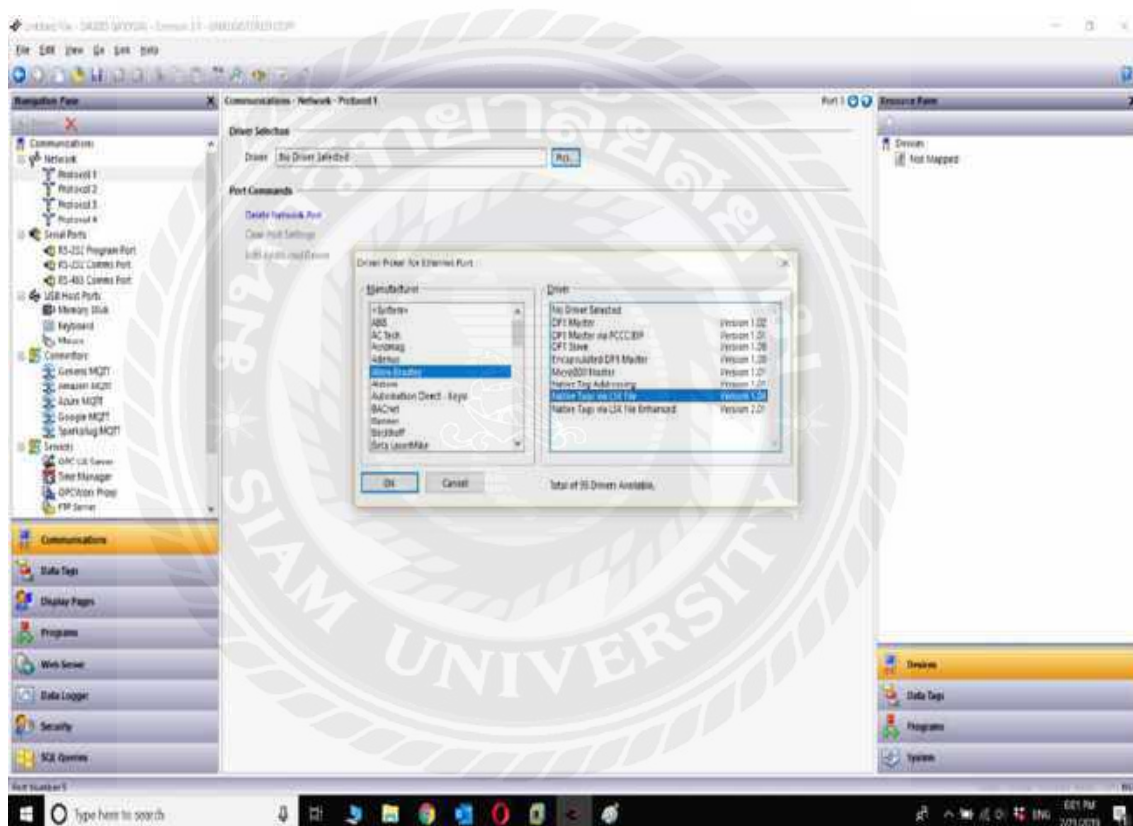
รูปที่ 3.24 ขั้นตอนการเชื่อมต่อ (Setting Communication)

ขั้นตอนเลือกไดรเวอร์ (Driver) ทำการเซตค่าไดรเวอร์ให้ตรงกับอุปกรณ์ในตู้ควบคุม ดังนี้

Driver Picker for Ethernet Port → Manufacturer → Allen-Bradley

Driver Picker for Ethernet Port → Driver → Native Tags via L5K File

เนื่องจากไฟล์ที่ทำการบันทึกมาจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำเป็นไฟล์เฉพาะที่เป็นนามสกุล .L5K ดังนั้นให้เซตไดรเวอร์เป็น Native Tags via .L5K File เพื่อเชื่อมต่อข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ กับระบบอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Data Station) ดังรูปที่ 3.25 ขั้นตอนเลือกไดรเวอร์

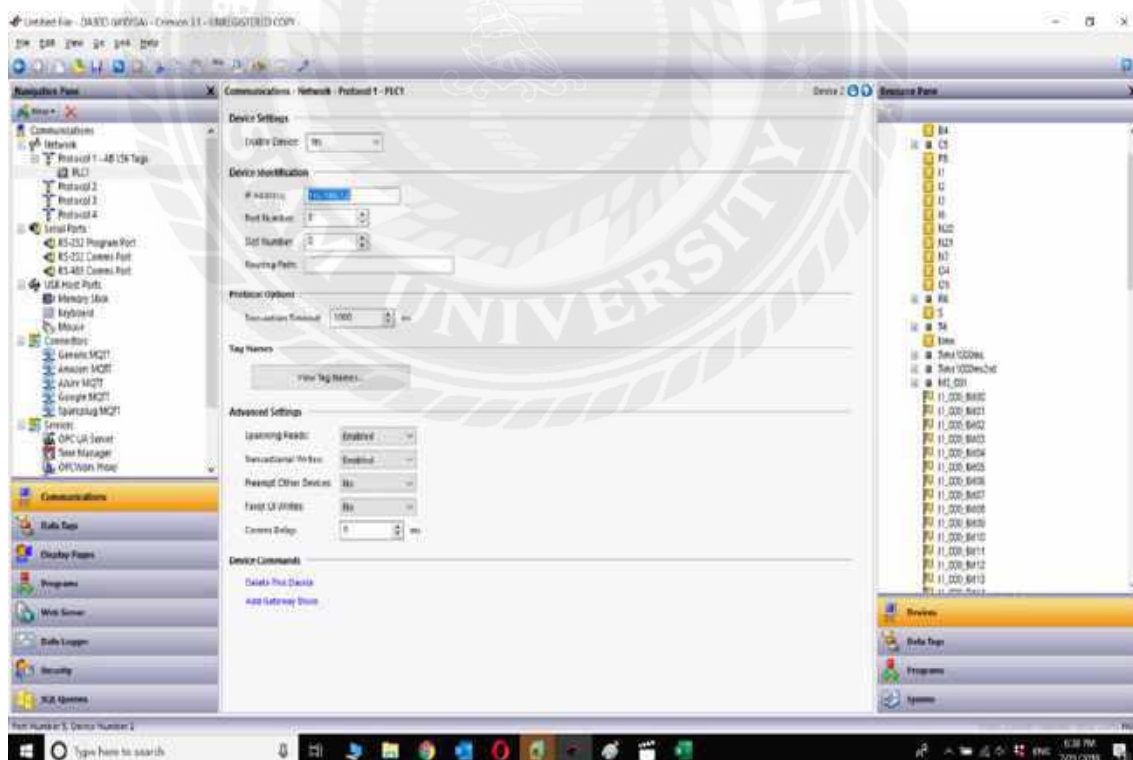


รูปที่ 3.25 ขั้นตอนเลือกไดรเวอร์

ขั้นตอนเซตไอพีโปรแกรม (IP Program) เมื่อดำเนินการเซตไอพี (IP) ของอุปกรณ์ภายในตู้ทั้งหมดและเลือกไดรเวอร์ให้ดำเนินการ เซตไอพีอุปกรณ์ (IP Data Station) เพื่อให้อุปกรณ์ทั้งหมดอยู่ในวงแลนเดียวกัน

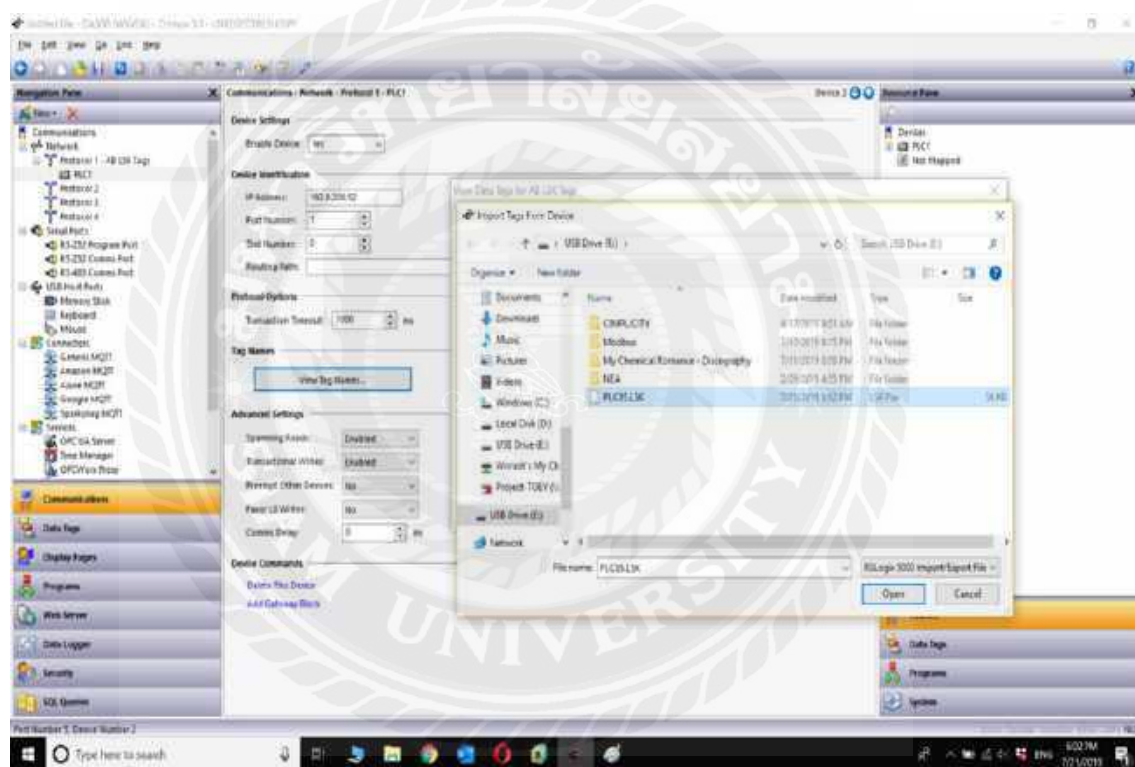
Driver Identification → IP Address → 192.168.1.2

ในกระบวนการเซตไอพีอุปกรณ์ทุกตัวต้องเซตให้อยู่ในวงแลนเดียวกันเสมอ เพื่อให้อุปกรณ์สามารถสื่อสารกันได้ โดยรหัสสามชุดหน้าต้องเหมือนกันและรหัสตัวสุดท้ายต้องแตกต่างกัน รหัสตัวสุดท้ายหมายถึงตัวเลขแทนอุปกรณ์นั้น ๆ ขั้นตอนนี้จึงถือว่ามีความสำคัญเพราะถ้ารหัสสามชุดหน้าต่างกันจะไม่สามารถสื่อสารกันได้และถ้ารหัสชุดสุดท้ายเหมือนกันหมายถึงอุปกรณ์ตัวเดียวกัน ซึ่งทำให้ไม่สามารถเชื่อมต่อกันได้เนื่องจากเน็ตเวิร์กเข้าใจว่าเป็นอุปกรณ์ตัวเดียวกัน เพราะฉะนั้นต้องเปลี่ยนรหัสชุดสุดท้ายให้แตกต่างกันเสมอ ดังรูปที่ 3.26 ขั้นตอนเซตไอพีโปรแกรม



รูปที่ 3.26 ขั้นตอนการเซตไอพีโปรแกรม

ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล (Import Tag) ของชุดควบคุม (Controller PLC) จากตอนต้นงานวิจัยด้านซอฟต์แวร์ทำการแปลงไฟล์เป็น .LSK จากระบบควบคุมสกาต้าของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ เพื่อนำข้อมูลแท็ก (Tag data) ของเครื่องจักรนำไปใช้งาน โดยอุปกรณ์ต่าง ๆ ถูกเซตไอพี (IP Address) ให้อยู่ในวงแลนเดียวกันแล้ว จึงเริ่มกระบวนการนำเข้าข้อมูล (Tag) ข้อมูลหรือรายละเอียดข้อมูล (Data) ไปใช้งานข้อมูลของเครื่องจักรที่เซตไว้จะถูกถ่ายทอดผ่านกระบวนการนี้ ก่อนจะถึงจัดเก็บไว้ในระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ หรือ (โปรแกรมไมโครซอฟต์ เอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์) ดังรูปที่ 3.27 ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล

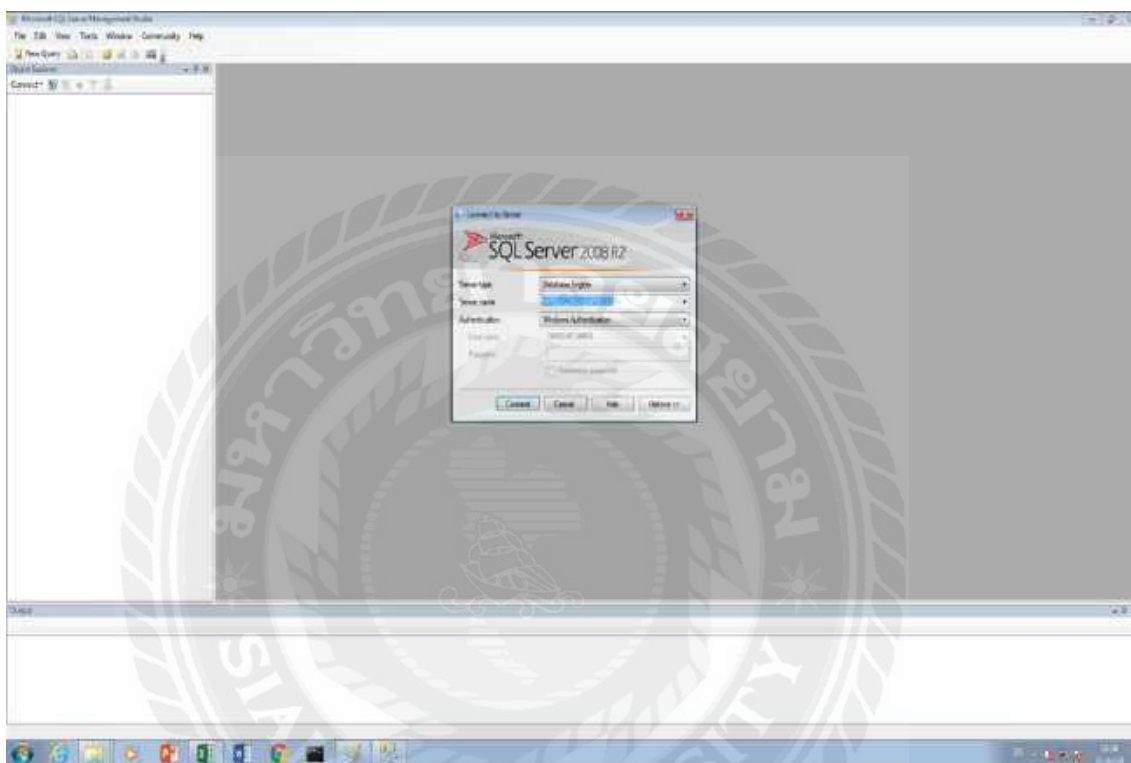


รูปที่ 3.27 ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล

3.3.3 การบันทึกผล ลงในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์

ขั้นตอนในการบันทึกผล ลงโปรแกรมไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผลของข้อมูลเครื่องจักรและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรจะถูกถ่ายทอดลงโปรแกรมนี้ และข้อมูลนี้เองจะเป็นข้อมูลของศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ดังนั้นกระบวนการจะเสร็จสิ้นในโปรแกรมไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ ข้อมูลเหล่านี้ถูกส่งไปที่ศูนย์ข้อมูลเพื่อนำไป

พัฒนานเว็บไซต์ เป็นแดชบอร์ด (Dashboard) หรือ หน้ากระดานที่ใช้ในการสรุปข้อมูลแบบ Executive ในมุมมองต่าง ๆ เพื่อให้สามารถดูได้ง่ายๆ ใช้เวลาในการตีความสั้นๆ และสามารถตอบ โจทย์ในทางธุรกิจได้ใช้ในการติดตามเรื่องที่สนใจ เพื่อเห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลตลอดเวลา แบบเรียลไทม์นั่นเอง ดังรูปที่ 3.28 โปรแกรมไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 3.28 โปรแกรมไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์

3.4 รายละเอียดทางเทคนิค กระบวนการนำข้อมูลไปใช้งาน

กระบวนการ (Procedure) หมายถึง กระบวนการที่เป็นมาตรฐานเดียวกันที่ใช้ในการจัดการ ศูนย์ข้อมูล โรงควบคุมคุณภาพน้ำ กระบวนการมาตรฐานเดียวกันจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังนี้

3.4.1 การแก้ปัญหาการเข้าถึงข้อมูลของผู้มีส่วนร่วมระดับสูง 2 ประการ คือ การกำหนด นโยบายทุกๆ ด้าน เพื่อระวังป้องกันความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นกับกระบวนการบำบัดน้ำเสียอัน เป็นเหตุให้เกิดความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่ทรัพย์สินส่วนร่วม

- 1) กำหนดนโยบายทุกด้านภายในศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ เป็นการกำหนดว่าองค์กรทำการตอบสนองต่อการมีส่วนร่วมการใช้งานระบบศูนย์ข้อมูลมากเพียงใด เพื่อให้เป็นไปตามหลักการที่ถูกต้องที่สุด และเกิดประสิทธิผลมากที่สุด
- 2) การจัดการความเสี่ยง ด้านการใช้งาน ข้อมูลที่นำมาใช้งานมีความถูกต้องเที่ยงตรงมากเพียงใดและการใช้โปรแกรมเหล่านี้เกิดประโยชน์มากเพียงใด

3.4.2 การป้องกันชนิดต่างๆเพื่อรับมือปัญหาในอนาคตมี 5 ปัจจัยที่ต้องดำเนินการเพื่อความง่ายในการจัดการ จำเป็นต้องแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนๆ เพื่อหาทางป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

ข้อมูล (data)	ฮาร์ดแวร์ (hardware)	ซอฟต์แวร์ (software)	คน (people)	กระบวนการ (procedure)
การป้องกันข้อมูล		การป้องกันทางเทคนิค		การป้องกันด้านคน
- ข้อมูลที่ใช้มีความถูกต้องสูงสุด		- การเชื่อมต่ออุปกรณ์ถูกต้อง แม่นยำสามารถตรวจสอบได้		- มีการติดตั้งไฟลั่วเพื่อรับมือบุคคลภายนอก
- ข้อมูลถูกจัดการด้วยวิธีการที่ถูกต้อง		- ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ต้องพร้อมใช้งานไม่ชำรุด		- การจัดการการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและเชิงแก้ไข

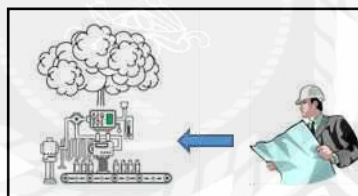
3.4.3 การตรวจสอบมาตรฐาน เกี่ยวข้องกับ 3 ส่วน

- 1) การวิเคราะห์บันทึกกิจกรรมต่างๆมาตรฐานศูนย์ข้อมูล คือ กรอบนโยบายของศูนย์ข้อมูลเพื่อให้โรงควบคุมคุณภาพน้ำทั้ง 8 แห่งมีมาตรฐานการบำบัดน้ำเสียเดียวกัน คือ ประสิทธิภาพรวมนั่นเองซึ่งประสิทธิภาพรวม คือค่ามาตรฐานในการปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำลำคลองต่างๆ ซึ่งถูกกำหนดไว้ว่ามีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและไม่เป็นพิษกับสิ่งแวดล้อม เป็นข้อกำหนดที่กรุงเทพมหานครกำหนดไว้ ดังตารางที่ 3.8 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กรุงเทพมหานครกำหนด

ตารางที่ 3.8 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กรุงเทพมหานครกำหนด

มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง ที่กรุงเทพมหานคร กำหนด	
1. BOD	≤ 20 mg/l
2. SS	≤ 30 mg/l
3. Total - N	≤ 10 mg/l
4. Total - P	≤ 2 mg/l
5. NH ₃ - N	≤ 3 mg/l
6. DO	≥ 5 mg/l

- 2) การทดสอบระบบและตรวจสอบผลการดำเนินงานกระบวนการในการทดสอบระบบ และ ตรวจสอบเป็นหน้าที่หลักของวิศวกร ที่ต้องเข้ามาจัดการข้อมูลเหล่านี้ รวมถึงควบคุมการดำเนินงานต่างๆให้อยู่ภายใต้ นโยบายและข้อกำหนดที่ผู้บริหารระดับสูงกำหนด เพื่อให้กระบวนการต่างบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้ง ต้องมีการทดสอบระบบเป็นระยะเพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลและวิธีการนั้นถูกต้องตามกระบวนการบำบัดน้ำเสียและเป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน



รูปที่ 3.29 วิศวกรตรวจสอบระบบ

กระบวนการในการตรวจสอบระบบ ดังรูปที่ 3.29 วิศวกรตรวจสอบระบบ วิศวกรจำเป็นต้องมีความเข้าใจหลักการต่างและสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ไปสู่เจ้าหน้าที่ในระดับปฏิบัติการ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและเกิดผลการดำเนินงานเป็นรูปธรรม ส่งผลให้ประสิทธิผลรวมออกมาเป็นไปตามมาตรฐานที่ตั้งไว้

- 3) การสำรวจ และเรียนรู้จากการทำงาน การศึกษารูปแบบและวิธีการพัฒนาระบบศูนย์ข้อมูล กระบวนการนี้เป็นหน้าที่และเป็นวิสัยทัศน์ของเจ้าหน้าที่ ที่ต้องมีส่วนร่วมในการดำเนินงานภายใต้ข้อกำหนดศูนย์ข้อมูล ควรมีการสำรวจเครื่องจักรเสมอ มีการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันและการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขและ

ศึกษากระบวนการทำงานของระบบต่างๆ ให้เกิดความชำนาญและสามารถแก้ไขสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีวิสัยทัศน์ในการพัฒนากระบวนการต่างๆ ให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

3.4.4 วงจรการพัฒนาระบบงาน (SYSTEM DEVELOPMENT LIFE CYCLE: SDLC)

ในการพัฒนาระบบนั้น ได้มีการกำหนดให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน และ กำหนดขั้นตอนที่เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ระบบโดยพยายามให้มีข้อบกพร่องน้อยที่สุดเพราะงานการวิเคราะห์ระบบในปัจจุบันมีความซับซ้อนของงานมากกว่าสมัยก่อน จึงได้มีการคิดค้นวงจรการพัฒนาระบบขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของการใช้งานระบบศูนย์ข้อมูล

วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน

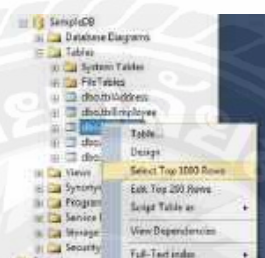
- 1) กำหนดปัญหา (Problem Definition) เจ้าหน้าที่ต้องกำหนดปัญหาที่พบเจอ
- 2) วิเคราะห์ (Analysis) เจ้าหน้าที่ต้องสามารถวิเคราะห์ปัญหาเหล่านั้นได้ว่าเกิดจากสาเหตุใด
- 3) ออกแบบ (Design) เจ้าหน้าที่ต้องออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยการกำหนดขั้นตอนอย่างเหมาะสม
- 4) พัฒนา (Development) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาแล้วต้องพัฒนาไม่ให้เกิดปัญหาเกิดซ้ำได้อีก หรือเกิดไม่บ่อย
- 5) ทดสอบ (Testing) เจ้าหน้าที่ต้องทดสอบระบบอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้เครื่องจักรไม่เกิดการปัญหาระหว่างวัน
- 6) ดำเนินงาน (Implementation) เจ้าหน้าที่ต้องดำเนินงานตามข้อกำหนดหรือนโยบายต่าง ๆ ตามแผนที่วางไว้
- 7) บำรุงรักษา (Maintenance) เจ้าหน้าที่ต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ ตามแผนการบำรุงรักษา

3.4.5 ขั้นตอนการนำข้อมูลจากไมโครซอฟท์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ไปใช้เพื่อทำแดชบอร์ด

โดยทั่วไปแล้วฐานข้อมูลจะทำหน้าที่ในการจัดการกับข้อมูลที่จัดเก็บ ในส่วนของการนำเข้า และ แสดงข้อมูลจะเป็นเรื่องของแอปพลิเคชัน (Application) ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อจัดการนำเข้าข้อมูลหรือนำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบต่างๆ แต่แอปพลิเคชัน (Application) เหล่านี้จะต้องมีส่วนในการติดต่อฐานข้อมูลหรือการนำเข้าข้อมูลจาก

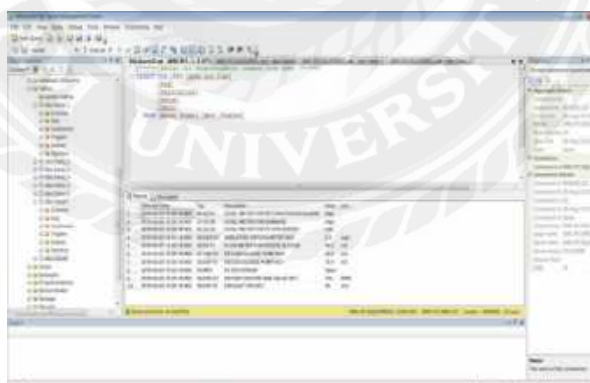
ฐานข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ สำหรับในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงการ นำข้อมูลออกจากฐานข้อมูล Microsoft SQL server management studio มาใช้งานใน รูปแบบ CSV text data file และ Excel ไฟล์การนำข้อมูล โดยบันทึกในรูปแบบ ไฟล์ CSV text data file สำหรับนำข้อมูล จากตารางข้อมูลมาใช้งานขั้นตอนในการนำข้อมูล จาก SQL Server 2008 Express Edition ออกมาในรูปแบบ ไฟล์ CSV text data file ดังต่อไปนี้

- 1) คลิกเลือกตารางข้อมูลที่ต้องการบันทึกข้อมูล คลิกเมาส์ปุ่มขวา คลิกเลือกเมนู (Select Top 1000 Rows) ดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 3.30 เลือกตารางข้อมูล

- 2) จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปด้านล่าง ซึ่งมีสองส่วน คือ ส่วนแสดงคำสั่ง (SQL) และ ส่วนแสดงข้อมูลผลลัพธ์ ดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 3.31 ตารางข้อมูล

3.5 การใช้งาน SQL Server 2008 Import and Export Data

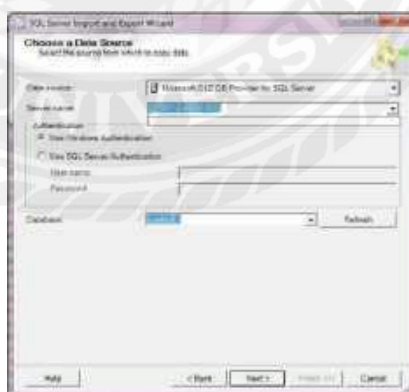
SQL Server 2008 Import and Export Data เป็นเครื่องมือ SQL Server มีมาให้ผู้ใช้ เพื่อให้ ง่ายในการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาใช้งาน มีขั้นตอนในการนำข้อมูลออกมาดังนี้

- 1) คลิกเลือก โปรแกรมดังกล่าวที่ Windows Start menu เลือก SQL Server 2008 Import and Export Data
- 2) จะปรากฏหน้าต่างแรกของ SQL Server Import and Export Wizard คลิกปุ่ม Next >



รูปที่ 3.32 หน้าแรก (SQL Server Import and Export)

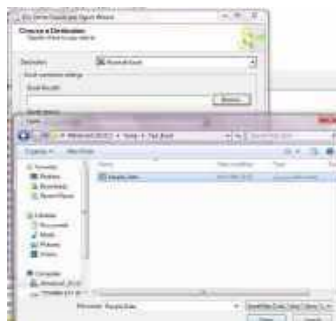
- 3) จะปรากฏหน้าต่างเพื่อเลือก ประเภทของข้อมูลต้นทาง สำหรับฐานข้อมูล SQL Server Database ให้คลิกเลือก ประเภทของข้อมูล Microsoft OLE DB Provider for SQL Server จากนั้นเลย Data Base Server ดังรูปด้านล่าง จากนั้น คลิกเลือกวิธีการเข้าถึงข้อมูล Authentication ซึ่งจะต้องเลือกตามที่ติดตั้งไว้ในตัวอย่างเลือก แบบ Use Windows Authentication ดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 3.33 Choose a Data source

- 4) จากนั้นคลิกเลือกฐานข้อมูล (Database) โดยเลือกฐานข้อมูลที่ต้องการนำข้อมูลมาใช้งาน ดังรูปด้านล่างคลิกปุ่ม Next > เพื่อไปหน้าต่างถัดไป
- 5) หน้าต่าง ถัดมาเป็น หน้าต่าง Choose a Destination ให้ผู้ใช้คลิกเลือกรูปแบบของข้อมูลที่ต้องการนำออกไปใช้งาน ตัวอย่างให้คลิกเลือก Microsoft Excel จากนั้น คลิกเลือกปุ่ม

Browse... เพื่อเลือกไฟล์ Excel และตำแหน่งที่ไฟล์ ปลายทางจัดเก็บอยู่ ดังรูปด้านล่าง
คลิกเลือก ไฟล์ Excel และคลิกปุ่ม Open



รูปที่ 3.34 Export Data from Excel

- 6) คลิกเลือก ให้กำหนดว่า แถวแรกให้เป็นชื่อของ คอลัมน์หรือไม่ ถ้าใช่ ให้คลิกเช็คที่ช่อง
ด้านหน้า คลิกปุ่ม Next >
- 7) หน้าต่างนี้ เป็นหน้าต่างสำหรับเลือกว่า จะนำข้อมูลออกจากฐานข้อมูลที่เลือกแบบใด มีให้
เลือกสองแบบ
 - ก) Copy data from one or more tables or views เลือกนำข้อมูลจากตาราง
หรือวิวข้อมูล
 - ข) Write a query to specify the data to transfer เขียนคำสั่ง SQL เพื่อเลือก
ข้อมูลตามที่ต้องการ



รูปที่ 3.35 Specify Table Copy or Query

- 8) เลือกนำข้อมูลจาก ตารางข้อมูลหรือวิวข้อมูล เมื่อคลิกปุ่ม Next > จะปรากฏหน้าต่างให้
เลือกตารางข้อมูล หรือวิวข้อมูล ที่ต้องการนำข้อมูลออกมาใช้งาน ในช่องด้านซ้ายช่อง

ด้านขวา จะเป็นแผ่น ข้อมูลของ Excel File ที่เลือกให้เป็น ที่เก็บข้อมูลจากฐานข้อมูล เมื่อเลือกเรียบร้อยแล้วคลิกปุ่ม Edit Mappings คลิกปุ่ม Next >

- 9) จะปรากฏหน้าต่างสุดท้ายของตัวช่วยในการนำข้อมูลออกจากฐานข้อมูล คลิกปุ่ม Next > จะเป็นการเริ่มการทำงานเมื่อสำเร็จแล้ว จะปรากฏหน้าต่างการทำงานสำเร็จ



รูปที่ 3.36 Complete the Wizard

- 10) เมื่อเปิด Excel File ดังกล่าว จะพบข้อมูลที่นำส่งมาจากฐานข้อมูล ดังรูปด้านล่าง

TAG-ID	DEVICE NAME	DESCRIPTION	MODULE	TYPE
51-TSP-01	DRY SLUDGE HOPPER	หน่วยเก็บกากของแข็ง	1	AI
52-LE-01	LEVEL METER FOR RETURN EXCESS SLUDGE	ไม้วัดระดับกากของแข็ง	2	AI
53-ADO-01	DISSOLVED OXYGEN METER NO1	เครื่องวัดออกซิเจน	3	AI
54-ADO-01	DISSOLVED OXYGEN EFFLUENT NO2	เครื่องวัด ออกซิเจน น้ำปล่อยออก	4	AI
55-FE11-01	FLOW METER AT SAND WASHING TANK NO1	เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำที่ถังล้าง	5	AI
56-APH-01	PH METER AT EFFLUENT NO1	เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่างปล่อยทิ้ง	6	AI
57-TUR-01	TURBIDITY METER AT EFFLUENT	เครื่องวัดความขุ่น	7	DI
58-SMV-01	SUBMERSIBLE AGITATOR NO1	เครื่อง攪拌แบบใต้น้ำ	8	DI
59-SWP-01	SPARY WASHING PUMP NO1	ปั๊มสเปรย์ ล้างถัง	9	DI
59-SWC-01	FLOATING BRIDGE PINAL CLAUPTER	เครื่องวัดน้ำหนัก	10	DI
59-SWP-01	ALUM FEED PUMP NO1	ปั๊มสารส้ม	11	DI

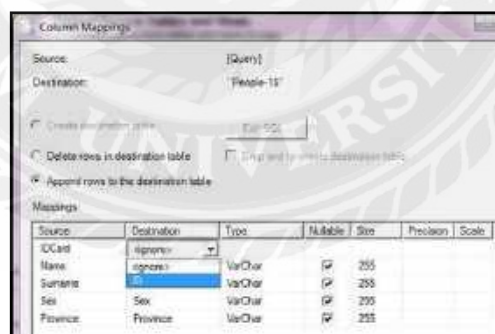
รูปที่ 3.37 Excel Data

- 11) หากเลือก Write a query to specify the data to transfer เขียนคำสั่ง SQL เพื่อเลือกข้อมูลตามที่ต้องการในหัวข้อ 7) เมื่อคลิกปุ่ม Next > จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.38 Provide a Source Query



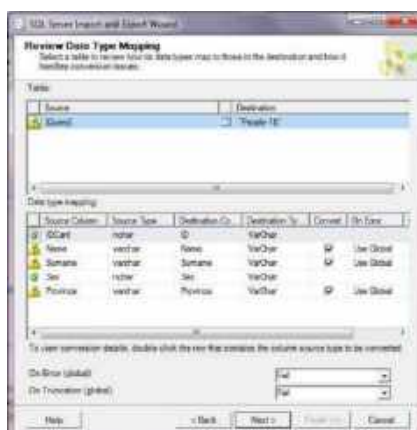
รูปที่ 3.38 Provide a Source Query

- 12) พิมพ์ คำสั่ง SQL ในช่อง SQL Statement ดังรูปด้านบนหรือคลิกปุ่ม Browse เพื่อนำเข้าไฟล์คำสั่ง SQL จากนั้นคลิกปุ่ม Parse เพื่อตรวจสอบคำสั่งว่าถูกต้องหรือไม่จากนั้นคลิกปุ่ม Next >
- 13) หน้าต่างถัดมาเป็นหน้าต่างให้เลือกว่าข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง SQL ให้เก็บที่แผ่นข้อมูลใดของ Excel ไฟล์ ดังรูปด้านล่าง คลิกปุ่ม Next >
- 14) คลิกปุ่ม Edit Mapping จะปรากฏหน้าต่างให้จับคู่ระหว่างข้อมูลที่มาจากคำสั่ง SQL และคอลัมน์ที่สร้างไว้แล้ว ในแผ่นข้อมูลของ Excel ไฟล์ ดังรูปด้านล่าง...



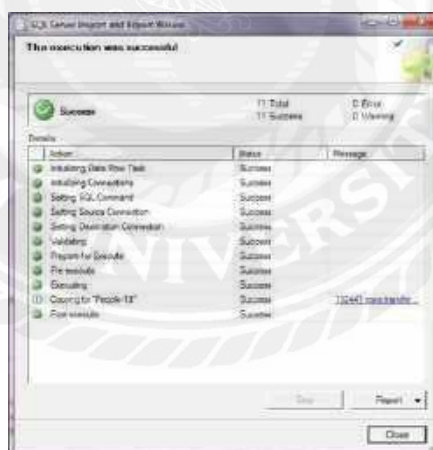
รูปที่ 3.39 Column Mappings

- 15) เมื่อคลิกเลือกจับคู่ เรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าต่างดังรูปด้านล่าง จากนั้น คลิกปุ่ม OK...
- 16) หน้าต่างถัดมา จะเป็นหน้าต่าง แสดง การจับคู่ ของข้อมูล que ที่เลือกมากับ คอลัมน์บนแผ่นข้อมูล ของ Excel File ที่เลือกมาดังรูปที่ 3.40 Review Data Type Mapping



รูปที่ 3.40 Review Data Type Mapping

- 17) หน้าต่างถัดมาเป็นหน้าต่าง เตรียมทำงาน คลิกปุ่ม Next > หรือ Finish เพื่อเริ่มทำงาน
- 18) หน้าต่างถัดมาเป็นหน้าต่าง สรุปผล ของการเตรียมการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลมายัง Excel ไฟล์ ดังหน้าต่างด้านล่าง คลิกปุ่ม Finish เมื่อการนำข้อมูลออกไปยัง Excel เรียบร้อย จะปรากฏหน้าต่างแสดงดังรูปด้านล่าง คลิกปุ่ม Close เพื่อปิดเครื่องมือ Import and Export Data



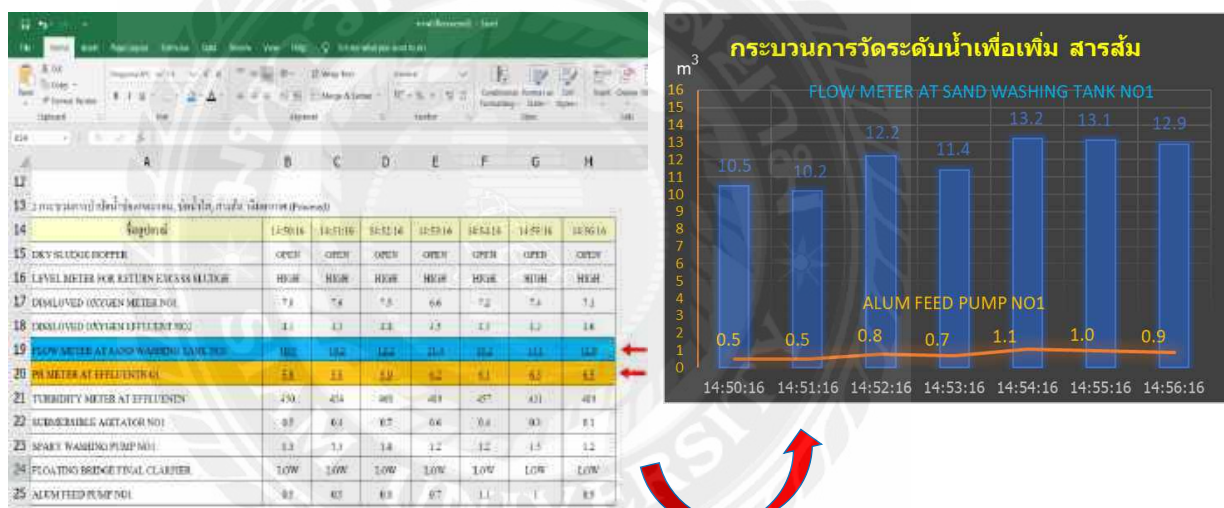
รูปที่ 3.41 The Successful Execution

- 19) เมื่อเปิด Excel File ที่ทำการนำข้อมูลเข้ามาจากฐานข้อมูลจะปรากฏข้อมูล ดังรูปที่ 3.42
- Export Excel

	14:50:16	14:51:16	14:52:16	14:53:16	14:54:16	14:55:16	14:56:16
15	10.5	10.2	12.2	11.4	13.2	13.1	12.9
16	0.5	0.5	0.8	0.7	1.1	1.0	0.9
17	7.8	7.6	6.6	7.2	7.8	7.3	7.1
18	8.1	8.3	8.8	8.5	8.2	8.0	8.4
19	10.5	10.2	12.2	11.4	13.2	13.1	12.9
20	0.5	0.5	0.8	0.7	1.1	1.0	0.9
21	450	414	401	401	431	401	401
22	0.8	0.4	0.7	0.6	0.8	0.9	0.1
23	1.2	1.3	1.4	1.2	1.2	1.5	1.2
24	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW
25	0.1	0.1	0.1	0.7	1.1	1	0.9

รูปที่ 3.42 Export Excel

- 20) นำข้อมูลดังกล่าวมาทำรายงาน ด้วย Excel tool สร้างเป็น แผนภูมิ หรือนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Tool ของ Excel นำเสนอในรูปแบบที่สวยงามเช่นตัวอย่างในรูปด้านล่าง



รูปที่ 3.43 Convert Charts

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

จากการออกแบบระบบศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ งานวิจัยนี้เป็นต้นแบบของการออกแบบระบบศูนย์ข้อมูล ที่สามารถจัดเก็บข้อมูลจากโรงควบคุม คุณภาพน้ำขนาดใหญ่ทั้ง 8 แห่งรอบกรุงเทพมหานคร เพื่อนำข้อมูลที่จะเก็บมาใช้ภายหลังเพื่อใช้ วิเคราะห์และแก้ปัญหาการทำงานผิดพลาดของเครื่องจักรและการพัฒนาศักยภาพรวมเครื่องจักรให้ มีประสิทธิภาพและพร้อมใช้งานอยู่เสมอ ระบบศูนย์ข้อมูลสามารถปรับปรุงข้อมูลการทำงานของ เครื่องจักรให้ถูกต้องอยู่เสมอและยังช่วยป้องกันข้อมูลจากการทำลายหรือลักลอบแก้ไขการทำงานของ เครื่องจักรโดยมิชอบ รวมทั้งป้องกันข้อมูลจากอุบัติเหตุที่อาจเกิดวินาศภัยหรือข้อบกพร่องใน ระบบคอมพิวเตอร์ ในงานวิจัยที่ทำการศึกษานี้ได้นำไปใช้ในการออกแบบศูนย์ข้อมูลโรง ควบคุมคุณภาพน้ำ ปัญหาที่พบคือ ข้อมูลการบำบัดน้ำยังคงเป็นข้อมูลดิบที่ยังไม่ถูกพัฒนา ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรบางตัวลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมต่ำลง ดังนั้น การเก็บข้อมูลที่ศูนย์กลางข้อมูลทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและจัดการง่ายขึ้น เป็นไปในทิศ ทางการแก้ปัญหาเดียวกันทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

4.1 สรุปขอบเขตการวิจัย

ข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำแบ่งออกเป็น 8 SMCC (Section Motor Control Center) ดำเนินการเก็บข้อมูล จากสถานีบำบัดน้ำภายในโครงการควบคุมคุณภาพน้ำดินแดงโดยมีขั้นตอนดังนี้

SMCC1 กรองละเอียด กรองหยาบ แยกขยะออกจากน้ำ

SMCC2 การสูบน้ำเข้าโรงบำบัด

SMCC3 กระบวนการบำบัดน้ำ

SMCC4 วัดประมาณสารก่อนปล่อยน้ำ

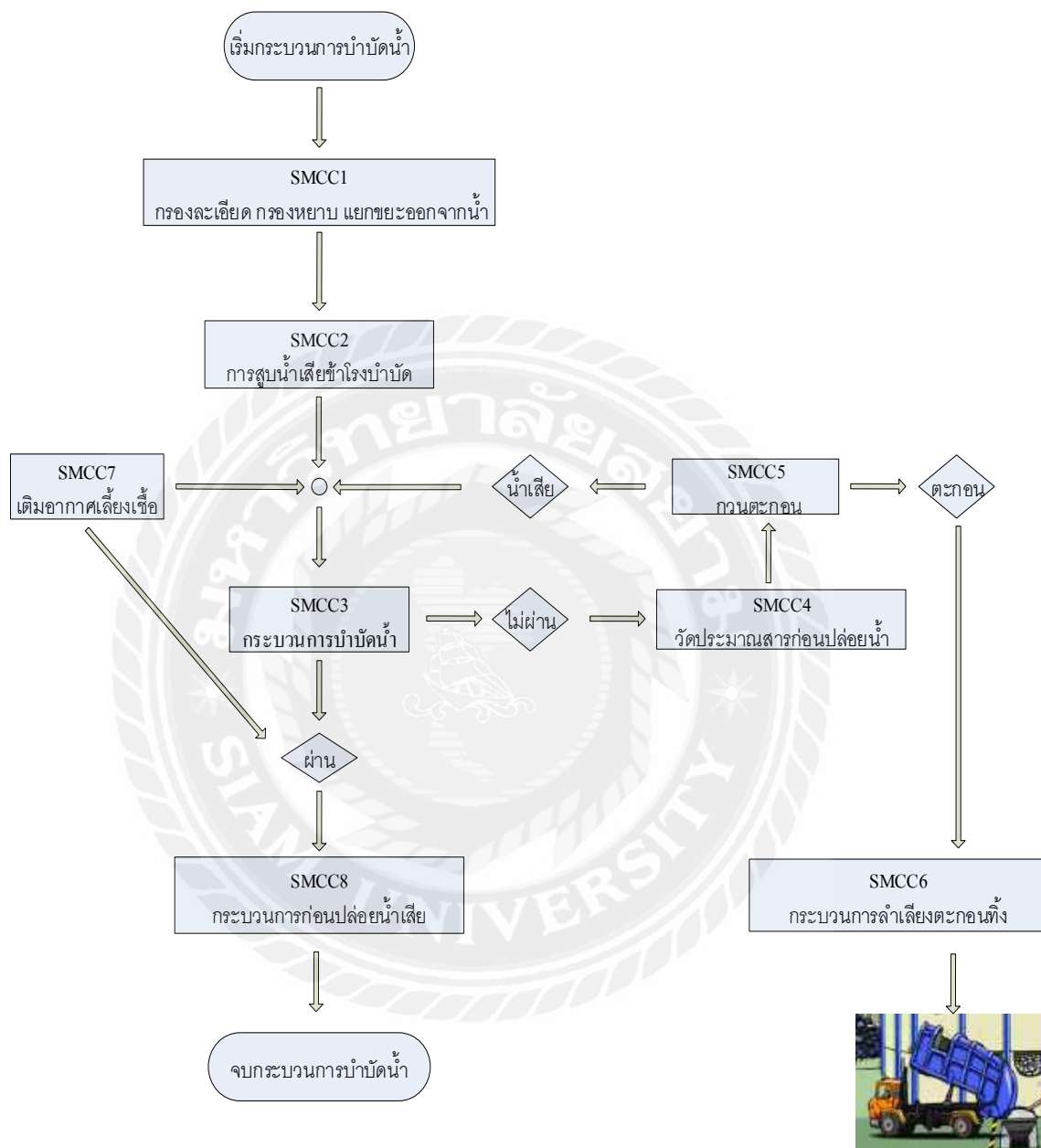
SMCC5 กวนตะกอน

SMCC6 การบวกลำเลียงตะกอนทิ้ง

SMCC7 เติมน้ำเสีย

SMCC8 ก่อนปล่อยน้ำเสีย

กระบวนการบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 4.1 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

4.2 ผลการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสำรวจกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง ผลปรากฏว่ามีกระบวนการการบำบัดน้ำเสียอยู่ 8 กระบวนการ โดยแต่ละกระบวนการผู้วิจัยจะนำผลการทำงานของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ เก็บไว้ที่ชุดควบคุมที่ออกแบบไว้ในบทที่ 3 เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ส่งไปยังฐานจัดเก็บข้อมูลต่อไป หลังจากที่สำรวจผู้วิจัยพบว่า อุปกรณ์ต่างๆ ในแต่ละกระบวนการมีจำนวนมาก เพื่อให้งานวิจัยคล่องตัวผู้วิจัยจะนำข้อมูลเครื่องจักรบางส่วนในแต่ละกระบวนการมาใช้เพื่อพิสูจน์ การรับส่งข้อมูลผ่านระบบที่ผู้วิจัยออกแบบไว้โดยจัดเก็บข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.1 อุปกรณ์ SMCC1

SMCC1 กรองละเอียด กรองหยาบ แยกขยะออกจากน้ำ

TAG-ID	DEVICE NAME	DESCRIPTION	MODULE	TYPE
S6-SCT-01	SCREW COMPACTOR NO1	อัดตะกอน	6	DI
S7-MCS-01	COARSE SCREEN NO1	ดักขยะ	7	DI
S8-BC-01	BELT CONVEYOR NO1	สายพานลำเลียงตะกอน	8	DI

ตารางที่ 4.2 อุปกรณ์ SMCC2

SMCC2 สูบน้ำเข้า

TAG-ID	DEVICE NAME	DESCRIPTION	MODULE	TYPE
S1-LE-01	LEVEL METER	เครื่องวัดระดับน้ำ	1	AI
S2-INV-01	INVERTOR	เครื่องปรับความเร็วรอบของปั๊ม	2	DI
S3-SP-01	INLET SEWAGE PUMP NO1	ปั๊มหูบน้ำเสีย	3	DI
S3-DP-01	RAW WATER DRAIN NO1	ปั๊มหูน้ำดิบ	4	DI

ตารางที่ 4.3 อุปกรณ์ SMCC3

SMCC3 กระบวนการบำบัดน้ำ

TAG-ID	DEVICE NAME	DESCRIPTION	MODULE	TYPE
S1-DHP-01	DRY SLUDGE HOPPER	ขนย้ายตะกอนแห้ง	1	AI
S2-LE-01	LEVEL METER FOR RETURN EXCESS SLUDGE	วัดปริมาณ กวนตะกอน	2	AI
S3-ADO-01	DISSLOVED OXYGEN METER NO1	เครื่องวัดออกซิเจน	3	AI
S4-ADC-01	DISSLOVED OXYGEN EFFLUENT NO2	เครื่องวัด ออกซิเจน น้ำปล่อยออก	4	AI
S5-FE11-01	FLOW METER AT SAND WASHING TANK NO1	เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำที่ถังกรอง	5	AI
S6-APH-01	PH METER AT EFFLUENT NO1	เครื่องวัดค่าความเป็นกลางของน้ำปล่อยทิ้ง	6	AI
S7-TUR-01	TURBIDITY METER AT EFFLUENT NO1	เครื่องวัดความขุ่น	7	DI
S8-SMX-01	SUBMERSIBLE AGITATOR NO1	เครื่องตรวจจับน้ำเสีย	8	DI
S8-SWP-01	SPARY WASHING PUMP NO1	ปั๊มสเปรย์ คัดกลั่น	9	DI
S8-SFC-01	FLOATING BRIDGE FINAL CLARIFIER	เครื่องวัดน้ำใส	10	DI
S8-AFP-01	ALUM FEED PUMP NO1	ปั๊มสารส้ม	11	DI

ตารางที่ 4.4 อุปกรณ์ SMCC4

SMCC4 วัดปริมาณสารก่อนปล่อยน้ำ

TAG-ID	DEVICE NAME	DESCRIPTION	MODULE	TYPE
S1-AAM-01	AMMONIUM ANALYZER	เครื่องวัดปริมาณแอมโมเนีย	1	AI
S2-AOP-01	ORTHO-PHOSPHATE ANALYZER	เครื่องวัดปริมาณฟอสเฟส	2	AI
S1-AAM-01	NITRATE ANALYZER	เครื่องวัดปริมาณไนเตรด	3	AI
S1-SIC-01	FLOTING BRID FOR CLARIFIER	เครื่องวัดความใสของน้ำเสีย	4	DO

ตารางที่ 4.5 อุปกรณ์ SMCC5

SMCC5 กวนตะกอน

TAG-ID	DEVICE NAME	DESCRIPTION	MODULE	TYPE
S1-TUD-01	SLUDGE THICKENNEER DRIVE UNIT NO1	เครื่องกวนตะกอน	1	DI

ตารางที่ 4.6 อุปกรณ์ SMCC6

SMCC6 การบวนลำเลียงตะกอนทิ้ง

TAG-ID	DEVICE NAME	DESCRIPTION	MODULE	TYPE
S1-MCP-01	MCP CONTROL PANEL	อุปกรณ์จับเศษ	1	AI
S2-TE-01	TEMPERATURE METER IN AIR PIPE	เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศในท่อ	2	AI
S2-PE-01	PRESSURE METER IN AIR PIPE	เครื่องวัดแรงดันอากาศในท่อ	3	AI
S3-ABL-01	AOTOMATIC SLUIT GATE NO1	ประตูขนย้ายตะกอน	4	DI

ตารางที่ 4.7 อุปกรณ์ SMCC7

SMCC7 เติมน้ำอากาศเลี้ยงเชื้อ

TAG-ID	DEVICE NAME	DESCRIPTION	MODULE	TYPE
S1-GSS-01	MECHANICAL GRIT SCRAPER NO1	อุปกรณ์จับเศษ	1	AI
S2-TAB-01	TEMPORARY AIR BLOWER NO1	เครื่องเติมอากาศ	2	AI

ตารางที่ 4.8 อุปกรณ์ SMCC8

SMCC8 ก่อนปล่อยน้ำเสีย

TAG-ID	DEVICE NAME	DESCRIPTION	MODULE	TYPE
S1-LE-01	LEVEL METER FOR RETURN EXCESS SLUDGE	เครื่องวัดปริมาณสับตะกอน	1	AI
S1-LE-02	LEVEL METER FOR GARBAGE	เครื่องวัดปริมาณขยะ	2	AI
S1-LE-03	LEVEL METER FOR FILTER SCREEN	เครื่องวัดปริมาณการกรองขยะ	3	AI
S2-ADO-01	DISSLOVED OXYGEN METER NO1	เครื่องวัดปริมาณออกซิเจน	4	AI
S3-FE-01	FLOW METER FOR EXCESS SLUDGE	เครื่องวัดปริมาณตะกอนส่วนเกิน	5	AI
S1-RSP-01	RETURN SLUDGE PUMP NO1	สับตะกอน	6	DI
S2-ESP-01	EXCESS SLUDGE PUMP NO1	กวนตะกอน	7	DI
S3-MFS	FILTER SCREEN	กรองตะกอน	8	DI
S4-RSV-01	ROTARY SHUTER DISK VALUE NO1		9	DI
S5-EXF-01	EXHUAST FAN NO1	พัดลมระบายอากาศ	10	DI

4.3 ผลการดำเนินงาน

ผู้วิจัยดำเนินการจัดเก็บข้อมูลและกระบวนการทั้งหมดของโรงควบคุมน้ำ เพื่อนำมากำหนดเป็นเงื่อนไข โดยใช้โปรแกรม Factory Talk View ซึ่งเป็น Software ของชุดควบคุมที่ผู้วิจัยออกแบบในบทที่ 3 ข้อมูลต่าง ๆ ถูกส่งมาในรูปแบบ Boolean Logic และ Binary-Coded Decimal: BCD ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บไว้ในการ์ดของชุดควบคุมซึ่งประกอบการ์ดข้อมูลดังนี้

1. AO (Analog Output) การ์ดทำหน้าที่ส่งข้อมูลเครื่องจักรประเภทอนาล็อก โดยค่าต่าง ๆ จะเป็นตัวเลขในรูปแบบ Binary-Coded Decimal: BCD ส่งไปยังอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Data Station)
2. AI (Analog Input) การ์ดทำหน้าที่รับข้อมูลเครื่องจักรประเภทอนาล็อก โดยค่าต่าง ๆ จะเป็นตัวเลขในรูปแบบ Binary-Coded Decimal: BCD โดยรับข้อมูลมาจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
3. DO (Digital Output) การ์ดทำหน้าที่ส่งข้อมูลเครื่องจักรประเภทดิจิทัล โดยค่าต่าง ๆ จะเป็นตัวเลขในรูปแบบ Boolean Logic ส่งไปยังอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล
4. DI (Digital Input) การ์ดทำหน้าที่รับข้อมูลเครื่องจักรประเภทดิจิทัล โดยค่าต่าง ๆ จะเป็นตัวเลขในรูปแบบ Boolean Logic โดยรับข้อมูลมาจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

ผู้ควบคุมที่ผู้วิจัยออกแบบในบทที่ 3 ควบคุมการทำงานโดยการรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสีย โดยรวบรวมความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ส่งไปยังฐานจัดเก็บข้อมูล Data Station ทำให้สามารถควบคุมเครื่องจักรเครื่องจักรผ่านโปรแกรม Microsoft SQL Server

ผู้วิจัยใช้ระบบอินเทอร์เน็ตส่งข้อมูลจาก Microsoft SQL Server ผ่านอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล ที่ถูกเชื่อมต่อกับชุดควบคุมที่ผู้วิจัยออกแบบไว้ในบทที่ 3 โปรแกรม Factory Talk View ที่เป็นโปรแกรมของชุดควบคุมมีความสามารถควบคุมเครื่องจักรทุกตัว ที่มีการเชื่อมต่อกับการ์ดดังกล่าวในผลการดำเนินงาน ทำให้สามารถทราบข้อมูลเครื่องจักรจากศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำขณะเครื่องจักรยังทำงานอยู่ในขณะนั้น และในอนาคตศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำสามารถสร้างชุดควบคุมอีกชุดที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ผ่านโปรแกรม Microsoft SQL Server เป็นต้น

4.4 การทดลองกับอุปกรณ์และกราฟแสดงข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการบำบัดน้ำ

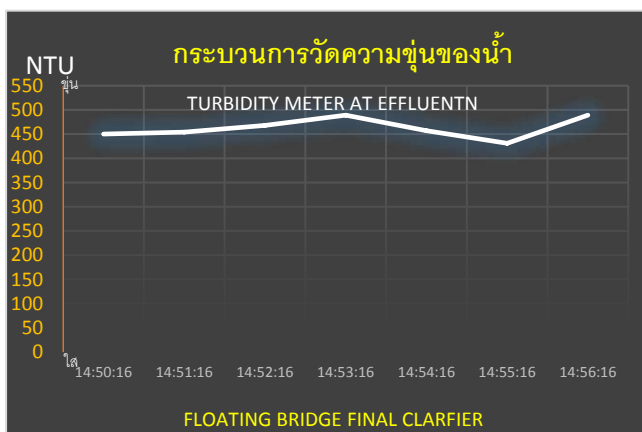
กราฟแสดงข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ข้อมูลแสดงสถานะการทำงานและการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์จะนำมาวาดกราฟได้ดังนี้

ตารางที่ 4.9 กรองละเอียด กรองหยาบ แยกขยะออกจากน้ำ (Coarse Screen)

ชื่ออุปกรณ์	14:37:16	14:38:16	14:39:16	14:40:16	14:41:16	14:42:16	14:43:16
Coarse Screen No.1	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON
Screw Compaction No.1	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Belt Conveyyor No.1	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON

ตารางที่ 4.10 กระบวนการบำบัดน้ำป้อนตกตะกอน, บ่อน้ำใส, สารส้ม, เติมน้ำอากาศ (Procesed)

ชื่ออุปกรณ์	14:50:16	14:51:16	14:52:16	14:53:16	14:54:16	14:55:16	14:56:16
DRY SLUDGE HOPPER	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN
LEVEL METER FOR RETURN EXCESS SLUDGE	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH
DISSOLVED OXYGEN METER No.1	7.8	7.6	7.5	6.6	7.2	7.4	7.1
DISSOLVED OXYGEN EFFLUENT No.2	4.1	4.3	4.4	4.5	4.3	4.2	4.6
FLOW METER AT SAND WASHING TANK	10.5	10.2	12.2	11.4	13.2	13.1	12.9
PH METER AT EFFLUENT No.1	5.0	5.8	5.9	6.2	6.1	6.3	6.5
TURBIDITY METER AT EFFLUENT	450	454	468	489	457	431	489
SUBMERSIBLE AGITATOR No.1	0.5	0.4	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1
SPRAY WASHING PUMP No.1	1.3	1.3	1.4	1.2	1.2	1.3	1.2
FLOATING BRIDGE FINAL CLARIFIER	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW
ALUM FEED PUMP No.1	0.5	0.5	0.8	0.7	1.1	1	0.9



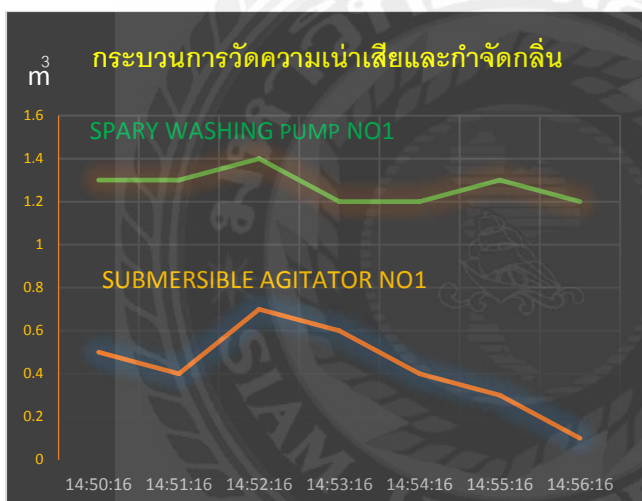
กราฟที่ 4.1 กระบวนกรวัดความขุ่น

กระบวนกรวัดความใสของน้ำ NTU

(Nephelometric Turbidity Units)

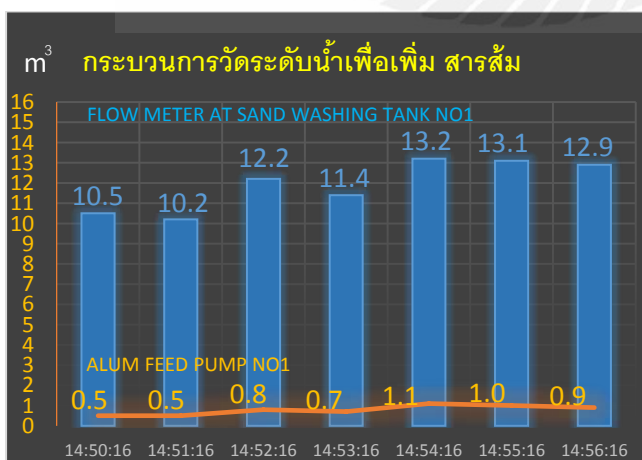
กระบวนกรนี้คือกระบวนกรวัดความขุ่นของน้ำที่อยู่ในกระบวนกรบำบัด ซึ่งน้ำในกระบวนกรบำบัดจะมีสีน้ำตาลเข้มถือว่าเป็นน้ำดีตะกอนในน้ำสามารถแยกออกจากน้ำได้ง่ายค่าที่วัดได้เฉลี่ยอยู่ที่ 431-489 NTU

ความขุ่นของน้ำปะปาปัจจุบันอยู่ที่ไม่เกิน 5 NTU



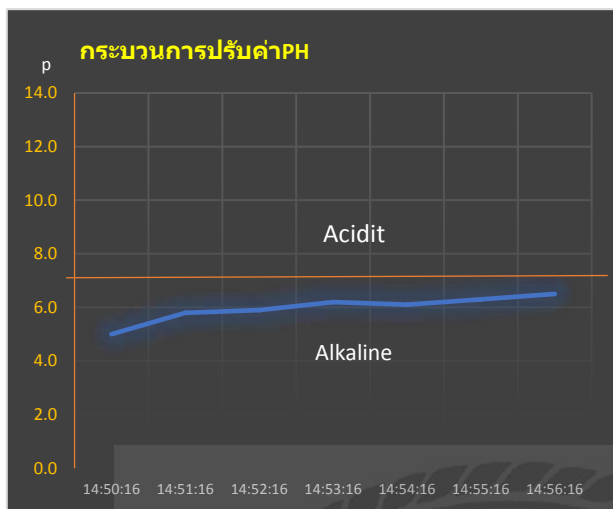
กราฟที่ 4.2 กระบวนกรวัดความเน่าเสีย

กระบวนกรวัดความเน่าเสียและกำจัดกลิ่น คือกระบวนกรวัดความเน่าเสียของน้ำในระบบบำบัดน้ำ น้ำที่เน่าเสียเป็นแหล่งกำเนิดของจุลินทรีย์หมู่ 1-หมู่ 5 ที่ทำหน้าที่กัดกินตะกอนทำให้ตะกอนในน้ำถูกกำจัดเหลือไว้เพียงน้ำใส แต่ด้วยกลิ่นที่มากับน้ำเน่าทำให้เกิดมลพิษทางอากาศจึงต้องมีการกำจัดกลิ่นด้วยเครื่อง สเปรย์วอชิงปั๊ม ซึ่งมีผลทำให้น้ำเน่าไม่เกิดกลิ่นฟุ้งกระจาย ค่าเฉลี่ยของน้ำเน่าในระบบอยู่ที่ 0.1-0.7 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที



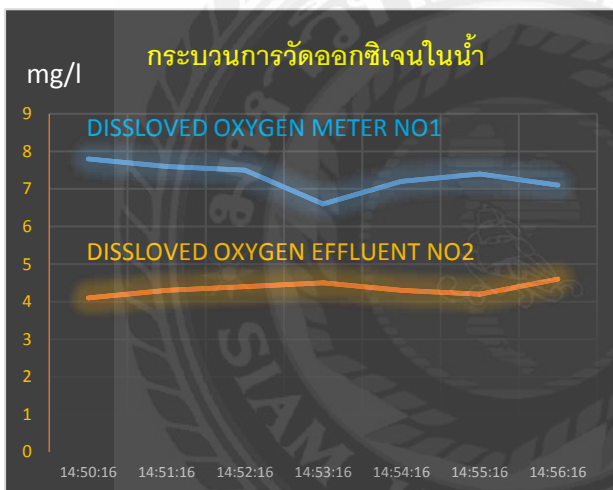
กราฟที่ 4.3 กระบวนกรวัดระดับน้ำเพื่อสารส้ม

กระบวนกรวัดระดับน้ำเพื่อเพิ่ม สารส้ม เข้าสู่ระบบน้ำเสียเพื่อให้ปรับสภาพเป็นกรดอ่อน เพื่อให้จุลินทรีย์เจริญพันธ์ โดยปกติ น้ำในแม่น้ำลำคลองจะเป็นกรดหรือด่างขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่นน้ำทะเลหนุนหรือพายุฝนเป็นต้น ดังนั้นจำเป็นต้องปรับน้ำให้เป็นกลางเพื่อให้จุลินทรีย์เติบโตขยายพันธ์ได้ดีที่สุด ค่าเฉลี่ยของ ปริมาณน้ำดิบ 11.9 ลูกบาศก์เมตรต่อปริมาณสารส้ม 5.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ณ เวลา 7 นาทีจะทำให้ได้ค่า 5.9 pH



กราฟที่ 4.4 กระบวนการวัดความเป็นกลางของน้ำ

กระบวนการวัดความเป็นกลางของน้ำในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ที่สามารถย่อยสลายสารตะกอนในน้ำเน่าเสียประเภทหมู่ที่ 1-5 สามารถเจริญพันธุ์ได้ดีในน้ำที่เป็นกรดอ่อน ดังนั้นน้ำดิบที่ดำเนินการสูบจากแม่น้ำลำคลอง จะถูกปรับสภาพด้วยสารส้มและปูนขาวเพื่อให้ได้น้ำที่มีค่าความเป็นกลางมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยของน้ำในกระบวนการบำบัดอยู่ 5.0 - 6.5 pH

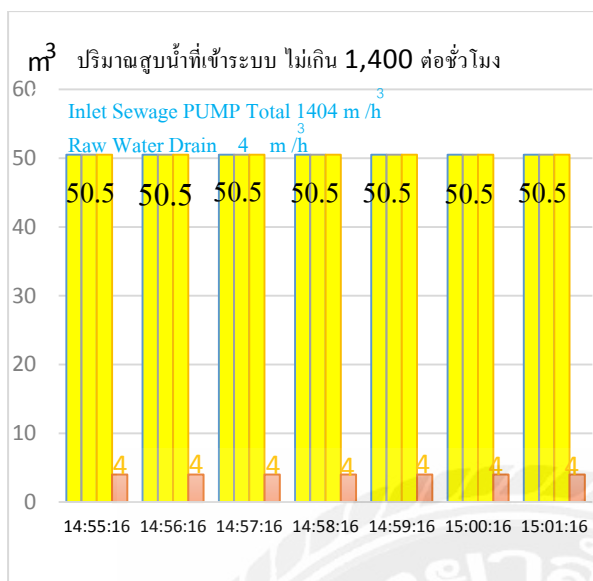


กราฟที่ 4.5 กระบวนการวัดออกซิเจนในระบบบำบัด

กระบวนการวัดออกซิเจนในน้ำ เป็นกระบวนการวัดปริมาณออกซิเจนเพื่อให้มีออกซิเจนที่เพียงพอต่อการเพิ่มกำลังขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์กระบวนการเติมออกซิเจนจะเติมที่กระบวนการบำบัดเลี้ยงเชื้อและกระบวนการปล่อยน้ำสุดท้าย ในกระบวนการวัดออกซิเจนนี้เป็นกระบวนการวัดในระบบบำบัดน้ำเลี้ยงเชื้อโดยวัดปริมาณออกซิเจนที่เติมในน้ำอยู่ที่ 6.6-7.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และวัดระดับออกซิเจนในบ่อบำบัดอยู่ที่ 4.1-4.6 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.11 การสูบน้ำเข้าโรงบำบัด ปัมมน้ำเสีย (Sewage pump), ปัมมน้ำดิบ (Raw water pump)

ชื่ออุปกรณ์	14:55:16	14:56:16	14:57:16	14:58:16	14:59:16	15:00:16	15:01:16
LEVEL METER	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH
INVERTOR	1845	1845	1845	1845	1845	1845	1845
INLET SEWAGE PUMP NO1	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
INLET SEWAGE PUMP NO2	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
INLET SEWAGE PUMP NO3	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
RAW WATER DRAIN NO1	4	4	4	4	4	4	4

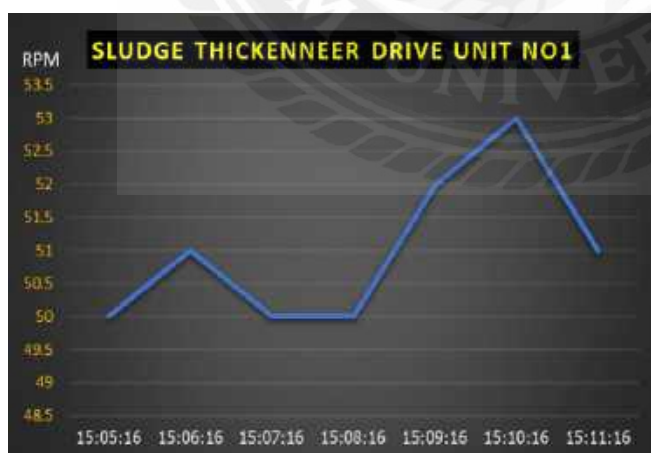


กราฟที่ 4.6 กระบวนการสูบน้ำเข้าระบบ

กระบวนการสูบน้ำเข้าระบบ โรงควบคุมคุณภาพ น้ำดินแดงสามารถบำบัดน้ำได้สูงสุด 350,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เฉลี่ยสามารถรับน้ำได้ไม่เกิน 1,400 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำดิบเข้าระบบปริมาณสูงสุดไม่เกิน 1,400 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง กรณีที่ปริมาณน้ำเข้าระบบมากเกินไปจะผันน้ำดิบออกจากระบบ โดยปั๊มสูบน้ำ 3 ตัวทำงานตามความเร็วรอบมอเตอร์ที่ปรับไว้ 1,845 RPM เฉลี่ยที่ 50.5 ลูกบาศก์ลิตรต่อ 9 นาที ทำให้ได้ปริมาณน้ำเต็มระบบสูงสุด 1,404 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เหลือ 4 ลูกบาศก์เมตรจะไหลโอเวอร์โฟลว์ลงคลองน้ำ

ตารางที่ 4.12 กวนตะกอน (Sludge Thickener Drive unit)

ชื่ออุปกรณ์	15:05:16	15:06:16	15:07:16	15:08:16	15:09:16	15:10:16	15:11:16
SLUDGE THICKENNER DRIVE UNIT	50	51	50	50	52	53	51

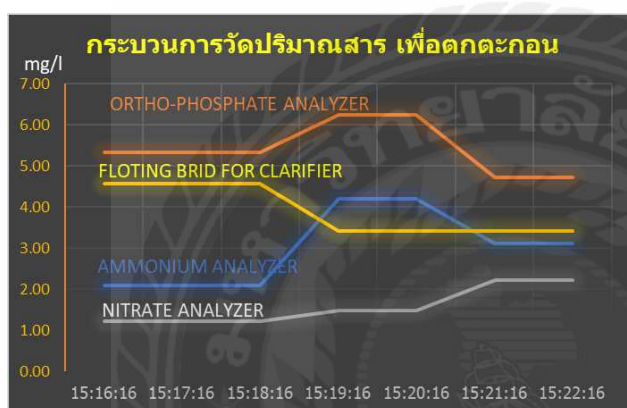


กราฟที่ 4.7 ปรับความเร็วรอบกวนตะกอน

กระบวนการกวนตะกอนเป็นกระบวนการที่ส่งมาจากกระบวนการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยตะกอนเหล่านี้ถูกเพิ่มปูนขาวและสารเคมีอื่นๆเพื่อเร่งกระบวนการแขวนตะกอนลอยน้ำส่วนนี้จะถูกผันเข้าระบบบำบัดเข้าส่วนตะกอนแขวนลอยและตะกอนหนักที่จมถูกย้ายไปเข้าเครื่องอัดตะกอนและรอการทิ้งต่อไป กระบวนการกวนตะกอนใช้หลักการปรับความเร็วรอบมอเตอร์ทำให้เกิดการระเหยของน้ำบางส่วนเกิดตะกอนแขวนลอยและตะกอนหนักจม โดยอาศัยปรับความเร็วรอบของการกวนตะกอน 50-53 RPM ข้อมูล ณ เวลา 7 นาที ที่บันทึก

ตารางที่ 4.13 ทำน้ำใต้ วัดประมาณสารก่อนปล่อยน้ำ (Clarifier)

ชื่ออุปกรณ์	15:16:16	15:17:16	15:18:16	15:19:16	15:20:16	15:21:16	15:22:16
AMMONIUM ANALYZER	2.10	2.10	2.10	4.20	4.20	3.12	3.12
ORTHO-PHOSPHATE ANALYZER	5.32	5.32	5.32	6.24	6.24	4.71	4.71
NITRATE ANALYZER	1.23	1.23	1.23	1.48	1.48	2.21	2.21
FLOTING BRID FOR CLARIFIER	4.56	4.56	4.56	3.41	3.41	3.41	3.41

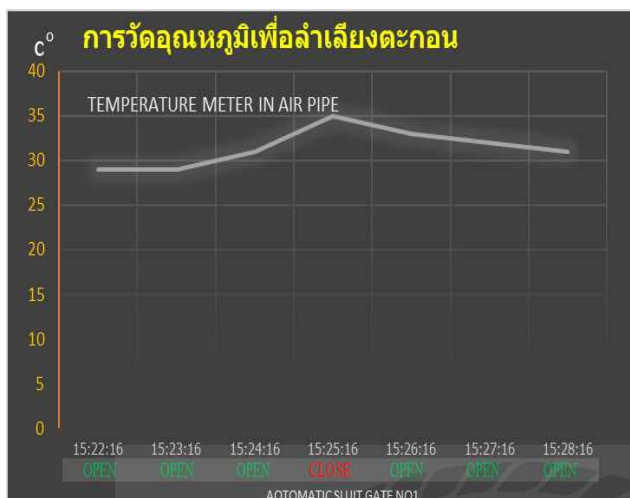


กราฟที่ 4.8 กระบวนการวัดปริมาณสาร

กระบวนการเติมสารเคมีและวัดสารเคมีเพื่อเร่งการเกิดตะกอน เป็นกระบวนการที่รับน้ำเสียมาจากก้นตะกอนของถังบำบัดน้ำ น้ำตะกอนเหล่านี้จะถูกนำมาเติมปูนขาวและสารเคมีอื่นเพื่อเร่งปฏิบัติการตกตะกอน ก่อนจะส่งไปถังกวนตะกอน โดยค่าเฉลี่ยของแอมโมเนียจะอยู่ที่ 2.10-4.20 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าฟอสฟอรัสจะอยู่ที่ 4.71-6.24 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าไนเตรทจะอยู่ที่ 1.23 – 2.21 มิลลิกรัมต่อลิตร, สารทำน้ำใสจะอยู่ที่ 3.41- 4.56 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณการวันอยู่ในช่วง 7 นาที

ตารางที่ 4.14 คอมเพลทเซอร์ (Turbo Blower)

ชื่ออุปกรณ์	15:22:16	15:23:16	15:24:16	15:25:16	15:26:16	15:27:16	15:28:16
MCP CONTROL PANEL	AUTO	AUTO	AUTO	AUTO	AUTO	AUTO	AUTO
TEMPERATURE METER IN AIR PIPE	29	29	31	35	33	32	31
PRESSURE METER IN AIR PIPE	2.3	2.3	2.3	2.1	2.1	2.3	2.2
AOTOMATIC SLUIT GATE NO1	OPEN	OPEN	OPEN	CLOSE	OPEN	OPEN	OPEN

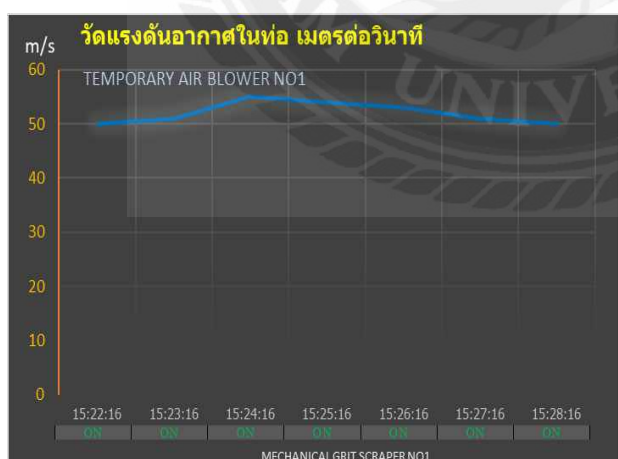


กราฟที่ 4.9 กระบวนการวัดอุณหภูมิ

กระบวนการวัดอุณหภูมิในท่อส่งตะกอน เป็นกระบวนการสูบตะกอนแห้งผ่านท่อแรงดันเข้าเครื่องอัดตะกอนในกระบวนการนี้อุณหภูมิในท่อจะมีอุณหภูมิสูงจากสารเคมีและแรงดัน หากอุณหภูมิสูงเกิด 35 องศาเซลเซียสประตูรับตะกอนแห้งจะปิดและกระบวนการจะหยุด เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 35 องศาเซลเซียส ประตูจะเปิดและกระบวนการจะดำเนินต่อ เพื่อป้องกันอันตรายจากความร้อนสะสมของตะกอนเหล่านี้ซึ่งหากมีอุณหภูมิสะสมมากเกินไปจะทำให้เกิดการเผาไหม้ได้

ตารางที่ 4.15. เติมอากาศเลี้ยงเชื้อ(Air Blower) กรองละเอียด (Fine Screen)

ชื่ออุปกรณ์	15:33:16	15:34:16	15:35:16	15:36:16	15:37:16	15:38:16	15:39:16
MECHANICAL GRIT SCRAPER NO1	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
TEMPORARY AIR BLOWER NO1	50	51	55	54	53	51	50

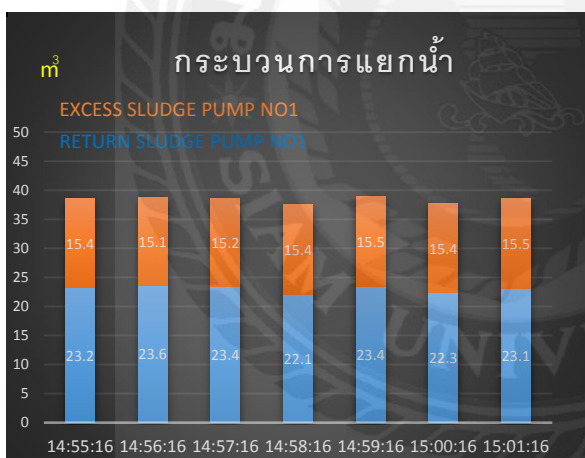


กราฟที่ 4.10 กระบวนการวัดแรงดันอากาศในท่อ

กระบวนการเติมอากาศเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย โดยอาศัยหลักการเติมอากาศเข้าท่อน้ำทำให้น้ำมีแรงดันไปสู่กระบวนการอื่น และเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเพื่อให้เกิดการเจริญพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการกำจัดตะกอน ในกระบวนการนี้จะเติมอากาศเข้าระบบด้วยแรงดัน 50-55 เมตรต่อวินาทีภายในท่อน้ำ เมื่อมีแรงดันในท่อน้ำทำให้สามารถดักเศษตะกอนละเอียดได้ด้วยเครื่องดักตะกอนละเอียดและเครื่องดักตะกอนจะทำงานพร้อมเครื่องมือเติมอากาศควบคู่กัน

ตารางที่ 4.16 ก่อนปล่อยเสีย (Return Sludge Pump)

ชื่ออุปกรณ์	15:38:16	15:39:16	15:40:16	15:41:16	15:42:16	15:43:16	15:44:16
LEVEL METER FOR RETURN EXCESS SLU	HIGH	HIGH	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	HIGH	MEDIUM
LEVEL METER FOR GARBAGE	HIGH	HIGH	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	HIGH	MEDIUM
LEVEL METER FOR FILTER SCREEN	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW
DISSLOVED OXYGEN METER NO1	2.5	2.4	3.2	2.7	3.1	3.1	2.9
FLOW METER FOR EXCESS SLUDGE	46.2	46.8	47.6	47.2	47.5	46.2	45.1
RETURN SLUDGE PUMP NO1	23.2	23.6	23.4	22.1	23.4	22.3	23.1
EXCESS SLUDGE PUMP NO1	15.4	15.1	15.2	15.4	15.5	15.4	15.5
FILTER SCREEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN
ROTARY SHUTER DISK VALUE NO1	135	134	134	122	132	134	133
EXCESS FAN NO1	45	47	34	32	40	41	45



กราฟที่ 4.11 กระบวนการแยกน้ำ

กระบวนการแยกน้ำ อาศัยหลักการในการวัดคุณภาพน้ำในกระบวนการบำบัด น้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดจะถูกแยกกระบวนการปล่อยน้ำคืนสู่อ่างน้ำลำคลอง ส่วนน้ำที่ไม่ผ่านกระบวนการบำบัดจะสูบไปรวมกับตะกอน เพื่อเติมเคมีและกวนตะกอนต่อไปและนำน้ำมาบำบัดซ้ำ ในกระบวนการนี้ น้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดอยู่ระหว่าง 22.1-23.6 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที และน้ำที่ไม่ผ่านกระบวนการบำบัดอยู่ระหว่าง 15.1-15.5 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ปริมาณน้ำโดยข้อมูล 7 นาที



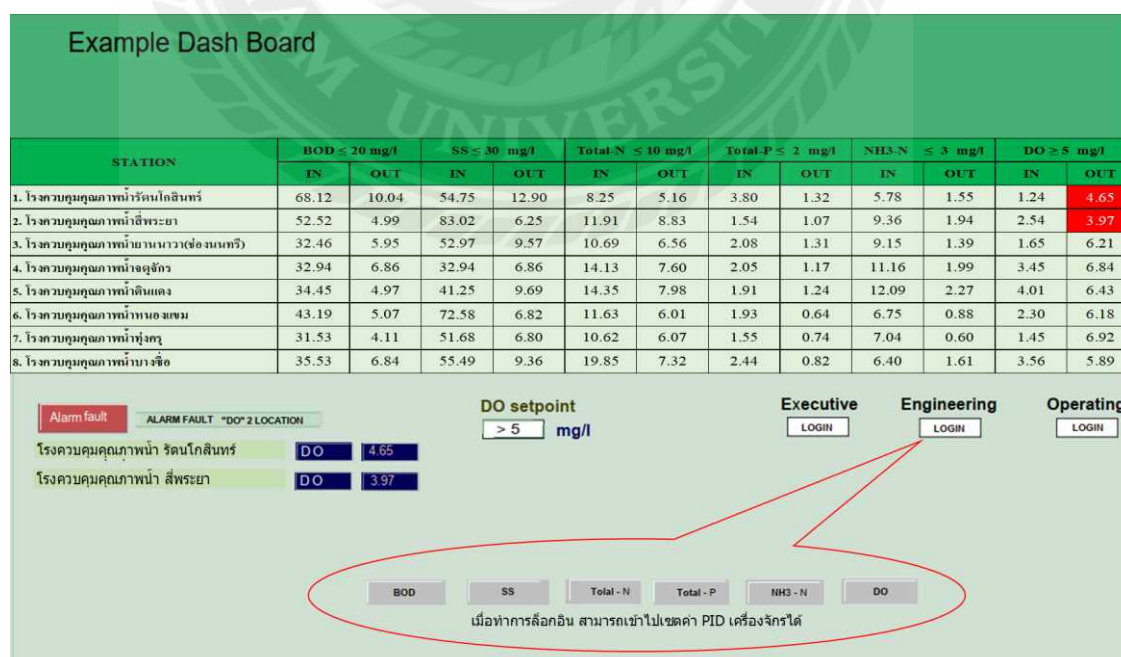
กราฟที่ 4.12 ปริมาณน้ำดี

กระบวนการปล่อยน้ำลงสู่อ่างน้ำลำคลอง น้ำส่วนหนึ่งจากการบำบัดน้ำจะถูกนำมาล้างถนนและลดน้ำต้นไม้ ส่วนที่เหลือจะปล่อยคืนสู่อ่างน้ำลำคลอง โดยน้ำที่สามารถบำบัดความเน่าเสียจนเป็นน้ำที่ใส จะอยู่ระหว่าง 45.1-47.6 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที คิดเป็นอัตราส่วน 35% หรือ 1 ส่วน 3 ของน้ำดิบที่สูบจากอ่างน้ำลำคลอง

4.5 ประเมินผลการส่งข้อมูล และการนำข้อมูลไปใช้งานที่ศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

โปรแกรมไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์หรือที่เรียกว่าฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เป็นซอฟต์แวร์ที่ผลิตโดยไมโครซอฟต์ คอร์ปอเรชั่นเป็นฐานข้อมูลที่อยู่บนคราวด์ (Cloud) อินเทอร์เน็ต สามารถบันทึกข้อมูลได้จากทุกที่บนโลกนี้ที่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตและสามารถรับข้อมูลต่างๆ ที่บันทึกได้จากทุกที่ทั่วโลก เช่นกัน ดังนั้นการฝากข้อมูลไว้บนคราวด์ ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ จึงสามารถเข้าถึงข้อมูลด้วยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต จากการวิจัยข้อมูลของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ทำให้ทราบกระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงควบคุมคุณภาพน้ำขนาดใหญ่ทั้ง 8 แห่งรอบกรุงเทพมหานคร มีกระบวนการบำบัดน้ำเสียใกล้เคียงกันและผลการบำบัดน้ำเสียเป็นมาตรฐานเดียวกัน คือมีการวัดค่าต่าง ๆ ก่อนปล่อยน้ำเสีย ดังนั้นเพื่อให้ได้คุณภาพหรือมาตรฐานที่ตั้งไว้โดยกรุงเทพมหานคร จึงต้องนำข้อมูลสำคัญมาเก็บบันทึกไว้ที่ศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ หรือเรียกว่าศูนย์การเรียนรู้การบำบัดน้ำเสีย ที่จะเกิดขึ้นในปี 2563 นั้นเอง รวมทั้งเป็นการเก็บข้อมูลการบำบัดน้ำเสียของทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำให้เป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ หรือบิ๊กเดต้า (Big Data) เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์หากระบวนการบำบัดน้ำเสียที่ดีที่สุด และสามารถแก้ปัญหาต่างๆ หรือหาข้อผิดพลาดในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการบำบัดน้ำเสีย

ตัวอย่างการนำข้อมูลจาก “ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์” ใช้ทำแดชบอร์ด



รูปที่ 4.2 แดชบอร์ดที่ออกแบบให้สามารถรับส่งข้อมูลมาตรฐานการปล่อยน้ำทิ้ง

❖ ลักษณะการทำงาน

ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพน้ำจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ 8 แห่งรอบกรุงเทพมหานครจะถูกส่งมาที่ศูนย์ข้อมูลดังตัวอย่าง กรณีที่ค่าการบำบัดน้ำเสียใดไม่ตรงตามมาตรฐาน จะแสดงผลด้วยแถบสีแดงและแสดงสัญญาณเตือน โดยบุคลากรที่บริหารจัดการมีสามระดับได้แก่ ผู้บริหาร วิศวกรและพนักงาน สามารถเข้าสู่ระบบโดยการล็อกอินเข้าจาก หน้าจอแคชบอร์ดและแก้ไขข้อผิดพลาด ซึ่งแต่ละบุคคลมีการเข้าถึงข้อมูลได้ไม่เท่ากัน ยกตัวอย่างผู้บริหารล็อกอินเข้าสู่ระบบสามารถเข้าถึงข้อมูลทุกระดับรวมถึงข้อมูลที่เป็นความลับในองค์กร ส่วนวิศวกรเมื่อล็อกอินเข้าถึงข้อมูลในส่วนการปรับจูนเครื่องจักรต่างๆ ผ่านหน้าจอแคชบอร์ด และพนักงานก็จะสามารถเข้าไปพิมพ์รายงานได้เพียงอย่างเดียว เป็นต้น



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการพัฒนาสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องจักรทำงานแทนคน หรือการใช้เทคโนโลยีในการสื่อสาร ผลจากการใช้เทคโนโลยีจะทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ๆ เกิดมูลค่า เกิดความรวดเร็วในการทำงาน รวมทั้งจะช่วยให้ธุรกิจมีโอกาสประสบความสำเร็จมากขึ้น ณ ปัจจุบัน โรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อได้เปลี่ยนเป็นสำนักการระบายน้ำและศูนย์ป้องกันน้ำท่วม (บางซื่อ) โดยเป็นศูนย์กลางข้อมูล มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลผลการปรับปรุงคุณภาพน้ำ จากทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ในการจัดการเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในแม่น้ำลำคลองที่ไหลผ่านกรุงเทพมหานครและเป็นศูนย์ป้องกันน้ำเสียกรุงเทพมหานคร จากการศึกษาโครงสร้างของระบบศูนย์กลางข้อมูลของโรงควบคุมคุณภาพน้ำขนาดใหญ่ทั้ง 8 แห่งที่อยู่รอบกรุงเทพมหานคร พบว่ามีโครงสร้างที่คล้ายกันเกือบทุกขั้นตอนของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย มีความใกล้เคียงกันมาก จึงสามารถนำข้อมูลมารวมไว้ในที่เดียวกันได้ เพื่อใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นฐานข้อมูลวัดผลประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียและใช้พัฒนาปรับปรุงให้สอดคล้องกับนโยบายการจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อช่วยลดปัญหาการจัดเก็บข้อมูล โดยข้อมูลจากทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำจะถูกเก็บและบันทึกผลการทำงานของเครื่องจักรในทุกขั้นตอนของการบำบัดน้ำเสียรวมทั้งผลของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว จะเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานการบำบัดน้ำเสียเดียวกัน โรงควบคุมคุณภาพน้ำ

จากที่ได้ออกแบบตัวควบคุมที่เป็นมาตรฐานโรงงานอุตสาหกรรม สามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง ภายในตัวควบคุม มีระบบควบคุม 2 ชุดสลับกันทำงานกรณีชุดควบคุมชุดแรกเสียก็จะสลับการทำงานเป็นชุดที่สองทันที เรียกว่าระบบอุปกรณ์สำรอง (Redundancy System) ซึ่งระบบชุดจัดเก็บข้อมูลจะทำหน้าที่เป็นทางเชื่อมต่อ รับ-ส่ง ข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำต่างๆ เข้าไปที่ระบบฐานข้อมูล “ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์” หรือระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่เป็นซอฟต์แวร์ที่มีหน้าที่หลักในการจัดการฐานข้อมูลของศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำบน

คอมพิวเตอร์ เครื่องอื่นในเครือข่ายที่ใช้เทคโนโลยี 4.0 สามารถดึงข้อมูลจากอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล ส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง โดยระบบปฏิบัติการจัดเก็บข้อมูลทุก 1 นาที ทำให้ได้ข้อมูลจริง ณ เวลาปัจจุบันและยังแสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักรที่กำลังทำงาน ผู้ดูแลระบบสามารถดูการทำงานของเครื่องจักรผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ทุกสถานที่และนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้เพื่อการวิเคราะห์เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรให้ดียิ่งขึ้น เหมาะสำหรับการจัดเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ภายใต้การดำเนินงานของศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

การออกแบบศูนย์ข้อมูล ประกอบด้วยหลักการอินฟอรมะชันซิสเต็ม (Information System) ประกอบด้วย ข้อมูล ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ บุคลากรและกระบวนการ ซึ่ง 5 ตัวแปรนี้เป็นตัวการที่ทำให้เกิดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี 4.0 นั้นหมายถึงการใช้เครื่องจักรให้ทำงานแทนคน โดยคนสามารถบริหารงานหรือควบคุมเครื่องจักร จากที่ไหนก็ได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ถูกเก็บบนคราวด์ “ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์” จึงทำให้ลดเวลาการทำงานที่ยู่ยากลง

การใช้เทคโนโลยีก็มีข้อควรระวัง คือ เทคโนโลยีมีโอกาสผิดพลาดได้เสมอหากขาดการบำรุงรักษา หรือกล่าวได้โดยง่าย คือ ควรใช้เทคโนโลยีด้วยความระมัดระวัง ไม่ว่าจะเป็น “ฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์” ก็ต้องมีการบำรุงรักษาอยู่เสมอ หากละเลยอาจเกิดผลกระทบอย่างมหาศาล ในศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

ข้อเสนอแนะ คือ หลังจากการเดินหน้าเข้าสู่ระบบเทคโนโลยี 4.0 หรือยุคนวัตกรรม การพัฒนาขั้นต่อไปคือการสั่งให้เครื่องจักรเรียนรู้งานและสามารถปฏิบัติงานแทนคนได้ บุคลากรควรยอมรับและเข้าถึงกระบวนการพัฒนาเทคโนโลยี และปรับตัวให้เข้ากับเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าในทุกวันและโดยอาศัยหลักการ “ใช้เครื่องจักรทำงานแทนคนเพื่อทุนแรงในการทำงาน” ไม่ใช่ นำเครื่องจักรมาแข่งขันคน ดังนั้นการปรับตัวให้เข้ากับเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งสำคัญในการใช้ชีวิต

บรรณานุกรม

- ธนัช รักษศรี. (2555). การวิเคราะห์ความประหยัคพลังงานในโรงบำบัดน้ำเสียศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงร่วมกับอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญธิดา สุรทินธนากร. (2557). การวิเคราะห์และการออกแบบระบบฐานข้อมูลสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการจังหวัด. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม
- ประเวศ เสรีเชษฐพงษ์, เอมอร เบญจวงศ์กุลชัย, สุพจน์ พัฒนะศรี, พิชญ์ รัชฎาวงศ์, พิบูลย์ เกิดโลกทรัพย์, วรรณดารา อินทรปัญญา และจันทวรรณ ต้นเจริญ. (2549). การศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำทิ้งภายในบริเวณคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: รายงานผลการวิจัย. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิศมัย จิรจิรัชชัย. (2534). การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นแบบโต้ตอบกับแฟ้มข้อมูลอักษร. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีรพล สัมฤทธิ์. (2549). การพัฒนาระบบฐานข้อมูลแบบความสัมพันธ์ สำหรับข้อสนเทศทางเศรษฐกิจ. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช ชาตินิยม. (2539). การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการควบคุมกระบวนการผลิต ในการผลิตตู้ควบคุมไฟฟ้าและรางเดินสายไฟฟ้า. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภัทรา สุวรรณหงส์. (2554). โปรแกรมระบบวิธีไออีเล็กทรอนิกส์สำหรับสนับสนุนการจัดการความรู้. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์.
- อรณิชา บวรพิพัฒนชัย. (2552). การจัดระบบฐานข้อมูลทางการผลิต: กรณีศึกษาโรงงานผลิตอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม.

ภาคผนวก

เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ



8TH SUSTAINABLE INDUSTRIAL INNOVATION and Management Conference 2019

การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม
นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 8 ปี 2562
ภายใต้งาน Eco Innovation Forum 2019 : Circular Economy
: Way to Smart and Sustainable Eco Industrial Town
ณ โรงแรม มิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชัน กรุงเทพฯ

Eco Innovation Forum 2019



ลำดับ	เวลา (น.)	ชื่อบทความ	ชื่อเจ้าของผลงาน	หน่วยงาน
ภาคบ่าย				
7	13.00-13.15	การศึกษาแนวทางการบริหารคุณภาพการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ ด้วยหลักการ 4M กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่เขตพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด	ปฏิการ โยชนิไชยสาร ปริญญ์ บุญนิษฐ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
8	13.15-13.30	การออกแบบระบบศูนย์ข้อมูลสำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำ	สรณัท วงศ์สัมพันธ์ อาทิตย์ โสตรโยม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
9	13.30-13.45	การกู้คืนหมายเลขทะเบียนปีนบนโลหะ AISI 1015 เพื่อจำแนกผลการกู้คืนด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ	เกล็ดนที เวปุลานนท์ ภาวิดา น้ำใจสุข ณัฐธิดา ปานขาน กาญจนา รัตนพันธ์ นฤเบศร์ ว่องปัญจเลิศ สกล จันทร์ขจร	คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาเขต หาดใหญ่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
10	13.45-14.00	การประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีการป็นเขาและขั้นตอนวิธีการจำลองการอบเหนียวสำหรับปัญหาพนักงานขาย ในคลังสินค้าบนไมโครซอฟท์เอกซ์เซล	จิราพร สกลวรารักษ์ คณศ พันธ์สุวรรณดี	คณะวิศวกรรมศาสตร์และ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
11	14.00-14.15	การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าเพื่อลดต้นทุนในการขนส่ง กรณีศึกษา โรงงานผลิตชุดสายไฟรถยนต์	ก้าวหน้า จงวัฒนารักษ์ เฉลิมศักดิ์ ถาวรวัตร ฤทธิชัย สังฆทิพย์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
12	14.15-14.30	การออกแบบระบบดับเพลิงในอาคารศูนย์ข้อมูลด้วยสารสะอาด	ทวิทย์ บุญทริกศิริ เลิศเลขา ศรีรัตนะ กฤษฎา พิศลยบุตร สิริวัลภ์ เรืองช่วย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
13	14.30-14.45	การประยุกต์ใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซลเพื่อกำหนดระยะทางของคลังสินค้า	ตฤณ ปฐมนิธิบุญโย คณศ พันธ์สุวรรณดี	คณะวิศวกรรมศาสตร์และ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

การออกแบบระบบศูนย์ข้อมูลสำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

Design of Data Centering System for Water Environment Control Plants

สรณัท วงศ์สัมพันธ์¹, อาทิตย์ โสตรโยม²

¹สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
38 ถนนเพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160
Soranut.won@gmail.com, arthit@ieee.org

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบศูนย์ข้อมูลสำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำออกแบบขึ้นมาเพื่อการควบคุมคุณภาพการทำงานของเครื่องจักรโดยวิธีการเก็บข้อมูลขณะเครื่องจักรกำลังทำงาน

การออกแบบระบบจะใช้วิธีดึงข้อมูลจากอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล ส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง โดยระบบปฏิบัติการจัดเก็บข้อมูลทุก 1 นาที ทำให้ได้ข้อมูลจริง ณ เวลาปัจจุบัน ข้อมูลของเครื่องจักรทุกประเภทภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำจะถูกบันทึก ในระบบภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล และจะถูกส่งไปยังศูนย์ข้อมูลกลาง เพื่อใช้ในการดำเนินงานของแต่ละส่วนการควบคุมคุณภาพน้ำ โดยศูนย์ข้อมูลกลางจะเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่รวบรวมข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรของทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำรอบกรุงเทพมหานคร

ผลการวิจัยพบว่าระบบศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ แสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักรที่กำลังทำงาน ผู้ดูแลระบบสามารถดูการทำงานของเครื่องจักรผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ทุกสถานที่ และนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรให้ดียิ่งขึ้น เหมาะสำหรับการจัดเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ภายใต้การดำเนินงานของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

คำสำคัญ : การออกแบบระบบศูนย์ข้อมูล โรงควบคุมคุณภาพน้ำ เทคโนโลยี

Abstract

This research presents a data centering system for water environment control plants designed for quality control of machine operation using data collection while the machine is running.

The design of the system used data retrieval methods to send data via high speed internet from the storage devices. Operating system stores the data within a minute interval, resulting in real-time data. All types of machinery information within the water quality control plant could be recorded in the standard language for the database system. After that, they are sent to the central data center for operating water quality control of each section. The central data center is a large database that collects data on the operations of the machines within Bangkok's water environment control plants.

The results found that the system showed real time status of the machine operations. The system administrator could view the machine operation via the internet from all zones and locations. The use of such information can analyze and increase the efficiency of the machines and work efficiency was achieved. Moreover, the system design was suitable for storing data as a large database with management under the operation of the water environment control plant.

Keywords : Design of Data Centering System, Water Environment Control Plants, Technolog

1. บทนำ (Introduction)

เนื่องจากปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องจักรทำงาน

แทนคน หรือการใช้เทคโนโลยีในการสื่อสาร ผลจากการใช้เทคโนโลยีจะทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ เกิดมูลค่า เกิดความรวดเร็วในการทำงาน รวมทั้งจะช่วยให้ธุรกิจมีโอกาสประสบ

ความสำเร็จมากขึ้น ณ ปัจจุบันโรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อได้เปลี่ยนเป็นสำนักการระบายน้ำและศูนย์ป้องกันน้ำท่วม (บางซื่อ) โดยเป็นศูนย์กลางข้อมูล มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลผลการปรับปรุงคุณภาพน้ำ จากทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ในการจัดการเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในแม่น้ำลำคลองที่ไหลผ่านกรุงเทพมหานคร และยังเป็นศูนย์ป้องกันน้ำกรุงเทพมหานคร

จากการศึกษาโครงสร้างของระบบศูนย์กลางข้อมูลของโรงควบคุมคุณภาพน้ำขนาดใหญ่ทั้ง 8 แห่งที่อยู่รอบกรุงเทพมหานคร พบว่ามีโครงสร้างที่คล้ายกันทุกขั้นตอนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียมีความใกล้เคียงกันมาก จึงสามารถนำข้อมูลมารวมไว้ในที่เดียวกันได้ เพื่อใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นฐานข้อมูลวัดผลประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย และ ใช้พัฒนาปรับปรุงให้สอดคล้องกับนโยบายการจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อช่วยลดปัญหาการเก็บข้อมูล โดยข้อมูลจากทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำจะถูกเก็บและบันทึกผลการทำงานของเครื่องจักรในทุกขั้นตอนของการบำบัดน้ำเสียรวมทั้งผลของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะเป็นตัววัดประสิทธิภาพของโรงควบคุมคุณภาพน้ำเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานการบำบัดน้ำเสียเดียวกัน

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันยังไม่มีมารวบรวมข้อมูลไปยังศูนย์กลางข้อมูลของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ส่งผลให้ข้อมูลการบำบัดน้ำยังคงเป็นข้อมูลดิบที่อยู่เฉพาะโรงควบคุมคุณภาพน้ำนั้น ๆ ส่งผลให้ข้อมูลเครื่องจักรและผลการบำบัดน้ำยังคงไม่ถูกพัฒนา ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรบางตัวลดลงส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมมีค่าน้อยลง ทำให้การผลการบำบัดน้ำเสียด้อยลงจากเดิม และ ไม่เป็นไปตามมาตรฐานการบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นการเก็บข้อมูลที่ศูนย์การข้อมูลทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้น และ การบริหารจัดการง่ายขึ้น สามารถตรวจเช็คข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ นำไปในการบริหารแต่ละโรงควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในทิศทางเดียวกันทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลของโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดงเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบระบบศูนย์กลางข้อมูล

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย มีดังนี้

- 1) จัดทำต้นแบบของการออกแบบวิธีรับส่งข้อมูล ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำทั้ง 8 แห่งรอบกรุงเทพมหานคร ไป

ยังศูนย์ข้อมูลกลางโรงควบคุมคุณภาพน้ำบางซื่อ

- 2) บันทึกผลการดำเนินงานอุปกรณ์ภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง และจัดเก็บข้อมูลต่างๆในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย เพื่อบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และสามารถนำกลับมาใช้ได้ในภายหลัง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 1) ทำการศึกษาสภาพการบำบัดน้ำเสียของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
- 2) ออกแบบระบบ รับ-ส่ง ข้อมูลแบบเรียลไทม์ของศูนย์ข้อมูลกลาง โดยการออกแบบอุปกรณ์ควบคุม ที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์
- 3) บันทึกผลการส่งข้อมูลผ่านระบบปฏิบัติการ “ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอล” ในระบบภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล (Structured Query Language)

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานมีดังนี้

- 1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
- 2) ศึกษาทฤษฎีและแนวทางการปฏิบัติตามทฤษฎี MIS (Management Information System)
- 3) วิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
- 4) รวบรวมข้อมูลเพื่อออกแบบระบบปฏิบัติการ รับ-ส่ง ข้อมูลแบบเรียลไทม์
- 5) ออกแบบตู้ควบคุม โดยใช้โปรแกรม Auto CAD
- 6) ทดลองกับอุปกรณ์จริง
- 7) ประเมินผลการส่งข้อมูล
- 8) สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับมีดังนี้

- 1) ผู้บริหาร และ ผู้เกี่ยวข้องในการจัดการโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ได้รับข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย
- 2) ข้อมูลถูกจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบ และสามารถนำกลับมาใช้ได้ภายในภายหลัง
- 3) ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องสามารถรับข้อมูลการบำบัดน้ำ

เสียทุกขั้นตอนได้แบบเรียลไทม์ ด้วยการเชื่อมต่อ
อินเทอร์เน็ต จากทุกที่ทั่วโลก

1.6 คำนิยามศัพท์

คำนิยามศัพท์มีดังต่อไปนี้

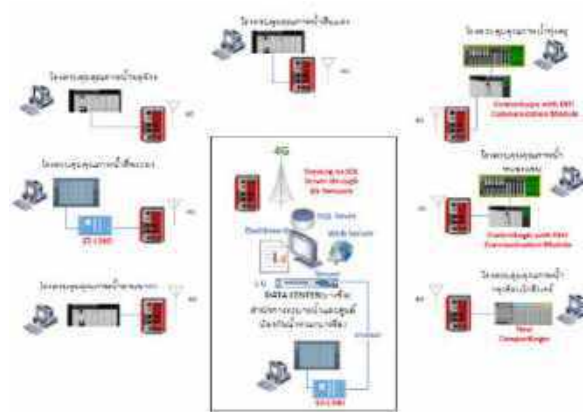
- 1) ชุดควบคุม หมายถึง อุปกรณ์ที่ส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย
อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุม
และชุดอุปกรณ์ รับ-ส่ง ข้อมูล
- 2) ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึง
ฐานข้อมูล สามารถใช้งานภาษา SQL (Structured
Query Language) ได้จากโปรแกรมต่าง ๆ ที่ทำการ
เชื่อมกับระบบฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการทำการดึงข้อมูล
กระบวนการบำบัดน้ำเสีย จากฐานข้อมูลเป็นมาตรฐาน
กลางที่ใช้ในระบบฐานข้อมูลต่าง ๆ

2. วิธีวิจัย (Research Methodology)

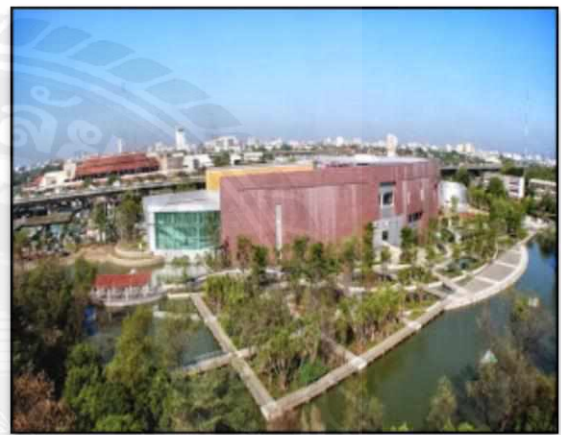
ทำการออกแบบตัวควบคุม 1 ชุดภายในตู้จะมีอุปกรณ์
รับส่งข้อมูลและประมวลผลข้อมูล โดยสามารถทำงานได้
ตลอด 24 ชั่วโมง และ สามารถส่งข้อมูลได้แบบเรียลไทม์
จากนั้นจะเริ่มดำเนินการเชื่อมต่อข้อมูลโดยวิธีการจำลอง
ข้อมูล และดำเนินการเชื่อมต่ออุปกรณ์จริงตามลำดับโดย
ข้อมูลที่น่าสนใจจะถูกบันทึก ในระบบภาษามาตรฐานในการ
เข้าถึงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ “ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล”

2.1 รายละเอียดโครงสร้าง (Data Centering)

สำนักการระบายน้ำและศูนย์ป้องกันน้ำท่วมมี
จุดประสงค์ให้มีระบบรวบรวมข้อมูล จากโรงควบคุมคุณภาพ
น้ำในจุดต่าง ๆ รอบกรุงเทพฯ โดยมีจำนวน 8 โรงควบคุม
เพื่อทำการบันทึกข้อมูลสำคัญที่จำเป็นต่อการประเมินผล
วิเคราะห์ วางแผนงานต่อไปในอนาคต โดยระบบรวบรวม
ข้อมูลดังกล่าว จะต้องออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบ
ควบคุมเดิมในแต่ละโรงควบคุมคุณภาพน้ำ โดยต้องไม่
กระทบต่อการทำงานของระบบควบคุมเดิม เมื่อระบบ
รวบรวมข้อมูลสามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอัตโนมัติ
ในแต่ละโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ก็จะต้องสามารถเก็บข้อมูล
สำคัญและส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังห้องรวบรวมข้อมูลรวมโดย
ผ่านการสื่อสารแบบ 4G และ นำข้อมูลที่ได้ไปเก็บไว้ใน
ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ “ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล” เพื่อ
นำไปใช้ประเมินผล วิเคราะห์ และแสดงเป็นแผนผังต่าง ๆ ที่
เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนงานในอนาคตได้



ภาพที่ 1 โครงสร้างศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ



ภาพที่ 2 โครงการศูนย์การศึกษาฯ บางซื่อ
(สถานที่รวบรวมข้อมูลการบำบัดน้ำ)

2.2 การออกแบบตัวควบคุม (Design of Controller)

ตัวควบคุม : ขั้นตอนการออกแบบตัวควบคุมที่ใช้รับส่ง
ข้อมูล โดยใช้โปรแกรม “อโต้แคด” ในการออกแบบ
ตัวควบคุม ผู้วิจัยการออกแบบระบบสายไฟที่ใช้ภายใน
ตัวควบคุม จากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ไม่เท่ากันและการใช้
ประเภทไฟฟ้าก็แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์นั้นว่า
ต้องการกระแสไฟฟ้ากระแสตรง หรือ กระแสไฟฟ้า
กระแสสลับ ขนาดเท่าใด ผู้วิจัยจะคำนวณจากมาตรฐาน
ขนาดสายไฟ มอก.11-2553 เป็นหลักเพื่อให้เป็นมาตรฐาน
เดียวกันตลอดงานวิจัย สายที่ใช้เป็นสายไฟที่เกิดควั่นน้อย
เพื่อไม่ให้อุปกรณ์ที่มีมูลค่าสูงภายในตู้เกิดความเสียหายจาก
การที่สายไฟฟ้าลัดวงจร ผู้วิจัยใช้สูตรการเลือกสายไฟฟ้าที่มี
ค่ามากกว่า I_t ขนาดตัวคูณปรับค่า (C_a , C_g)

C_a : อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม

C_g : จำนวนกลุ่มเดินสาย

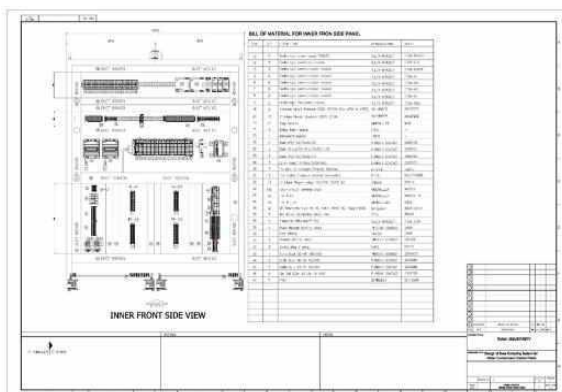
ขนาดกระแสไฟฟ้าที่ต้องการ I_t ตามสมการที่ (1)

$$I_t = I_n / (c_a \times c_g) \quad (1)$$

ได้ออกแบบอุปกรณ์ด้านหน้าและด้านหลังตู้ควบคุมให้มีความทันสมัย และ ประสิทธิภาพเดียวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อประสิทธิภาพการทำงานที่ยาวนานขึ้น ผู้วิจัยติดตั้งระบบแสดงสถานะการทำงานของตู้โดยใช้หลอดไฟแอลอีดี แสดงสถานะอุปกรณ์กำลังทำงานพร้อมทั้งติดตั้งพัดลมจำนวน 4 ตัว โดยใช้ 2 วงจรควบคุม ลักษณะการทำงานวงจรแรกจะทำงานเมื่ออุณหภูมิภายในตู้สูงเกิน 35 องศาเซลเซียส และ วงจรที่สองจะทำงานเมื่อวงจรแรกเกิดข้อผิดพลาดเช่นตัวจับอุณหภูมิชุดแรกเสียทำให้พัดลมไม่ทำงานโดยจะส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมที่สองพร้อมแจ้งสถานะการทำงานของพัดลมชุดที่สอง ทำให้ตู้ควบคุมมีระบบระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยเลือกอุปกรณ์ชุดควบคุม ที่สามารถรับ-ส่งสัญญาณได้ทั้งระบบอนาล็อกและดิจิตอล โดยมีเซอร์กิตเบรกเกอร์ และ ไฟเลี้ยงวงจรที่ใช้แปลงกระแสไฟสลับเป็นกระแสไฟตรง มีอุปกรณ์สลับการทำงานกรณีช่องส่งสัญญาณชำรุด มีอุปกรณ์ชุดจัดเก็บข้อมูล อุปกรณ์สำหรับควบคุมวงจรพัดลมและกล่องเก็บสายตัวนำไฟฟ้าขนาดต่าง ๆ

ลักษณะการทำงานของชุดควบคุมชุดแรกสามารถรับข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำโดยรับข้อมูลได้ทั้งสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิตอล แต่ละช่องสัญญาณจะมีระบบอุปกรณ์สำรองเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง หรือช่องสัญญาณเสียจะทำการสลับช่องสัญญาณตัวที่สองอัตโนมัติ สัญญาณที่ถูกส่งมาจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำผ่านช่องสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิตอลจะถูกส่งไปยัง ชุดจัดเก็บข้อมูล จากนั้นจะทำการส่งสัญญาณต่อไปยังระบบ ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ “ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล”



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการออกแบบอุปกรณ์ด้วยโปรแกรมมอดูแลค

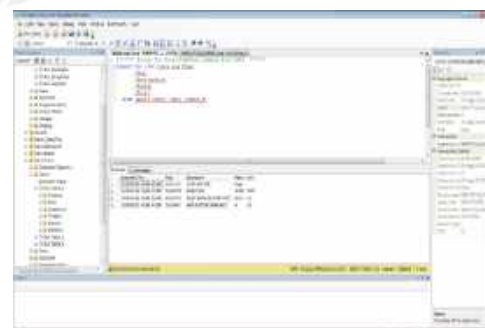


ภาพที่ 4 ตู้ควบคุมที่ใช้สำหรับระบบศูนย์ข้อมูล

รับส่งข้อมูล : กระบวนการเชื่อมต่อโปรแกรมกระบวนการด้านซอฟต์แวร์เป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยให้ความสำคัญเป็นอย่างมากเนื่องการเป็นกระบวนการต้นแบบขั้นตอนการดำเนินการวิธีการในการผลักดันข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำเพื่อให้ข้อมูลสามารถนำมาใช้งานเป็นฐานข้อมูลส่วนกลาง รวมทั้งยังเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ที่สามารถดำเนินการค้นคว้าศึกษากระบวนการต่างๆ และนำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการพัฒนาสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องจักรทำงานแทนคน หรือการใช้เทคโนโลยีในการสื่อสาร ผลจากการใช้เทคโนโลยีจะทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ๆ เกิดมูลค่า เกิดความรวดเร็วในการทำงาน รวมทั้งจะช่วยให้ธุรกิจมีโอกาสประสบความสำเร็จมากขึ้น

ขั้นตอนการจัดการฐานข้อมูลแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

- 1) วิธีการบันทึกไฟล์ข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
- 2) วิธีการเชื่อมต่อโปรแกรมระหว่างโรงควบคุมคุณภาพน้ำไปยังชุดจัดเก็บข้อมูล
- 3) วิธีการจัดเก็บข้อมูลเพื่อส่งข้อมูลไปยัง ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ “ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล”



ภาพที่ 5 ข้อมูลบันทึกลง “Microsoft SQL Server”

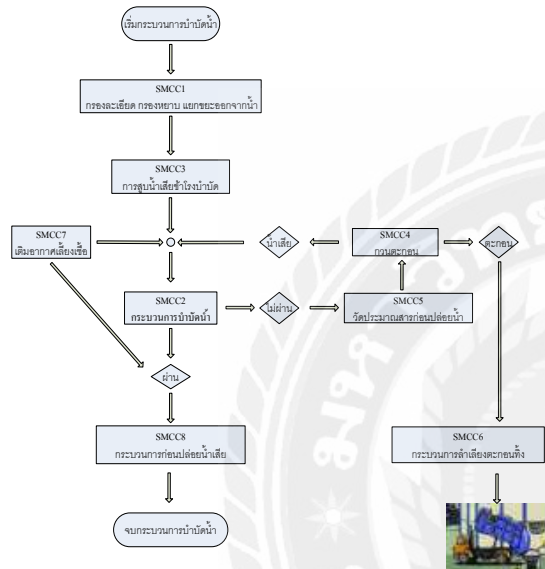
3. ผลการวิจัย (Results)

ผลการออกแบบได้ตู้ควบคุมอุปกรณ์ที่ทันสมัยและประสิทธิภาพเดียวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ตัวควบคุมอุปกรณ์สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งข้อมูลแบบ
อนาล็อกและข้อมูลดิจิทัล อุปกรณ์ภายในตู้สามารถทำงาน
ได้ตลอด 24 ชั่วโมง ภายในตู้ควบคุมมีอุปกรณ์ควบคุม 2 ชุด
สามารถสลับการทำงานกันได้ในการผลิตควบคุมเกิดความ
ผิดพลาด ข้อมูลทั้งหมดจากของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ
สามารถส่งเข้าสู่ศูนย์ข้อมูลได้ผ่านชุดควบคุม

3.1 กระบวนการและขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบ่ง เป็น 8 กระบวนการดัง
ผังงานนี้



ภาพที่ 6 แผนผังการทำงานกระบวนการบำบัดน้ำเสีย
ดำเนินการเก็บข้อมูลจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดย
ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดงส่งไปที่
ตัวควบคุมที่ออกแบบไว้และส่งข้อมูลไปยัง ฐานข้อมูล
“ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล”

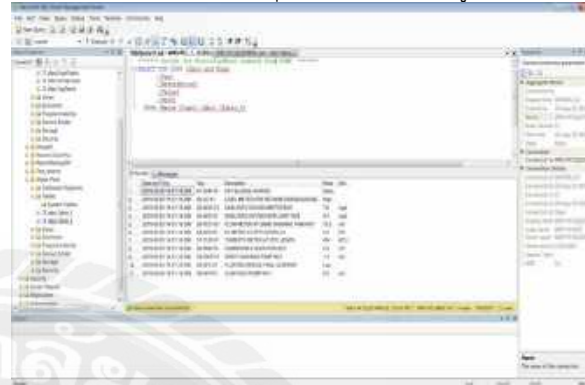
3.2 ผลการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในงานวิจัย

ได้ดำเนินการสำรวจกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากโรง
ควบคุมคุณภาพน้ำดินแดงผลปรากฏว่ามีกระบวนการการ
บำบัดน้ำเสียอยู่ 8 กระบวนการโดยแต่ละกระบวนการผู้วิจัย
จะนำผลการทำงานของอุปกรณ์ชนิดต่างๆเก็บไว้ที่ชุดควบคุม
ที่ออกแบบไว้เพื่อให้นำข้อมูลเหล่านั้นส่งไปยังฐานจัดเก็บ
ข้อมูลต่อไป หลังจากที่สำรวจผู้วิจัยพบว่า อุปกรณ์ต่างๆใน
แต่ละกระบวนการมีจำนวนมาก เพื่อให้งานวิจัยคล่องตัวผู้วิจัย
จะนำข้อมูลเครื่องจักรบางส่วนในแต่ละกระบวนการมาใช้
เพื่อพิสูจน์ การรับส่งข้อมูลผ่านระบบที่ผู้วิจัยออกแบบไว้โดย
จัดเก็บข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ (SMCC2)

SMCC2	กระบวนการบำบัดน้ำ	อุปกรณ์	DESCRIPTION	MODULE	TYPE
S1-DHP-01	DRY SLUDGE HOPPER	ขี้น้ำตกแห้ง		1	AI
S2-LE-01	LEVEL METER FOR RETURN EXCESS SLUDGE	วัดปริมาณ การไหลกลับ		2	AI
S3-ADO-01	DISSOLVED OXYGEN METER NO1	เครื่อง วัดออกซิเจน		3	AI
S4-ADO-01	DISSOLVED OXYGEN EFFLUENT NO2	เครื่อง วัด ออกซิเจน น้ำปล่อยออก		4	AI
S5-FE11-01	FLOW METER AT SAND WASHING TANK NO1	เครื่อง วัดอัตราการไหลของน้ำที่ถังกรอง		5	AI
S6-APH-01	PH METER AT EFFLUENT NO1	เครื่อง วัดค่าความเป็นกรดของน้ำปล่อยออก		6	AI
S7-TUR-01	TURBIDITY METER AT EFFLUENT	เครื่อง วัดความขุ่น		7	DI
S8-SMX-01	SUBMERSIBLE AGITATOR NO1	เครื่อง เครื่องปั่น		8	DI
S8-SWP-01	SPRAY WASHING PUMP NO1	ปั๊มสเปรย์ คัดล้าง		9	DI
S8-SFC-01	FLOATING BRIDGE FINAL CLARIFIER	เครื่อง วัดน้ำใส		10	DI
S8-APF-01	ALUM FEED PUMP NO1	ปั๊มสารส้ม		11	DI

(ก) ตารางจัดอุปกรณ์ที่จัดเก็บข้อมูล



(ข) ผลบันทึกข้อมูลเชิงสัมพันธ์ “ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล”

จะเห็นผลของเครื่องจักรทำงานและได้บันทึกข้อมูลลงใน
ฐานข้อมูล “ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล” เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผล
จากชุดจัดเก็บข้อมูลที่ดึงข้อมูลจาก ชุดควบคุมบันทึกลงใน
ฐานข้อมูล “ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล” จะบันทึกทุก ๆ 1
นาทีก จะเห็นข้อมูลของการบำบัดน้ำที่บันทึกลงใน ฐานข้อมูล
“ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล” ค่าที่สำคัญๆ เอาไว้ทำข้อมูลวิ
เคราะห์ย้อนหลัง ปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงบำบัดน้ำ โดย
ใช้ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกระบวนการ

3.4 ผลการดำเนินงาน

ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลและกระบวนการทั้งหมดของ
โรงควบคุมน้ำ เพื่อนำมากำหนดเป็นเงื่อนไข โดยใช้โปรแกรม
“แพคทอรี ทอคิว” ซึ่งเป็น ซอฟต์แวร์ ของชุดควบคุม รับส่ง
ข้อมูลต่างๆในรูปแบบ “บูลีนลอจิก” และ “ไบนารี-โค้ด-เด
ซิโมล” ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บไว้ในการ์ด ของชุดควบคุม
ซึ่งประกอบการ์ดข้อมูลดังนี้

1. AO (Analog Output) การ์ดทำหน้าที่ส่งข้อมูล
เครื่องจักรประเภทอนาล็อก โดยค่าต่างๆจะเป็นตัวเลขใน
รูปแบบ “ไบนารี-โค้ด-เดซิโมล” ส่งไปยังชุดจัดเก็บข้อมูล
2. AI (Analog Input) การ์ดทำหน้าที่รับข้อมูล
เครื่องจักรประเภทอนาล็อก โดยค่าต่างๆจะเป็นตัวเลขใน
รูปแบบ “ไบนารี-โค้ด-เดซิโมล” โดยรับข้อมูลมาจากโรง
ควบคุมคุณภาพน้ำ
3. DO (Digital Output) การ์ดทำหน้าที่ส่งข้อมูล
เครื่องจักรประเภทดิจิทัล โดยค่าต่างๆจะเป็นตัวเลขใน

รูปแบบ “บูลีนลอจิก” ส่งไปยังชุดจัดเก็บข้อมูล

4. DI (Digital Input) การ์ดทำหน้าที่รับข้อมูล เครื่องจักรประเภทดิจิทัล โดยค่าต่างๆจะเป็นตัวเลขในรูปแบบ “บูลีนลอจิก” โดยรับข้อมูลมาจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

ตู้ควบคุมที่ผู้วิจัยออกแบบสามารถควบคุมการทำงาน โดยการรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสีย โดยรวบรวมความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ส่งไปยังฐานชุดจัดเก็บข้อมูล ทำให้สามารถควบคุมเครื่องจักรเครื่องจักรผ่านฐานข้อมูล “ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล”

ผู้วิจัยใช้ระบบอินเทอร์เน็ตส่งข้อมูลจากฐานข้อมูล “ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล” ผ่านอุปกรณ์ชุดจัดเก็บฐานข้อมูล ที่ถูกเชื่อมต่อกับชุดควบคุมที่ผู้วิจัยออกแบบ ใช้โปรแกรม “แพคทอรี ทอควิว” ที่เป็นโปรแกรมของชุดควบคุมมีความสามารถควบคุมเครื่องจักรทุกตัว ที่มีการเชื่อมต่อกับการ์ดต่างดังที่กล่าวในผลการดำเนินงาน ทำให้สามารถทราบข้อมูลเครื่องจักรจากศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำขณะเครื่องจักรยังคงทำงานอยู่ และในอนาคตศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำสามารถสร้างชุดควบคุมอีกชุดที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ผ่านโปรแกรม ฐานข้อมูล “ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล” เป็นต้น

5. สรุปผล (Conclusion)

จากที่ได้ออกแบบตู้ควบคุมที่เป็นมาตรฐาน โรงงานอุตสาหกรรม สามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง ภายในตู้ควบคุม มีระบบควบคุมสองชุดสลับกันทำงานกรณีชุดควบคุมชุดแรกเสียก็จะสลับการทำงานเป็นชุดที่สองทันที เรียกว่าระบบ “ระบบอุปกรณ์สำรอง” ได้ทำการเชื่อมต่อบนตู้ควบคุมเข้ากับระบบจัดเก็บฐานข้อมูล ชื่อ “ชุดจัดเก็บข้อมูล” ซึ่งระบบชุดจัดเก็บข้อมูลจะทำหน้าที่เป็นทางเชื่อมต่อ รับ-ส่ง ข้อมูลจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำต่างๆเข้าไปที่ระบบฐานข้อมูล “ ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล ” หรือ ระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ที่เป็นซอฟต์แวร์ที่มีหน้าที่หลักในการจัดการฐานข้อมูลศูนย์ข้อมูล มีหน้าที่หลักในการจัดเก็บ และ เรียกข้อมูลตามคำขอของแอปพลิเคชัน-ซอฟต์แวร์ ซึ่งทำงานได้บนคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกันหรือบนคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นในเครือข่ายที่ใช้เทคโนโลยี 4.0 โดยวิธีการเก็บข้อมูลขณะเครื่องจักรกำลังทำงาน สามารถดึงข้อมูลจากอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล ส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง โดยระบบปฏิบัติการจัดเก็บข้อมูลทุก 1 นาที ทำให้ได้ข้อมูลจริง ณ เวลาปัจจุบัน และยังแสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักรที่กำลังทำงาน ผู้ดูแลระบบ

สามารถดูการทำงานของเครื่องจักรผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ทุกสถานที่ และนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้เพื่อการวิเคราะห์เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรให้ดียิ่งขึ้น เหมาะสำหรับการจัดเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ภายใต้การดำเนินงานของศูนย์ข้อมูลโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาวัฒน์ นาคทรัพย์ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และคณาจารย์บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยสยามทุกท่าน ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำและติดตามทั้งใน การศึกษา การทำงานวิจัยและการให้ความรู้ต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างสูงสุดมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณทางคณะผู้บริหาร พนักงานทุกท่านของบริษัทแอดวานซ์เทคโนโลยี ที่ได้มอบความช่วยเหลือสนับสนุนข้อมูล และอนุมัติการดำเนินงานวิจัย รวมถึงยังเป็น ที่ปรึกษาในปัญหาต่างๆ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยดีจนเกิดผลสำเร็จของงานวิจัยนี้สามารถใช้งานได้จริง

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 เอกสารอ้างอิงภาษาไทย

- [1] นางสาวบุญธิดา สุรทินธนากร, การวิเคราะห์และการออกแบบระบบฐานข้อมูลสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการจังหวัด, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม, (2557)
- [2] อรณิชา บวรพิพัฒน์ชัย, การจัดระบบฐานข้อมูลทางการผลิต: กรณีศึกษาโรงงานผลิตอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม, (2552)
- [3] ธนัช รักษศรี, การวิเคราะห์ความประหยัดพลังงานในโรงบำบัดน้ำเสียศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยการ ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงร่วมกับอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2555)

7.2 ข้อมูลอ้างอิงเว็บไซต์เว็บ

- [1] สำนักงานการระบายน้ำ http://dds.bangkok.go.th/about2_8.php
- [2] ศูนย์ควบคุมระบบป้องกันน้ำท่วม, <http://weather.bangkok.go.th:8080/>
- [3] อุปกรณ์จากเว็บไซต์ Advanced technologies <http://www.adtech.co.th/contactus.php>
- [4] อาจารย์ลือชัย ทองนิล มาตรฐาน มอก-2553,

SIIMC 2019



สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เกียรติบัตรฉบับนี้มอบให้เพื่อแสดงว่า

สรณัท วงศ์สัมพันธ์ และอาทิตย์ ไสตรโยม

ได้เข้าร่วมการนำเสนอ และเผยแพร่ผลงานบทความวิจัย

เรื่อง การออกแบบระบบศูนย์ข้อมูลสำหรับโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

ในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม นวัตกรรม และการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน
ครั้งที่ 8 ประจำปี 2562 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพมหานคร

วันที่ 24 กันยายน 2562



นางสาวพรรรัตน์ เพชรภักดี
ผู้อำนวยการอาวุโส สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน
สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย



ดร.ณัฐรพล รัชสิริวัชรบุล
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



นายสุวัตร พงษ์ธีระสุขมัย
หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	นายสรณัท วงศ์สัมพันธ์
วัน เดือน ปี เกิด	6 ธันวาคม 2531
ภูมิลำเนา	99/347 ซ.2/6 หมู่บ้านชลลดา ต.บางรักพัฒนา อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี 11110
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ปีการศึกษา 2556
ประวัติการทำงาน	บริษัท แอดวานซ์เทคโนโลยี จำกัด ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า บริษัท คาสสิน่า จำกัด ตำแหน่ง ผู้จัดการไซต์งานซ่อมบำรุง วังสวนจิตรลดาธารโหลาน บริษัท อินเด็กซ์ ลิฟวิ่งมอลล์ จำกัด (มหาชน) ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายงานซ่อมบำรุง เดอะวอล์ค-อินเด็กซ์