สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบเฝ้าระวังการลุกล้ำของน้ำเค็ม

SEAWATER INTRUSION MONITORING SYSTEM

T139364

โดย

นิรัช ร่มเย็น

NIRACH ROMYEN

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ธีระพงษ์ ลีลานุภาพ

ว.ท.
น664ร
2556

.b.....
.i.....

เลขหมู่.....139364
เลขทะเบียน.....30 มี.ค. 2558
วัน เดือน ปี.....

b.12920355

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาการศึกษาอิสระ 2
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SEAWATER INTRUSION MONITORING SYSTEM

NIRACH ROMYEN

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE

REQUIREMENTS OF THE COURSE

INDEPENDENT STUDY 2

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT`S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2 / 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2014

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ใบรับรองการศึกษาอิสระ 2 (INDEPENDENT STUDY 2)

เรื่อง

ระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม
SEAWATER INTRUSION MONITORING SYSTEM

นายนิรัช ร่มเย็น

รหัสประจำตัว 55660995

ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด
รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาวิชาการศึกษาอิสระ 2 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร. ธีรพงศ์ ลีลานุภาพ)

.....กรรมการสอบ
(ดร. สิงหะ ฉวีสุข)

.....กรรมการสอบ
(ดร. ณฐพล พันธุวงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	ระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม
นักศึกษา	นายนิรัช ร่มเย็น
รหัสนักศึกษา	55660995
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ
ปีการศึกษา	2556
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ธีระพงษ์ ลีลานุภาพ

บทคัดย่อ

ระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม เป็นระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อวัดปริมาณความเค็มในน้ำบริเวณปากแม่น้ำแล้วส่งข้อมูลผ่านระบบการส่งข้อความสั้น (SMS)ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เพื่อเฝ้าระวังสถานการณ์การรุกล้ำของน้ำเค็มอันเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายทั้งทางด้านเศรษฐกิจสภาพแวดล้อม และผลกระทบต่อการดำรงชีพของประชาชนในบริเวณปากแม่น้ำ

ระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม มีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ 1.ส่วนของเครื่องแม่ข่าย และ 2.ส่วนของสถานีส่งสัญญาณข้อมูลปริมาณความเค็มที่วัดได้ ซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อย 2 ส่วน คือ ส่วนวัดค่าความเค็มในน้ำจากบริเวณสถานี และส่วนของการส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายซึ่งจำเป็นต้องมีการพัฒนาวงจรควบคุมการทำงาน ได้แก่

1) วงจรฝังตัวเชื่อมต่อกับเครื่องมือตรวจวัดความเค็มเพื่อรับค่าความเค็มที่วัดได้แบบเรียลไทม์ (real time)

2) วงจรประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการวัด

3) วงจรเชื่อมต่อสำหรับส่งข้อมูลที่ประมวลผลเรียบร้อยแล้วผ่านระบบการส่งข้อความสั้น

4) วงจรเชื่อมต่อสำหรับรับข้อความสั้น

5) ชุดคำสั่งควบคุมการส่งและรับข้อความสั้นและ ส่วนจัดเก็บข้อมูลและแสดงผล โดยมีการจัดทำชุดคำสั่งเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดจัดเก็บลงในฐานข้อมูล พร้อมทั้งจัดทำส่วนการนำเสนอข้อมูลผลการตรวจวัดปริมาณความเค็มเพื่อเผยแพร่ต่อสาธารณชนผ่านอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Seawater Intrusion Monitoring System
Student	Mr.Nirach Romyen
Student ID	55660995
Degree	Master of Science
Program	Information Technology
Major	Information Technology and Management
Academic Year	2013
Advisor	Dr. Teerapong Leelanupab

ABSTRACT

Seawater intrusion monitoring system is a prototype system which was developed to measure the volume of salt water and send the information through short messaging system (SMS) to the host computer to monitor the intrusion of salt water which causes damage economic, environment and also its impact on the livelihood of the population in the estuary.

Seawater intrusion monitoring system has 2 major component parts, host computer and the Data station for sending the data which measured quantity of saltiness. This part is Consisting of two parts: the salinity of the water stations and sending the data to the server which requires to develop for control circuits including:

1. Connect with embedded circuitry tools to measure salinity measured in real time.
2. a measure of information processing.
3. connecting circuitry for data processing completed through short messaging system.
4. Short- circuit connection for receiving messages.

The control commands to send and receive short messages and The storage and display. The preparation instructions for the data obtained from monitoring stations stored in the database. The preparation and presentation of the measuring salinity for dissemination to the public through the internet.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการศึกษาอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีจากการแนะนำและให้คำปรึกษาของ ดร. ธีรพงศ์ ลีลานุภาพ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมโครงงาน และคณาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้าให้สามารถบูรณาการความรู้มาประยุกต์ใช้ในโครงงานนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ชาวไอทีลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจในการทำโครงงานการศึกษาอิสระฉบับนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำโครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากโครงงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นิรัช ร่มเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....IX

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....2

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม.....2

1.3 ขอบเขตของการพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม.....3

1.4 แนวทางการศึกษา.....3

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ.....6

2.1.1. การวัดความเค็มของน้ำ.....6

2.1.2. วิธีวัดความเค็ม.....7

2.1.3. วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle).....10

2.1.4. ทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม.....22

2.1.5. การออกแบบฐานข้อมูลด้วยอีอาร์ไดอะแกรม.....25

2.1.6. ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA128.....26

2.1.7. พัฒนาโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์.....36

2.1.8. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูลออราเคิล.....41

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 ระบบงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ.....45

2.3.1. ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำกระทรวงอุตสาหกรรม.....45

2.3.2. ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.....46

บทที่ 3 การวิเคราห์และออกแบบระบบ

3.1. การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้.....48

3.1.1. แบบจำลองระบบ.....49

3.1.2. ยูสเคสไดอะแกรม.....52

3.2. แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram).....80

3.3 . คลาสไดอะแกรม.....90

3.4 . ซีเควนซ์ไดอะแกรม (Sequence diagram).....91

3.5 . สถาปัตยกรรมระบบ.....108

บทที่ 4 การออกแบบฐานข้อมูล

4.1. แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี.....112

4.2. พจนานุกรม.....113

4.3. การสร้างตาราง.....117

บทที่ 5 การพัฒนาระบบใหม่

5.1. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....138

5.2. การทำงานของระบบใหม่.....140

5.3. การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้.....141

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1. บทสรุป.....145

6.2. ปัญหาและข้อจำกัด.....145

6.3. ข้อเสนอแนะ.....146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.10 SupplyProduct เก็บข้อมูลการจำหน่ายสินค้า....116
4.11 SensorProbe เก็บข้อมูลหัววัดความเค็มที่ติดตั้งในแต่ละสถานี....116
4.12 Station เก็บข้อมูลสถานีวัดความเค็ม....116
4.13 Users เก็บข้อมูลผู้ใช้งานระบบ....117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 ตารางเหตุการณ์ระบบการเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็ม.....49

3.2 คำอธิบายยูสเคสระบบสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ.....54

3.3 คำอธิบายยูสเคสระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง.....55

3.4 คำอธิบายยูสเคส Get current water salinity.....56

3.5 คำอธิบายยูสเคส Get retrospective water salinity.....58

3.6 คำอธิบายยูสเคส Request station parameter.....60

3.7 คำอธิบายยูสเคส Edit station parameter.....62

3.8 คำอธิบายยูสเคส Server send data.....64

3.9 คำอธิบายยูสเคส Server receive data.....66

3.10 คำอธิบายยูสเคส Login.....68

3.11 คำอธิบายยูสเคส Station receive data.....70

3.12 คำอธิบายยูสเคส Station send data.....72

3.13 คำอธิบายยูสเคส Get station parameter.....74

3.14 คำอธิบายยูสเคส Save data to buffer.....76

3.15 คำอธิบายยูสเคส Read water salinity.....78

4.1 LogData เก็บข้อมูลบันทึกข้อมูล Log การทำงานของสถานีวัดความเค็ม.....113

4.2 LogType เก็บข้อมูลประเภทของ Log.....114

4.3 SalinityData เก็บข้อมูลค่าความเค็มที่ตรวจวัดได้.....114

4.4 MeasureType เก็บข้อมูลประเภทค่าการตรวจวัด.....114

4.5 Province เก็บข้อมูลจังหวัด.....114

4.6 District เก็บข้อมูลอำเภอ.....115

4.7 SubDistrict เก็บข้อมูลตำบล.....115

4.8 Supplier เก็บข้อมูลผู้จำหน่ายสินค้า.....115

4.9 Product เก็บข้อมูลสินค้า.....115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงวงจรการพัฒนาระบบ.....11
2.2 แสดงตัวอย่าง Use Case Diagram.....23
2.3 Scenario ของ Use Case.....24
2.4 Entity Relationship Diagram.....25
2.5 แสดงรูปแบบโครงสร้างเมนู.....25
2.6 แสดงสถาปัตยกรรมการพัฒนาระบบ (Deployment Diagram).....26
2.7 แสดงโครงสร้างขาของหน่ายประมวลผลของ AVR ATmega128.....28
2.8 สถาปัตยกรรมของ AVR ATmega128.....30
2.9 การต่อสายสัญญาณ RS232 มาตรฐานเข้าสู่อุปกรณ์แปลงสัญญาณ.....31
2.10 การต่อสายสัญญาณ RS232 เพื่อใช้ในการทำงานแบบรับหรือส่งข้อมูลสัญญาณคลื่นวิทยุ.....32
2.11 โปรแกรมกำหนดค่า Configuration ของอุปกรณ์แปลงสัญญาณ.....34
2.12 การต่อสายสัญญาณ RS232 ของอุปกรณ์ในการทำงานแบบตรวจสอบสัญญาณคลื่นวิทยุ.....36
2.13 กระบวนการในการพัฒนาโปรแกรม.....37
2.14 การเรียกใช้คำสั่ง Project Wizard.....38
2.15 การเรียกใช้คำสั่ง Project Wizard (ต่อ).....38
2.16 การเลือก Debug Platform และ Device.....39
2.17 หน้าจอสำหรับการเขียนโปรแกรม.....39
2.18 หน้าจอเรียกใช้คำสั่ง Auto Connect.....40
2.19 หน้าจอ AVR ISP.....41
2.20 แสดงหน้าจอโปรแกรมอรรถประโยชน์สำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูล.....43
2.21 แสดงหน้าจอการใช้งานระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำของกระทรวงอุตสาหกรรม.....46
2.22 แสดงหน้าจอระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.....47
3.1 ยูสเคสของระบบเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็มในระดับมุมมองของผู้ใช้.....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม.....147

ประวัติผู้เขียน.....148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.2 เป็นยูสเคสไดอะแกรมในระดับผู้พัฒนาระบบสามารถอธิบายรายละเอียดบทบาทของแอคเตอร์ 53

3.3 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get Current water salinity.....80

3.4 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get Retrospective water salinity.....81

3.5 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Request station parameter.....82

3.6 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Edit station parameter.....83

3.7 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Server send data.....83

3.8 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Server receive data.....84

3.9 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Login.....85

3.10 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Station receive data.....86

3.11 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Station send data.....87

3.12 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get station parameter.....88

3.13 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Save data to buffer.....89

3.14 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Read water salinity.....89

3.15 คลาสไดอะแกรมของระบบการเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็ม.....90

3.16 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Get current water salinity.....92

3.17 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Get Retrospective water salinity.....93

3.18 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Request station parameter.....94

3.19 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Edit station parameter.....95

3.20 ซีเควนซ์ไดอะแกรมกรณี Send update station parameter.....96

3.21 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Send request station parameter.....97

3.22 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Send Request current water salinity.....99

3.23 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Receive water salinity.....100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.24 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Receive station parameter....101
3.25 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Login....102
3.26 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Receive request station parameter....103
3.27 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Receive request current water salinity....104
3.28 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Send water salinity....105
3.29 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส SEND STATION PARAMETER....106
3.30 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส GET STATION PARAMETER....107
3.31 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส SAVE DATA TO BUFFER....107
3.32 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส READ WATER SALINITY....108
3.33 การเชื่อมต่อระบบ....110
3.34 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ระบบ ในรูปแบบ MVC....111
4.1 อีอาร์ไดอะแกรมของระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม....113
5.1 แสดงสถาปัตกรรมของระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม....140
5.2 แสดงหน้าจอหลักสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป....141
5.3 หน้าจอแสดงข้อมูลความเค็มปัจจุบัน....142
5.4 หน้าจอแสดงข้อมูลความเค็มย้อนหลัง....142
5.5 แสดงกราฟสถิติความเค็มย้อนหลัง....143
5.6 หน้าจอแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับระบบ....143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ทำให้ระดับน้ำในทะเลเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากกลไกต่างๆ หลายชนิด เช่น การขยายตัวของน้ำในมหาสมุทร การละลายของธารน้ำแข็งแถบภูเขา การละลายของแผ่นน้ำแข็งแถบขั้วโลก นอกจากนั้นอิทธิพลการเคลื่อนไหวทางธรรมชาติ ได้แก่การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการหมุนเวียนในมหาสมุทร ลมและความกดอากาศ ซึ่งบางส่วนทำให้เกิดการผันแปรของระดับน้ำทะเลในภูมิภาค

การเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเลส่งผลกระทบต่อพื้นที่บริเวณชายฝั่ง เช่น การชะล้างพังทลายบริเวณชายฝั่งจะเพิ่มมากขึ้น การเคลื่อนย้ายของตะกอน ผลกระทบทางลบของพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง แนวปะการัง ตลอดจนแหล่งน้ำจืดสำหรับอุปโภค บริโภค และเพื่อการเกษตรกรรม โดยทั่วไปแหล่งน้ำจืดมีจำนวนน้อยอยู่แล้วเมื่อมีการเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเลจึงทำให้เกิดการรุกล้ำของน้ำทะเล

การพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม เป็นการพัฒนาระบบต้นแบบโดยการประยุกต์ใช้ระบบฝังตัวร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการติดตามเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำทะเลที่จะก่อให้เกิดความเสียหายได้ ซึ่งระบบสามารถทำงานได้ตลอด 7 วัน 24 ชั่วโมง โดยส่งข้อมูลผลการตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดความเค็มที่ติดตั้ง ณ จุดต่างๆ ในบริเวณพื้นที่เฝ้าสังเกตุมายังเครื่องคอมพิวเตอร์กลางเพื่อจัดเก็บผลการตรวจวัดและนำเสนอให้ผู้ที่เกี่ยวข้องหรือประชาชนทั่วไปผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตต่อไป ทำให้การติดตามเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มมีประสิทธิภาพและสะดวกมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม เพื่อแก้ไขปัญหาความไม่สะดวก ในการลงพื้นที่ตรวจวัดปริมาณความเค็มของน้ำและลดเวลาในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ลง สำหรับการพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็มสามารถแบ่งขั้นตอนการศึกษา ออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ
1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม
1.3 ขอบเขตของการพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม
1.4 แนวทางการศึกษา
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การรุกล้ำของน้ำทะเล ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตและสภาพเศรษฐกิจ ตลอดจนสภาพแวดล้อมโดยรวมได้ โดยเฉพาะพื้นที่ปากแม่น้ำบริเวณชายฝั่งของกรุงเทพมหานคร ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง และพื้นที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลเพียง 1 เมตร สถาบันสิ่งแวดล้อมไทยได้ทำการวิเคราะห์แล้วว่าระดับการรุกของน้ำทะเลจะเข้ามาในพื้นที่แม่น้ำเจ้าพระยาถึง 40 กิโลเมตร ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อพื้นที่เกษตรกรรมที่มีความอ่อนไหวต่อความสมดุลของน้ำจืดและน้ำเค็ม สำหรับพื้นที่ป่าชายเลนทำให้ความหนาของพรรณไม้ลดลง เนื่องจากระดับน้ำที่สูงขึ้นทำให้พรรณไม้ขนาดเล็กตาย

พื้นที่การเกษตรที่อยู่ในพื้นที่ชลประทานจะได้รับผลกระทบจากการรุกล้ำของน้ำทะเลน้อย เนื่องจากเมื่อมีการรุกล้ำของน้ำทะเล กรมชลประทานจะปล่อยน้ำจากแหล่งเก็บน้ำมาผลักดันน้ำทะเลออกไป โดยปกติกรมชลประทานจะมีการตรวจวัดปริมาณความเค็มอยู่เป็นระยะตามความเหมาะสม เช่น ทุกๆ 15 วัน เป็นต้น แต่สำหรับในบางพื้นที่ซึ่งไม่อยู่ในพื้นที่ชลประทาน ทำให้ไม่มีการเฝ้าระวังน้ำเค็ม ทำให้การแก้ปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มไม่ทันการณ์ ส่งผลต่อความสูญเสียของพืชผลทางการเกษตร และสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยงในบริเวณเหล่านั้น

ด้วยเหตุนี้ การเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการรุกล้ำของน้ำเค็ม ซึ่งอาจกระทบโดยตรงต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำ การสร้างความเสียหายต่อภาคเกษตรกรรม ซึ่งจะส่งผลต่อเศรษฐกิจของประเทศได้ ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำทั้งพืชและสัตว์

ระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม โดยการประยุกต์ใช้ระบบฝังตัวร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการติดตามเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มซึ่งสามารถทำงานได้ตลอด 7 วัน 24 ชั่วโมง และสามารถส่งข้อมูลผลการตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดความเค็มมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลางผ่านระบบการส่งข้อความสั้น (SMS) เพื่อจัดเก็บข้อมูลความเค็มที่วัดได้ และประมวลเพื่อรายงานค่าความเค็มดังกล่าวสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจแก้ปัญหา นอกจากนั้นค่าความเค็มที่วัดได้ยังสามารถนำไปเสนอให้ผู้ที่เกี่ยวข้องหรือประชาชนทั่วไปผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตสำหรับนำไปหระยุกต์ใช้งานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็ม

การศึกษาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาดังนี้

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานภายใต้ระบบปัจจุบัน และสรุปความต้องการที่ต้องนำมาพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบฝังตัว และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้แก้ไขปัญหาในการทำงานภายใต้ระบบปัจจุบัน และรูปแบบของการประยุกต์ใช้ที่เหมาะสม
3. เพื่อทำการวิเคราะห์ และออกแบบระบบ พร้อมทั้งทำการพัฒนาต้นแบบ ทั้งส่วนที่เป็นสถานีวัดความเค็มและส่วนแสดงผลที่สำคัญ

1.3 ขอบเขตของการพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม

การพัฒนาระบบการเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม มีเทคโนโลยีและเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง คือ การประยุกต์ใช้ระบบฝังตัว การสื่อสารผ่านระบบการส่งข้อความสั้น การจัดการฐานข้อมูล และการพัฒนาระบบสารสนเทศในลักษณะเว็บแอบพลิเคชั่น โดยมีขอบเขตการพัฒนาระบบดังต่อไปนี้

1. พัฒนาระบบสถานีตรวจวัดความเค็ม โดยเป็นระบบควบคุมการทำงานและเชื่อมต่อกับเครื่องวัดปริมาณความเค็มในน้ำ (Sensor) เพื่ออ่านค่าดัชนีความเค็ม และส่งข้อมูลจากสถานีตรวจวัดไปยังระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลางผ่านเครือข่ายสื่อสารโทรคมนาคมแบบข้อความสั้น (SMS)
2. พัฒนาระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง เพื่อรับและจัดเก็บข้อมูลค่าความเค็มที่ส่งมาจากระบบสถานีตรวจวัดความเค็ม พร้อมทั้งสามารถแสดงผลการตรวจวัดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
3. สามารถตรวจสอบค่าปริมาณความเค็มเปรียบเทียบกับค่าความเค็มมาตรฐานในระดับต่างๆ และจัดทำรายการสรุป เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับเตือนผู้ที่เกี่ยวข้องในการป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้น

1.4 แนวทางการศึกษา

การวิเคราะห์และออกแบบระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม มีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การศึกษาและวิเคราะห์การดำเนินงานของระบบงานปัจจุบันโดยศึกษาจากวิธีการปฏิบัติงาน การสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง ระบบต่างๆที่เกี่ยวข้อง และเอกสารรายงาน
2. ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา รวมถึงข้อจำกัดและความไม่สะดวกของระบบงานที่มีอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ และวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานตลอดจนเทคโนโลยีที่เหมาะสม
4. วิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่ ใช้แนวคิดเชิงวัตถุ และนำเสนอแผนภาพหรือการทำงานของระบบด้วยยูเอ็มแอล (UML :Unified Modeling Language) มาเป็นเครื่องมือในการสื่อสารและอธิบายแนวคิดในการออกแบบระบบ
5. ออกแบบระบบฐานข้อมูลโดยใช้แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี และจัดทำพจนานุกรมข้อมูล
6. ออกแบบส่วนหน้าจอติดต่อผู้ใช้งาน และรายงานต่างๆ
7. พัฒนาระบบตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้ข้างต้น
8. ทดสอบการทำงานของระบบ และแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น
9. ติดตั้งระบบทั้งในส่วนของสถานีวัดความเค็มและส่วนคอมพิวเตอร์กลาง
10. สรุปผลการดำเนินโครงการและข้อเสนอแนะ

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการพัฒนาระบบการ มีดังนี้

1. สามารถติดตามและเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มได้อย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งสามารถสืบค้นข้อมูลย้อนหลังผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
2. สามารถลดผลกระทบและความเสียหายที่เกิดจากการรุกล้ำของน้ำเค็มได้
3. ได้ต้นแบบระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำทะเลในลุ่มแม่น้ำของปากแม่น้ำสายต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. สามารถลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง
5. สามารถนำเสนอข้อมูลปริมาณความเค็มของน้ำให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้สนใจทั่วไปเพื่อให้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจได้
6. มีฐานข้อมูลค่าความเค็มของน้ำที่วัดได้จากสถานีตรวจวัดความเค็มต่างๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆ เพิ่มขึ้น
7. เป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้เพื่อเฝ้าระวังในด้านอื่นๆ ต่อไป

งานเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา วิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็ม ผู้พัฒนาได้ศึกษาค้นคว้าหลักการ ทฤษฎี งานวิจัยและระบบงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานและเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ

2.1.1 การวัดความเค็มของน้ำ

2.1.2 วิธีวัดความเค็ม

2.1.3 วงจรการพัฒนาระบบ

2.1.4 ทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม

2.1.5 การออกแบบฐานข้อมูลด้วยอีอาร์ไดอะแกรม

2.1.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA128

2.1.7 การพัฒนาโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.8 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบจัดการฐานข้อมูลออราเคิล

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ

2.2.1 การรุกล้ำของน้ำเค็มในชั้นน้ำใต้ดินในแอ่งหาดใหญ่ โดยศึกษาระบการไหลสมดุลน้ำบาดาลและขอบเขตการแพร่กระจายของคลอร์ในสภาพการสูบน้ำมาใช้ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์คำนวณคาดการณ์จำลอง3 มิติ

2.2.2 ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลที่มีต่อความเค็มและคุณภาพน้ำแม่กลอง โดยใช้แบบจำลอง MIKE11 โดยใช้ข้อมูลการเพิ่มขึ้น จาก IPCC SRES และจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อคุณภาพของน้ำในแม่น้ำแม่กลอง โดยใช้พื้นที่ศึกษาตั้งแต่ ต.วังขนาย จ.กาญจนบุรีจนถึงปากแม่น้ำ จ.สมุทรสงคราม

2.2.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณโครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำเค็ม ศึกษาเฉพาะกรณีตำบลแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม

2.2.4 ผลกระทบทางด้านสังคม และสิ่งแวดล้อมของเขื่อนกั้นน้ำเค็มปากระวะต่อชาวประมงพื้นบ้าน โดยมุ่งศึกษาถึงผลกระทบทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมของเขื่อนกั้นน้ำเค็มปากระวะที่สร้างขึ้นเพื่อป้องกันการรุกล้ำของน้ำเค็มบริเวณตอนบนของทะเลสาบสงขลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ระบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ เป็นการพัฒนาระบบต้นแบบโดยการประยุกต์ใช้ระบบฝังตัวร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำที่สามารถทำงานได้ตลอด 7 วัน 24 ชั่วโมง และสามารถส่งข้อมูลผลการตรวจวัดจากภาคสนามมายังส่วนกลางเพื่อนำเสนอให้ผู้ที่เกี่ยวข้องหรือประชาชนทั่วไปผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2.3 ระบบงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ

2.3.1 ระบบเฝ้าระวังน้ำเสีย กรมโรงงานอุตสาหกรรม

2.3.2 ระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ

2.1.1 การวัดความเค็มของน้ำ

การวัดค่าความเค็มของน้ำเป็นการวัดปริมาณเป็นกรัมของเกลืออนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำทะเล 1 กิโลกรัม ซึ่งการวัดค่าความเค็มเดิมใช้การระเหยน้ำทะเลให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนักเกลือที่เหลือ ต่อมาพบว่าค่าความเค็มของน้ำมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักของน้ำทะเล ซึ่ง William Ditmar ได้เสนอให้ใช้ปริมาณคลอไรด์หรือโบรไมด์ ค่า chlorinity เป็นปริมาณฮาโลเจนอิออนทั้งหมดในหน่วยเป็นกรัมในน้ำทะเล 1 กิโลกรัม เมื่อธาตุในหมู่ฮาโลเจนทั้งหมดถูกแทนที่ด้วยคลอไรด์ ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มและคลอไรด์เป็นดังนี้

$$S\ (‰) = 0.03+1.805Cl(‰) \qquad \ldots.(2.1)$$

ค่าที่ได้จากการวัดด้วยวิธีนี้มีหน่วยเป็นส่วนในพันส่วน (part per thousand, ppt) หรือใช้สัญญลักษณ์ ‰ ต่อมาเมื่อพบว่าเมื่อค่า chorinity มีค่าเป็น 0 ความเค็มจะมีค่าเท่ากับ 0.03 เป็นปัญหาที่เกิดจากการวัดในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากสมการดังกล่าวได้จากน้ำตัวอย่างเพียง 9 ตัวอย่างเท่านั้น จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ และต่อมาคณะกรรมการร่วมทางสมุทศาสตร์ของยูเนสโก (UNESCO) ได้เปลี่ยนสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มและคลอไรด์ใหม่ดังนี้

$$S(‰) = 1.80655Cl(‰) \qquad \ldots.(2.2)$$

ต่อมาเมื่อค้นพบวิธีการวัดความเค็มจากค่าความนำไฟฟ้า อุณหภูมิ และความดัน เรียกความเค็มใหม่ว่า practical salinity หมายถึง อัตราส่วนของค่าความนำไฟฟ้าของน้ำทะเลต่อค่าความนำไฟฟ้าของความเข้มมาตรฐานของสารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ จึงทำให้ยกเลิกการใช้สัญญลักษณ์ (‰) แต่จะใช้หน่วยวัด practical salinity unit หรือย่อว่า psu แสดงถึงค่าความเค็มที่วัดได้ การวัดค่าความเค็มจากค่าความนำไฟฟ้าเป็นวิธีที่เที่ยงตรงและมีการใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตามแหล่งต่างๆ จะมีค่าความเค็มแตกต่างกัน น้ำในมหาสมุทรมีความเค็มค่อนข้างคงที่เฉลี่ย 35 psu ส่วนความเค็มของน้ำบริเวณชายฝั่งมีค่าต่ำกว่าและผันแปรสูง โดยเฉพาะในบริเวณปากแม่น้ำหรือปากทะเลสาบ ความเค็มของน้ำผันแปรตามระยะห่างและเวลา

ประเภทของน้ำตามระดับความเค็ม สามารถจำแนกได้ดังนี้ น้ำจืดมีความเค็มอยู่ในช่วง 0.0-0.21 ส่วนในพันส่วน น้ำกร่อยมีความเค็มอยู่ในช่วง 0.21-30.00 ส่วนในพันส่วน น้ำทะเลมีความเค็มมากกว่า 30 ส่วนในพันส่วน ซึ่งค่าความเค็มจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณหยาดน้ำฟ้า น้ำจากหิมะละลาย หรือบริเวณรอยต่อระหว่างน้ำเค็มกับน้ำจืด เช่น บริเวณปากแม่น้ำ ปริมาณของเกลือในน้ำเป็นตัวการสำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ชี้บ่งว่าจะพบสิ่งมีชีวิตชนิดใดในบริเวณแหล่งน้ำนั้น ดังนั้นชนิดสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำจืดและที่อาศัยในน้ำเค็มจึงแตกต่างกันมาก พืชหรือสัตว์ที่อาศัยในน้ำจืดจะมีเกลือในเซลล์มากกว่าในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะกำจัดเหลือออกมาเป็นของเสีย ส่วนพืชหรือสัตว์ที่อาศัยในน้ำทะเลมีปริมาณของเกลือเท่ากับหรือน้อยกว่าสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่และมีกลไกของร่างกายที่จะยังคงสภาพสมดุลของเกลือ นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ยังสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ได้

2.1.2 วิธีวัดความเค็ม

ในปัจจุบันมีวิธีวัดความเค็มที่นิยมอยู่ 2 วิธี คือ การวัดด้วยเครื่องวัดการหักเหแสง (Handheld Reflectometer หรือ refleto-salinometer) กับการวัดด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ซึ่งการวัดด้วยเครื่องวัดการหักเหแสงเป็นการวัดดัชนีการหักเหแสงผ่านน้ำทะเล การวัดด้วยวิธีนี้ทำได้ง่าย ได้ผลรวดเร็ว เครื่องมือมีราคาถูก ขนาดกระทัดรัด มีอายุการใช้งานนาน ซึ่งค่าความเค็มที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชนิดนี้มีความละเอียด ± 0.5 ถึง ± 2.0 ส่วนในพันส่วน(กรมการควบคุมมลพิษและสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย,2541, Stickney, 2000)

การวัดค่าความเค็มด้วยเครื่องวัดการนำไฟฟ้าของน้ำ ค่าความเค็มที่วัดได้โดยเครื่องวัดการนำไฟฟ้าของน้ำมีความละเอียด ± 0.10-± 0.01 แต่เครื่องมือชนิดนี้มีราคาค่อนข้างแพง

ก. การวัดค่าความนำไฟฟ้า

ความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าของน้ำ จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายชนิด เช่น ความเข้มข้นของสารที่มีประจุที่ละลายอยู่ในน้ำ อุณหภูมิของน้ำขณะทำการตรวจวัด ชนิดของสารที่มีประจุและความเข้มข้นของสารมีประจุแต่ละชนิดซึ่งส่วนมากจะเกิดจาก สารประกอบอนินทรีย์มากกว่าสารประกอบอินทรีย์ นอกจากนี้จำนวนประจุของสารที่มีประจุก็จะมีผลต่อความสามารถในการนำไฟฟ้าของน้ำนั้นเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$K=TDS/COND \quad \text{....(2.3)}$$

หรือ

$$TDS=K(COND) \quad \text{....(2.4)}$$

เมื่อ K = ค่าคงที่ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง COND และ TDS

COND = สภาพนำไฟฟ้า มีหน่วยเป็นไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร

TDS = ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solid) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

ข. <u>ความสัมพันธ์ระหว่างสารที่ละลายได้กับสภาพนำไฟฟ้า</u>

ในกรณีของสารละลายที่เจือจางสภาพนำไฟฟ้าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งหรือสารที่ละลายน้ำได้โดยประมาณ ดังนี้

ความเข้มข้นอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำ อาจประมาณได้จากสูตรที่ (2.5)

$$Cs = \frac{472*2.65S}{(33.5+T)} \quad \text{....(2.5)}$$

เมื่อ Cs = ความเข้มข้นอิ่มตัว (มิลลิกรัม/ลิตร)

S = ความเข้มข้นของเกลือ (salinity) (กรัม/ลิตร)

T = อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)

ค. <u>การประมาณสารที่ละลายได้ในแหล่งน้ำ</u>

ในกรณีที่เป็นสารละลายเจือจางของสารประกอบเคมีหรือน้ำทิ้งหรือน้ำจากแหล่งน้ำเดียวกันหรือเป็นน้ำที่มีลักษณะอย่างเดียวกันหรือคล้ายคลึงกัน เมื่อทำการวัดสภาพนำไฟฟ้าของน้ำหลายๆครั้งแล้วนำมาหาความสัมพันธ์โดยการเขียนกราฟระหว่าง TDS และ COND เราก็จะสามารถทราบค่า K ของน้ำตัวอย่างได้จากค่าความชันของกราฟนั้น เมื่อทราบค่า K แล้ว (ซึ่งโดยทั่วไปค่า K จะประมาณ 0.55 - 0.9) เราก็จะสามารถหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่สามารถละลายในน้ำโดยประมาณได้โดยการคำนวณจากค่าสภาพนำไฟฟ้าที่วัดได้โดยใช้เครื่องวัดสภาพนำไฟฟ้า (Conductivity meter)

ในกรณีของแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป อาจจะใช้สมการความสัมพันธ์ของสารที่ละลายได้กับสภาพนำไฟฟ้าซึ่งสามารถนำสมการนี้ไปใช้ในการประมาณปริมาณสารที่ละลายได้ในน้ำได้ด้วย แล้วนำมาหาความสัมพันธ์โดยการเขียนกราฟระหว่าง TDS และ COND เราก็จะสามารถทราบค่า K ของน้ำตัวอย่างได้จากค่าความชันของกราฟนั้น เมื่อทราบค่า K แล้ว (ซึ่งโดยทั่วไปค่า K จะประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.55 - 0.9) เราก็จะสามารถหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่สามารถละลายในน้ำโดยประมาณได้โดยการคำนวณจากค่าสภาพนำไฟฟ้าที่วัดได้โดยใช้เครื่องวัดสภาพนำไฟฟ้า (Conductivity meter)

ในกรณีของแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป อาจจะใช้สมการความสัมพันธ์ของสารที่ละลายได้กับสภาพนำไฟฟ้าซึ่งสามารถนำสมการนี้ไปใช้ในการประมาณปริมาณสารที่ละลายได้ในน้ำได้ด้วย

$$\text{Dissoled Solid(mg/L)} = (0.45)(1.02)^{t-25}(K) \quad \text{....(2.6)}$$

เมื่อ t = อุณหภูมิของน้ำตัวอย่างเป็นองศาเซลเซียส

K = สภาพการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำหน่วยเป็นไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร

ง. <u>ประโยชน์ของการหาค่าสภาพนำไฟฟ้า</u>

สภาพนำไฟฟ้านี้มีประโยชน์ในการประเมินหรือคาดคะเนปริมาณสารบางชนิดหรือคุณภาพของน้ำได้หลายประการ เช่น

1.สามารถใช้ในการตรวจสอบความผิดปรกติของน้ำในกรณีที่ได้รับผลกระทบจากการประกอบกิจการอุตสาหกรรมที่มีการระบายน้ำทิ้งที่มีสารที่ มีประจุอยู่มากลงสู่แหล่งน้ำ

2.ใช้ในการคาดคะเนปริมาณของแข็งทั้งหมดในตัวอย่างน้ำกรณีที่ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดและสภาพนำไฟฟ้าแล้ว

3.ใช้ในการคาดคะเนผลของประจุไฟฟ้าต่างๆที่มีต่อสมดุลทางเคมี ผลทางกายภาพที่มีต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ และผลกระทบต่ออัตราการกัดกร่อนของสารต่างๆ

4.ใช้ในการประเมินหรือตรวจความบริสุทธิ์ของน้ำที่ผ่านการบำบัดต่างๆ เช่น การกลั่น การกรองหรือการบำบัดแบบรีเวอร์สออสโมซีส (Reversed Osmosis) เป็นต้น เพื่อให้ทราบว่าน้ำนั้นมีคุณภาพเหมาะที่จะใช้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่

5.ใช้ในการคาดคะเนจำนวนสารประกอบอิออนิกที่จะใช้ในการตกตะกอนและการทำให้สารละลายเป็นกลาง

6.ใช้ในการคาดคะเนค่าความเค็มของน้ำโดยดูค่าที่วัดได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามเกณฑ์ที่กำหนด

<u>การวัดสภาพนำไฟฟ้า</u>

การวัดสภาพนำไฟฟ้าและความเค็มจะใช้เครื่องมือในการวัดโดยจะวัดสภาพนำไฟฟ้าในหน่วยของไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรหรือไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร

ก. การวัดด้วยเครื่องวัดการหักเหแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

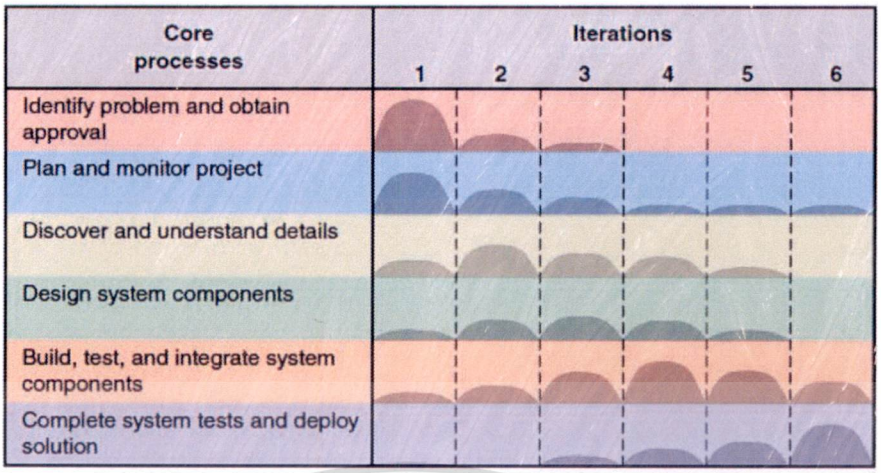
การวัดค่าความเค็มด้วยดัชนีการหักเหของแสง เป็นการวัดดัชนีการหักเหของแสงของของเหลวที่บรรจุในเครื่องมือที่เรียกว่า reflecto-salinometer ค่าความเค็มที่วัดด้วยวิธีนี้ให้ความละเอียด +1 ถึง +2 ส่วนในพันส่วน (กรมควบคุมมลพิษและสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมประเทศไทย, 2541) เนื่องจากการหักเหของแสงในตัวกลางหนึ่งๆ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้นในการวัดค่าความเค็มเครื่องมือที่ใช้วัดจะต้องวางอยู่ในอุณหภูมิห้อง ไม่ควรวางในที่ที่อุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป เพราะจะทำให้ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งขั้นตอนในการวัดค่าความเค็มด้วยวิธีการหักเหของแสงมีดังนี้

- ตรวจสอบสเกล เครื่องวัดที่จะนำมาวัดจะต้องมีการตรวจสอบให้สเกลอยู่ที่ระดับ 0
- ล้างความเค็มที่ติดเครื่องมือวัดออกก่อน โดยการหยดน้ำกลั่นลงบนแผ่นปริซึมของเครื่องมือวัด
- ก่อนเริ่มทำการวัดให้หยดน้ำกลั่นลงบนแผ่นปริซึมแล้วปิดแผ่นทาบปริซึม แล้วยกเครื่องมือวัดส่องไปยังบริเวณที่มีแสงสว่าง ถ้าสเกลของเครื่องมือวัดไม่อยู่ระดับ 0 ให้ปรับปุ่มปรับความเค็มให้เครื่องอ่านค่าความเค็มได้เท่ากับ 0 ppt
- เปิดแผ่นทาบปริซึมแล้วใช้ผ้าบางๆ เช็ดน้ำกลั่นออก แล้วให้หยดน้ำตัวอย่างที่ต้องการวัดลงบนแผ่นปริซึม ปิดแผ่นทาบปริซึม ยกเครื่องมือวัดไปส่องที่มีแสงสว่าง อ่านค่าที่วัดได้
- สิ้นสุดการวัดทุกครั้งจะต้องทำความสะอาดโดยการหยดน้ำกลั่นลงบนแผ่นปริซึม แล้วใช้ผ้าบางๆ เช็ดออก แล้วจึงเก็บเข้าที่ที่เหมาะสม

2.1.3 วงจรการพัฒนาระบบ (SDLC: System Development Life Cycle)

วงจรการพัฒนาระบบเป็นกระบวนการทางความคิดในการพัฒนาระบบสารสนเทศ ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 ระยะ ได้แก่ ระยะเริ่มต้นโครงการ (Project Initiation Phase) ระยะการวางแผน (Planning Project Phase) ระยะการวิเคราะห์ (Analysis Phase) ระยะการออกแบบ (Design Phase) ระยะการสร้างและพัฒนา (Implementation Phase) ระยะติดตั้งและใช้งาน (Deployment Phase) และระยะดูแลบำรุงรักษา (Support Phase) โดยขั้นตอนการดำเนินงานปรากฏดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2. 1 แสดงวงจรการพัฒนาระบบ

ระยะเริ่มต้นโครงการ (Project Initiation Phase) เป็นการศึกษาถึงแนวทางในการดำเนินงานปัจจุบันเพื่อทราบถึงปัญหาและข้อจำกัดในการดำเนินงาน ค้นคว้าหาวิธีที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรในรูปแบบที่ดำเนินการอยู่และผลที่คาดว่าจะได้รับจากการพัฒนาระบบ ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถจำแนกออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ ดังนี้

- ค้นหาโครงการที่มีความสำคัญและประสบปัญหาในการดำเนินงานมีความจำเป็นต้องพัฒนา
- จำแนกและจัดกลุ่มโครงการเป็นหมวดหมู่และกำหนดความสำคัญและความจำเป็นที่ต้องพัฒนา
- เลือกโครงการที่เหมาะสมที่สุด

ระยะการวางแผน (Planning Project Phase) เป็นระยะของการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ งบประมาณต้นทุนในการดำเนินโครงการ ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ สำหรับขั้นตอนนี้สามารถจำแนกออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้

- เริ่มต้นโครงการ เป็นการกำหนดวันเริ่มต้นดำเนินโครงการ
- เสนอทางเลือกในการนำระบบใหม่มาใช้งาน
- วางแผนโครงการ

ระยะการวิเคราะห์ (Analysis Phase) เป็นขั้นตอนในการศึกษาและวิเคราะห์การดำเนินงานของระบบเดิม ซึ่งการรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้ใช้เพื่อนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้อาจได้จากการสัมภาษณ์ การสังเกตุการณ์ การเข้าร่วมในการปฏิบัติงาน ตลอดจนการรวมรวมจากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ ต่อจากนั้นจึงใช้เครื่องมือต่างๆ เพื่อรายงานผลแก่ผู้ใช้งาน ซึ่งเครื่องมือที่นิยมใช้ในการนำเสนอความต้องการของผู้ใช้งานได้แก่ แบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ (Process Modeling) ซึ่งอาจนำเสนอโดยใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองข้อมูล (Data Modeling) ซึ่งอาจใช้แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity Relationship Diagram: E-R Diagram) โดยระยะนี้สามารถจำแนกออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้

- ศึกษาขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันหรือศึกษาการทำงานของระบบเดิม
- รวบรวมความต้องการจากผู้ใช้ระบบเพื่อกำหนดขอบเขตของระบบใหม่
- นำเสนอข้อมูลความต้องการ การทำงานในปัจจุบัน โดยใช้แบบจำลองที่เหมาะสมในการนำเสนอ
- ดำเนินการออกแบบเชิงตรรกะ (Logical Design) เป็นการออกแบบลักษณะการทำงานของระบบ โดยยังไม่ต้องระบุถึงคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ เพียงแต่กำหนดลักษณะของรูปแบบรายงานที่เกิดจากการทำงานของระบบ ลักษณะการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ เพื่อใช้สำหรับการนำเสนอลักษณะโดยรวมของระบบที่จะพัฒนาต่อผู้ใช้งาน

ระยะการออกแบบ (Design Phase) เป็นขั้นตอนการออกแบบที่จะต้องระบุลักษณะการทำงานของระบบทางกายภาพหรือทางเทคนิค โดยระบุถึงคุณลักษณะของอุปกรณ์ เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนา ภาษาที่จะนำมาเขียนโปรแกรม การจัดเก็บข้อมูล ซึ่งเป็นการนำเสนอข้อมูลให้กับโปรแกรมเมอร์สำหรับใช้เขียนโปรแกรม รายละเอียดของขั้นตอนนี้สามารถจำแนกได้ดังนี้

- ออกแบบแบบฟอร์มและรายงาน (Form/Report Design)
- ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface Design)
- ออกแบบฐานข้อมูล (Database Design)
- ออกแบบแอพพลิเคชั่น (Application Design)

ระยะการสร้างและพัฒนา (Implementation Phase) เป็นขั้นตอนการเขียนโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ซึ่งจะต้องมีการทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่เขียนว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ในการทดสอบจะต้องทดสอบการทำงานในแต่ละโปรแกรมแต่ละส่วน (Unit Test) และทดสอบการทำงานร่วมกันของโปรแกรมทั้งหมด (Integrate Test) ระยะการสร้างและพัฒนานี้สามารถจำแนกเป็นขั้นตอนย่อยๆได้ดังนี้

- การเขียนโปรแกรม (Coding)
- ทดสอบโปรแกรม (Testing)

ระยะติดตั้งและใช้งาน (Deployment Phase) หลังจากที่พัฒนาระบบแล้วเสร็จมีการทดสอบหาข้อผิดพลาดและดำเนินการแก้ไขเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงนำระบบไปติดตั้งให้ผู้ใช้งาน พร้อมทั้งจัดทำคู่มือและอบรมการใช้งาน ซึ่งขั้นตอนนี้สามารถจำแนกออกเป็นขั้นตอนย่อยๆได้ดังนี้

- ติดตั้งระบบ (Installation)
- จัดทำเอกสารคู่มือการใช้งาน (Documentation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การฝึกอบรมการใช้งานระบบ (Training)

ระยะดูแลบำรุงรักษา (Support Phase) ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ เมื่อมีการติดตั้งและใช้งานแล้ว ผู้ใช้อาจจะประสบปัญหาการใช้งานอาจจะเกิดจากความไม่คุ้นเคยกับระบบใหม่ หรือมีการปรับเปลี่ยนความต้องการจากเดิมไปบ้างเล็กน้อย เพื่อให้การใช้งานระบบสารสนเทศที่พัฒนาแล้วเสร็จเป็นไปอย่างราบรื่นและยั่งยืนผู้พัฒนาจะต้องให้ความช่วยเหลือในการแก้ปัญหาเหล่านี้แก่ผู้ใช้งาน ซึ่งประเด็นปัญหาบางอย่างอาจจำเป็นต้องนำไปปรับแก้ระบบอันจะนำไปสู่การปรับปรุงระบบต่อไป

การวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มในครั้งนี้ ผู้ดำเนินงานได้ทำการศึกษาระเบียบวิธีของการวิเคราะห์ออกแบบระบบสารสนเทศที่มีในปัจจุบัน เพื่อเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ออกแบบ ผลการศึกษาพบว่า ระเบียบวิธีของการวิเคราะห์ออกแบบที่มีการเผยแพร่ในปัจจุบันมีเป็นจำนวนมาก แต่สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกันคือ

- Process Oriented Methods ระเบียบวิธีในกลุ่มนี้จะให้ความสำคัญต่อการทำ Process Modeling โดยใช้เทคนิคที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ Data Flow Diagram, Process specification, Data Dictionary ส่วนเทคนิคที่นิยมใช้ในการทำ Data Modeling ได้แก่ Entity Relationship Diagram, Relational Data Analysis ตัวอย่างระเบียบวิธีในกลุ่ม Process Oriented เช่น Structured Systems Analysis and Design (SSADM) , Modern Structured Analysis
- Data Oriented Methods การทำ Data Modeling เป็นส่วนสำคัญของระเบียบวิธีในกลุ่ม Data Oriented Method เทคนิคที่นิยมใช้คือ Entity Relationship Diagram สำหรับการวิเคราะห์หาฟังก์ชันของระบบจะใช้เทคนิคเช่น State Transition Diagram, Data Flow Diagram เป็นต้น ตัวอย่างระเบียบวิธีในกลุ่มนี้เช่น Information Engineering
- Object-Oriented Methods เป็นแนวทางใหม่ใช้หลักการของ Abstraction, Encapsulation และ Inheritance การวิเคราะห์และออกแบบจะพิจารณารวมส่วนของ Process และ Data เข้าด้วยกันเป็น Object ระบบจะถูกจำลองทั้งในส่วนที่เป็นมุมมองทางด้าน Static และ Dynamic เทคนิคที่ใช้เช่น Class Diagram, Object Diagram, Sequence Diagram, Interaction Diagram ปัจจุบันมีการวิจัยพัฒนาระเบียบวิธีตามแนวทางของ Object – Oriented เป็นจำนวนมาก เช่น Booch Method, Coad and Yourdon Object-Oriented Analysis and Design, Object Modeling Technique, Objectory, Unified Modeling Language และอื่นๆ

ในที่นี้จะกล่าวถึงการศึกษาระเบียบวิธีของการวิเคราะห์ออกแบบระบบหลักๆที่สำคัญ ทั้งนี้เพื่อสรุปเป็นแนวทางที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ออกแบบระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม ระเบียบวิธีที่ได้ทำการศึกษาได้แก่ Structured Systems Analysis and Design, Booch Method, Coad

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and Yourdon Object-Oriented Analysis and Design, Object Modeling Technique, Objectory และ Unified Modeling Language บทสรุปจะเป็นการกำหนดแนวทางที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ออกแบบระบบในครั้งนี้

2.1.3.1 Structured Systems Analysis and Design (SSADM)

1) แนวคิด

เป็นระเบียบวิธีการวิเคราะห์ออกแบบแบบเป็นโครงสร้างที่ได้การยอมรับให้ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ออกแบบสำหรับระบบงานของรัฐบาลในประเทศสหราชอาณาจักร จุดเด่นของ SSADM คือ การสร้างแบบจำลองระบบในหลายๆ มุมมอง ซึ่งสามารถใช้ตรวจสอบความถูกต้องระหว่างกันและกันได้ นอกจากนั้นจุดเด่นอีกประการหนึ่งของ SSADM คือ การจัดรวมเทคนิคต่างๆและวางเป็นกรอบของการทำงานได้เป็นอย่างดี รวมทั้งให้แนวทางสำหรับผู้วิเคราะห์ออกแบบที่จะใช้เทคนิคเหล่านั้นเมื่อไรและอย่างไร

SSADM เป็นระเบียบวิธีที่เรียกว่า Data-Driven หมายความว่าสมมุติฐานเบื้องต้นของ SSADM ก็คือ ระบบทุกระบบจะมีโครงสร้างของข้อมูล และโครงสร้างข้อมูลนี้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากแม้ว่าความต้องการด้านการประมวลผลของระบบอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาก็ตาม ด้วยสมมุติฐานดังกล่าวในระเบียบวิธี SSADM จะทำการวิเคราะห์จำลองโครงสร้างข้อมูลของระบบในช่วงต้นๆ ของการวิเคราะห์งาน โครงสร้างข้อมูลนี้จะถูกใช้สำหรับการตรวจสอบกับความต้องการด้านการประมวลผล และสร้างเป็นสถาปัตยกรรมของระบบ

2) โมเดล

SSADM จำลองระบบออกเป็น 3 มุมมอง

- Logical Data Structure แสดงข้อมูลที่มีการจัดเก็บในระบบ และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น
- Data Flow Diagram แสดงการประมวลผลที่มีในระบบ และกระแสข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล
- Entity Life History แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นในช่วงชีวิตของข้อมูลเหล่านั้น

3) กระบวนการ

SSADM แบ่งกระบวนการการวิเคราะห์ออกแบบระบบออกเป็น 6 ระยะ แต่ละระยะแบ่งเป็นขั้นตอน ดังนี้

- ระยะที่ 1 วิเคราะห์ปัญหาและการดำเนินงานในปัจจุบัน ศึกษาระบบงานและสภาพแวดล้อมของการทำงานในปัจจุบัน เพื่อสร้าง Data Flow Diagram ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบัน สร้าง Logical Data Structure ของระบบปัจจุบันและแจงปัญหาความต้องการที่มี

- ระยะที่ 2 สร้างข้อกำหนดความต้องการ เป็นการสร้างมุมมองทางตรรกภาพของระบบใหม่โดยการวิเคราะห์ตัดวิธีการทำงานในระบบเดิมและ สร้างมุมมองของระบบว่าจะต้องทำอะไร สิ่งที่จะได้คือData Flow Diagram ของระบบใหม่ Logical Data Structure ของระบบใหม่ Function Catalogue และ User Interfaces
- ระยะที่ 3 เลือก Technology เลือกเทคโนโลยีเพื่อดำเนินการพัฒนาระบบใหม่ สร้างเป็น System Requirement Specification
- ระยะที่ 4 ออกแบบข้อมูล ออกแบบข้อมูลทางตรรกภาพเพื่อสามารถนำไปใช้ในการออกแบบแฟ้มหรือฐานข้อมูลต่อไป โครงสร้างข้อมูลที่ได้ในการออกแบบในระยะที่ 4 จะนำไปร่วมกับโครงสร้างข้อมูลที่ได้ในระยะที่ 2
- ระยะที่ 5 ออกแบบโพรเซส ออกแบบรายละเอียดของการประมวลผล พิจารณาการดำเนินการ(operation) ของการประมวลผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากเหตุการณ์ต่างๆ และพิจารณาการเข้าถึงข้อมูลอันเนื่องมาจากการดำเนินการเหล่านั้น
- ระยะที่ 6 ออกแบบทางกายภาพ ออกแบบฐานข้อมูลสร้างเป็น Tables Definition และสร้าง Program Specification

2.1.3.2 Booch Method of Object-Oriented Analysis and Design

1) แนวคิด

ระเบียบวิธีของ Booch ประกอบด้วยกระบวนการ(Process) และ สัญลักษณ์(Notation) สำหรับการพัฒนาและการสื่อสารเพื่อการวิเคราะห์และออกแบบระบบซอฟต์แวร์ตามแนวทางของ Object-Oriented โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกแบบเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ Requirements analysis, Domain analysis และ Design

กรอบงานการวิเคราะห์ออกแบบด้วยระเบียบวิธีของ Booch จะครอบคลุมทั้งในส่วนของการทำ Object Modeling, Analysis Modeling, Application Design และ Implementation Design รวมถึงอธิบายถึงวงจรของการพัฒนาระบบอีกด้วย

2) โมเดล

Booch Method ใช้ Diagrams สำหรับการจำลองระบบออกมาเป็นมุมมองต่างๆ Diagrams ที่สำคัญใน Booch Method ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Class Diagrams ใช้แสดง Classes ที่มีในระบบ และ Relationships ระหว่าง Classes เหล่านั้น Class แบ่งออกเป็นหลายชนิด ได้แก่ Class, Parameterized Class, Meta Class ส่วน Relationships ระหว่าง Class จัดอยู่ในรูป Association, Contain, Inheritance, Uses และ Meta Class
- Category Diagrams ใช้สำหรับการจัดกลุ่มของ Classes ทางตรรกภาพ โดยเฉพาะระบบขนาดใหญ่ที่มี Classes เป็นจำนวนมาก แต่ละ Category จะประกอบด้วย Clases ต่างๆที่มีความเกี่ยวพันกัน และอาจจะมี Class Diagrams อยู่ใน Category ด้วย Category Diagram จะใช้แสดงให้เห็นการจัด Category ของระบบ และแสดง Relationship ระหว่าง Category ด้วย
- State Transition Diagrams แสดง Dynamic Behavior ของ Class และแสดงสถานภาพ (State) ของ Class ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเหตุการณ์ (Event) ต่างๆ ที่เกิดขึ้น
- Object Diagrams แสดงความมีอยู่ของ Objects และ Relationships ระหว่าง Objects เหล่านั้น รวมถึงแสดง Collaboration ระหว่าง Objects ที่จะเกิดขึ้นตาม Scenario ใดๆ
- Module Diagrams ใช้แสดงระบบในมุมมองของการออกแบบ แสดงการจัด Class และ Objects ออกเป็น Module ในมุมมองของการออกแบบ Module สำหรับการใช้ในการพัฒนา ระบบ
- Subsystems เป็นมุมมองของการออกแบบระบบ โดยเฉพาะในระบบขนาดใหญ่ ระบบอาจถูกแบ่งออกเป็นหลายระบบย่อย (Subsystems) แต่ละระบบย่อยด้วย Modules และ Module Diagrams
- Process Diagrams สำหรับระบบที่ประกอบด้วยโปรแกรมหลายๆโปรแกรม ที่ติดตั้งกระจายการประมวลผลไปตามคอมพิวเตอร์ต่างๆ Process Diagrams จะแสดงการจัดสรรโปรแกรม (Process) ไปยัง คอมพิวเตอร์ (Processor) ต่างๆเหล่านั้น

3) กระบวนการ

กระบวนการในการพัฒนาระบบด้วยระเบียบวิธีของ Booch มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- Requirements Analysis สร้างข้อกำหนดความต้องการในรูปถ้อยความที่ระบุฟังก์ชันหลักๆ ของระบบ กำหนดขอบเขตของระบบ แจงนโยบาย ขั้นตอนการทำงานของระบบปัจจุบัน
- Domain Analysis แจง Class ที่มีในระบบ หา Attributes ของ Class หา Relationships ระหว่าง Class ระบุ Operations ของ Class สร้าง Diagrams ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- Design ออกแบบแนวทางการพัฒนาระบบ ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ ออกแบบโครงสร้างข้อมูล ชนิดข้อมูล ออกแบบรายละเอียดของการดำเนินงาน ออกแบบ Inputs/Outputs

2.1.3.3 Coad and Yourdon Object-Oriented Analysis and Design

1) แนวคิด

แนวคิดหลักของ Coad and Yourdon Object-Oriented Analysis and Design คือการจัดการกับความสลับซับซ้อน (Managing Complexity) ภายใต้หลักการของ Abstraction, Encapsulation, Generalization-Specification, Association และCommunication with Messages

ตามแนวทางของ Coad and Yourdon ระบบมีองค์ประกอบพื้นฐานมาจาก Class และ Object การวิเคราะห์ออกแบบระบบ ต้องค้นหา Class และ Object รวมถึงรายละเอียดที่เป็น Attributes และ Services ของ Class เหล่านั้น ความสัมพันธ์ระหว่าง Class ถูกจัดอยู่ในโครงสร้างที่เป็น Generalization–Specification และ Whole-Part ในมุมมองที่เป็น Dynamic ของระบบ จะแสดงถึงความเกี่ยวพันที่มีระหว่าง object และการส่ง Messages ระหว่าง Objects เหล่านั้น

สถาปัตยกรรมระบบแบ่งเป็น 4 องค์ประกอบหลักคือ Human Interaction, Problem Domain, Task Management และ Data Management แต่ละ Class และ Object ที่ค้นพบในการวิเคราะห์ออกแบบ ถูกจัดอยู่ในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งใน 4 องค์ประกอบนี้ ความเกี่ยวพันระหว่างองค์ประกอบจะมีอยู่น้อยเพื่อให้เกิด Loosely Coupled

2) โมเดล

Coad and Yourdon ให้แนวทางจัดระบบออกเป็น Multi-layer model ประกอบด้วย 5 layer คือ

- *Subject layer* เป็น Layer ที่แสดงการจัดกลุ่ม Classes เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในระบบ และเพื่อให้ง่ายต่อการจัดสรรงาน ในลักษณะของการทำงานที่เป็นทีม
- *Class-&-Object layer* เป็น Layer ที่แสดง Classes และ Objects ที่มีในระบบ
- *Structure layer* เป็น Layer ที่แสดงโครงสร้างของ Class ในรูป Generalization–Specification และ Whole-part
- *Attribute layer* เป็น Layer ที่แสดง Attributes ของ Class
- *Service layer* เป็น Layer ที่แสดง Services ที่จะมีอยู่ใน Object ของ Class ใด ๆ

3) กระบวนการ

ใช้หลัก Concurrent Development Process กล่าวคือจะทำวิเคราะห์ออกแบบพัฒนาโปรแกรมขนานกันไปในเวลาเดียวกัน โดยมีกิจกรรมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
139364

- *Finding Classes and Objects* เป็นการค้นหา Classes และ Objects ใน Problem Domain
- *Identifying Structure* เป็นการจัด Classes และ Objects ที่ค้นพบในโครงสร้างที่เป็น Generalization – Specification และ whole – part
- *Identifying Subjects* ทำการจัดกลุ่มของ Classes ที่มีความเกี่ยวพันกันออกเป็น Subjects
- *Defining Attributes* ค้นหาและนิยามถึง attributes ของแต่ละ Class
- *Defining Services* ค้นหาและนิยามถึง Services ของแต่ละ Class

2.1.3.4 Object Modeling Technique (OMT)

1) แนวคิด

OMT สนับสนุนแนวคิดพื้นฐานของ Object-Oriented คือ Abstraction, Encapsulation, Combining data and behavior และ Inheritance เป็นระเบียบวิธีที่ให้ความสำคัญต่อการทำ Object Model ที่อธิบายโครงสร้างข้อมูลของระบบและกฎเกณฑ์ความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น OMT จะให้แนวทางในการทำ Object Modeling ครอบคลุมทั้งส่วนของการทำ Analysis modeling, Design modeling และ Implementation modeling

2) โมเดล

ใน OMT จะมีความแตกต่างกันระหว่างโมเดลของการวิเคราะห์ และโมเดลของการออกแบบ ในโมเดลของการวิเคราะห์จะแยกออกเป็น 3 โมเดลย่อยคือ Object Model, Dynamic model และ Functional model ในช่วงของการออกแบบจะเพ่งเล็งไปยังการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ และการออกแบบ object เพื่อให้พร้อมต่อการแปลงเป็นภาษาโปรแกรม

- Object Model แสดงโครงสร้างทาง Static ของระบบในรูปของ Class และความสัมพันธ์ระหว่าง Class ความสัมพันธ์ระหว่าง Class อาจเป็น Generalization, Aggregation, Association หรือ Instantiation
- Dynamic Model แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Object ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ต่างๆ การเปลี่ยนสถานภาพของ Object การตอบสนองของ Object ต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ถูกแสดงด้วย Event Trace Diagram และ State Diagram
- Functional Model อธิบายการประมวลผลที่จะเกิดขึ้นในระบบ แสดง Input/Output ของการประมวลผล ด้วย Data Flow Diagrams

3) กระบวนการ

แบ่งเป็น 4 ระยะ

- Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เขียนคำอธิบายถึงปัญหา
- พัฒนา Object Model
- พัฒนา Dynamic Model
- สร้าง Functional Model
- ทวนสอบ ทำซ้ำ กลั่นกรอง โมเดลที่พัฒนาขึ้น

- System Design
  - จัดโครงสร้างระบบออกเป็นระบบย่อย
  - จัดสรรระบบย่อยลงสู่ Processors
  - เลือกกลยุทธในการทำ data stores
  - เลือกกลไกในการควบคุมการเข้าถึงข้อมูลไปยังทรัพยากรของเครื่องที่ดำเนินงานขณะนั้น
- Object Design
  - หา operations จาก Dynamic และ Functional Models
  - ออกแบบ Algorithm เพื่อ implement operations
  - ทำ Optimization สำหรับการเข้าถึงข้อมูลไปยัง Data
  - ปรับโครงสร้างของ Class เพื่อเพิ่ม inheritance
  - ออกแบบการ Implement ในส่วน Association
  - ออกแบบในส่วน Attributer ของ Object
  - จัด Classes และ Association เป็น Modules
- Implementation
  - ออกแบบ Database สำหรับจัดเก็บข้อมูล
  - เขียนโปรแกรมด้วยภาษาโปรแกรมต่างๆ

2.1.3.5 Objectory

1) แนวคิด

การวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบตามแนวทางของ Objectory อยู่บนพื้นฐานของการโต้ตอบระหว่างระบบกับผู้ใช้ ผู้ใช้ระบบจะถูกจัดเป็นกลุ่มตามบทบาทหน้าที่เรียก Actor ส่วนฟังก์ชันที่ระบบจะต้องกระทำเพื่อตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้แต่ละกลุ่มเรียก Use Case

2) โมเดล

Use Case จะถูกใช้เป็นตัวขับเคลื่อนในการวิเคราะห์ออกแบบระบบทั้งการสร้าง Analysis Model และ Design Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Requirement Model ประกอบด้วย Use Case Model และ Domain Object Model ใน Use Case Model แสดงความต้องการการประมวลผลของกลุ่มผู้ใช้ระบบ ส่วน Object Model แสดงความมีอยู่ของ Object ภายใต้กรอบของปัญหา
- Analysis Model จะแสดงมุมมองของการวิเคราะห์ระบบ โดยแสดงถึง Object ต่างๆ ที่จะมีในระบบที่จะพัฒนาขึ้น ได้แก่ Entity Objects, Interface Objects และ Control Objects โดยที่ Entity Objects เป็นการจำลองข้อมูลข่าวสารที่จะต้องมีการจัดเก็บในระบบ Interface Objects จำลองส่วนที่เป็น Interface ของระบบ และ Control Objects จำลองฟังก์ชันการประมวลผลของระบบ
- Design Model เกิดจากการกลั่นกรองและปรับ Analysis Model ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่จะเลือกใช้ในการ Implement ระบบ โดยออกแบบให้สอดคล้องกับ Database Management System, Programming Languages, และวิธีการประมวลผลที่จะเลือกใช้ ใน Design Model ประกอบด้วย Packages ซึ่งจะแสดงถึง Modules ที่จะจัดสร้างขึ้นในการ Implement ระบบ รวมถึง Design object ที่จะอธิบายถึงข้อกำหนดของโปรแกรม

3) กระบวนการ

กระบวนการการประมวลผลตามแนวทางของ Objectory ประกอบด้วย

- Requirement Analysis วิเคราะห์นิยามถึงระบบและสร้าง Requirements Model ซึ่งจะแสดงสิ่งที่ระบบจะต้องกระทำ Requirement Models ประกอบด้วย Use Case Model และ Domain Object Model
- Robustness Analysis เป็นการจัดโครงสร้างของระบบจาก Requirements Model โดยการสร้าง Analysis Model ซึ่งจะแสดงมุมมองทางตรรกภาพของระบบ Analysis Model ได้มาจากการวิเคราะห์หา Objects ชนิดต่างๆ (Entity Objects, Interface Objects, Control Objects) ที่จำเป็นสำหรับแต่ละ Use Case
- Design ทำการออกแบบระบบให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของการพัฒนา ออกแบบ Package และออกแบบ Design Objects รวมถึงการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ

2.1.3.6 ภาษา UML (Unified Modeling Language)

1) แนวคิด

UML ได้รับการยอมรับให้เป็นภาษามาตรฐานสำหรับพัฒนาโมเดลของระบบตามแนวคิด Object-Oriented เป็นการรวมเทคนิคเด่นๆจากระเบียบวิธีที่ได้รับความนิยมคือ Booch Method,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Objectory และ OMT ใน UML นอกจากมีสัญลักษณ์สำหรับใช้อธิบายและพัฒนาโมเดลของระบบแล้ว ยังมีแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ออกแบบระบบอีกด้วย

2) โมเดล

UML สามารถใช้สร้างโมเดลระบบในหลายๆมุมมอง แต่ละมุมมองแสดงภาพของระบบด้วย Diagrams ต่างๆ และเชื่อมโยงไปยังวิธีการในการพัฒนาระบบ มุมมองของระบบที่สามารถพัฒนาโดย UMLประกอบด้วย

- Use Case View แสดงฟังก์ชันงานที่จำเป็นต้องมีในระบบเพื่อตอบสนองความต้องการของ Actors หรือผู้ใช้ระบบ Use Case View แสดงภาพระบบด้วย Use case diagrams และ Activity diagram
- Logical View แสดงแบบจำลองของระบบในมุมมองของผู้ออกแบบ และผู้พัฒนาระบบ อธิบายวิธีการประมวลผลตามฟังก์ชันงานของระบบ Logical View แสดงภาพระบบที่ตรงกันข้ามกับ Use Case View กล่าวคือ Use Case View แสดงมุมมองของระบบจากภายนอก แต่ Logical View จะเป็นมุมมองของการประมวลผลภายในระบบ

ใน Logical View จะแสดงโครงสร้างที่เป็น Static ของระบบด้วย Class Diagrams, Object Diagrams ส่วนโครงสร้างที่เป็น Dynamic ของระบบจะแสดงด้วย Sequence Diagrams, State Diagrams, Collaboration Diagrams และ Activity Diagrams

- Component View แสดงมุมมองของการพัฒนาระบบ เพื่อให้ผู้พัฒนาระบบ (Developers) ใช้เป็นกรอบในการพัฒนาระบบ โดยแสดงถึง Modules และโครงสร้างความเกี่ยวพันระหว่าง Modules เหล่านั้น Component View แสดงด้วย Component Diagram
- Deployment View แสดงมุมมองของการติดตั้งระบบทางกายภาพ แสดงให้เห็นการติดตั้งระบบซึ่งประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่างๆ การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เหล่านั้น รวมถึงแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมใดถูกติดตั้งไว้ในคอมพิวเตอร์ใด Deployment View แสดงด้วย Deployment Diagram

3) กระบวนการ

เนื่องจากใน UML ไม่มีการกำหนดกระบวนการของการวิเคราะห์ออกแบบระบบไว้ ดังนั้นจึงขึ้นอยู่กับผู้วิเคราะห์ออกแบบระบบที่จะนำ UML ไปใช้ในการสร้างโมเดลของระบบในมุมมองต่างๆ ตามความเหมาะสม ในระยะของการวิเคราะห์ระบบมุมมองของระบบที่ควรสร้างขึ้นคือ Use case view, Logical view ในระยะของการออกแบบระบบควรสร้าง Component view และ Deployment view

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม

จากการศึกษาระเบียบวิธีของการวิเคราะห์ออกแบบระบบหลักๆ ที่มีในปัจจุบันดังได้กล่าวแล้ว ได้สรุปแนวทางการวิเคราะห์ออกแบบระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มไว้ดังนี้

1. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานในปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการ ใช้เทคนิคของการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง ศึกษาและรวบรวมเอกสารที่ใช้ในการดำเนินงานในปัจจุบัน รวบรวมและสรุปปัญหาความต้องการ และจัดทำเอกสารระบุขั้นตอนการทำงานในปัจจุบัน

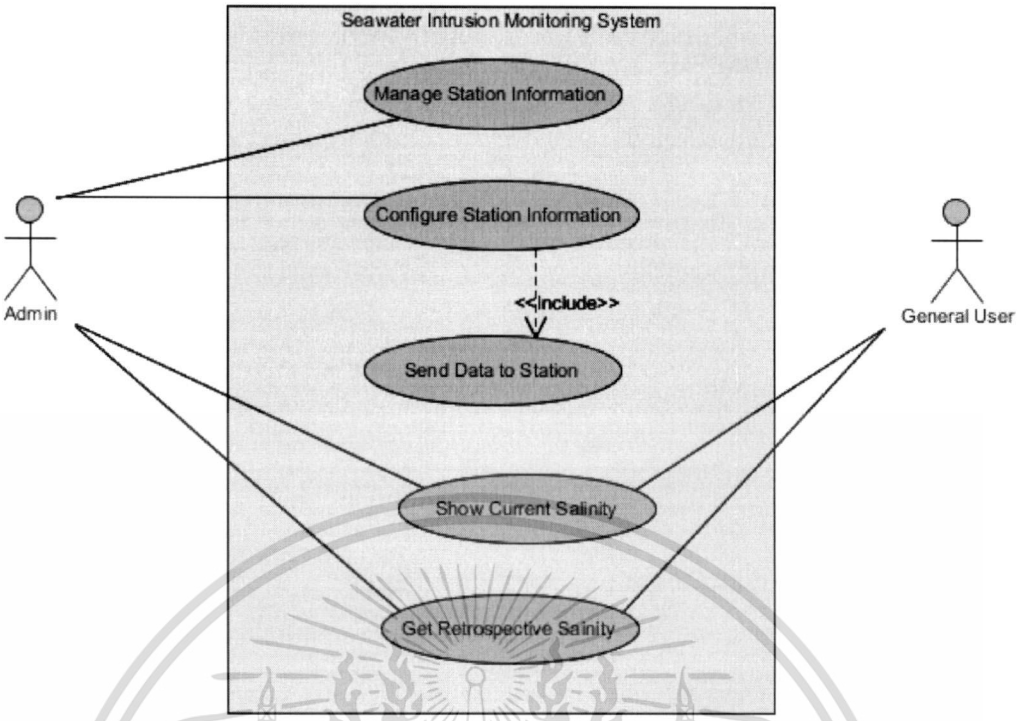
2. วิธีการวิเคราะห์เพื่อกำหนดขอบเขตของระบบ เนื่องจากระบบระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มมีการใช้ข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลที่เป็นหน่วยงานทั้งภายในและภายนอก ดังนั้นการกำหนดขอบเขตของระบบงาน จะเพ่งเล็งไปยัง 2 ส่วนคือ

- ฟังก์ชันงานที่จะต้องมีในระบบ เป็นฟังก์ชันงานที่จะต้องมีในระบบ เพื่อให้ระบบที่จะพัฒนาขึ้น สามารถตอบสนองกับความต้องการในการดำเนินงานด้านการเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มได้
- การรับส่งข้อมูลระหว่างแหล่งข้อมูลภายนอกกับระบบ ซึ่งได้แก่การรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีตรวจวัดและผู้ใช้งานระบบ เป็นต้น

เพื่อให้เห็นมุมมองของระบบทั้งในมุมมองของฟังก์ชันงานและการรับส่งข้อมูลกับแหล่งข้อมูลภายนอก จึงเลือกใช้เทคนิค Use Case Diagram (แสดงดังรูปที่ 2.1) และเทคนิค Context Diagram (แสดงดังรูปที่ 2.2) เป็นเทคนิคในการวิเคราะห์ขอบเขตของระบบในครั้งนี้

เทคนิค Use Case Diagram จะใช้สำหรับวิเคราะห์และจัดกลุ่มผู้ใช้ระบบตามบทบาทหน้าที่ พร้อมทั้งวิเคราะห์และระบุถึงฟังก์ชันงานที่จำเป็นต้องมีในระบบ เพื่อสนองตอบต่อความต้องการของแต่ละกลุ่มผู้ใช้ ตามรูปที่ 2.1 กลุ่มผู้ใช้ระบบคือ Actors และฟังก์ชันงานที่ระบบต้องกระทำสำหรับแต่ละ Actor คือ Use case

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2. 2 แสดงตัวอย่าง Use Case Diagram

วิธีการวิเคราะห์รายละเอียดความต้องการของระบบ รายละเอียดความต้องการของระบบจะถูกวิเคราะห์ในรูปของการโต้ตอบระหว่างระบบกับ Actor ที่เรียกว่า Use Case โดยที่แต่ละ Use Case จะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างฉาก (Scenario) ของการโต้ตอบ (Interaction) แสดงเหตุการณ์ของการโต้ตอบระหว่างระบบและ Actor ที่จะเกิดขึ้น จากนั้นทำเอกสารแสดงรายละเอียดความต้องการแยกตาม Use case ตามรูปแบบดังรูปที่ 2.3 ผลที่ได้จะนำไปตรวจสอบกับผู้ใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

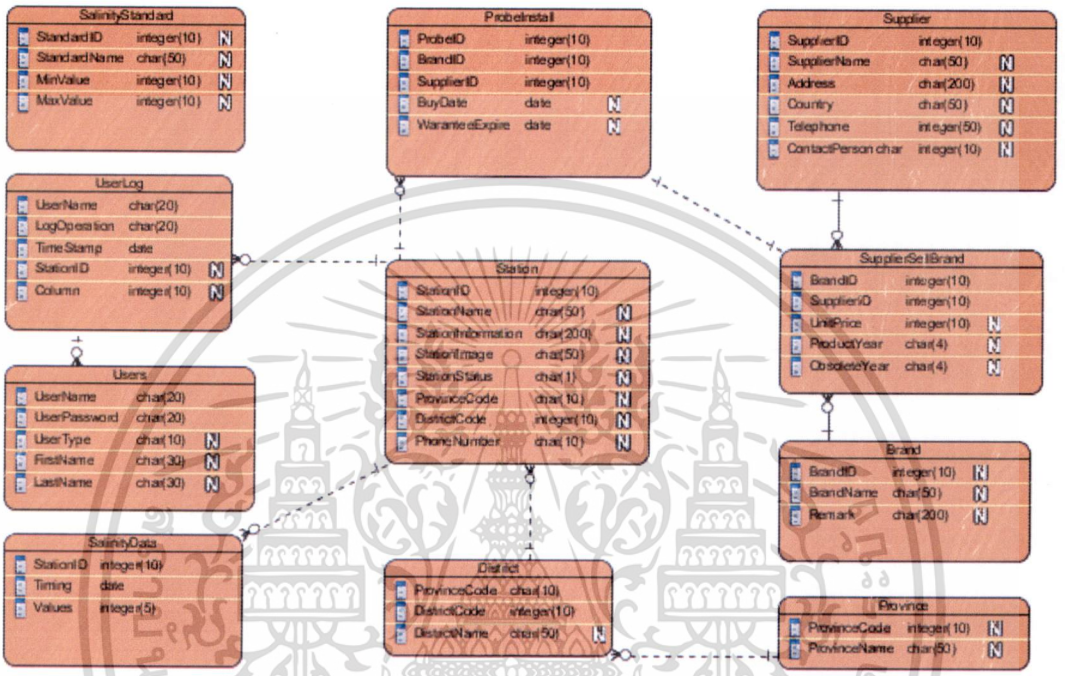
Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Get retrospective salinity	Use Case Type	
Use Case ID :	02	Business Requirement :	☑
Priority :	High	System Analysis :	☑
Source	USER , ADMIN		
Primary Business Actor :	USER		
Primary System Actor :	ADMIN		
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการที่ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำย้อนหลัง โดยระบบจะทำการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลตามเงื่อนไขช่วงวันที่ในการสืบค้นข้อมูลและแสดงข้อมูลค่าความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ		
Precondition :	เงื่อนไขช่วงวันที่ในการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ และกำหนดสถานีตรวจตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ		
Trigger :			
Relationships :	Association : - Include : - Extend : - Generalization : -		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response	
	ขั้นตอนที่ 1 : ผู้ใช้งานใช้คำสั่งเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำย้อนหลัง	**ขั้นตอนที่ 2 :** ระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลางเรียกค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำจากฐานข้อมูลตามเงื่อนไขช่วงวันที่ในการสืบค้นข้อมูล **ขั้นตอนที่ 3 :** ระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลางแสดงผลข้อมูลค่าความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ	
Alternate Course :	- ถ้าไม่สามารถทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลได้ หรือไม่พบข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ ให้แสดงข้อผิดพลาดแจ้งแก่ผู้ใช้ทราบ		
Conclusion :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการที่ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำย้อนหลัง ครอบคลุมขั้นตอนการใช้คำสั่งจนกระทั่งแสดงข้อมูลค่าความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ		
Post condition :	ข้อมูลค่าความเค็มของน้ำถูกแสดงผ่านเว็บเพจ		
Business Rules :			
Implementation Constraints and Specification :			
Assumptions :			

รูปที่ 2. 3 Scenario ของ Use Case

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 การออกแบบฐานข้อมูลด้วยอีอาร์ไดอะแกรม

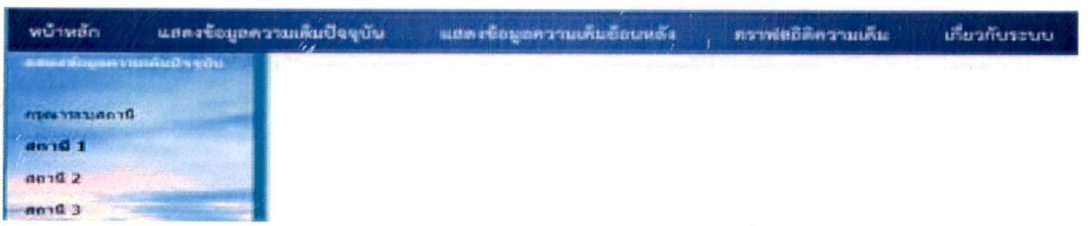
การวิเคราะห์ระบบ วิเคราะห์หาข้อมูลและโครงสร้างข้อมูลของระบบด้วยเทคนิค Data Analysis หลังจากนั้นแสดงโครงสร้างข้อมูลของระบบด้วย Entity Relationship Diagram (แสดงดังรูปที่ 2.4)



รูปที่ 2. 4 Entity Relationship Diagram

การออกแบบระบบ เนื่องจากระบบจะถูก Implement โดยใช้ Oracle เป็น Database Management System และเนื่องจาก Oracle เป็นฐานข้อมูลแบบ Relational Database ดังนั้นในช่วงของการออกแบบจะทำการแปลง Entity Relationship Diagram ให้เป็น Tables ของฐานข้อมูล Oracle

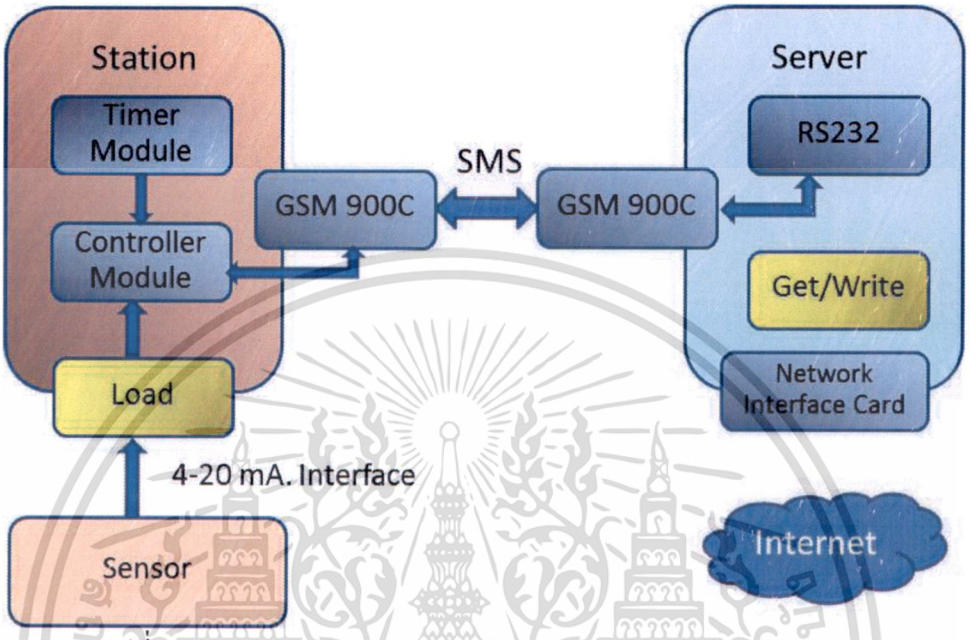
ในส่วนของ User Interface จะใช้เป็น Graphic User Interface ในลักษณะของ Menu Driven โครงสร้างของโปรแกรมจะแสดงในรูปของ Structure Chart (รูปที่ 2.5)



รูปที่ 2. 5 แสดงรูปแบบโครงสร้างเมนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ Implement ระบบ ระบบจะถูก Implement ด้วยภาษา PHP และโปรแกรมภาษา C และหลังจากทดสอบระบบเรียบร้อยแล้ว ระบบจะถูกนำไปติดตั้งเพื่อทดสอบการใช้งานจริง โครงรูปของระบบในการติดตั้งแสดงด้วย Deployment Diagram (ดังรูปที่ 2.6)



รูปที่ 2. 6 แสดงสถาปัตยกรรมการพัฒนาระบบ (Deployment Diagram)

2.1.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA128

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Atmel มีสถาปัตยกรรมภายในเป็นแบบ RISC (reduced instruction set computer) โดยใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูกในการปฏิบัติงานใน 1 คำสั่ง โดยจะประกอบด้วยหน่วยความจำโปรแกรมภายในที่เป็นแบบแฟลช (Flash) โปรแกรมข้อมูลได้แบบในระบบหรือภายในตัว (In-System programmable) และในบางรุ่นยังสามารถกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำที่สร้างเป็นบูตโหลดเดอร์ (Boot loader) เขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ PC หรือ IC ตัวอื่นๆ และยังสามารถโปรแกรมให้กับตัวเองได้ มีขนาดของหน่วยความจำตามเบอร์ของ IC แต่ละตัว ตัวอย่างคุณสมบัติเบื้องต้นของไอซี Atmega128A มีดังนี้ [4]

2.1.6.1 คุณสมบัติ

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ประสทธิภาพสูงแต่ใช้พลังงานต่ำ ในตระกลู AVR
- สถาปัตยกรรมแบบ RISC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีชุดคำสั่ง 135 คำสั่ง และส่วนใหญ่คำสั่งเหล่านี้จะใช้เพียง 1 สัญญาณนาฬิกาในการประมวลผลคำสั่ง

มีเรจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไปขนาด 8 บิต จำนวน 32 ตัว

ทำงานได้สูงสุดที่ 16 ล้านคำสั่งต่อวินาที (MIPS) เมื่อใช้สัญญาณนาฬิกา 16 เมกะเฮรซ (MHz)

- หน่วยความจำ

หน่วยความจำแฟลชสำหรับโปรแกรมขนาด 128 กิโลไบต์ เขียน/ลบได้ 10,000 ครั้ง

หน่วยความจำแบบ EEPROM ขนาด 4 กิโลไบต์ เขียน/ลบได้ 100,000 ครั้ง

หน่วยความจำแรมชนิดเอสแรม (SRAM) ขนาด 8 กิโลไบต์

เก็บข้อมูลได้กว่า 20 ปีที่อุณหภูมิ 85°C และกว่า 100 ปีที่อุณหภูมิ 25°C

- มีระบบโปรแกรมตัวเองอยู่ในตัวชิพ (Chip)
- สามารถทำการอ่านขณะเขียนได้จริง โดยสามารถล็อกการทำงานได้เพื่อความปลอดภัยของซอฟต์แวร์
- มีส่วนการเชื่อมประสานกับ JTAG (IEEE std. 1149.1 compliant)
- คุณสมบัติการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

มีตัวตั้งเวลาและตัวนับขนาด 8 บิต จำนวน 2 ตัว ที่สามารถแยกโหมดการทำงานจากกันได้ 2 โหมด คือ Prescalar และ Compare

มีตัวตั้งเวลาและตัวนบขนาด 16 บิต จานวน 4 ตัว ที่แยกโหมดการทำงานได้ 3 โหมด คือ Prescaler Compare และ Capture

มีตัวนับแบบเวลาจริง (Real Time Counter) ที่แยกวงจรกำหนดความถี่ได้

มี PWM จำนวน 12 ช่องสัญญาณที่สามารถกำหนดความละเอียดได้ 16 บิต

มีตัวปรับผลการเปรียบเทียบของเอาต์พุต

มีตัวแปลงสัญญาณแอนาลอกให้เป็นดิจิทัลขนาด 10 บิต จำนวน 16 ช่องสัญญาณ

มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมที่สามารถกำหนดอัตราการรับ/ส่งได้จำนวน 4 พอร์ต

เชื่อมประสานอนุกรมแบบ SPI (Serial Parallel Interface) ได้ ทั้งการเป็นมาสเตอร์และสเลฟ (Master/Slave)

มีการเชื่อมประสานแบบอนุกรมด้วยสายสัญญาณ 2 เส้นแบบ ส่งข้อมูลแบบเรียงไบต์ (Byte Oriented)

มีตัวตั้งเวลาแบบวอตช์ด็อก (Watch dog) ที่สามารถกำหนดการทำงานได้โดยสามารถแยกสัญญาณนาฬิกาได้จากตัวชิพ

มีตัวเปรียบเทียบสัญญาณแบบแอนาล็อก (Analog) อยู่ในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการรองรับการขัดจังหวะ (Interrupt) และการเวก-อพ (Wake-up) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับขาของชิพ

- คุณสมบัติพิเศษ

มีระบบเริ่มระบบเมื่อมีการรีเซ็ต (Reset) และมีระบบตรวจจับการเกิดบราวน์เอาท์ (Brown-out) ที่สามารถกำหนดการทำงานได้

มีตัวตรวจหาความเที่ยงตรงของออสซิเลเตอร์อยู่ในตัว (Internal Calibrated Oscillator)

มีแหล่งการขัดจังหวะทั้งภายในและภายนอก (External and Internal Interrupt Sources)

มีโหมดการทำงานสลีป (Sleep) 6 แบบ คือ : Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby และ Extended Standby

- อินพุท/เอ๊าพุท (I/O) และตัวถัง

มีขาของ I/O ที่สามารถกำหนดการทำงานได้ 86 ขา

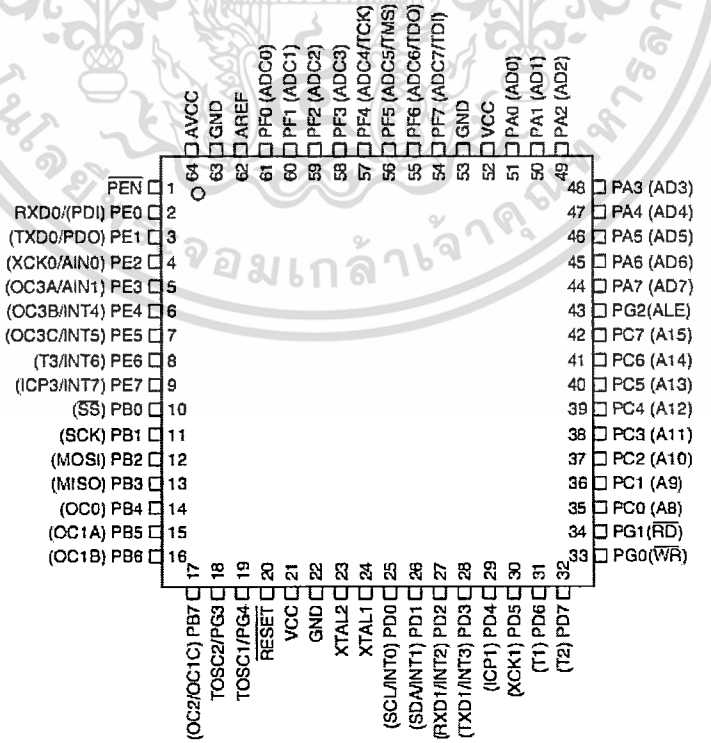
ตัวถังแบบ TQFP (Thin Quad Flat Pack) ชนิด 100 ขา

- ช่วงอุณหภูมิที่ทำงานได้ -40°C ถึง 85°C
- การใช้พลังงาน

โหมดการทำงาน: ที่ 1 MHz ต้องการแรงดัน 1.8V กระแส 500 mA

โหมดเพาเวอร์ดาวน์ (Power-down) ต้องการกระแสเพียง 0.1 mA ที่แรงดัน 1.8V

2.1.6.2 **สถาปัตยกรรม**



รูปที่ 2. 7 แสดงโครงสร้างขาของหน่วยประมวลผลของ AVR ATmega128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. VCC

แหล่งจ่ายไฟฟ้าดิจิทัล (Digital)

2. GND

กราวด์

3. Port A (PA7..PA0)

พอรต์ A เป็น I/O พอร์ตแบบทำงาน 2 ทิศทาง (bi-directional I/O port) ขนาด 8 บิต ที่มีวงจรพลูอัพ (pull-up) อยู่ภายใน (เลือกได้เป็นรายบิต) จึงสามารถทำงานเป็นเอาต์พุตได้ ทั้งแบบซิงค์และซอร์ส (Sink and Source)

4. Port B (PB7..PB0)

พอร์ต B เป็น I/O พอร์ตแบบทำงาน 2 ทิศทาง ขนาด 8 บิต ที่มีวงจรพลูอัพอยู่ภายใน (เลือกได้ เป็นรายบิต) สามารถทำงานเป็นเอาต์พุตได้ทั้งแบบซิงคและซอร์ส จุดเด่นของพอร์ตนี้ก็คือ เป็นพอร์ตที่มีความสามารถในการขับกระแสได้ดีกว่าพอร์ตอื่นๆ

5. Port C (PC7..PC0)

พอร์ต C เป็น I/O พอร์ตแบบทำงาน 2 ทิศทาง ขนาด 8 บิต ที่มีวงจรพลูอัพอยู่ภายใน (เลือกได้ เป็นรายบิต) สามารถทำงานเป็นเอาต์พุตได้ทั้งแบบซิงคและซอร์ส

6. Port D (PD7..PD0)

พอร์ต D เป็น I/O พอร์ตแบบทำงาน 2 ทิศทาง ขนาด 8 บิต ที่มีวงจรพลูอัพอยู่ภายใน (เลือกได้ เป็นรายบิต) สามารถทำงานเป็นเอาต์พุตได้ทั้งแบบซิงคและซอร์ส

7. Port E (PE7..PE0)

พอร์ต E เป็น I/O พอร์ตแบบทำงาน 2 ทิศทาง ขนาด 8 บิต ที่มีวงจรพลูอัพอยู่ภายใน (เลือกได้ เป็นรายบิต) สามารถทำงานเป็นเอาต์พุตได้ทั้งแบบซิงคและซอร์ส

8. Port F (PF7..PF0)

พอร์ต F รองรับการนำเข้าเพื่อทำการแปลงสัญญาณแอนาล็อกมาเป็นดิจิทัล

พอร์ต F เป็น I/O พอร์ตแบบทำงาน 2 ทิศทาง ขนาด 8 บิต ที่มีวงจรพลูอัพอยู่ภายใน (เลือกได้ เป็นรายบิต) สามารถทำงานเป็นเอาต์พุตได้ทั้งแบบซิงคและซอร์ส

9. Port G (PG7..PG0)

พอร์ต G เป็น I/O พอร์ตแบบทำงาน 2 ทิศทาง ขนาด 8 บิต ที่มีวงจรพลูอัพอยู่ภายใน (เลือกได้ เป็นรายบิต) สามารถทำงานเป็นเอาต์พุตได้ทั้งแบบซิงคและซอร์ส

10. RESET

ขารับสัญญาณอินพุตรีเซตด้วยพัลซ์ลอจิก LOW ชิพจะทำการรีเซต

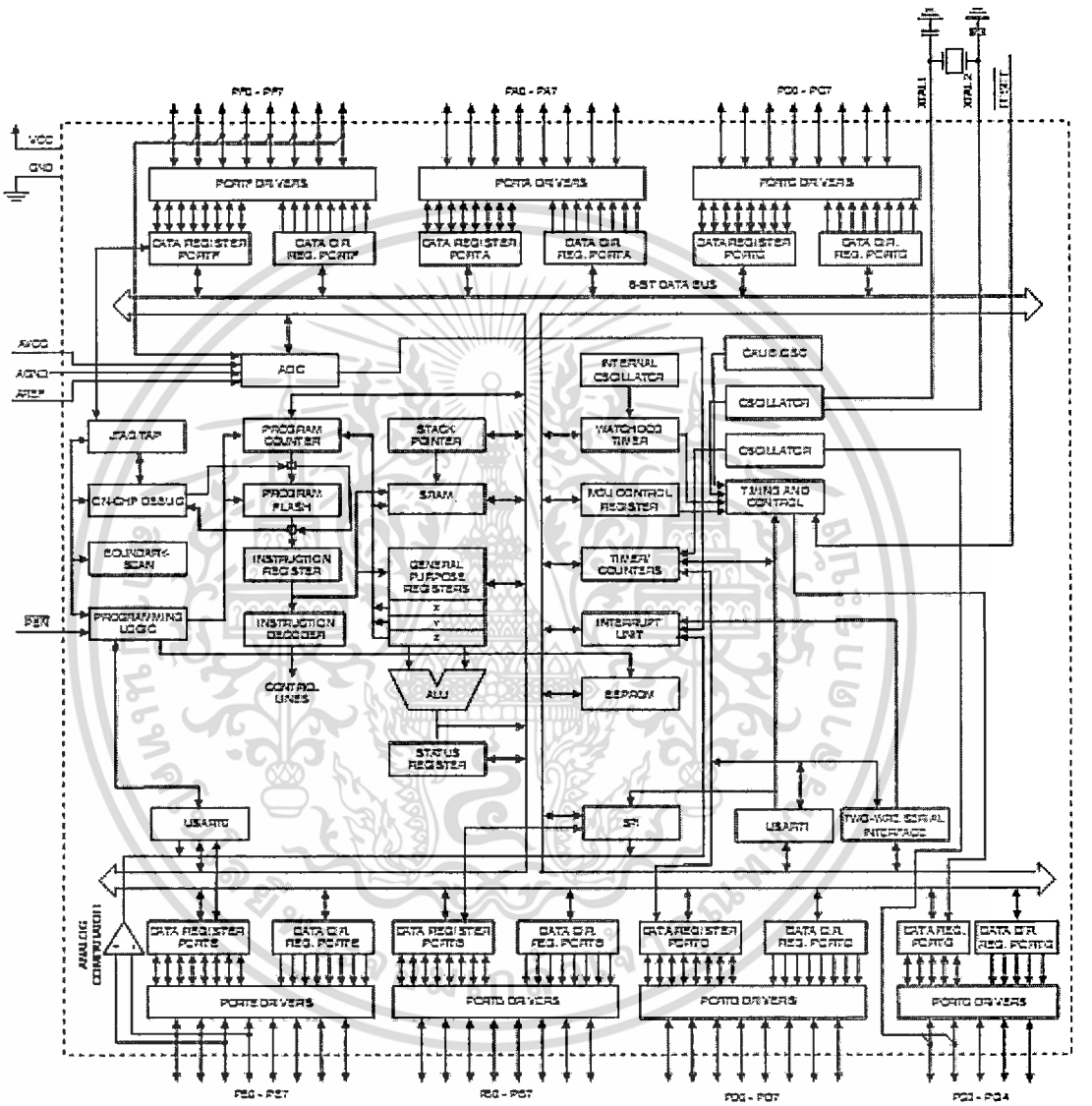
11. XTAL1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาอินพุตสำหรับขยายสัญญาณออสซิเลเตอร์แบบกลับทิศ (Inverting Oscillator amplifier) และวงจรสัญญาณนาฬิกาภายใน

12. XTAL2

ขาเอาต์พุตสำหรับขยายสัญญาณออสซิเลเตอร์แบบกลับทิศ (Inverting Oscillator amplifier)



รูปที่ 2. 8 สถาปัตยกรรมของ AVR ATmega128

2.1.6.3 อุปกรณ์แปลงสัญญาณระหว่าง RF 2.4 GHz และ RS232

การทำงานของอุปกรณ์แปลงสัญญาณ

อุปกรณ์แปลงสัญญาณระหว่างสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ (RF 2.4 GHz) และ RS232 เป็นชุดอุปกรณ์ สำหรับใช้แปลงสัญญาณระหว่างสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุไร้สาย (RF-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wireless) และ RS232 โดยมีกระบวนการทำงานหลักใน 2 โหมด คือ การส่งข้อมูล (Transmitter) และการรับข้อมูล (Receiver) [8]

กระบวนการส่งข้อมูล เป็นการทำงานรอรับข้อมูลจากพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 จากขาสัญญาณ RX และทำการแปลงเป็นสัญญาณความถี่ GFSK (Guassian Frequency Shift Keying) และส่งออกไปในอากาศ

กระบวนการรับข้อมูล เป็นการคอยตรวจจับข้อมูลที่อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่ GFSK จากด้าน RF เพื่อแปลงกลับเป็นข้อมูลแบบ RS232 และส่งข้อมูลออกไปทางขาสัญญาณ TX

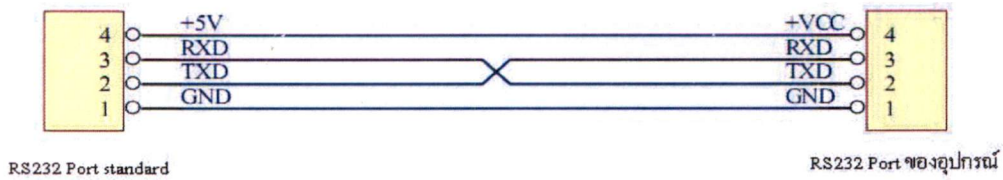
อุปกรณ์แปลงสัญญาณสามารถนำไปต่อใช้งานร่วมกับพอร์ตสื่อสารอนุกรม แบบ RS232 เพื่อใช้งานในลักษณะของการสื่อสารอนุกรมแบบไร้สาย (Wireless Transceiver) ได้โดยตรง ทำให้สามารถเพิ่มความสามารถในการรับส่งข้อมูลได้ในระยะที่ไกลกว่า RS232 อีกทั้งไม่จำเป็นต้องใช้สายสัญญาณที่เป็นตัวนำสัญญาณทางไฟฟ้าในการสื่อสารข้อมูล ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลง หรือเคลื่อนย้ายจุดรับส่งข้อมูลได้ตลอดเวลา

ข้อจำกัดบางประการของการรับส่งข้อมูลโดยใช้อากาศเป็นตัวกลางในการสื่อสารนั้น คือ เรื่องความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่รับส่งกันมีโอกาสผิดพลาดหรือสูญหายได้ เนื่องจากในการส่งข้อมูลใช้อากาศเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลมีโอกาสที่ข้อมูลจะถูกรบกวนจากสัญญาณอื่นๆ ในย่านคลื่นความถี่ที่ใกล้เคียงกัน อุปกรณ์แปลงสัญญาณจึงนำเทคนิคการข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในการรับส่งข้อมูล

ในการแก้ไขปัญหาข้อมูลสูญหาย ผู้ใช้งานอุปกรณ์แปลงสัญญาณควรมีกลไกในการตรวจสอบข้อมูลที่รับส่ง หากพบข้อผิดพลาดมีการสูญหายของข้อมูลควรมีการร้องขอให้มีส่งส่งข้อมูลซ้ำ

การเชื่อมต่อสายสัญญาณ RS232 มาตรฐานเข้าสู่อุปกรณ์แปลงสัญญาณ สามารถเชื่อมต่อได้ดังรูปที่ 2.1 จากอุปกรณ์ปลายไปยังอุปกรณ์แปลงสัญญาณ ดังนี้

1) เชื่อมแหล่งจ่ายไฟ +5V เข้ากับ +VCC
2) เชื่อมขาสัญญาณ RX เข้ากับขาสัญญาณ TX
3) เชื่อมขาสัญญาณ TX เข้ากับขาสัญญาณ RX
4) เชื่อมกราวด์ (GND) เข้ากับกราวด์ (GND)



รูปที่ 2. 9 การต่อสายสัญญาณ RS232 มาตรฐานเข้าสู่อุปกรณ์แปลงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการทำงานของอุปกรณ์แปลงสัญญาณ

อุปกรณ์แปลงสัญญาณระหว่าง RF 2.4 GHz และ RS232 สามารถกำหนดโหมดการทำงานได้โดยการเลื่อนสวิทซ์เลือกโหมดก่อนทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์แปลงสัญญาณ เนื่องจากอุปกรณ์จะทำการตรวจสอบโหมดการทำงานในขณะที่ได้รับการจ่ายไฟฟ้าเพื่อเปิดเครื่องเริ่มทำงานเท่านั้น ดังนั้นการเปลี่ยนโหมดทำงานหลังจากนี้จึงไม่มีผลต่ออุปกรณ์

อุปกรณ์แปลงสัญญาณมีโหมดการทำงานหลักใน 2 โหมด คือ โหมดการทำงานปกติ (Run mode) และโหมดการตั้งค่า (Setup mode) มีรายละเอียดดังนี้

โหมดการทำงานปกติ (Run mode)

เป็นโหมดการทำงานปกติของอุปกรณ์แปลงสัญญาณ โดยหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานจะดับอยู่ตลอดเวลาขณะที่ยังไม่มีการรับส่งข้อมูล เมื่อมีการรับส่งข้อมูลเกิดขึ้นหลอดไฟแสดงสถานะจะกระพริบตามจังหวะการรับส่งข้อมูล

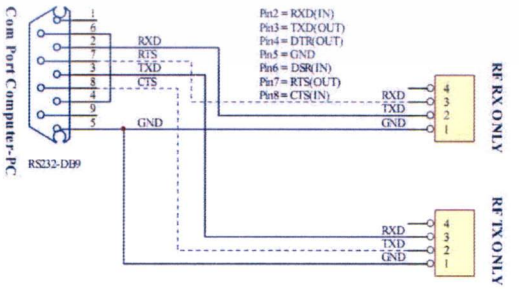
สำหรับการทำงานในโหมดการทำงานปกตินั้นสามารถแยกย่อยของเป็น 3 ลักษณะการทำงานตามที่ได้กำหนดไว้ในการตั้งค่าของอุปกรณ์ในโหมดการตั้งค่า โดยมีลักษณะการทำงานย่อยดังนี้

1) การทำงานแบบรับสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุเท่านั้น (RF Receive only)

เป็นการสื่อสารทางเดียว (Simplex) โดยจะทำงานวนรอบรอรับข้อมูลความถี่แบบ GFSK จากด้าน RF แล้วเปลี่ยนเป็นข้อมูลอนุกรมและทำการส่งออกไปทางขาสัญญาณ TX (Transmit) ของพอร์ต RS232 โดยอุปกรณ์แปลงสัญญาณจะสามารถจัดเก็บข้อมูลไว้ในบัฟเฟอร์เพื่อรอการส่งได้สูงสุด 64 ไบต์เท่านั้น ซึ่งถ้าในระหว่างที่รอความพร้อมอยู่นั้นมีข้อมูลด้าน RF ส่งเขามาเกินกว่า 64 ไบต์จะทำให้ข้อมูลที่เกินมานั้นสูญหายไป

2) การทำงานแบบส่งข้อมูลสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุเท่านั้น (RF Transmit only)

เป็นการสื่อสารทางเดียว (Simplex) โดยการทำงานรอรับข้อมูลจากขา RX (Receive) ด้าน RS232 และทำการเปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบ GFSK ส่งออกไปทางด้าน RF



รูปที่ 2. 10 การต่อสายสัญญาณ RS232 เพื่อใช้ในการทำงานแบบรับหรือส่งข้อมูลสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การทำงานแบบตรวจสอบสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุอัตโนมัติ (RF Auto Direction)

เป็นการสื่อสารสองทางครึ่งอัตรา (Half Duplex) หรือผลัดกันรับผลัดกันส่ง ซึ่งสามารถใช้รับส่งข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทางได้โดยใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณด้านละ 1 ชุด เท่านั้น เพียงแต่การรับส่งข้อมูลแบบนี้ไม่สามารถส่งข้อมูลสวนทางกันได้เหมือนกับแบบสื่อสารสองทางเต็มอัตรา (Full Duplex) แต่ต้องใช้วิธีการผลัดกันรับข้อมูลและส่งข้อมูลแทน โดยเมื่อฝ่ายรับทำการรับข้อมูลได้จนครบแล้วจึงสลับหน้าที่เป็นฝ่ายส่งเพื่อส่งข้อมูลตอบกลับไป ในโหมดนี้อุปกรณ์แปลงสัญญาณจะทำหน้าที่เป็นทั้งฝ่ายรับและฝ่ายส่งข้อมูลแบบอัตโนมัติ โดยในสภาวะปกติอุปกรณ์จะอยู่ในสภาวะของการรอรับข้อมูลทั้งด้าน RF และ RS232 หากพบว่ามีข้อมูลส่งเข้ามาทางด้านของ RF ก็จะนำข้อมูลนั้นส่งออกไปทางด้านขา TX ของ RS232 ทันที โดยค่าเวลาที่ใช้ในการสลับโหมดการทำงานของ RF จากฝ่ายส่งข้อมูลให้เป็นฝ่ายรับข้อมูลนั้นมีค่าเป็น 2.5 มิลลิวินาที ดังนั้นเมื่อฝ่ายรับสามารถรับข้อมูลได้ครบหมดแล้วก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลเพื่อตอบกลับไปยังฝ่ายตรงข้ามนั้น ควรทำการหน่วงเวลาไว้ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิวินาที นับจากรับข้อมูลไบต์สุดท้ายได้เรียบร้อยแล้วจึงเริ่มต้นส่งข้อมูลไบต์แรกย้อนกลับไป ซึ่งถ้าฝ่ายรับทำการส่งข้อมูลตอบกลับไปยังฝ่ายตรงข้ามเร็วกว่านี้อาจทำให้ฝ่ายตรงข้ามไม่สามารถรับข้อมูลไบต์แรกได้ทัน ในโหมดนี้จะสามารถรับข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องสูงสุดไม่เกิน 64 ไบต์ ดังนั้นในกรณีที่มีการส่งข้อมูลจำนวนมากกว่า 64 ไบต์ต่อเนื่องกันนั้น ควรทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นชุดๆ โดยให้มีขนาดชุดละไม่เกิน 64 ไบต์ ซึ่งหลังจากทำการส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องไปได้ 1 ชุด (64 ไบต์) แล้วควรทำการหน่วงเวลาไว้ชั่วขณะหนึ่งอย่างน้อย 1mS แล้วจึงเริ่มส่งข้อมูลชุดถัดไป สลับกับการหน่วงเวลาเช่นนี้เรื่อยๆ เพื่อให้อุปกรณ์แปลงสัญญาณสามารถนำข้อมูลที่รับได้จากด้าน RS232 ส่งออกไปทางด้าน RF ได้ทัน ซึ่งถ้าทำการส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการหน่วงเวลาเลยอาจทำให้ข้อมูลบางไบต์เกิดการสูญหายไปได้

โหมดการตั้งค่า (Setup mode)

เป็นการทำงานในโหมดสำหรับใช้กำหนดค่า Configuration ต่างๆ สำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์แปลงสัญญาณที่จะใช้ในขณะที่อุปกรณ์ทำงานอยู่ในโหมดการทำงานปกติ โดยค่าตัวเลือกต่างๆของ Configuration ที่ได้กำหนดไว้แล้วจะถูกเก็บไว้ภายในอุปกรณ์อย่างถาวร ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ทำการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์แล้วก็ตาม ดังนั้นค่า Configuration ต่างๆจะถูกจัดเก็บไว้อย่างถาวร โดยคุณสมบัติต่างๆของ Configuration มีดังนี้

User RS232 Baudrate ใช้สำหรับกำหนดค่าความเร็วในการรับส่งข้อมูลทางด้าน RS232 ของอุปกรณ์ ในขณะที่ทำงานอยู่ในโหมดการทำงานปกติ สามารถกำหนดได้ 5 ค่าคือ

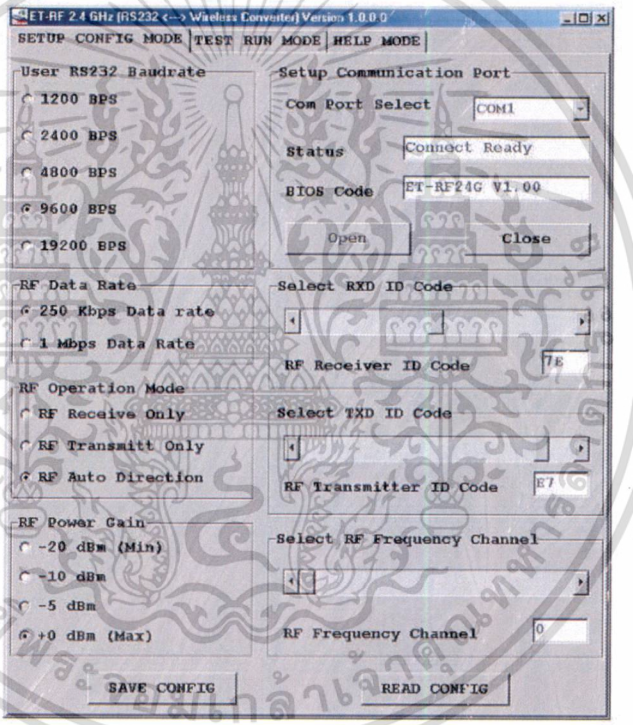
- 1200 bps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2400 bps
- 4800 bps
- 9600 bps
- 19200 bps

RF Data Rate ใช้สำหรับกำหนดความเร็วในการรับส่งข้อมูลทางด้าน RF ซึ่งต้องกำหนดให้อุปกรณ์ทุกๆตัวที่จะนำมาใช้ติดต่อสื่อสารกันมีค่าอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลด้าน RF หรือ RF Data Rate นี้มีค่าเท่ากันทั้งหมด โดยค่า RF Data Rate สามารถกำหนดได้ 2 ค่า คือ

- 250 Kbps
- 1 Mbps



รูปที่ 2. 11 โปรแกรมกำหนดค่า Configuration ของอุปกรณ์แปลงสัญญาณ

RF Operation Mode ใช้สำหรับกำหนดโหมดการทำงานของอุปกรณ์ สามารถกำหนดหน้าที่การทำงานได้ 3 แบบ ด้วยกันคือ

- RF Receive Only เป็นการกำหนดการทำงานแบบรับสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุเท่านั้นให้แก่อุปกรณ์
- RF Transmit Only เป็นการกำหนดการทำงานแบบส่งข้อมูลสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุเท่านั้นให้แก่อุปกรณ์
- RF Auto Direction เป็นการกำหนดการทำงานแบบตรวจสอบสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุอัตโนมัติให้แก่อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RF Power Gain เป็นการกำหนดกำลังส่งของวงจร RF Power ที่ใช้ในการส่งข้อมูล โดยค่า +0dBm เป็นค่ากำลังส่งสูงสุด ส่วน –20dBm เป็นค่ากำลังส่งต่ำสุด โดยสามารถกำหนดได้ 4 ระดับ คือ

- -20dBm (กำลังส่งต่ำสุด)
- -10dBm
- -5dBm
- +0dBm (กำลังส่งสูงสุด)

TXD ID Code เป็นรหัส ID Code ปลายทางที่จะส่งข้อมูลไปหา โดยที่อุปกรณ์ที่ถูกกำหนดให้ทำหน้าที่เป็นฝ่ายส่งข้อมูลนั้น เมื่อมันสามารถรับข้อมูลจาก RS232 ได้แล้ว มันจะทำการนำเอาข้อมูลนั้นไปเข้ารหัสรวมกับ TXD ID Code ที่กำหนดไว้ แล้วส่งออกไปทางด้าน RF โดยรหัสของ TXD ID Code นี้หมายถึง รหัส RXD ID Code ของฝ่ายรับที่ต้องการส่งข้อมูลไปหานั่นเอง โดยค่า TXD ID Code นั้นสามารถกำหนดได้ 256 ค่าในรปแบบของเลขฐานสิบหก (00H-FFH)

RF Frequency Channel เป็นการกำหนดค่าของช่องความถี่ที่จะใช้ในการรับส่งข้อมูลกัน โดยสามารถเลือกกำหนดช่องความถี่ได้สูงสุดมากถึง 125 ช่อง (0-124) โดยการที่อุปกรณ์จะทำการรับส่งข้อมูลกันได้นั้นจะต้องกำหนดช่องความถี่ที่ตรงกัน และใช้อัตราความเร็ว RF Data Rate ที่เท่ากันด้วย

ข้อแนะนำการกำหนดค่า Configuration ของอุปกรณ์แปลงสัญญาณ

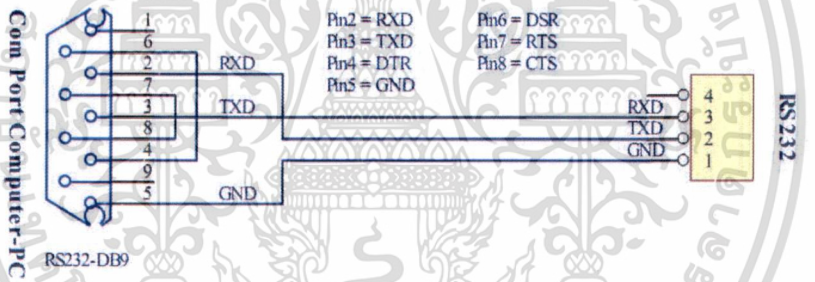
- การกำหนดค่าความเร็วในการรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ทุกๆตัวควรกำหนดให้มีค่าเท่ากัน
- การใช้งานอุปกรณ์ในการทำงานแบบรับหรือส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุเท่านั้น ควรกำหนดความเร็วในการรับส่งข้อมูลด้าน RS232 หรือ User RS232 Baud rate ที่ความเร็ว 19200 bps
- การทำงานแบบตรวจสอบสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุอัตโนมัติ ควรกำหนดความเร็วในการรับส่งข้อมูลด้าน RS232 หรือ User RS232 Baud rate ที่ความเร็ว 9600 bps
- ค่าความเร็วของการรับส่งข้อมูลด้าน RF หรือ RF Data Rate ที่สามารถรับส่งข้อมูลกันได้ระยะทางไกลมากที่สุด และมีโอกาสผิดพลาดน้อยที่สุด คือ 250Kbps
- ค่า RF Power Gain ที่ดีที่สุดคือ 0dBm ซึ่งเป็นค่ากำลังส่งสูงสุดที่จะทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ระยะทางไกลที่สุด แต่ถ้าระยะการรับส่งข้อมูลไม่ไกลกันมากและมีการใช้งานอุปกรณ์จำนวนหลายๆกลุ่มในพื้นที่ใกล้เคียงกัน อาจทำการลดกำลังส่งให้ต่ำลงเพื่อลดปัญหาการรบกวนกัน หรือกำหนดช่องความถี่ RF Frequency Channel ให้ห่างกันมากๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้งานอุปกรณ์ในการทำงานแบบตรวจสอบสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุอัตโนมัตินั้น หากมีการส่งข้อมูลขนาดใหญ่กว่า 64 ไบต์ ควรทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นชุดๆ ละไม่เกิน 64 ไบต์ การส่งข้อมูลแต่ละชุดต่อเนื่องกันนั้นควรให้มีการหน่วงเวลาชั่วขณะหนึ่งประมาณ 1-2 มิลลิวินาทีแล้วจึงส่งข้อมูลชุดถัดไป เพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดส่งข้อมูลอันเนื่องมาจากการสลับโหมดการทำงานของวงจรด้าน RF อัตโนมัติ
- การใช้งานอุปกรณ์ในการทำงานแบบตรวจสอบสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุอัตโนมัตินั้น ควรหน่วงเวลาในการสลับโหมดจากฝ่ายของการรอรับข้อมูลเป็นฝ่ายส่งข้อมูล อย่างน้อยที่สุด 3–5 มิลลิวินาที ซึ่งถ้าส่งข้อมูลตอบกลับด้วยเวลาที่เร็วกว่านี้อาจทำให้ฝ่ายตรงข้ามไม่สามารถรับข้อมูลไบต์แรกได้ทัน

ข้อแนะนำการการเชื่อมต่อสายสัญญาณ RS232

ลักษณะการเชื่อมต่อสายสัญญาณ RS232 ระหว่างพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์แปลงสัญญาณ สามารถแสดงการเชื่อมต่อในสองลักษณะจำแนกตามมาตรฐานของหัวตัวเชื่อมต่อ (Connector) คือ DB9 และ DB25 รายละเอียดดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2. 12 การต่อสายสัญญาณ RS232 ของอุปกรณ์ในการทำงานแบบตรวจสอบสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ

2.1.7 การพัฒนาโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.7.1 หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นการพัฒนาโปรแกรมที่ต้องคำนึงถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้และฮาร์ดแวร์รอบข้างที่ต้องการควบคุมเป็นหลัก สามารถพัฒนาได้โดยใช้ภาษาแอสเซมบลีและภาษาซี โดยมีหลักการดังนี้

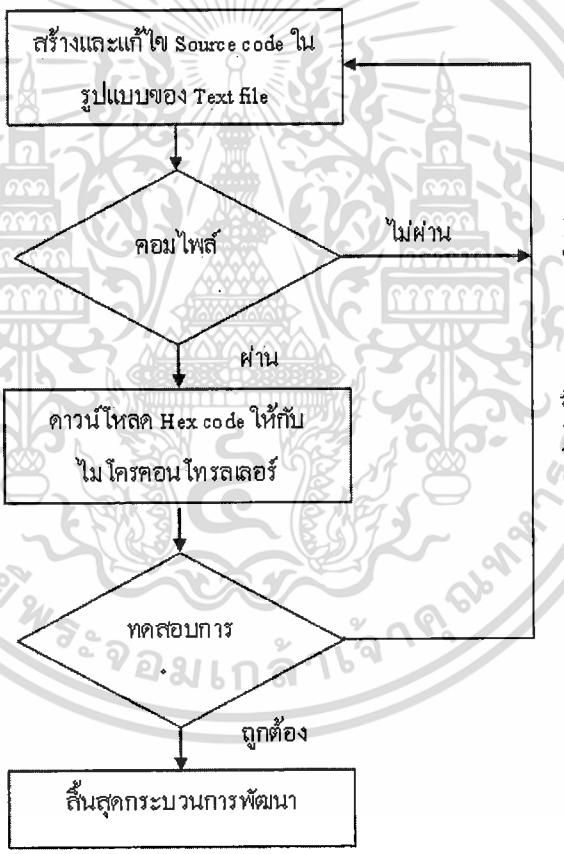
1. ศึกษารายละเอียดโมดูลภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้ เช่น โมดูลพอร์ตอินพุต-เอาต์พุต โมดูลไทเมอร์ เป็นต้น
2. ศึกษารายละเอียดของรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับโมดูลที่ต้องการใช้งาน เนื่องจากรีจีสเตอร์เปรียบเสมือนสวิตซ์เปิด/ปิดการใช้งานโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในบางโมดูลอาจต้องมีการพัฒนาโปรแกรมส่วนการทำงานรองรับงาน เช่น โมดูลที่เกี่ยวกับงานอินเตอร์รัปต์ เป็นต้น

ศึกษาพื้นฐานด้านอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้สามารถต่อวงจรรอบข้างได้อย่างถูกต้องและทำให้การเขียนโปรแกรมและการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไปตามต้องการ

แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมเริ่มต้นด้วยการเขียน Source code ด้วยภาษาแอสเซมบลีหรือภาษาซีโดยใช้ Text editer ต่างๆ เพื่อความสะดวกแนะนำให้ใช้ Text editer ที่มี Assembler หรือ Compiler อยู่ในตัว ทำการคอมไพล์เพื่อตรวจสอบและแปลง Source code ให้อยู่ในรูปของ Hex code เพื่อนำไปดาวน์โหลดลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นทำการทดสอบการทำงานว่าถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ หากไม่ถูกต้องให้ทำการปรับปรุงแก้ไขใหม่ แต่หากถูกต้องเป็นอันสิ้นสุดกระบวนการพัฒนาโปรแกรม ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2. 13 กระบวนการในการพัฒนาโปรแกรม

2.1.7.2 การเขียนโปรแกรมโดยใช้ AVR Studio

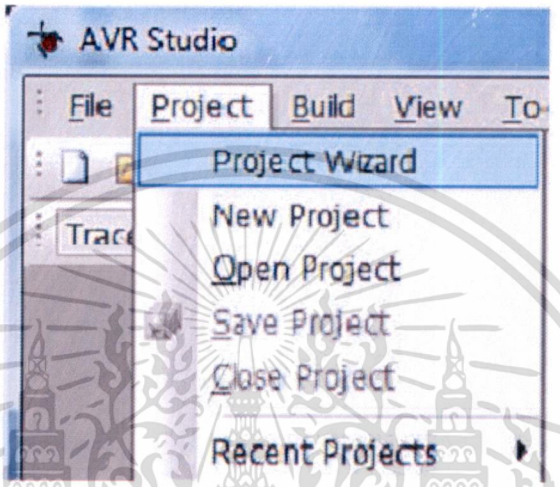
AVR Studio เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR โดยใช้ภาษาแอสแซมบลีในรูปแบบ IDE และเมื่อผนวกการทำงานร่วมกับร่วมกับ WinAVR C Compiler ที่เป็นคอมไพล์เลอร์ภาษาซี ทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาซีได้นอกจากนี้ยังสามารถผนวกเครื่องมือจากภายนอก (Plug-in) เพื่อเพิ่มตัวคอมไพเลอร์ภาษาอื่นๆ เข้าไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่วมกับ AVR Studio ได้อีกด้วย เช่นเดียวกับคอมไพล์เลอร์ภาษาซีสำหรับ AVR ที่มีจำหน่าย เช่น CodeVersion AVR, ImageCraft AVR เป็นต้น

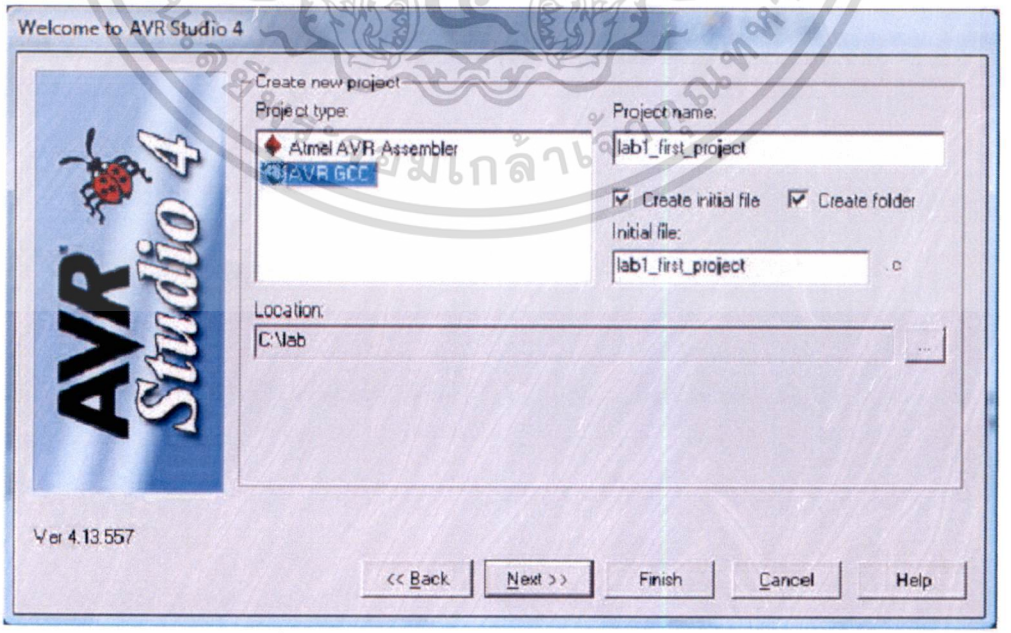
1) การสร้างโปรเจ็กต์ใหม่โดยใช้ AVR Studio

เรียกใช้งานโปรแกรม AVR Studio จากเมนู Atmel AVR Tools->AVR Studio 4 จากนั้นสร้างโปรเจ็กต์ใหม่โดยใช้คำสั่งจากเมนู Project->Project Wizard ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2. 14 การเรียกใช้คำสั่ง Project Wizard

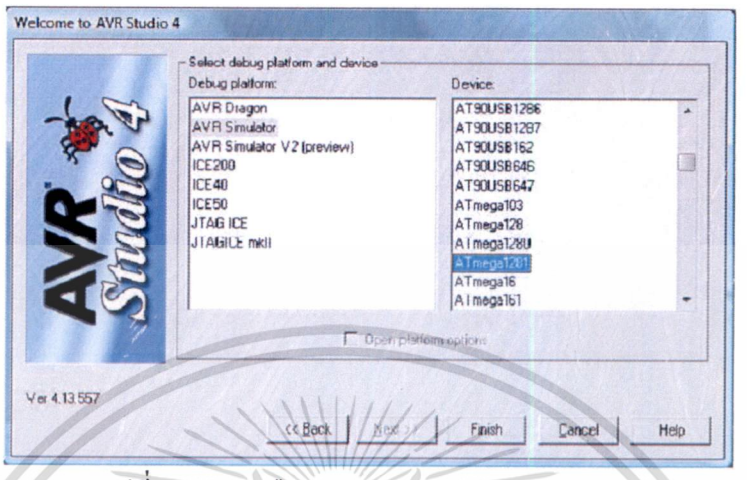
ทำการคลิกปุ่ม New Project เพื่อสร้างโปรเจ็กต์ใหม่ในช่อง Project type ให้เลือก AVR GCC เพื่อที่จะเขียนโปรแกรมเป็นภาษาซี จากนั้นป้อนชื่อโปรเจคลงในช่อง Project name จากนั้นทำการสร้างและกำหนดโฟลเดอร์ที่ต้องการจัดเก็บไฟล์โปรเจ็กต์ในช่อง Location ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2. 15 การเรียกใช้คำสั่ง Project Wizard (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อตั้งค่าโปรเจ็กต์ใหม่เรียบร้อยแล้วให้คลิกปุ่ม Next เพื่อไปยังขั้นตอนถัดไป ซึ่งจะเป็นขั้นตอนการเลือก Debug Platform และ Device ที่ต้องการ ดังรูปที่ 2.11



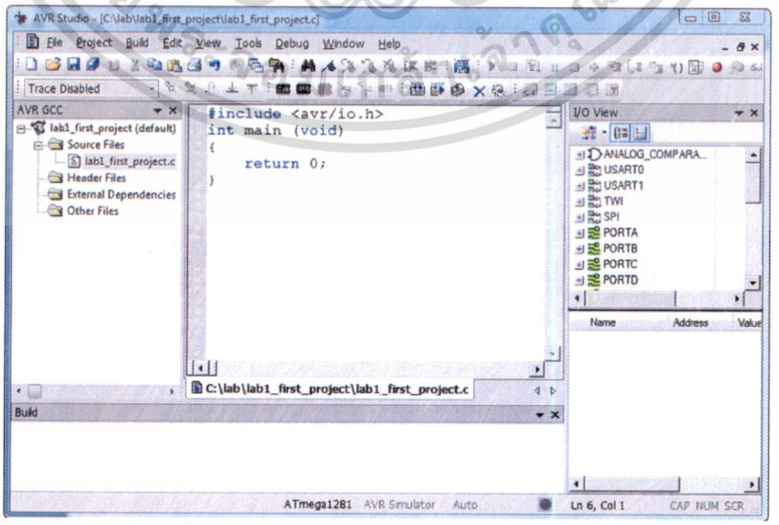
รูปที่ 2. 16 การเลือก Debug Platform และ Device

เมื่อตั้งค่าทุกอย่างเรียบร้อยคลิกปุ่ม Finish เพื่อเสร็จสิ้นการสร้างโปรเจค และเข้าสู่ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

2) การเขียนโปรแกรม

หลังจากสร้างโปรเจ็กต์เสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำการเขียนโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบไว้ ทั้งนี้หากการเลือก Debug Platform เป็น AVR Simulator โปรแกรมที่เขียนจะทดสอบการทำงานผ่าน Simulator ของ AVR Studio แทนการโปรแกรมลงบนชิปจริง

เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จ คลิกที่ปุ่ม Save หรือไปที่เมนู File เลือกรายการ Save เพื่อทำการบันทึกไฟล์โปรเจ็กต์ดังกล่าว ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2. 17 หน้าจอสำหรับการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การคอมไพล์โปรแกรม

การคอมไพล์โปรแกรมให้เลือกไปที่เมนู Build หรือที่ไอคอนบาร์ ทั้งนี้การคอมไพล์โปรแกรมใน AVR Studio สามารถเลือกได้ 3 รูปแบบ คือ

- **การคอมไพล์โปรเจคไฟล์ (Build Active Configuration)**

การคอมไพล์ลักษณะนี้จะคอมไพล์ไฟล์ที่มีอยู่ในโปรเจ็กต์ทั้งหมดพร้อมกับสร้างไฟล์ทำงานหรือไฟล์นามสกุล HEX

- **การคอมไพล์โปรเจคไฟล์พร้อมกับทำงาน (Build and Run)**

การคอมไพล์ลักษณะนี้จะคอมไพล์ไฟล์ที่มีอยู่ในโปรเจ็กต์ทั้งหมดพร้อมกับสร้างไฟล์ทำงานและเข้าสู่โหมดการดีบักโปรแกรม

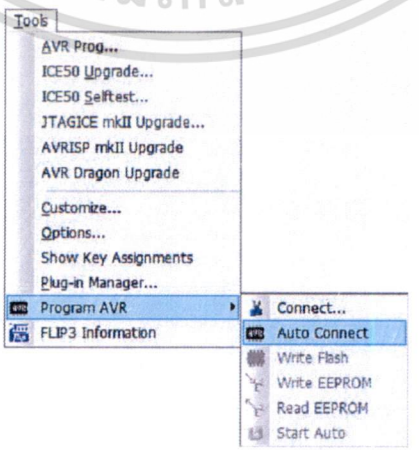
- **การคอมไพล์โปรเจคไฟล์ที่เปิดอยู่ (Compile Active file)**

การคอมไพล์ลักษณะนี้จะคอมไพล์ไฟล์ที่เปิดทำงานอยู่ในหน้าต่างปัจจุบันเท่านั้น

4) การโหลดโปรแกรมลงหน่วยความจำของชิป

เมื่อได้ไฟล์ทำงานหรือไฟล์นามสกุล HEX จากการ Build เรียบร้อยแล้ว สามารถนำไฟล์ดังกล่าวโหลดลงในหน่วยความจำของชิป โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

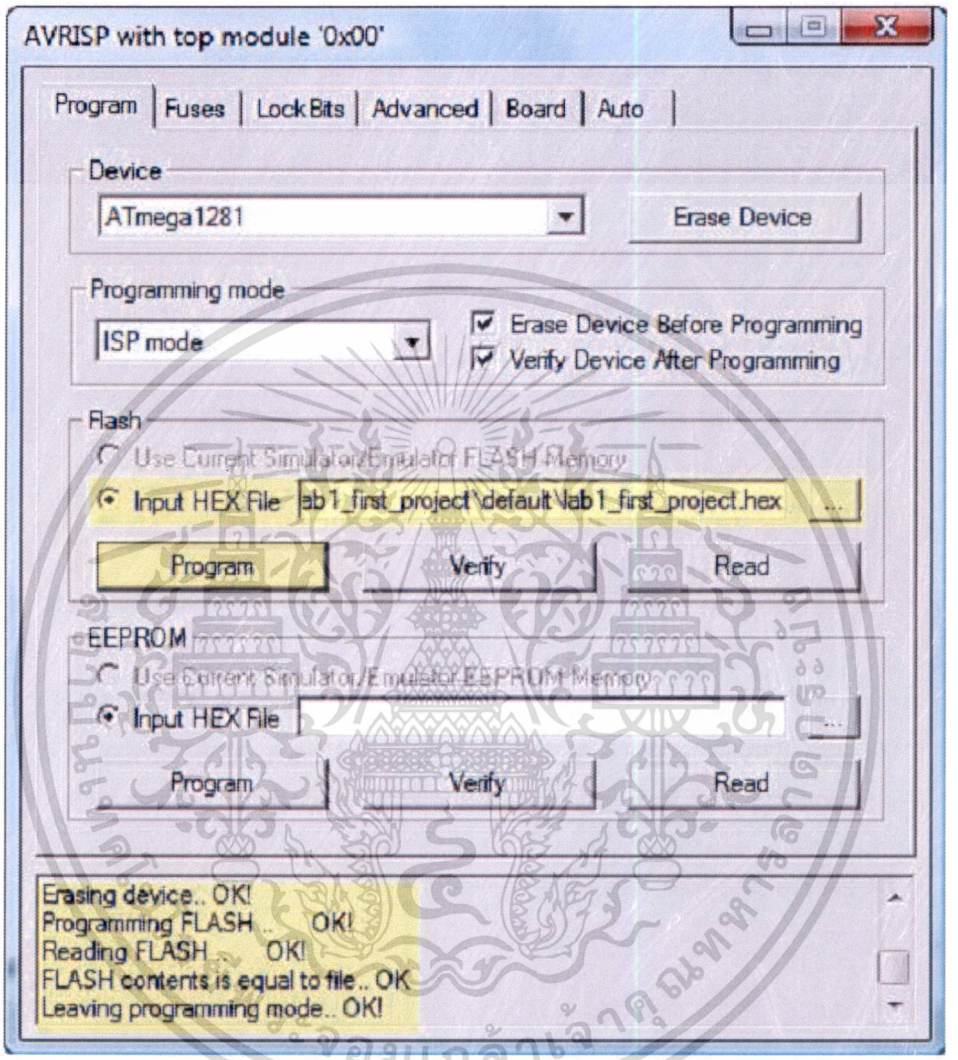
- เชื่อมต่อบอร์ดทดลองเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านสายเชื่อมต่ออนุกรม
- กดปุ่ม PROG (SW1) บนบอร์ดทดลองค้างไว้ และกดปุ่ม RESET (SW2) หรือถอดแหล่งจ่ายไฟออก เมื่อปล่อยปุ่มRESET (SW2) หรือเสียบแหล่งจ่ายไฟ รอจนกว่าไฟ LED (D2) สีเขียวจะติด 1 ดวง จึงค่อยปล่อยปุ่ม PROG (SW1) เมื่อทำถึงขั้นตอนนี้บอร์ดทดลองจะอยู่ในสภาวะโปรแกรมโหมด สามารถที่จะโปรแกรมข้อมูลใหม่ได้
- กลับมาที่โปรแกรม AVR Studio เรียกใช้คำสั่ง Tool -> Program AVR -> Auto Connect ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2. 18 หน้าจอเรียกใช้คำสั่ง Auto Connect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือก Input HEX file ที่ได้จากการ Build จากนั้นกดปุ่ม Program รอจนกระทั่งโปรแกรมเสร็จสิ้น หลังจากนั้นกดปุ่ม RESET (SW2) บนบอร์ดทดลองเพื่อให้โปรแกรมเริ่มทำงาน ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2. 19 หน้าจอ AVR ISP

2.1.8 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบจัดการฐานข้อมูลออราเคิล

ระบบจัดการฐานข้อมูลออราเคิล เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลในลักษณะ Object – Relational Database Management System (ORDBMS) มีความสามารถทำงานได้ทั้งในรูปแบบ Rational และบางคุณสมบัติของ Object Oriented เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทออราเคิล มีการนำเทคโนโลยี Rollback Segment มาประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้ฐานข้อมูลมีความมั่นคงในการใช้งาน (Reliable) ระบบจัดการฐานข้อมูลออราเคิลในปัจจุบันมีหลากหลายเวอร์ชัน ซึ่งขณะที่พัฒนาระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มนั้น เวอร์ชันที่ผู้พัฒนาเลือกใช้คือ 10g Enterprise Edition ในการติดตั้งระบบจัดการฐานข้อมูลออราเคิล 10g นั้นมีประเภทการติดตั้ง 3 ประเภท ดังนี้

1) Enterprise Edition เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานจากผู้ใช้จำนวนมากในเวลาเดียวกันได้ ในการติดตั้งระบบจัดการฐานข้อมูลประเภทนี้จะมีการติดตั้งโปรแกรมซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูลแบบอรรถประโยชน์ (Utility) เพิ่มเติมให้อัตโนมัติ ระบบจัดการฐานข้อมูลออราเคิลประเภทนี้เหมาะสำหรับระบบที่มีผู้ใช้งานพร้อมกันเกิน 1000 คน และมีขนาดของฐานข้อมูลมากกว่า 500 GB

2) Standard Edition เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานจากผู้ใช้จำนวนมากในเวลาเดียวกันได้ แต่ไม่มีการติดตั้งโปรแกรมซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูลแบบอรรถประโยชน์ (Utility) เพิ่มเติมให้ จึงมีแต่เฉพาะระบบจัดการฐานข้อมูลเท่านั้น ในการบริหารจัดการผู้ใช้จะต้องกระทำผ่านคำสั่งที่เป็นภาษา SQL เท่านั้น ทั้งนี้ระบบจัดการฐานข้อมูลออราเคิลประเภทนี้เหมาะสำหรับใช้พัฒนาระบบที่มีผู้ใช้งานพร้อมกันในเวลาเดียวกันไม่เกิน 1000 คน และมีขนาดฐานข้อมูลต่ำกว่า 500 GB

3) Personal Editio เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานคนเดียว (Single User) เหมาะสำหรับการติดตั้งเพื่อพัฒนาโปรแกรมที่มีการทำงานในลักษณะ Database Application

Enterprise Manager เป็นโปรแกรมอัตถประโยชน์สำหรับใช้บริหารจัดการฐานข้อมูลมีรูปแบบการใช้งานหรือส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นลักษณะการสั่งงานผ่านรูปภาพ (Graphic User Interface) สามารถเปิดโปรแกรมอรรถประโยชน์ได้โดยใช้โปรแกรมเว็บเบราเซอร์และระบุที่อยู่ (Url) เป็นชื่อเครื่องหรือหมายเลขไอพีประจำเครื่องที่ได้ติดตั้งระบบจัดการฐานข้อมูล พร้อมกำหนดพอร์ต ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นหมายเลข 1158 และตามด้วยชื่อแอพพลิเคชันโปรแกรมอรรถประโยชน์ดังนี้

htt://127.0.0.1:1158/em

หรือในกรณีที่มีการกำหนดชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบจัดการฐานข้อมูลไว้แล้ว ก็สามารถเปิดโปรแกรมอรรถประโยชน์ดังกล่าวได้โดยระบุแหล่งที่อยู่ของโปรแกรมดังนี้

http://salinity:1158/em

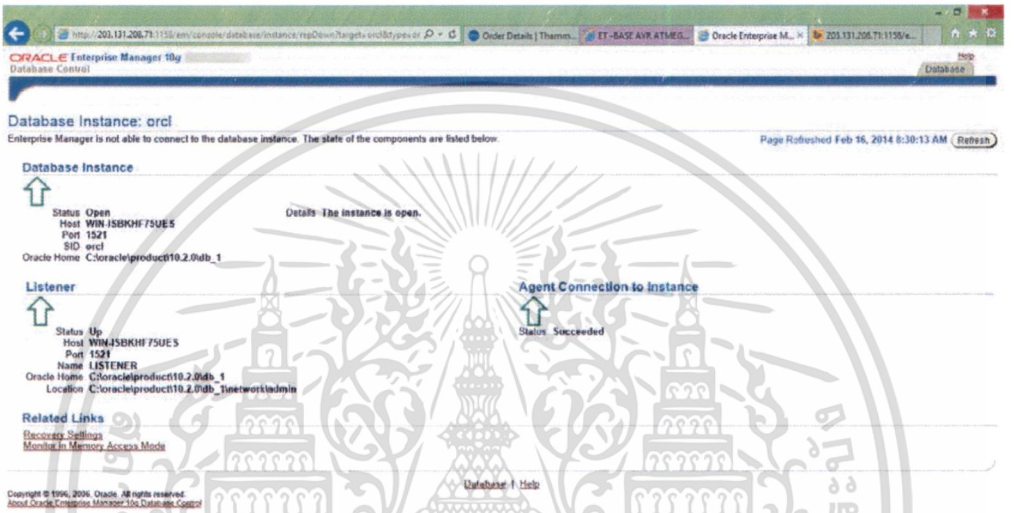
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรมอรรถประโยชน์จากในระยะไกล (Remote) โดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สามารถทำได้โดยระบุแหล่งที่อยู่ของโปรแกรมเป็นหมายเลขไอพีของเครื่องหรือชื่อของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ดังนี้

http://www.salinitymonitoring.net:1158/em

http://203.131.208.71:1158/em

ซึ่งจะปรากฏหน้าจอสำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูลดังรูป



รูปที่ 2. 20 แสดงหน้าจอโปรแกรมอรรถประโยชน์สำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูล

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การรุกล้ำของน้ำเค็มในชั้นน้ำใต้ดินในแอ่งหาดใหญ่ โดยศึกษาระบบการไหลสมดุลน้ำบาดาลและขอบเขตการแพร่กระจายของคลอร์ในสภาพการสูบน้ำมาใช้ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์คำนวณคาดการณ์จำลอง3 มิติ

นายอรุณ ลูกจันทร์ 2552 ศึกษาการรุกล้ำของน้ำเค็มในชั้นน้ำใต้ดินในแอ่งหาดใหญ่ โดยศึกษาระบบการไหลสมดุลน้ำบาดาลและขอบเขตการแพร่กระจายของคลอร์ในสภาพการสูบน้ำมาใช้ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์คำนวณคาดการณ์จำลอง3 มิติทำการปรับค่าและตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้ระดับน้ำและคุณภาพน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตการณ์ 47บ่อ แล้วจึงนำไปประยุกต์ใช้ทำนายการรุกล้ำของน้ำเค็มสู่ชั้นบาดาลในกรณีที่มีการสูบใช้น้ำเพิ่มขึ้น พบว่าในบริเวณที่มีการกระจายตัวของคลอไรด์สูงกว่ามาตราฐานถูกจำกัดอยู่ในพื้นที่ใกล้ทะเลสาบสงขลาและริมอ่าวทะเลอ่าวไทยของชั้นน้ำหาดใหญ่ อยู่ห่างจากเมืองหาดใหญ่ 8 กิโลเมตร และผลการจำลองกรณีกำหนดความหนาแน่นของน้ำไม่คงที่พบว่า การเคลื่อนที่ของคลอไรด์จากบริเวณที่มีความเข้มข้นสู่เขตเทศบาลเกิดขึ้นน้อยเนื่องจากยังมีทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินไปสู่ทะเลสาบสงขลา ส่วนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินปริมาณการใช้น้ำปลอดภัยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อแหล่งบาดาลพบว่าการ หากอัตราการใช้น้ำเพิ่มขึ้นปีละ 5%และ 10% ในชวง 20ปีข้างหน้า(พ.ศ.2569)จะส่งผลให้ระดับน้ำลดลงมากกว่า 5 เมตร ภายใน 8 ปี และ 6 ปี คามลำดับและการรุกล้ำของน้ำเค็มไม่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นยังไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.2 ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลที่มีต่อความเค็มและคุณภาพน้ำแม่กลอง โดยใช้แบบจำลอง MIKE11 โดยใช้ข้อมูลการเพิ่มขึ้น จาก IPCC SRES และจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อคุณภาพของน้ำในแม่น้ำแม่กลอง โดยใช้พื้นที่ศึกษาตั้งแต่ ต.วังขนาย จ.กาญจนบุรีจนถึงปากแม่น้ำ จ.สมุทรสงคราม

นายสิทธิพงษ์ สุภผลา 2553 ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลที่มีต่อความเค็มและคุณภาพน้ำแม่กลอง โดยใช้แบบจำลอง MIKE11 โดยใช้ข้อมูลการเพิ่มขึ้น จาก IPCC SRES และจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อคุณภาพของน้ำในแม่น้ำแม่กลอง โดยใช้พื้นที่ศึกษาตั้งแต่ ต.วังขนาย จ.กาญจนบุรีจนถึงปากแม่น้ำ จ.สมุทรสงคราม ผลการศึกษาพบว่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Maning's n)มีค่าเท่ากับ 0.025-0.030 สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายมวลสาร เท่ากับ 500-1000 เมตร/วินาที และแฟกเตอร์การกระจายมวลสาร เท่ากับ 1000 โดยทั้งหมดมีค่าเฉี่ยคาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 0.06-4.40 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.71-0.99 และค่าดัชนียอมรับ (IA) อยู่ในช่วง 0.70-0.99 ซึ่งผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อระดับน้ำในแม่น้ำพบว่าระดับน้ำในแม่น้ำสูงสุดที่ 19ถึง 22.5กิโลเมตรจากปากแม่น้ำจะทำให้ความเค็มเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 22 ถึง 23 กิโลเมตรใน ปี 2592 และ 2642 ตามลำดับผลของการรุกตัวของความเค็มมีผลต่อการเจริญเติมโตของพืชผักในบริเวณ อำเภอบางคนทีในปี 2642 แนวทางป้องกันน้ำเค็มโดยการผลักดันน้ำเค็มด้วยปริมาณน้ำจืดจากเขื่อนแม่กลองศึกษาในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนที่มีช่วงความเค็มสูงสุด พบว่าการผลัดดันน้ำเค็มโดยมีการควบคุมความเค็มที่ 2 มิลลิกรัม/ลิตร ต้องใช้น้ำประมาณ 2,494 ล้าน ลบ.ม โดยผลักดันน้ำเค็มได้อยู่ที่ 11 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ

2.2.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณโครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำเค็ม ศึกษาเฉพาะกรณีตำบลแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม

นายจาตุรนต์ จันทรากูล 2547 ศึกษาถึงผลกระทบทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ภายหลังจากการก่อสร้างเขื่อนกั้นน้ำเค็มปากระวะต่อกลุ่มชาวประมงพื้นบ้านในตำบลคูขุด อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ซึ่งได้กำหนดประเด็นในการศึกษาไว้ดังนี้ คือ ผลกระทบทางด้านสังคมได้แก่ การประกอบอาชีพ ความสัมพันธ์ทางสังคม ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมได้แก่ ทรัพยากรสัตว์น้ำ และการจัดการทรัพยากร ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าเขื่นกั้นน้ำเค็มปากระวะก่อให้เกิดผลกระทบทางสังคม และสิ่งแวดล้อม ต่อกลุ่มชาวประมงพื้นบ้านในตำบลคูขุด หลังจากมีการสร้างเขื่อนกั้นน้ำเค็มไปแล้ว 10 ปี ระบบนิเวศของทะเลสาบสงขลามีความเสื่อมโทรมลงไปมาก ทรัพยากรสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลง บางชนิดสูญพันธ์ไปจากทะเลสาบ เนื่องจากคลองปากระวะเป็นเส้นทางอพยพเข้ามาอาศัยวางไข่ และเจริญเติบโตของสัตว์น้ำจากทะเลอ่าวไทยเข้ามายังทะเลสาบสงขลา และการสร้างเขื่อนยังทำให้ระบบการไหลเวียนของน้ำในทะเลสาบเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้สัตว์น้ำที่ชาวบ้านจับได้มีปริมาณลดน้อยลง และมีคุณภาพต่ำมาก ความรู้พื้นบ้านในการทำประมงบางอย่างได้สูญหายไป ชาวบ้านที่ประกอบอาชีพประมงลดจำนวนลงไปเป็นอย่างมาก คนหนุ่มสาวออกไปหาอาชีพใหม่นอกชุมชน ในชุมชนเหลือเพียงคนชรา ทำให้ชุมชนล่มสลาย และชาวประมงได้รวมตัวกันเรียกร้องให้มีการรื้อเขื่อนออก ทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้นกับชาวนา

2.2.4 ระบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ เป็นการพัฒนาระบบต้นแบบโดยการประยุกต์ใช้ระบบฝังตัวร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำที่สามารถทำงานได้ตลอด 7 วัน 24 ชั่วโมง และสามารถส่งข้อมูลผลการตรวจวัดจากภาคสนามมายังส่วนกลางเพื่อนำเสนอให้ผู้ที่เกี่ยวข้องหรือประชาชนทั่วไปผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

เฉลิมพงศ์ สิมลา 2552 ได้กล่าวว่า ระบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ เป็นการพัฒนาระบบต้นแบบโดยการประยุกต์ใช้ระบบฝังตัวร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำและนำเสนอผลดัชนีคุณภาพน้ำให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องหรือประชาชนทั่วไปผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ส่งผลให้ทุกภาคส่วนสามารถติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ และตระหนักถึงสถานการณ์คุณภาพน้ำ อีกทั้งยังสามารถร่วมกันฟื้นฟูรักษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

ระบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ ทำการแก้ปัญหาและข้อจำกัดของระบบปัจจุบันให้ระบบมีความสามารถตอบสนองความต้องการ เช่น สามารถตรวจสอบสถานะการทำงาน และการปรับแต่งค่าตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำได้จากเครือข่ายระยะไกล เป็นต้น อีกทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาและบำรุงรักษาระบบ โดยใช้เทคโนโลยีระบบฝังตัวที่สามารถจัดหาได้ภายในประเทศและมีราคาถูก อีกทั้งพัฒนาโดยใช้ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส์ ได้แก่ ภาษาจาวา คอมโพเนนท์ RxTx [12] ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL

การพัฒนาระบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ ช่วยทำให้เฝ้าระวังคุณภาพน้ำและการบริหารจัดการสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.3 ระบบงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ

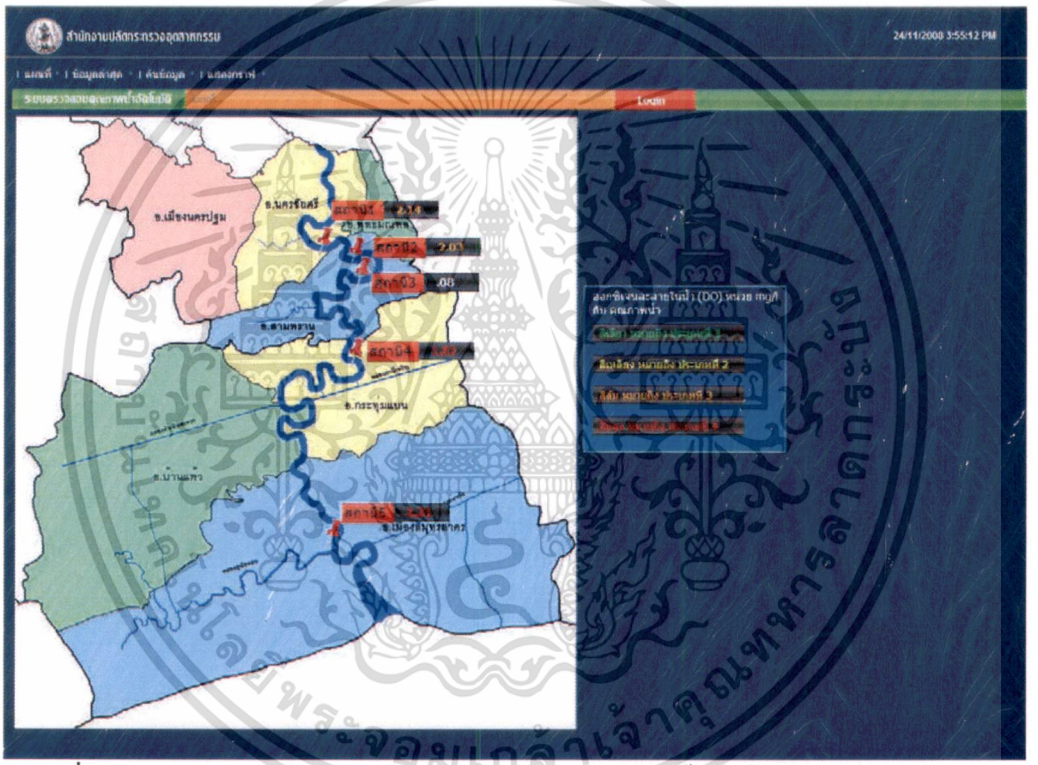
2.3.1 ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำ กระทรวงอุตสาหกรรม

ระบบงานต้นแบบตรวจสอบสิ่งแวดล้อมในเขตลุ่มน้ำ ได้รับการออกแบบให้สามารถรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน ตามเวลาจริงผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยในการเข้าใช้งานระบบฯ ผู้ใช้จะต้องเข้าไปที่เว็บท่ากระทรวงอุตสาหกรรม (Web Portal) แล้วเลือกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบงานต้นแบบตรวจสอบสิ่งแวดล้อมในเขตลุ่มน้ำ ซึ่งภายในระบบงานนี้ ผู้ใช้จะสามารถเรียกดูข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ต้องการในแต่ละสถานี พร้อมทั้งสามารถเลือกรูปแบบการรายงานผลข้อมูลได้ทั้งแบบตาราง และแบบกราฟ ตามช่วงวัน เวลาที่ต้องการ

ระบบดังกล่าวสามารถเข้าใช้งานได้โดยการเข้าไปที่เว็บท่าอุตสาหกรรม www.industry.go.th จากนั้นให้เลือกที่เมนู "โครงการสำคัญ" แล้วเลือก "โครงการสำรวจลุ่มน้ำ" ระบบจะแสดงหน้าจอแผนที่รวมของแม่น้ำท่าจีน โดยในหน้าจอดังกล่าวจะแสดงจุดที่ตั้งของสถานีตรวจวัดจุดต่างๆ พร้อมทั้งแสดงปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ที่เป็นข้อมูลล่าสุดของแต่ละสถานี ดังรูปที่ 3.3



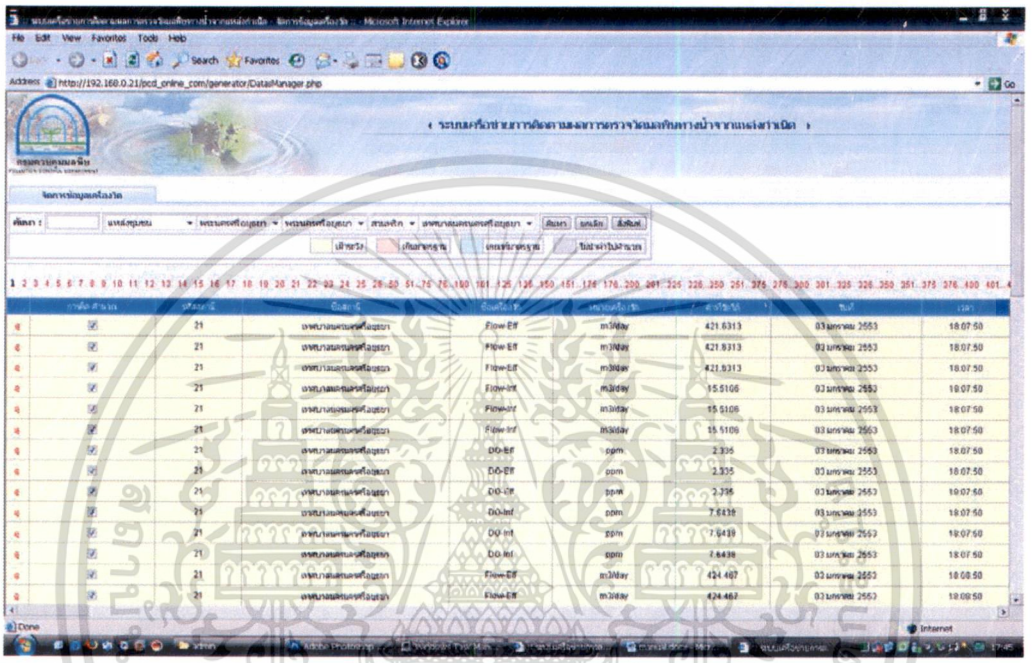
รูปที่ 2. 21 แสดงหน้าจอการใช้งานระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำของกระทรวงอุตสาหกรรม

2.3.2ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ดำเนินโครงการระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ.2548 โดยติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำพอง แม่น้ำมูล แม่น้ำตาปี-พุมดวง แม่น้ำชี และแม่น้ำป่าสัก รวมจำนวน 14 สถานี ภายในระบบงานนี้ ผู้ใช้จะสามารถเรียกดูข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ต้องการในแต่ละสถานี พร้อมทั้งสามารถเลือกรูปแบบการรายงานผลข้อมูลได้ทั้งแบบตาราง และแบบกราฟ ตามช่วงวัน เวลาที่ต้องการ โดยมีรายละเอียดดังนี้ [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เข้าใช้สามารถเข้าสู่ระบบได้โดยการเข้าไปที่เว็บโครงการระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ http://wqm.thaigov.net/ ระบบจะแสดงหน้าจอแผนที่รวมของแม่น้ำสายหลักและแสดงข้อมูลคุณภาพน้ำล่าสุดของสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ พร้อมทั้งแสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ความเป็นกรดด่าง (pH) ความนำไฟฟ้า (EC) อุณหภูมิ ($^{\circ}$C) และความเค็ม รายละเอียดดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2. 22 แสดงหน้าจอระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

จากการศึกษาถึงปัญหาและข้อจำกัดในการใช้งานของระบบเดิม จึงต้องมีการออกแบบระบบใหม่ เพื่อขจัดปัญหาและข้อจำกัดดังกล่าว ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบใหม่ การศึกษาประกอบด้วย การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ การออกแบบระบบใหม่โดยใช้ยูเอ็มแอล (UML) สถาปัตยกรรมระบบและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ เพื่อนำมาสร้างระบบใหม่ซึ่งจะช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบงานเดิม และเพิ่มประสิทธิภาพในเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็มให้ดียิ่งขึ้น

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้

การพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็มใช้การออกแบบระบบงานใหม่และนำเสนอการออกแบบด้วยภาษายูเอ็มแอล (Unified Modeling Language:UML) ระบบเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็มเป็นระบบต้นแบบในการตรวจวัดความเค็มน้ำในแหล่งน้ำ โดยมีความถี่ในการตรวจวัดและส่งข้อมูลตามค่าที่กำหนดไว้ ข้อมูลความเค็มของน้ำจะถูกส่งข้อมูลจากระบบสถานีตรวจวัดความเค็มผ่านระบบการติดต่อสื่อสารโทรศัพท์เคลื่อนที่ (GPRS) ไปยังเครื่องแม่ข่าย เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูล และสามารถนำเสนอผลการเฝ้าระวังความเค็มน้ำผ่านอินเทอร์เน็ต

ระบบเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็มเป็นระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะการทำงาน และปรับแต่งตัวแปรต่างๆ เช่น ค่าความถี่ในการอ่านและส่งข้อมูล ชื่อและหมายเลขสถานี และตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีได้โดยการกำหนดจากเครื่องแม่ข่ายแล้วส่งผ่านข้อความสั้น (SMS) ไปยังสถานีนั้นๆ เพื่อทำการปรับเปลี่ยนค่า

ทั้งนี้ จากภาพรวมของระบบสามารถแบ่งส่วนของระบบออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ มีหน้าที่เฝ้าระวังและตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำตามหัววัดที่ได้ติดตั้ง แล้วนำค่าที่ได้พร้อมรายละเอียดวันที่ เวลา และหมายเลขประจำสถานีส่งมายังแม่ข่าย
2. ส่วนระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง มีหน้าที่รับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดต่างๆ แล้วบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูล ต่อจากนั้นจึงแสดงผลข้อมูลค่าความเค็มที่วัดได้จำแนกตามสถานีนั้นๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นอกจากนั้นสถานีแม่ข่ายส่วนกลางสามารถส่งชุดคำสั่งเพื่อไปควบคุมการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ของทางสถานีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 แบบจำลองความต้องการระบบ

การวิเคราะห์ยูสเคสไดอะแกรมของระบบระเฝ้าวังการรุกของน้ำเค็ม ใช้ตารางรวบรวมเหตุการณ์ (Event table) ที่เกิดขึ้นทั้งหมด เพื่อแสดงให้เห็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ลักษณะการดำเนินการของเหตุการณ์ และการตอบสนองของระบบ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางเหตุการณ์ระบบการเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็ม

No.	Event	Event type	Source	Use Case	Response	Destination
1.	เมื่อถึงเวลาที่จะต้องอ่านค่าความเค็มของน้ำตามที่ถูกกำหนดเอาไว้	Temporal event		ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มอ่านค่าความเค็มของน้ำจากเซนเซอร์	ค่าความเค็มของน้ำตามหัวเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งไว้	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ
2.	เมื่อระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำต้องการบันทึกค่าความเค็มของน้ำลงในบัฟเฟอร์	State event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	บันทึกค่าความเค็มของน้ำลงในบัฟเฟอร์	- จัดรูปแบบข้อมูล - บันทึกข้อมูลลงในบัฟเฟอร์	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ
3.	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มตรวจสอบการเชื่อมต่อกับระบบส่งข้อความสั้น	State event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มตรวจสอบการเชื่อมต่อกับระบบส่งข้อความสั้น	สถานะความพร้อมของโมดูลส่งข้อความสั้น	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ
4.	สถานีตรวจวัดความเค็มจัดเตรียมข้อมูลเพื่อส่งไปยังเครื่องแม่ข่ายพร้อมตรวจสอบความพร้อมการส่ง	State event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำตรวจเช็คการเชื่อมต่อ	สถานะการเชื่อมต่อกับโมดูลสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ (GPRS)	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

No.	Event	Event type	Source	Use Case	Response	Destination
5.	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มต้องการส่งข้อมูล	State event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็ม	ส่งข้อมูลจากจากสถานี	ส่งค่าความเค็มของน้ำ และ ค่าอื่นๆ ที่กำหนดไว้	เครื่องแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็ม
6.	ระบบรับข้อมูลความเค็มของน้ำจากระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	Internal event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	รับข้อมูลความเค็มของน้ำ	สถานะการรับข้อมูล	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ
7.	ระบบตรวจสอบรูปแบบข้อมูลความเค็มของน้ำ	Internal event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	ตรวจสอบรูปแบบข้อมูล	ผลการตรวจสอบรูปแบบข้อมูล	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ
8.	ระบบนำเข้าข้อมูลค่าความเค็มของน้ำสู่ฐานข้อมูล	Internal event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	นำเข้าข้อมูลค่าความเค็มของน้ำสู่ฐานข้อมูล	ผลการนำเข้าข้อมูล	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ
9.	เมื่อระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำไม่สามารถเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อความสั้นได้	State event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	บันทึกข้อผิดพลาด	- บันทึกค่าความเค็มของน้ำลงในบัฟเฟอร์ - บันทึกข้อผิดพลาดจากการเชื่อมต่อ	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

No.	Event	Event type	Source	Use Case	Response	Destination
10.	เมื่อระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำต้องการบันทึกข้อผิดพลาด	State event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	บันทึกข้อผิดพลาด	- จัดรูปแบบข้อผิดพลาด - บันทึกข้อผิดพลาดลงในบัฟเฟอร์	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ
11.	ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลความเค็มของน้ำทั่วไป	External event	User, Admin	เรียกดูข้อมูลความเค็มของน้ำทั่วไป	แสดงข้อมูลความเค็มของน้ำล่าสุดที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล	User, Admin
12.	ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลความเค็มของน้ำย้อนหลัง	External event	User, Admin	เรียกดูข้อมูลความเค็มของน้ำย้อนหลัง	แสดงข้อมูลความเค็มของน้ำย้อนหลังตามช่วงเวลาที่กำหนด	User, Admin
13.	ผู้ดูแลระบบเรียกดูค่า Config ของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	External event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	เรียกดูค่า Config ของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	ค่า Config ของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	Admin
14.	เมื่อระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำได้รับการร้องขอข้อมูลค่า Config	Internal event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	ส่งค่า Config ของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	ค่า Config ของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	Admin
15.	ผู้ดูแลระบบร้องขอเชื่อมต่อกับระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	External event	Admin	ร้องขอเชื่อมต่อกับระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	สถานการณ์เชื่อมต่อ	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

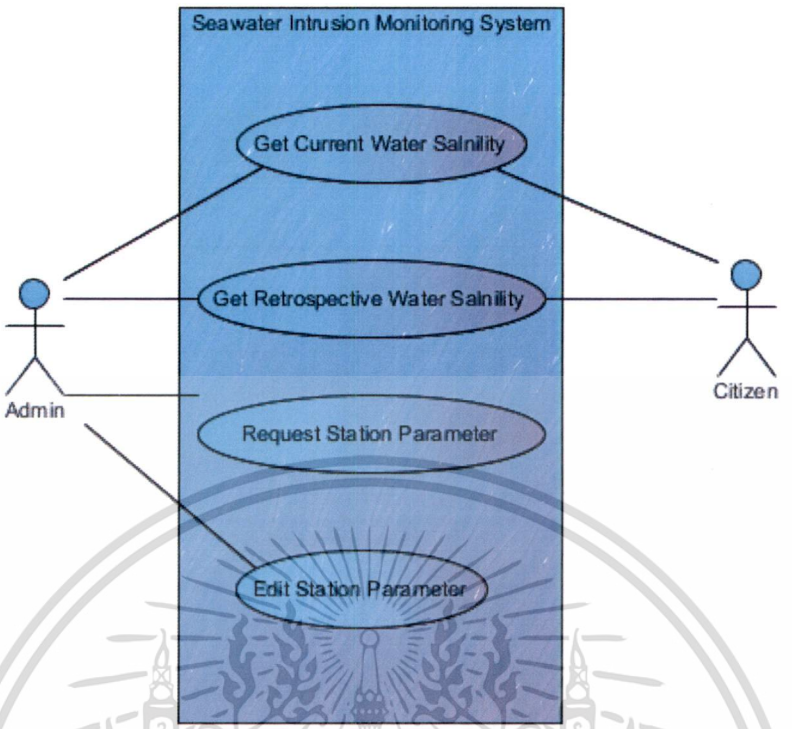
ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

No.	Event	Event type	Source	Use Case	Response	Destination
16.	ผู้ดูแลระบบเรียกดูสถานะของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	External event	Admin	เรียกดูสถานะของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	สถานะการทำงานของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	Admin
17.	ผู้ดูแลระบบแก้ไขค่า Config ของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	External event	Admin	แก้ไขค่า Config ของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	ผลการแก้ไขค่า Config ของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ
18.	เมื่อระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำได้รับการร้องขอแก้ไขข้อมูลค่า Config	Internal event	ระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	บันทึกค่า Config ของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	ผลการแก้ไขค่า Config ของระบบสถานีตรวจวัดความเค็มของน้ำ	Admin
19.	เมื่อผู้ดูแลระบบตรวจสอบสิทธิเพื่อเข้าสู่ระบบ (Login)	External event	Admin	ตรวจสอบสิทธิเพื่อเข้าสู่ระบบ(Login)	ผลการตรวจสอบสิทธิการเข้าสู่ระบบ	Admin

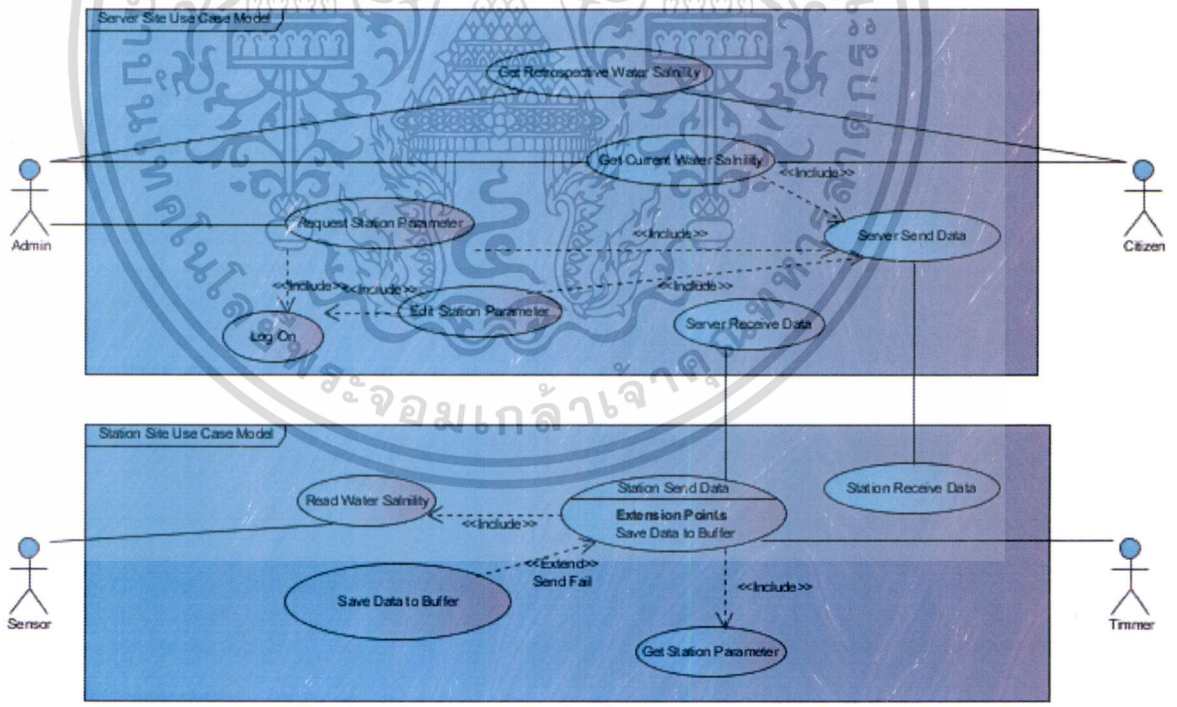
3.1.2 ยูสเคสไดอะแกรม

ผลการวิเคราะห์ยูสเคสของระบบเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็มในระดับมุมมองของผู้ใช้ ประกอบด้วย แอคเตอร์ จำนวน 2 แอคเตอร์ คือ USER และ ADMIN และประกอบด้วย ยูสเคสหลักจำนวน 4 ยูสเคส โดยสามารถแบ่งยูสเคสออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มการใช้งานระบบและกลุ่มบริหารจัดการระบบ รายละเอียดดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ยูสเคสของระบบเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็มในระดับมุมมองของผู้ใช้



รูปที่ 3.2 เป็นยูสเคสไดอะแกรมในระดับผู้พัฒนาระบบสามารถอธิบายรายละเอียดบทบาทของแอคเตอร์ทั้ง 4 ได้ดังนี้

1. USER มีบทบาทเป็นผู้ใช้งานระบบที่เรียกดูข้อมูลความเค็มของน้ำ ได้แก่ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประชาชนหรือผู้ใช้งานระบบอินเตอร์เน็ตทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ADMIN มีบทบาทเป็นผู้ดูแลระบบ มีหน้าที่ตั้งค่าตัวแปรต่างๆของระบบ รวมทั้งตรวจสอบและติดตามสถานะการทำงานของระบบ
3. TIMER TRIGER มีบทบาทเป็นตัวกระตุ้นการทำงานในการอ่านค่าความเค็มของน้ำตามช่วงเวลาที่กำหนด
4. SENSOR มีบทบาทเป็นระบบภายนอกที่ทำหน้าที่ส่งค่าความเค็มของน้ำที่ตรวจวัดได้เข้าสู่ระบบ

ยูสเคสไดอะแกรมในระดับผู้พัฒนาระบบดังรูปที่ 3.2 สามารถแบ่งส่วนการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

ส่วนที่ 1 กลุ่มยูสเคสระบบสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ เป็นการทำงานของระบบฝังตัวที่ควบคุมการอ่านข้อมูลค่าความเค็มของน้ำจากหัวอ่านและส่งข้อมูลผ่านระบบข้อความสั้นมายังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

ส่วนที่ 2 กลุ่มยูสเคสระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง เป็นการทำงานรับและแสดงผลข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ โดยรองรับการใช้งานของผู้ใช้งานและผู้ดูแลระบบ สรุปยูสเคสไดอะแกรมในระดับผู้พัฒนาระบบมีจำนวนยูสเคส 7 และ 5 ยูสเคสตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 12 ยูสเคส ทั้งนี้สามารถแสดงคำอธิบายยูสเคสของแต่ละกลุ่มได้ดังตารางที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.2 คำอธิบายยูสเคสระบบสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

ลำดับ	ชื่อยูสเคส	คำอธิบาย
1	Station receive data	เป็นกระบวนการรับข้อมูลจากระบบ และทำการประมวลผล
2	Station send data	เป็นกระบวนการส่งข้อมูลจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำไปยังระบบ
3	Get station parameter	เป็นกระบวนการเรียกดูค่าตัวแปรต่างๆ ภายในของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
4	Save data to buffer	เป็นกระบวนการบันทึกข้อมูลค่าความเค็มของน้ำลงในบัฟเฟอร์ของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
5	Read water salinity	เป็นกระบวนการอ่านค่าความเค็มของน้ำจากหัววัด (Sensor)

รูปที่ 3.2 ยูสเคสของระบบการเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็มในระดับมุมมองผู้พัฒนาระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 คำอธิบายยูสเคสระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง

ลำดับ	ชื่อยูสเคส	คำอธิบาย
1	Get current water salinity	เป็นกิจกรรมในการที่ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบันจากระบบการเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็ม โดยระบบจะทำการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลและแสดงข้อมูลค่าความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ
2	Get retrospective water salinity	เป็นกิจกรรมในการที่ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำย้อนหลัง โดยระบบจะทำการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลตามเงื่อนไขช่วงวันที่ในการสืบค้นข้อมูลและแสดงข้อมูลค่าความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ
3	Request station parameter	เป็นกิจกรรมในการที่ผู้ดูแลระบบใช้เรียกดูค่าตัวแปรต่างๆ จากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการและระบบแสดงค่าตัวแปรต่างๆ ของสถานี
4	Edit station parameter	เป็นกิจกรรมในการที่ผู้ดูแลระบบแก้ไขค่าตัวแปรต่างๆ ของระบบสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ และระบบบันทึกค่าตัวแปรดังกล่าว
5	Server send data	เป็นกระบวนการส่งข้อมูลจากระบบไปยังสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการ
6	Server receive data	เป็นกระบวนการรับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำเข้าสู่ระบบ
7	Login	เป็นกระบวนการตรวจสอบตัวตนและสิทธิการเข้าใช้งานของผู้ใช้งานระบบ

ภายหลังจากแสดงส่วนประกอบของยูสเคสไดอะแกรม คือ แอกเตอร์และยูสเคสแล้ว ในส่วนของรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานแต่ละยูสเคส อธิบายในตารางที่ 3.4 - 3.7 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 คำอธิบายยูสเคส Get current water salinity

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Get current water salinity	Use Case Type	
Use Case ID :	01	Business	☑
Priority :	High	Requirement :	☑
Source	USER , ADMIN	System Analysis :	
Primary Business Actor :	USER		
Primary System Actor :	ADMIN		
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการที่ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบันจากระบบการเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็ม โดยระบบจะทำการร้องขอข้อมูลไปยังสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการและแสดงข้อมูลค่าความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ		
Precondition :	กำหนดสถานีตรวจตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ		
Trigger :	ผู้ใช้งานใช้คำสั่งเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน		
Relationships :	Association : - Include : Station send data Extend : - Generalization : -		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response	
	ขั้นตอนที่ 1 : ผู้ใช้งานใช้คำสั่งเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน	**ขั้นตอนที่ 2 :** ระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลางเรียกค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำจากฐานข้อมูล **ขั้นตอนที่ 3 :** ระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลางแสดงผลข้อมูลค่าความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

Seawater Intrusion Monitoring System	
Alternate Course :	- ถ้าไม่สามารถทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลได้ หรือไม่พบข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ ให้แสดงข้อผิดพลาดแจ้งแก่ผู้ใช้
Conclusion :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการที่ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน ครอบคลุมขั้นตอนการใช้คำสั่งจนกระทั่งแสดงข้อมูลค่าความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ
Post condition :	ข้อมูลค่าความเค็มของน้ำถูกแสดงผ่านเว็บเพจ
Business Rules :	-
Implementation Constraints and Specification :	
Assumptions :	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 คำอธิบายยูสเคส Get retrospective water salinity

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Get retrospective water salinity	Use Case Type	
Use Case ID :	02	Business ☑	
Priority :	High	Requirement : ☑	
Source	USER , ADMIN	System Analysis :	
Primary Business Actor :	USER		
Primary System Actor :	ADMIN		
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการที่ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำย้อนหลัง โดยระบบจะทำการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลตามเงื่อนไขช่วงวันที่ในการสืบค้นข้อมูลและแสดงข้อมูลค่าความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ		
Precondition :	เงื่อนไขช่วงวันที่ในการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ และกำหนดสถานีตรวจตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ		
Trigger :			
Relationships :	Association : - Include : - Extend : - Generalization : -		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

Seawater Intrusion Monitoring System		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response
	ขั้นตอนที่ 1 : ผู้ใช้งานใช้คำสั่งเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำย้อนหลัง	**ขั้นตอนที่ 2 :** ระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลางเรียกค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำจากฐานข้อมูลตามเงื่อนไขช่วงวันที่ในการสืบค้นข้อมูล **ขั้นตอนที่ 3 :** ระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลางแสดงผลข้อมูลค่าความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ
Alternate Course :	- ถ้าไม่สามารถทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลได้ หรือไม่พบข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ ให้แสดงข้อผิดพลาดแจ้งแก่ผู้ใช้ทราบ	
Conclusion :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการที่ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำย้อนหลัง ครอบคลุมขั้นตอนการใช้คำสั่งจนกระทั่งแสดงข้อมูลค่าความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ	
Post condition :	ข้อมูลค่าความเค็มของน้ำถูกแสดงผ่านเว็บเพจ	
Business Rules :		
Implementation Constraints and Specification :		
Assumptions :		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 คำอธิบายยูสเคส Request station parameter

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Request station parameter	Use Case Type	
Use Case ID :	03	Business ☑	
Priority :	High	Requirement : ☑	
Source	ADMIN	System Analysis :	
Primary Business Actor :	ADMIN		
Primary System Actor :			
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการที่ผู้ดูแลระบบใช้เรียกดูค่าตัวแปรต่างๆ จากระบบสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการ และระบบแสดงค่าตัวแปรต่างๆ ของสถานี		
Precondition :	ผู้ดูแลระบบต้องกำหนดสถานีตรวจตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการเรียกดูค่าตัวแปรต่างๆ		
Trigger :			
Relationships :	Association : - Include : Station send data Extend : - Generalization : -		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

Seawater Intrusion Monitoring System		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response
	ขั้นตอนที่ 1 : ผู้ดูแลใช้คำสั่งเรียกดูค่าตัวแปรต่างๆ จากระบบสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการ	**ขั้นตอนที่ 2 :** ระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลางทำการส่งข้อความสั้นร้องขอข้อมูลตัวแปร ของระบบสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ **ขั้นตอนที่ 3 :** สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำส่งข้อมูลตัวแปรมายังระบบบริการแม่ข่าย **ขั้นตอนที่ 4 :** ระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลางแสดงผลข้อมูลตัวแปรของระบบสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
Alternate Course :	- ถ้าระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง ไม่สามารถติดต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการได้ ให้แสดงข้อผิดพลาดแจ้งแก่ผู้ดูแลทราบ	
Conclusion :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการที่ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลค่า config ของสถานีวัดความเค็มของน้ำ ครอบคลุมขั้นตอนการใช้คำสั่งจนกระทั่งแสดงข้อมูลค่า config ของสถานีวัดความเค็มของน้ำผ่านเว็บเพจ	
Post condition :	ระบบแสดงค่าตัวแปรต่างๆ ของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ	
Business Rules :		
Implementation Constraints and Specification :		
Assumptions :		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 คำอธิบายยูสเคส Edit station parameter

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Edit station parameter	Use Case Type	
Use Case ID :	04	Business ☑	
Priority :	High	Requirement : ☑	
Source	ADMIN	System Analysis :	
Primary Business Actor :	ADMIN		
Primary System Actor :			
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการที่ผู้ดูแลระบบแก้ไขค่าตัวแปรต่างๆ ของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ และระบบบันทึกค่าตัวแปรดังกล่าว		
Precondition :	ผู้ดูแลระบบต้องกำหนดสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการแก้ค่าตัวแปรต่างๆ		
Trigger :			
Relationships :	Association : - Include : Station send data Extend : - Generalization : -		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response	
	ขั้นตอนที่ 1 : ผู้ดูแลแก้ไขค่าตัวแปรต่างๆ และบันทึกการเปลี่ยนแปลงลงในระบบ	**ขั้นตอนที่ 2 :** ระบบตรวจสอบความถูกต้องของตัวแปรต่าง **ขั้นตอนที่ 3 :** ระบบบันทึกการเปลี่ยนแปลง **ขั้นตอนที่ 4 :** ระบบแสดงผลลัพธ์การบันทึก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

Seawater Intrusion Monitoring System	
Alternate Course :	- ในกระบวนการตรวจสอบ ถ้าระบบพบความผิดพลาดในการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ให้ระบบแสดงข้อผิดพลาดแจ้งแก่ผู้ดูแลทราบ - ถ้าระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง ไม่สามารถติดต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการได้ ให้ระบบแสดงข้อผิดพลาดแจ้งแก่ผู้ดูแลทราบ - ถ้าสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำไม่สามารถบันทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆ ได้ ให้ระบบแสดงข้อผิดพลาดแจ้งแก่ผู้ดูแลทราบ
Conclusion :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการที่ผู้ดูแลระบบแก้ไขค่าตัวแปรต่างๆ ของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำครอบคลุมขั้นตอนการบันทึกการแก้ไขจนกระทั่งแสดงผลลัพธ์การบันทึกการเปลี่ยนแปลง
Post condition :	สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำบันทึกค่าตัวแปรต่างๆ ตามที่ได้รับการร้องขอแก้ไขข้อมูล
Business Rules :	
Implementation Constraints and Specification :	
Assumptions :	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 คำอธิบายยูสเคส Server send data

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Server send data	Use Case Type	
Use Case ID :	05	Business ☑	
Priority :	High	Requirement : ☑	
Source	ยูสเคสที่เรียกใช้งาน	System Analysis :	
Primary Business Actor :			
Primary System Actor :	ยูสเคสที่เรียกใช้งาน		
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการส่งข้อมูลจากระบบไปยังสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ ข้อมูลที่จัดส่งได้แก่ คำสั่งเรียกดูข้อมูลค่าค่าตัวแปรต่างๆ ของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ หรือกรณีที่ส่งค่าตัวแปรไปสถานีเพื่อแก้ไขค่า config		
Precondition :	กำหนดสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำปลายทางที่ต้องการส่งข้อมูลไปถึง		
Trigger :			
Relationships :	Association : - Include : - Extend : - Generalization : -		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

Seawater Intrusion Monitoring System		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response
	ขั้นตอนที่ 1 : กำหนดค่าสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำปลายทาง และข้อมูลคำสั่ง	**ขั้นตอนที่ 2 :** ระบบตรวจสอบความถูกต้องของตัวแปรต่าง **ขั้นตอนที่ 3 :** ระบบทำการส่งข้อมูล **ขั้นตอนที่ 4 :** คืนค่าผลลัพธ์การส่งข้อมูล
Alternate Course :	- ในกระบวนการตรวจสอบ ถ้าระบบพบความผิดพลาดในการกำหนดค่าสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำปลายทางที่ต้องการส่งข้อมูล ให้ระบบแสดงข้อผิดพลาด - ถ้าระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง ไม่สามารถติดต่อกับระบบสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการได้ ให้ระบบแสดงข้อผิดพลาด - ถ้าระบบสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำไม่สามารถบันทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆ ได้ ให้ระบบแสดงข้อผิดพลาด	
Conclusion :	ระบบสามารถส่งข้อมูลให้กับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้เสร็จสมบูรณ์	
Post condition :	การส่งข้อมูลจากระบบไปยังสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำเสร็จสมบูรณ์	
Business Rules :		
Implementation Constraints and Specification :		
Assumptions :		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 คำอธิบายยูสเคส Server receive data

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Server receive data	Use Case Type	
Use Case ID :	06	Business ☑	
Priority :	High	Requirement : ☑	
Source	สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ	System Analysis :	
Primary Business Actor :			
Primary System Actor :	สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ		
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการรับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำของเครื่องแม่ข่ายกลาง ได้แก่ ข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน ข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ ของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ		
Precondition :			
Trigger :			
Relationships :	Association : - Include : - Extend : - Generalization : -		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response	
	ขั้นตอนที่ 1 : ส่งข้อมูลจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำปลายทาง	**ขั้นตอนที่ 2 :** ระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล **ขั้นตอนที่ 3 :** ประมวลผลข้อมูล **ขั้นตอนที่ 4 :** ระบบแสดงผลลัพธ์ข้อมูล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

Seawater Intrusion Monitoring System	
Alternate Course :	- ในกระบวนการตรวจสอบรูปแบบข้อมูล ถ้าระบบพบความผิดพลาด ให้ระบบแสดงข้อผิดพลาด - ถ้าข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน ระบบแสดงผลข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ - ถ้าข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลค่าตัวแปรต่างของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ ระบบแสดงผลค่าตัวแปร
Conclusion :	ระบบสามารถรับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้เสร็จสมบูรณ์
Post condition :	
Business Rules :	
Implementation Constraints and Specification :	
Assumptions :	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 คำอธิบายยูสเคส Login

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Login	Use Case Type	
Use Case ID :	07	Business ☑	
Priority :	Normal	Requirement : ☑	
Source	ยูสเคสที่เรียกใช้งาน	System Analysis :	
Primary Business Actor :			
Primary System Actor :	ยูสเคสที่เรียกใช้งาน		
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบในส่วนของผู้ดูแลระบบ		
Precondition :			
Trigger :			
Relationships :	Association : - Include : - Extend : - Generalization : -		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response	
	ขั้นตอนที่ 1 : รับข้อมูลชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน	**ขั้นตอนที่ 2 :** ระบบตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งานระบบ **ขั้นตอนที่ 3 :** หากมีสิทธิ์ใช้งานระบบ เข้าสู่หน้าจอเมนูของผู้ดูแลระบบ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

Seawater Intrusion Monitoring System	
Alternate Course :	- ตรวจสอบความครบถ้วนของชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน ถ้าระบบพบความผิดพลาด ให้ระบบแสดงข้อผิดพลาด - ถ้าไม่ผ่านตรวจสอบสิทธิ์ ระบบแสดงผลการตรวจสอบสิทธิ์
Conclusion :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ระบบในส่วนของผู้ดูแลระบบ
Post condition :	ระบบแสดงผลการตรวจสอบสิทธิ์ที่หน้าเว็บเพจ
Business Rules :	
Implementation Constraints and Specification :	
Assumptions :	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 คำอธิบายยูสเคส Station receive data

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Station receive data	Use Case Type	
Use Case ID :	08	Business	☑
Priority :	High	Requirement :	☑
Source	ระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง	System Analysis :	
Primary Business Actor :			
Primary System Actor :	ระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง		
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการรับข้อมูลจากระบบ ได้แก่ คำร้องขอข้อมูลค่า config ของสถานี คำร้องขอให้แก้ไขข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ ของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ เป็นต้น		
Precondition :			
Trigger :			
Relationships :	Association : Server send data Include : - Extend : - Generalization : -		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response	
	ขั้นตอนที่ 1 : รับข้อมูลจากระบบ	**ขั้นตอนที่ 2 :** ตรวจสอบรูปแบบข้อมูลที่ได้รับ **ขั้นตอนที่ 3 :** ประมวลผลและส่งผลลัพธ์	
Alternate Course :	- ในกระบวนการตรวจสอบรูปแบบข้อมูลที่ได้รับ ถ้าพบความผิดพลาด สถาส่งข้อผิดพลาด		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 คำอธิบายยูสเคส Station receive data

Seawater Intrusion Monitoring System	
Conclusion :	สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้รับข้อมูลจากระบบ ได้แก่ คำร้องขอข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน คำร้องขอข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ ของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ เป็นต้น
Post condition :	สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้รับข้อมูลตามรูปแบบข้อมูลที่ถูกต้อง
Business Rules :	
Implementation Constraints and Specification :	
Assumptions :	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 คำอธิบายยูสเคส Station send data

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Station send data	Use Case Type	
Use Case ID :	09	Business ☑	
Priority :	High	Requirement : ☑	
Source		System Analysis :	
Primary Business Actor :	Timer trigger		
Primary System Actor :			
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการส่งข้อมูลจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำไปยังระบบ ได้แก่ ข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน ข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ ของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ ข้อมูลผลการดำเนินการปรับแก้ค่าตัวแปรต่างๆ เป็นต้น		
Precondition :			
Trigger :			
Relationships :	Association : Server receive data Include : Get station parameter Extend : Save data to buffer Generalization : -		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response	
	ขั้นตอนที่ 1 : เมื่อถึงช่วงเวลาในการส่งข้อมูลจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ	**ขั้นตอนที่ 2 :** จัดรูปแบบข้อมูลที่ต้องการส่ง **ขั้นตอนที่ 3 :** ประมวลผลและส่งข้อมูล	
Alternate Course :	- หากกระบวนส่งข้อมูลไม่สำเร็จ จะทำการบันทึกข้อมูลหรือข้อผิดพลาดลงในบัฟเฟอร์		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

Seawater Intrusion Monitoring System	
Alternate Course :	- หากกระบวนส่งข้อมูลไม่สำเร็จ จะทำการบันทึกข้อมูลหรือข้อผิดพลาดลงในบัฟเฟอร์
Conclusion :	สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำส่งข้อมูลจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำไปยังระบบ ได้แก่ ข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน ข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ ของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ ข้อมูลผลการแก้ไขค่าตัวแปรต่างๆ เป็นต้น
Post condition :	สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำส่งข้อมูลจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำไปยังระบบเสร็จสมบูรณ์
Business Rules :	
Implementation Constraints and Specification :	
Assumptions :	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.13 คำอธิบายยูสเคส Get station parameter

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Get station parameter	Use Case Type	
Use Case ID :	10	Business ☑	
Priority :	Normal	Requirement : ☑	
Source	ยูสเคสที่เรียกใช้งาน	System Analysis :	
Primary Business Actor :			
Primary System Actor :	ยูสเคสที่เรียกใช้งาน		
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการร้องขอรายละเอียดข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ		
Precondition :			
Trigger :			
Relationships :	Association : Station send data Include : - Extend : - Generalization : -		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response	
	ขั้นตอนที่ 1 : ร้องขอข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ	**ขั้นตอนที่ 2 :** เข้าถึงข้อมูลตัวแปร **ขั้นตอนที่ 3 :** คืนค่าข้อมูลแก่ยูสเคสที่เรียกใช้	
Alternate Course :	- หากกระบวนส่งข้อมูลไม่สำเร็จ จะทำการคืนค่าตัวแปรเป็นค่าว่าง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.13 (ต่อ)

Seawater Intrusion Monitoring System	
Alternate Course :	- หากกระบวนส่งข้อมูลไม่สำเร็จ จะทำการคืนค่าตัวแปรเป็นค่าว่าง
Conclusion :	สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำสามารถเข้าถึงข้อมูลตัวแปรและคืนค่าแก่ยูสเคสที่เรียกใช้
Post condition :	สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำสามารถคืนค่าข้อมูลตัวแปรเสร็จสมบูรณ์
Business Rules :	
Implementation Constraints and Specification :	
Assumptions :	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.14 คำอธิบายยูสเคส Save data to buffer

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Save data to buffer	Use Case Type	
Use Case ID :	11	Business ☑	
Priority :	Normal	Requirement : ☑	
Source	ยูสเคสที่เรียกใช้งาน	System Analysis :	
Primary Business Actor :			
Primary System Actor :	ยูสเคสที่เรียกใช้งาน		
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการบันทึกข้อมูลหรือข้อผิดพลาดลงในบัฟเฟอร์ของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ		
Precondition :			
Trigger :			
Relationships :	Association : Station send data Include : - Extend : - Generalization : -		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response	
	ขั้นตอนที่ 1 : ร้องขอการบันทึกข้อมูลหรือข้อผิดพลาดลงในบัฟเฟอร์	**ขั้นตอนที่ 2 :** จัดเตรียมรูปแบบข้อมูล **ขั้นตอนที่ 3 :** บันทึกข้อมูลลงในบัฟเฟอร์	
Alternate Course :	- หากกระบวนส่งข้อมูลไม่สำเร็จ จะทำการยกเลิกการบันทึกข้อมูล		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.14 (ต่อ)

Seawater Intrusion Monitoring System	
Conclusion :	สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำบันทึกข้อมูลหรือข้อผิดพลาดลงในบัฟเฟอร์
Post condition :	ข้อมูลหรือข้อผิดพลาดถูกบันทึกลงในบัฟเฟอร์ได้อย่างสมบูรณ์
Business Rules :	
Implementation Constraints and Specification :	
Assumptions :	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.15 คำอธิบายยูสเคส Read water salinity

Seawater Intrusion Monitoring System			
Author(s) :	Nirach	Date :	August 17, 2013
		Version :	1.0
Use Case Name :	Read water salinity	Use Case Type	
Use Case ID :	12	Business	☑
Priority :	Normal	Requirement :	☑
Source	ยูสเคส Station send data	System Analysis :	
Primary Business Actor :			
Primary System Actor :	ยูสเคส Station send data		
Other Participating Actors :			
Other Interested Stakeholders :			
Description :	ยูสเคสนี้แสดงถึงกิจกรรมในการอ่านข้อมูลค่าความเค็มของน้ำจากหัววัด (Sensor)		
Precondition :			
Trigger :			
Relationships :	Association : Station send data Include : - Extend : - Generalization : -		
Typical Course of Events :	Actor Action	System Response	
	ขั้นตอนที่ 1 : ร้องขอการอ่านข้อมูลดัชนีค่าความเค็มของน้ำจากหัววัด	**ขั้นตอนที่ 2 :** อ่านค่าจากหัววัดดัชนีค่าความเค็มของน้ำ **ขั้นตอนที่ 3 :** ส่งคืนค่าค่าความเค็มของน้ำ	
Alternate Course :	- หากกระบวนส่งข้อมูลไม่สำเร็จ จะทำการคืนค่าว่าง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.15 (ต่อ)

Seawater Intrusion Monitoring System	
Alternate Course :	- หากกระบวนส่งข้อมูลไม่สำเร็จ จะทำการคืนค่าว่าง
Conclusion :	สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำอ่านข้อมูลค่าความเค็มของน้ำจากหัววัด (Sensor)
Post condition :	ส่งคืนค่าค่าความเค็มของน้ำให้กับยูสเคส Station send data
Business Rules :	
Implementation Constraints and Specification :	
Assumptions :	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แผนภาพกิจกรรม (Activity diagram)

แผนภาพกิจกรรมเป็นแผนแสดงลำดับ กิจกรรมของการทำงาน(Work Flow) สามารถแสดงทางเลือกที่เกิดขึ้นได้ โดยแสดงขั้นตอนการทำงานในการปฏิบัติการ ประกอบไปด้วยสถานะต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน และผลจากการทำงานในขั้นตอนต่างๆ

3.2.1 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get current water salinity

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.3

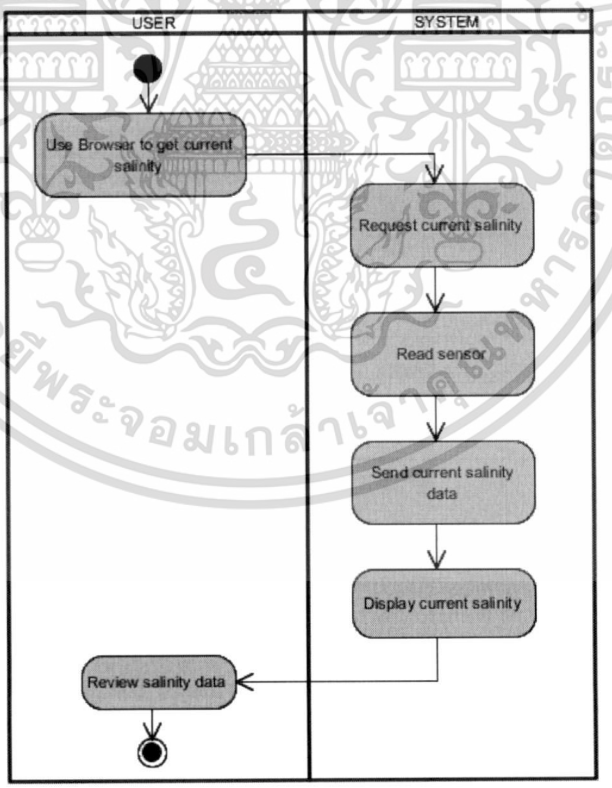
1) ผู้ใช้เริ่มทำการเรียกใช้คำสั่งสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน ผ่านหน้าโปรแกรมเว็บบราวเซอร์

2) เมื่อผู้ใช้กดปุ่มสืบค้น ระบบทำการส่งคำสั่งเพื่อดำเนินการร้องขอข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบันจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

3) สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำทำการอ่านค่าค่าความเค็มของน้ำจากหัวอ่าน

4) สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำทำการส่งผลการตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำกลับมาให้ระบบ

5) ระบบทำการจัดรูปแบบและแสดงผล เพื่อใช้แสดงผลต่อไป



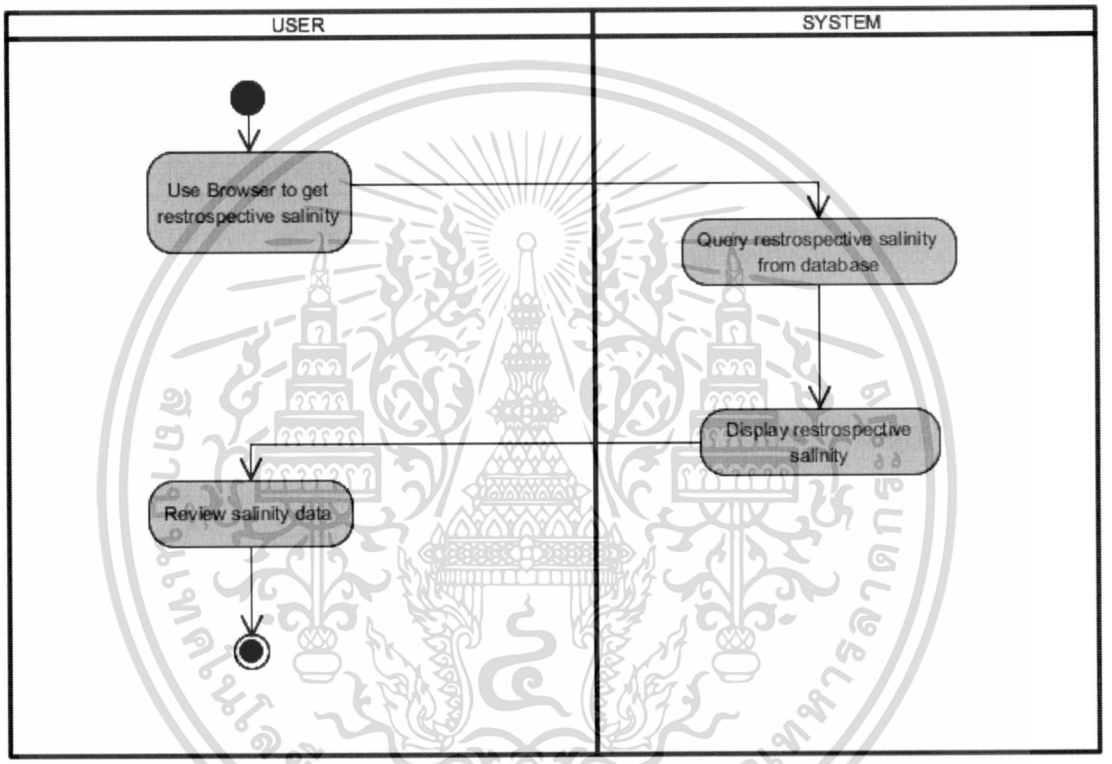
รูปที่ 3.3 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get Current water salinity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get Retrospective water salinity

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.4

1) ผู้ใช้เริ่มทำการเรียกใช้คำสั่งสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำย้อนหลัง ผ่านหน้าโปรแกรมเว็บบราวเซอร์
2) เมื่อผู้ใช้กดปุ่มสืบค้น ระบบทำการส่งคำสั่งเพื่อดำเนินการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำจากฐานข้อมูลภายในระบบ
3) ระบบทำการจัดรูปแบบและแสดงผล เพื่อให้ผู้ใช้ตรวจสอบต่อไป



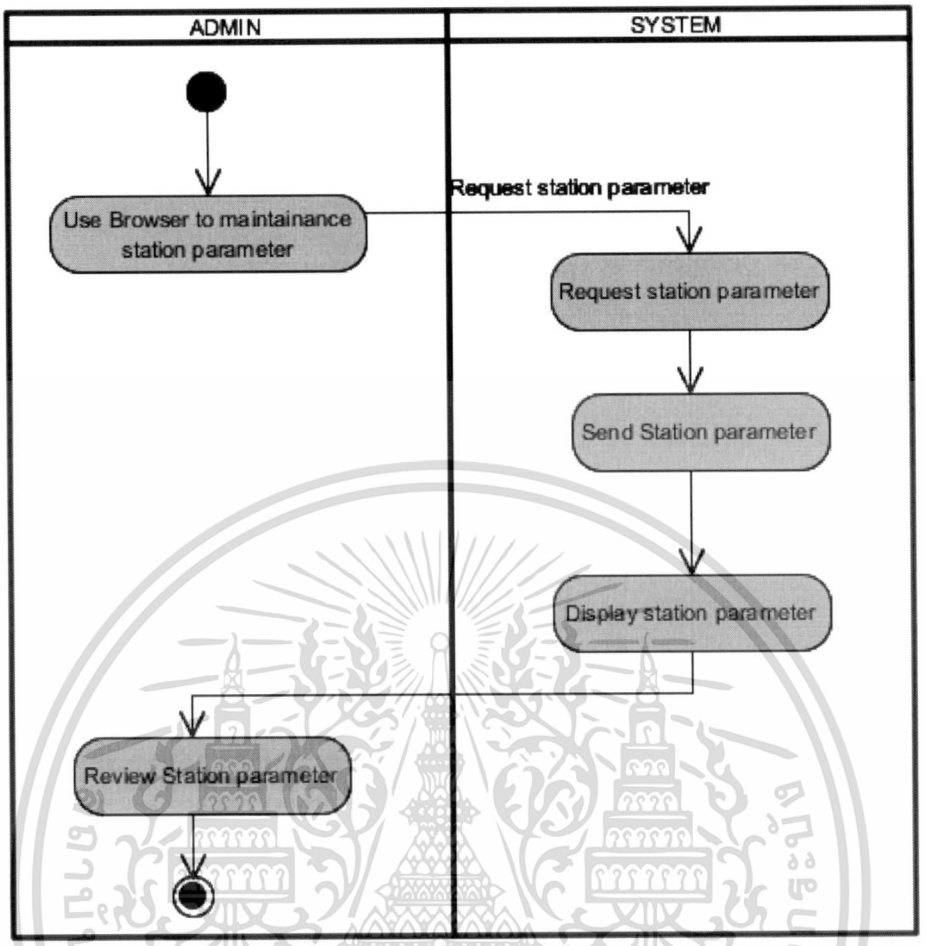
รูปที่ 3.4 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get Restrospective water salinity

3.2.3 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Request station parameter

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.5

1) ผู้ดูแลระบบเริ่มทำการเรียกใช้คำสั่งเรียกดูข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพผ่านหน้าโปรแกรมเว็บบราวเซอร์
2) เมื่อผู้ใช้กดปุ่มสืบค้น ระบบทำการส่งคำสั่งเพื่อดำเนินการร้องขอข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
3) สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำทำการส่งข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำกลับมายังระบบ
4) ระบบจัดรูปแบบและแสดงผล เพื่อให้ผู้ใช้ตรวจสอบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



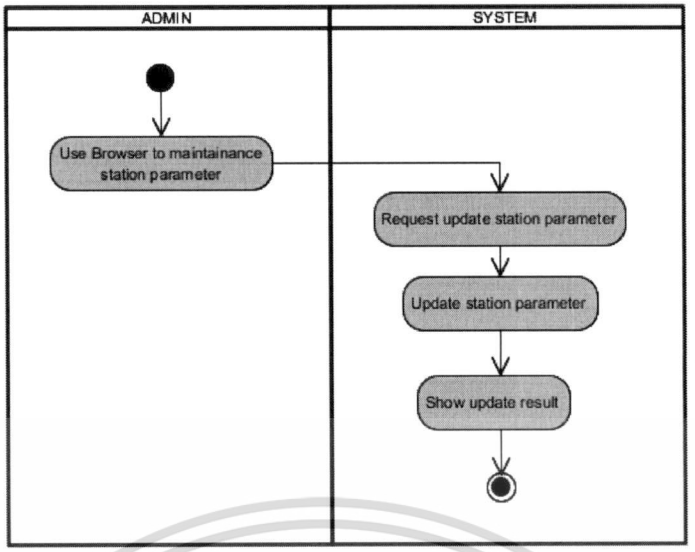
รูปที่ 3.5 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Request station parameter

3.2.4 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Edit station parameter

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.6

1) ผู้ดูแลระบบเริ่มทำการแก้ไขข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำผ่านหน้าโปรแกรมเว็บบราวเซอร์
2) เมื่อผู้ใช้กดปุ่มแก้ไข ระบบทำการส่งคำสั่งเพื่อดำเนินการปรับปรุงข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
3) สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำทำการแก้ไขข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำพร้อมทั้งส่งสถานะการแก้ไขตอบกลับมายังระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

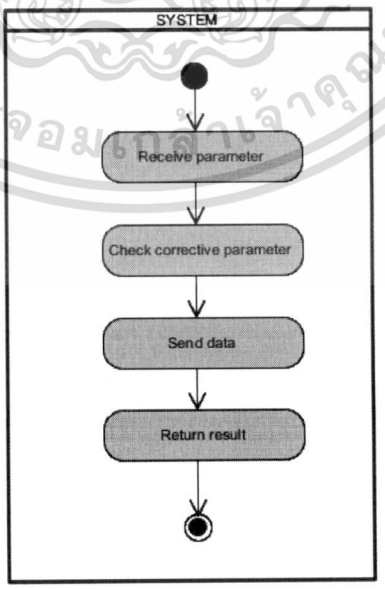


รูปที่ 3.6 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Edit station parameter

3.2.5 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Server send data

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.7

1) รับค่าสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำปลายทาง และข้อมูลคำสั่งจากยูสเคสที่เรียกใช้งาน ได้แก่ ยูสเคส Get current water salinity ยูสเคส Request station parameter และยูสเคส Edit station parameter
2) ระบบตรวจสอบความถูกต้องของตัวแปรต่าง
3) ระบบทำการส่งข้อมูล
4) คืนค่าผลลัพธ์การส่งข้อมูล



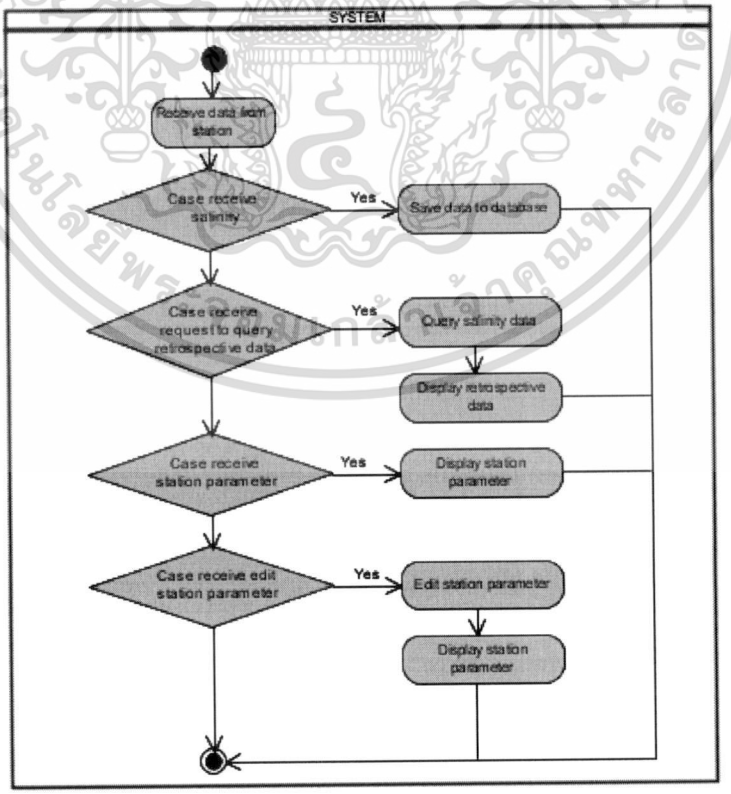
รูปที่ 3.7 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Server send data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Server receive data

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.8

1) เมื่อได้รับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำปลายทาง
2) ระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
3) ประมวลผลข้อมูล
   3.1) กรณีได้รับข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ
      3.1.1) บันทึกข้อมูลค่าความเค็มของน้ำลงในฐานข้อมูล
   3.2) กรณีได้รับข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน
      3.2.1) บันทึกข้อมูลค่าความเค็มของน้ำลงในฐานข้อมูล
      3.2.2) แสดงผลข้อมูลค่าความเค็มของน้ำในยูสเคส Get current water salinity
   3.3) กรณีได้รับข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
      3.3.1) แสดงผลข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพในยูสเคส Request station parameter
   3.4) กรณีได้รับผลการแก้ไขข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
      3.4.1) แสดงผลลัพธ์การแก้ไขข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำในยูสเคส Edit station parameter



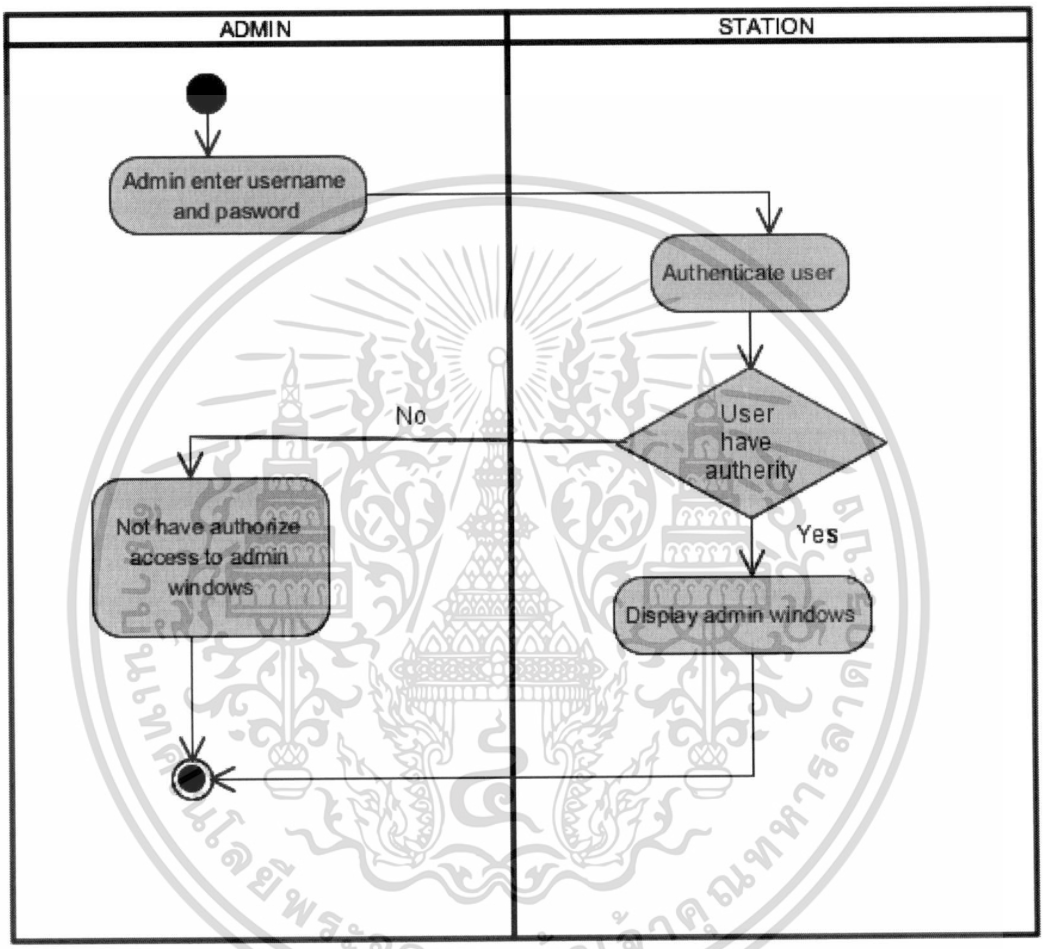
รูปที่ 3.8 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Server receive data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Login

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.9

1) เมื่อระบบรับข้อมูลชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านที่บันทึกจากหน้าโปรแกรมเว็บบราวเซอร์
2) ระบบทำการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งานระบบ
3) หากมีสิทธิ์ใช้งานระบบ ระบบแสดงหน้าจอเมนูของผู้ดูแลระบบ



รูปที่ 3.9 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Login

3.2.8 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Station receive data

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.10

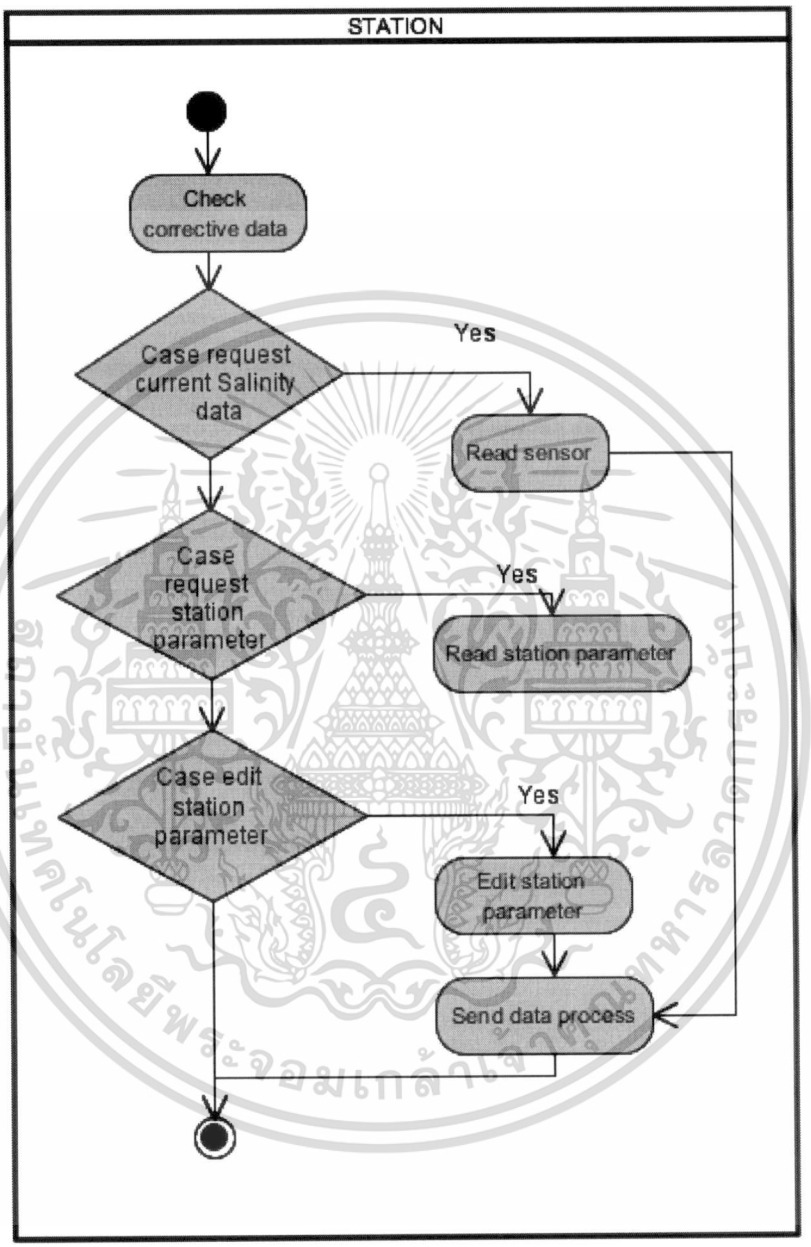
1) เมื่อสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้รับข้อมูลจากระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง
2) ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ
3) ประมวลผลข้อมูล
   3.1) กรณีร้องขอข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน
      3.1.1) ทำการอ่านข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน
   3.2) กรณีร้องขอข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1) ทำการอ่านข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

3.3) กรณีร้องขอแก้ไขข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

3.3.1) ทำการแก้ไขข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ



รูปที่ 3.10 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Station receive data

3.2.9 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Station send data

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.11

1) กรณีการส่งข้อมูล

1.1) กรณีเมื่อ Timer trigger กระตุ้นให้อ่านข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ

1.1.1) เรียกใช้ยูสเคส Read water salinity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.2) ส่งข้อมูลค่าความเค็มของน้ำให้กับระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง

1.2) กรณีเมื่อได้รับการร้องขอข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

1.2.1) เรียกใช้ยูสเคส Get station parameter

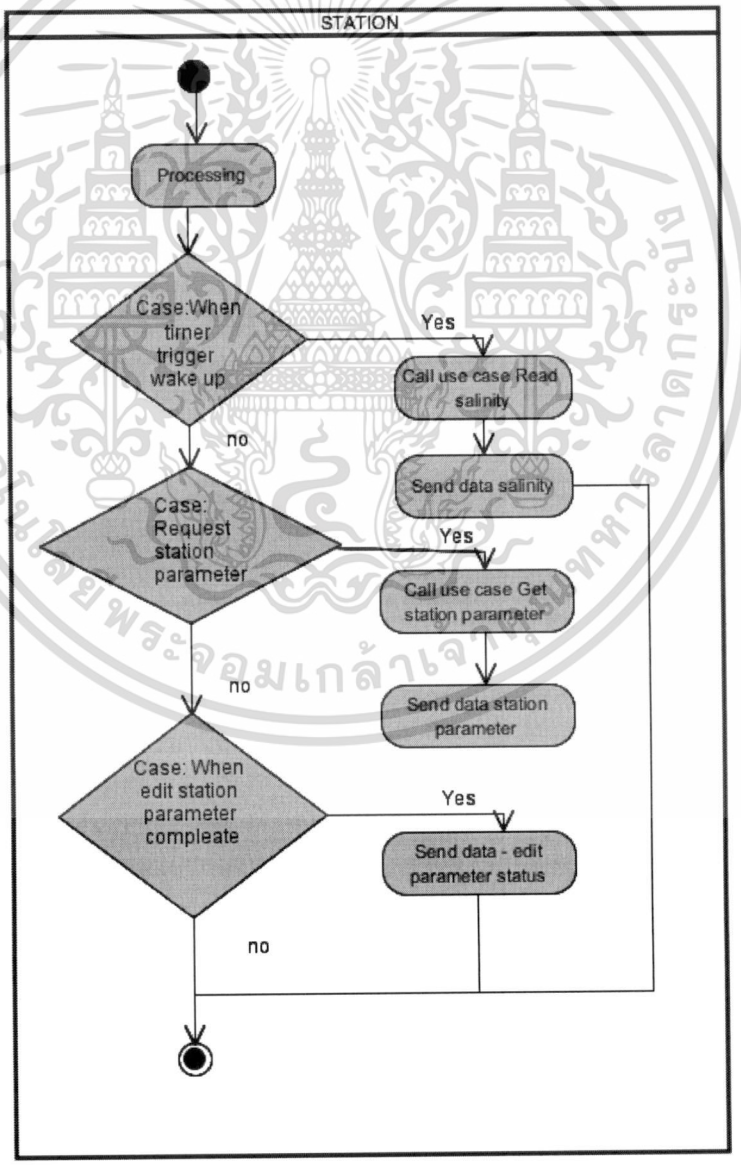
1.2.2) ส่งข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำให้กับระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง

1.3) กรณีเมื่อทำการแก้ไขข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำเรียบร้อยแล้ว

1.3.1) ส่งข้อมูลตอบกลับผลการแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

2) ทำการจัดรูปแบบข้อมูลที่ต้องการส่งข้อมูล

3) ส่งข้อมูลไปยังระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง



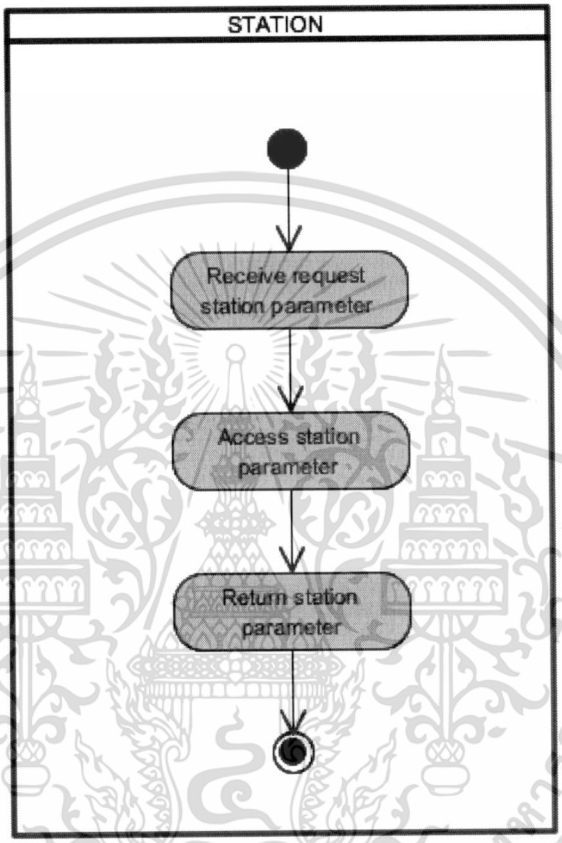
รูปที่ 3.11 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Station send data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.10 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get station parameter

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.12

1) รับการร้องขอข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
2) เข้าถึงข้อมูลตัวแปร
3) คืนค่าข้อมูลแก่ยูสเคสที่เรียกใช้



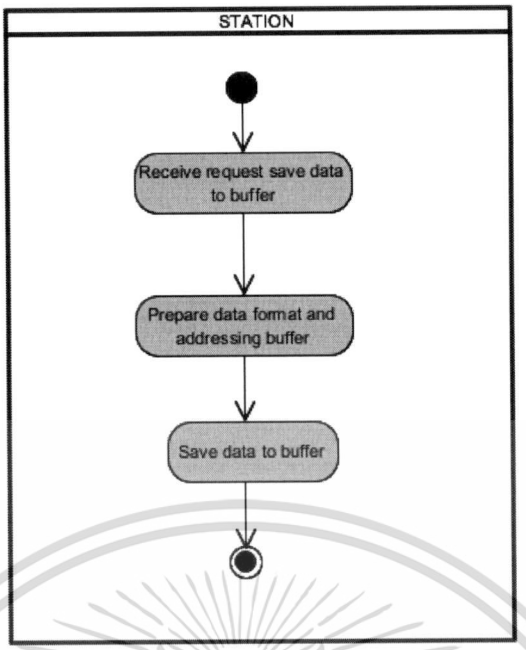
รูปที่ 3.12 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส **Get station parameter**

3.2.11 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Save data to buffer

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.13

1) ร้องขอการบันทึกข้อมูลหรือข้อผิดพลาดลงในบัฟเฟอร์
2) จัดเตรียมรูปแบบข้อมูล
3) บันทึกข้อมูลลงในบัฟเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

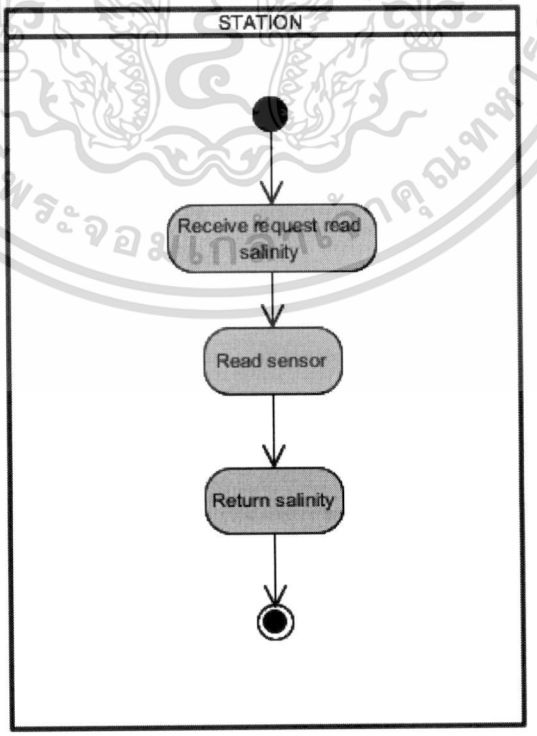


รูปที่ 3.13 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Save data to buffer

3.2.12 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Read water salinity

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.14

1) ร้องขอการอ่านข้อมูลดัชนีค่าความเค็มของน้ำจากหัววัด
2) อ่านค่าจากหัววัดดัชนีค่าความเค็มของน้ำ
3) ส่งคืนค่าดัชนีค่าความเค็มของน้ำ



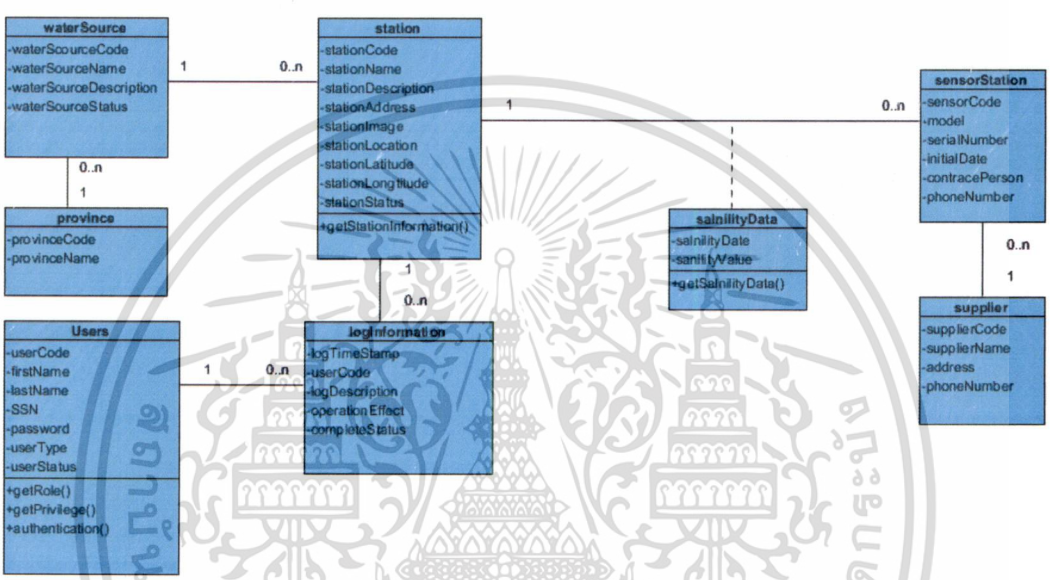
รูปที่ 3.14 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Read water salinity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 คลาสไดอะแกรม

คลาสไดอะแกรม เป็นแผนภาพที่ประกอบด้วยคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาส เช่น Dependency, Generalization, Association เป็นต้น โดยภายในคลาสไดอะแกรมสามารถแสดงรายละเอียดของคลาสต่างๆ ว่ามีโอเปอร์เรชั่น และแอตทริบิวต์

ในการออกแบบคลาสไดอะแกรมของระบบการเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็มประกอบด้วยคลาสจำนวน 8 คลาส รายละเอียดดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 คลาสไดอะแกรมของระบบการเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็ม

เอนทิตีคลาส

1. logInformation เป็นคลาสบันทึกข้อมูล LOG
2. salnilityData เป็นคลาสข้อมูลค่าความเค็มของน้ำที่ตรวจวัดได้
3. province เป็นคลาสจังหวัด
4. waterSource เป็นคลาสแหล่งน้ำ
5. sensorStation เป็นคลาสหัววัดที่ถูกติดตั้งในสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
6. supplier เป็นคลาสประเภทของบริษัทจำหน่ายหัววัด
7. station เป็นคลาสสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
8. users เป็นคลาสผู้ใช้งานระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

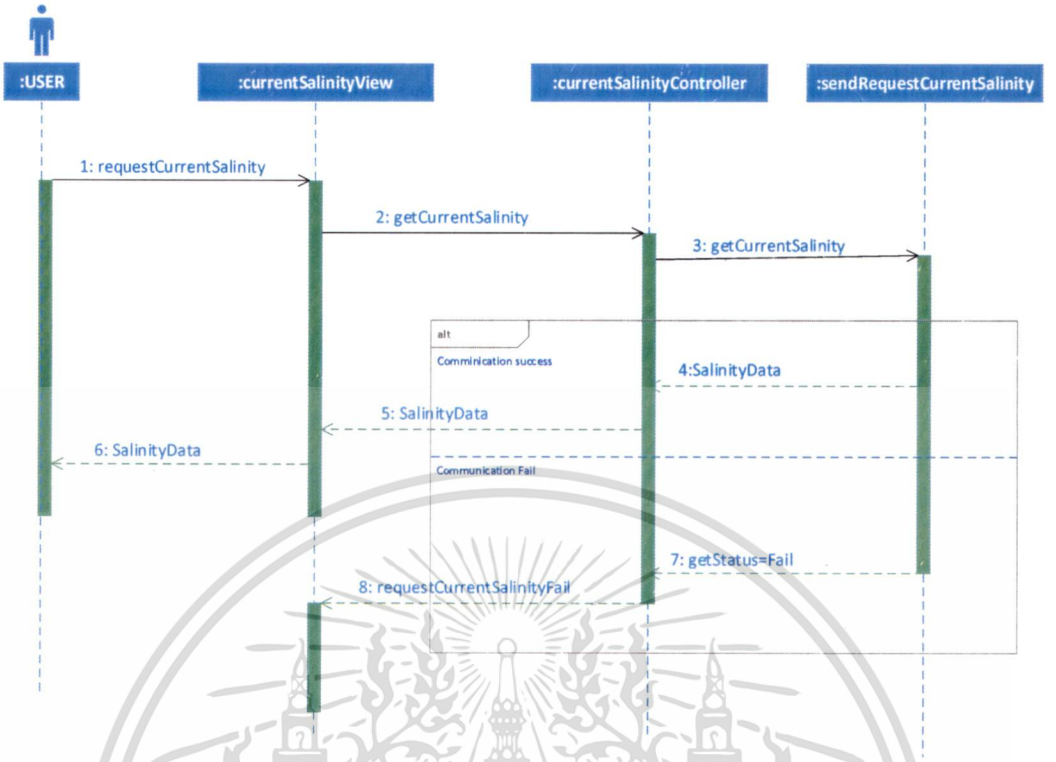
3.4 ซีเควนซ์ไดอะแกรม (Sequence diagram)

ซีเควนซ์ไดอะแกรมเป็นแผนภาพที่แสดงปฏิสัมพันธ์(Interaction) ระหว่างอ๊อบเจ็ค ตามลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่กำหนดแมสเซสที่เกิดขึ้นระหว่างอ๊อบเจ็ค สามารถแสดงรายละเอียดซีเควนซ์ไดอะแกรมของระบบการเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็มได้ ดังนี้

3.3.1 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Get current water salinity

1) ผู้ใช้ เริ่มทำการเรียกใช้คำสั่งสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน โดยเรียกใช้เมธอด requestCurrentWaterSalinity() ของคลาส currentWaterSalinityView ซึ่งเป็น Boundary Class ที่รวบรวม User Interface เพื่อแสดงฟอร์มการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน
2) เมื่อผู้ใช้กดปุ่มสืบค้น คลาส currentWaterSalinityView จะเรียกใช้คลาส RestrospectiveController ด้วยเมธอด RequestRestrospective() เพื่อจัดการและควบคุมการเชื่อมต่อข้อมูลต่อกับคลาสอื่นๆ ที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ
3) คลาส currentWaterSalinityController จะดำเนินการร้องขอข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน โดยเรียกใช้งานจากยูสเคส SEND REQUEST CURRENT WATER SALINITY ด้วยเมธอด getCurrentWaterSalinity () เพื่อขอผลการตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
4) กรณีที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้สำเร็จ
   4.1) ยูสเคส SEND REQUEST CURRENT WATER SALINITY จะส่งผลข้อมูลค่าความเค็มของน้ำกลับมายังคลาส currentWaterSalinityController
   4.2) ในลำดับสุดท้าย คลาส currentWaterSalinityController จะแสดงผลการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำไปยัง currentWaterSalinityView เพื่อรายงานผลลัพธ์ต่อผู้ใช้งาน
5) กรณีที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำล้มเหลว
   5.1) ยูสเคส SEND REQUEST CURRENT WATER SALINITY จะแจ้งผลสถานะการเชื่อมต่อล้มเหลวกลับมายังคลาส currentWaterSalinityController
   5.2) ในลำดับสุดท้าย คลาส currentWaterSalinityController จะแจ้งผลสถานะการเชื่อมต่อล้มเหลวไปยัง currentWaterSalinityView เพื่อรายงานผลลัพธ์ต่อผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

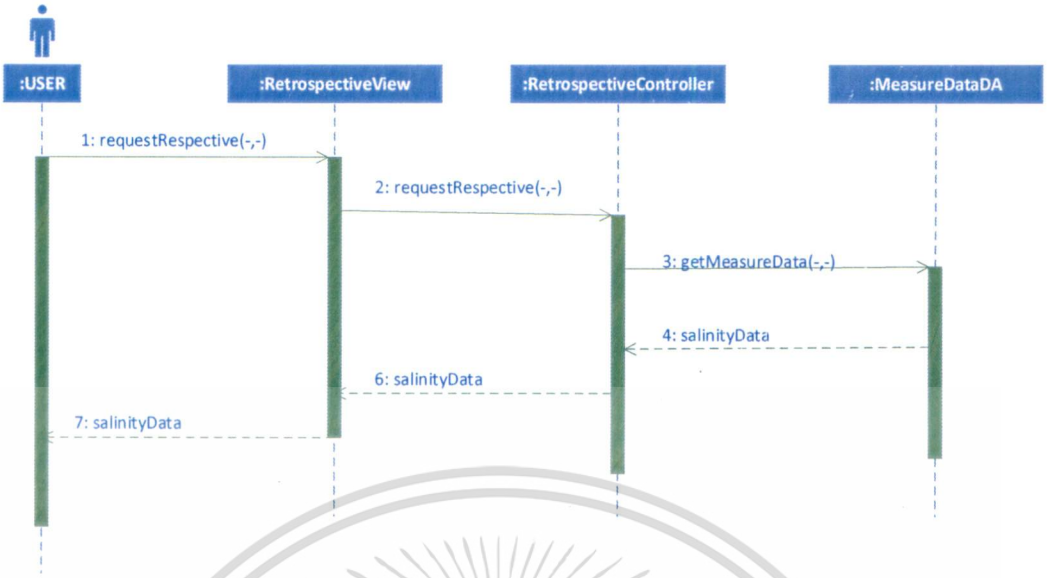


รูปที่ 3.16 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Get current water salinity

3.3.2 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Get Retrospective water salinity

1) ผู้ใช้ เริ่มทำการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำย้อนหลังโดย เรียกใช้เมธอด RequestRestrospective() ของคลาส RestrospectiveView ซึ่งเป็น Boundary Class ที่รวบรวม User Interface เพื่อแสดงฟอร์มการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำย้อนหลัง
2) เมื่อผู้ใช้กดปุ่มสืบค้น คลาส RestrospectiveView จะเรียกใช้คลาส RestrospectiveController ด้วยเมธอด RequestRestrospective() เพื่อจัดการและควบคุมการเชื่อมต่อข้อมูลต่อกับคลาสอื่นๆ ที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ
3) คลาส RestrospectiveController จะดำเนินการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำย้อนหลังโดยเรียกใช้คลาส MeasureDataDA ด้วยเมธอด GetMeasureData() เพื่อค้นหาผลการตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
4) คลาส MeasureDataDA จะส่งผลการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำกลับมายังคลาส RestrospectiveController
5) ในลำดับสุดท้าย คลาส RestrospectiveController จะแสดงผลการสืบค้นข้อมูลค่าความเค็มของน้ำไปยัง RestrospectiveView เพื่อรายงานผลลัพธ์ต่อผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

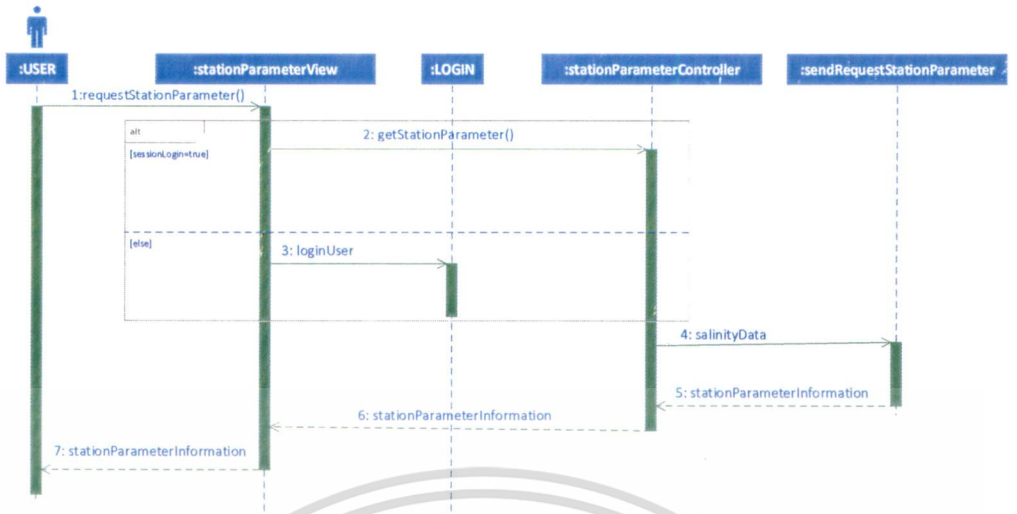


รูปที่ 3.17 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Get Retrospective water salinity

3.3.3 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Request station parameter

1) ผู้ดูแลระบบ เริ่มทำการเรียกดูข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพ โดยเรียกใช้เมธอด requestStationParameter() ของคลาส StationParameterView ซึ่งเป็น Boundary Class ที่รวบรวม User Interface เพื่อแสดงข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพ
2) กรณีที่ผู้ใช้งานระบบได้ลงชื่อเข้าใช้งาน (Login) เรียบร้อยแล้ว
   2.1) เมื่อผู้ใช้กดปุ่มเรียกดูข้อมูล คลาส StationParameterView จะเรียกใช้คลาส StationParameterController ด้วยเมธอด getStationParameter()
3) กรณีที่ผู้ใช้งานระบบไม่ได้ลงชื่อเข้าใช้งาน (Login)
   3.1) คลาส StationParameterView จะเรียกใช้คลาส LOGIN เพื่อให้ผู้ดูแลระบบลงชื่อเข้าใช้งาน
4) คลาส StationParameterController ทำการร้องขอเรียกดูรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพ โดยเรียกใช้งานจากยูสเคส SEND REQUEST STATION PARAMETER ด้วยเมธอด sendUpdateStationParam()
5) ยูสเคส SEND REQUEST STATION PARAMETER ตอบกลับผลร้องขอเรียกดูข้อมูลตัวแปรให้กับคลาส StationParameterController
6) คลาส StationParameterController จะส่งข้อมูลรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพกลับมายังคลาส StationParameterView เพื่อแสดงต่อผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Request station parameter

3.3.4 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Edit station parameter

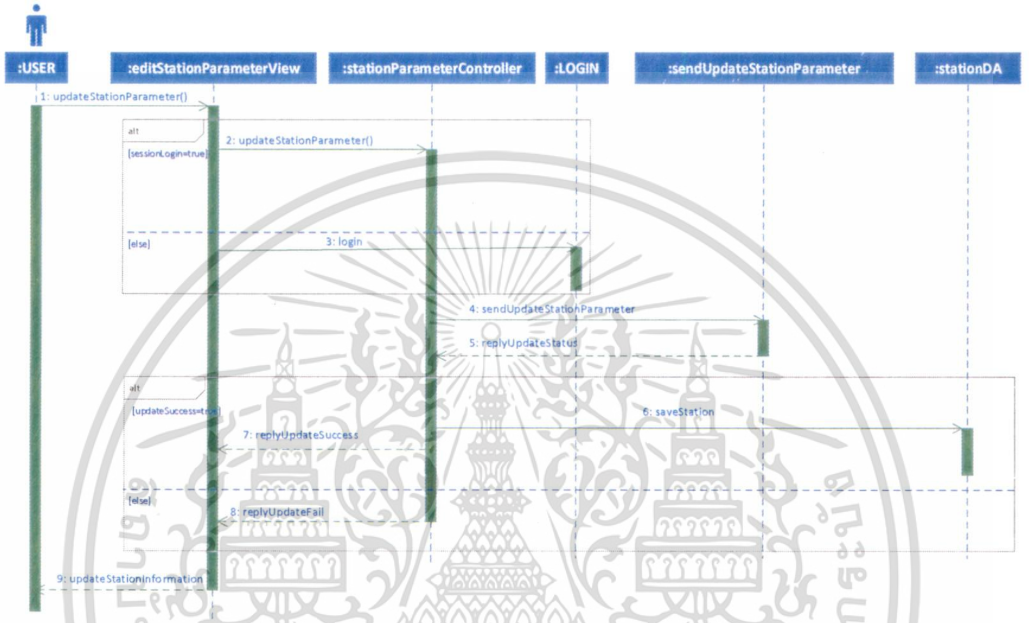
1) ผู้ใช้ เริ่มทำการแก้ไขข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพ โดยเรียกใช้เมธอด updateStationParam() ของคลาส EditStationParamView ซึ่งเป็น Boundary Class ที่รวบรวม User Interface เพื่อปรับปรุงข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพ
2) กรณีที่ผู้ใช้งานระบบได้ลงชื่อเข้าใช้งาน (Login) เรียบร้อยแล้ว
   2.1) เมื่อผู้ใช้กดปุ่มแก้ไข คลาส EditStationParamView จะเรียกใช้คลาส StationParamController ด้วยเมธอด updateStationParam() เพื่อส่งรายละเอียดตัวแปรที่ต้องการแก้ไข
3) กรณีที่ผู้ใช้งานระบบไม่ได้ลงชื่อเข้าใช้งาน (Login)
   3.1) คลาส EditStationParamView จะเรียกใช้คลาส LOGIN เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบลงชื่อเข้าใช้งาน
4) คลาส StationParamController ทำการส่งรายละเอียดตัวแปรที่ต้องการแก้ไข โดยเรียกใช้งานจากยูสเคส SEND UPDATE STATION PARAMETER ด้วยเมธอด sendUpdateStationParam()
5) ยูสเคส SEND UPDATE STATION PARAMETER ตอบกลับผลการแก้ไขข้อมูลตัวแปรให้กับคลาส StationParamController
6) กรณีที่ปรับปรุงข้อมูลเสร็จสมบูรณ์
   6.1) คลาส StationParamController บันทึกรายละเอียดตัวแปรที่ทำการแก้ไขลงในฐานข้อมูล โดยเรียกใช้คลาส StationDA ด้วยเมธอด SaveStation()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2) คลาส StationParamController จะส่งผลการปรับปรุงข้อมูลเสร็จสมบูรณ์กลับมายังคลาส EditStationParamView เพื่อยืนยันการปรับปรุงข้อมูล

7) กรณีที่ปรับปรุงข้อมูลล้มเหลว

7.1) คลาส StationParamController จะส่งผลการปรับปรุงข้อมูลล้มเหลวกลับมายังคลาส EditStationParamView เพื่อแจ้งผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.19 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Edit station parameter

3.3.5 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Server send data

ยูสเคส Server send data สามารถอธิบายกรณีการทำงานด้วยซีเควนซ์ไดอะแกรมดังนี้

4.3.5.1 กรณีแก้ไขตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

4.3.5.2 กรณีเรียกดูรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

4.3.5.3 กรณีเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน

3.3.5.1 ซีเควนซ์ไดอะแกรมกรณีแก้ไขตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ (Send update station parameter)

1) ยูสเคส EDIT STATION PARAMETER ส่งรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพที่ต้องการแก้ไข โดยเรียกใช้งานจากยูสเคส SEND UPDATE STATION PARAMETER ด้วยเมธอด sendUpdateStationParam()

2) ยูสเคส SEND UPDATE STATION PARAMETER ทำการจัดเตรียมการติดต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำด้วยเมธอด PrepareCommunication

3) กรณีที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

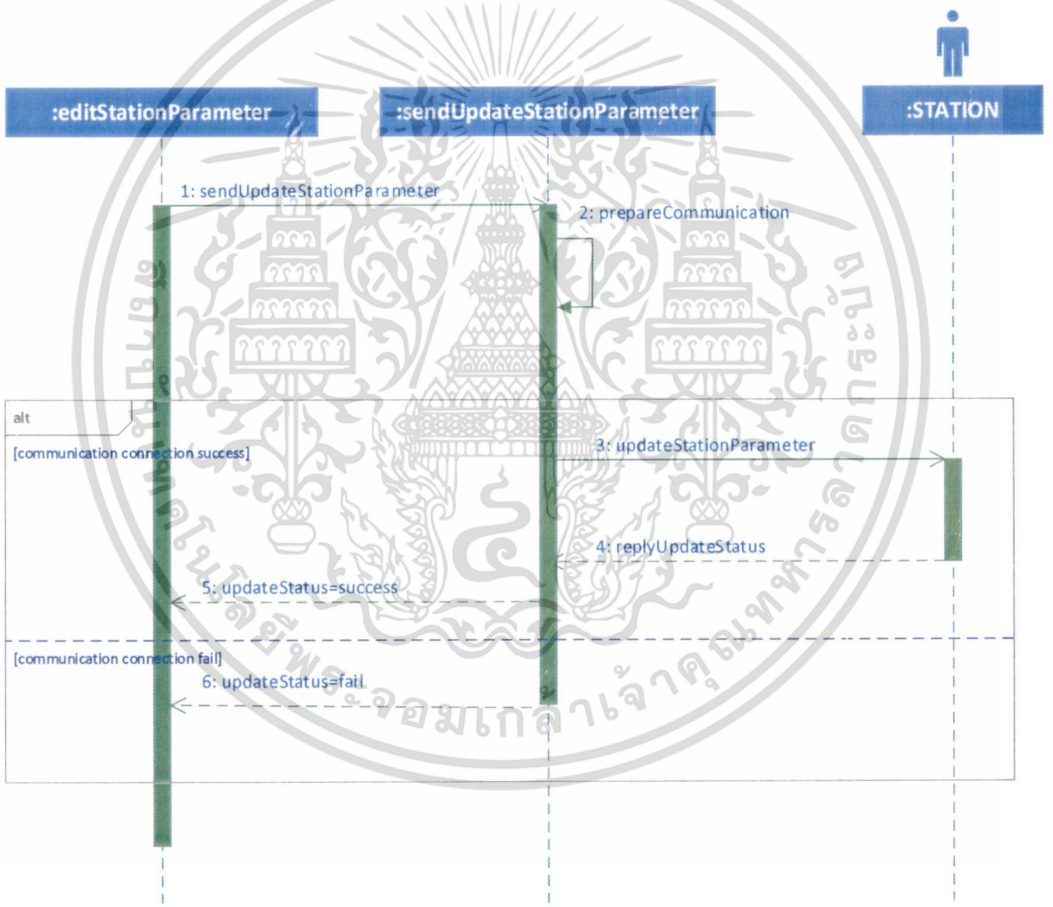
3.1) ยูสเคส SEND UPDATE STATION PARAMETER จะส่งผลข้อมูลตัวแปรที่ต้องการปรับปรุงไปยังสถานีตรวจวัดคุณภาพที่กำหนด

3.2) เมื่อสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำทำการปรับปรุงข้อมูลตัวแปรเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะทำการตอบกลับสถานะการปรับปรุงข้อมูลสำเร็จ

3.3) ยูสเคส SEND UPDATE STATION PARAMETER ส่งต่อสถานะการปรับปรุงข้อมูลสำเร็จให้กับยูสเคส EDIT STATION PARAMETER

4) กรณีที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำล้มเหลว

4.1) ยูสเคส SEND UPDATE STATION PARAMETER ส่งต่อสถานะการปรับปรุงข้อมูลล้มเหลวให้กับยูสเคส EDIT STATION PARAMETER

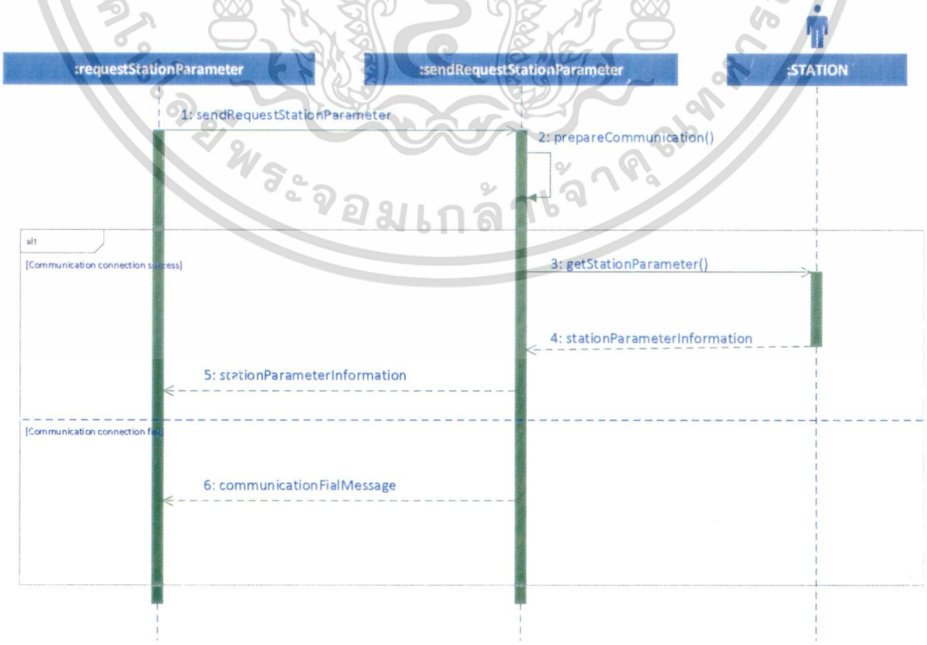


รูปที่ 3.20 ซีเควนซ์ไดอะแกรมกรณี Send update station parameter

3.3.5.2 ซีเควนซ์ไดอะแกรมกรณีเรียกดูรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ (Send request station parameter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ยูสเคส REQUEST STATION PARAMETER ขอเรียกดูรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพ โดยเรียกใช้งานจากยูสเคส SEND REQUEST STATION PARAMETER ด้วยเมธอด sendRequestStationParameter()
2) ยูสเคส SEND REQUEST STATION PARAMETER ทำการจัดเตรียมการติดต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำด้วยเมธอด PrepareCommunication
   2.1) กรณีที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้สำเร็จ
      2.1.1) ยูสเคส SEND REQUEST STATION PARAMETER จะติดต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำด้วยเมธอด เพื่อร้องขอรายละเอียดตัวแปร โดยใช้เมธอด GetStationParameter
      2.1.2) สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำทำการส่งข้อมูลตัวแปรตอบกลับไปยังยูสเคส SEND REQUEST STATION PARAMETER
      2.1.3) ยูสเคส SEND REQUEST STATION PARAMETER ส่งต่อรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพให้กับยูสเคส REQUEST STATION PARAMETER
   2.2) กรณีที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำล้มเหลว
      2.2.1) ยูสเคส SEND REQUEST STATION PARAMETER ส่งต่อสถานะการปรับปรุงข้อมูลล้มเหลวให้กับยูสเคส REQUEST STATION PARAMETER



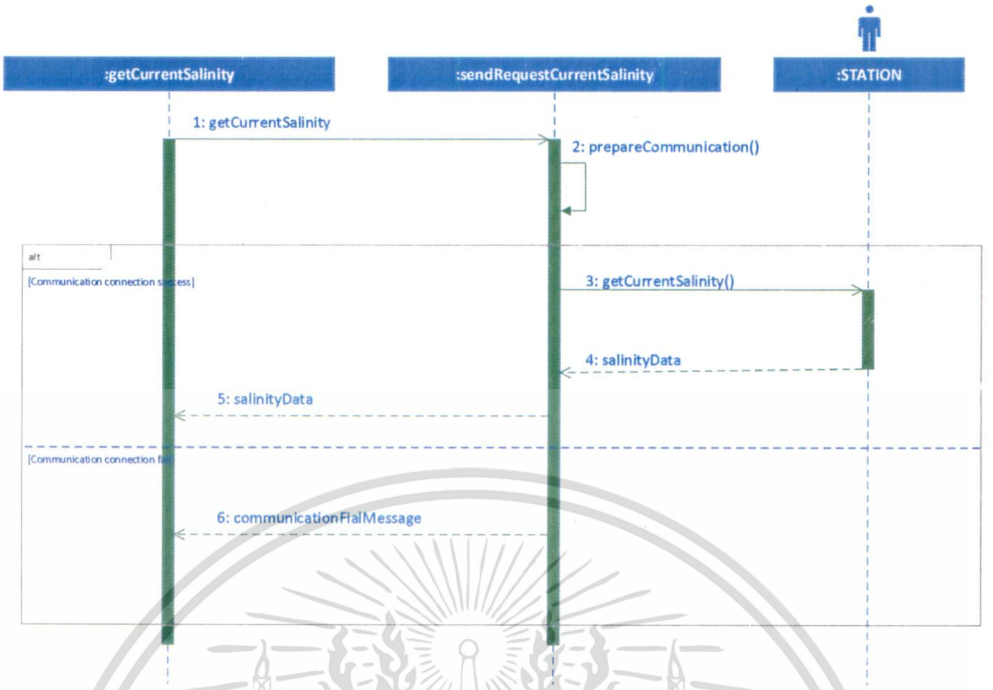
รูปที่ 3.21 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Send request station parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.3 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของกรณีเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน (Send Request current water salinity)

1) ยูสเคส GET CURRENT WATER SALINITY ขอเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำในช่วงเวลาปัจจุบัน โดยเรียกใช้งานจากยูสเคส SEND REQUEST CURRENT WATER SALINITY ด้วยเมธอด getCurrentWaterSalinity()
2) ยูสเคส SEND REQUEST CURRENT WATER SALINITY ทำการจัดเตรียมการติดต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำด้วยเมธอด PrepareCommunication
   2.1) กรณีที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้สำเร็จ
      2.1.1) ยูสเคส SEND REQUEST CURRENT WATER SALINITY จะติดต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำด้วยเมธอด เพื่อร้องขอข้อมูลค่าความเค็มของน้ำของสถานีตรวจวัดคุณภาพในช่วงเวลาปัจจุบัน โดยใช้เมธอด getCurrentWaterSalinity
      2.1.2) สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำทำการส่งข้อมูลตัวแปรตอบกลับไปยังยูสเคส SEND REQUEST CURRENT WATER SALINITY
      2.1.3) ยูสเคส SEND REQUEST CURRENT WATER SALINITY ส่งต่อข้อมูลค่าความเค็มของน้ำของสถานีตรวจวัดคุณภาพในช่วงเวลาปัจจุบันให้กับยูสเคส GET CURRENT WATER SALINITY
   2.2) กรณีที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำล้มเหลว
      2.2.1) ยูสเคส SEND REQUEST CURRENT WATER SALINITY ส่งต่อสถานะการเรียกดูข้อมูลล้มเหลวให้กับยูสเคส GET CURRENT WATER SALINITY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Send Request current water salinity

3.3.6 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Server receive data

ยูสเคส Server receive data สามารถอธิบายกรณีการทำงานด้วยซีเควนซ์ไดอะแกรม

3.3.6.1 กรณีรับข้อมูลค่าความเค็มของน้ำของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

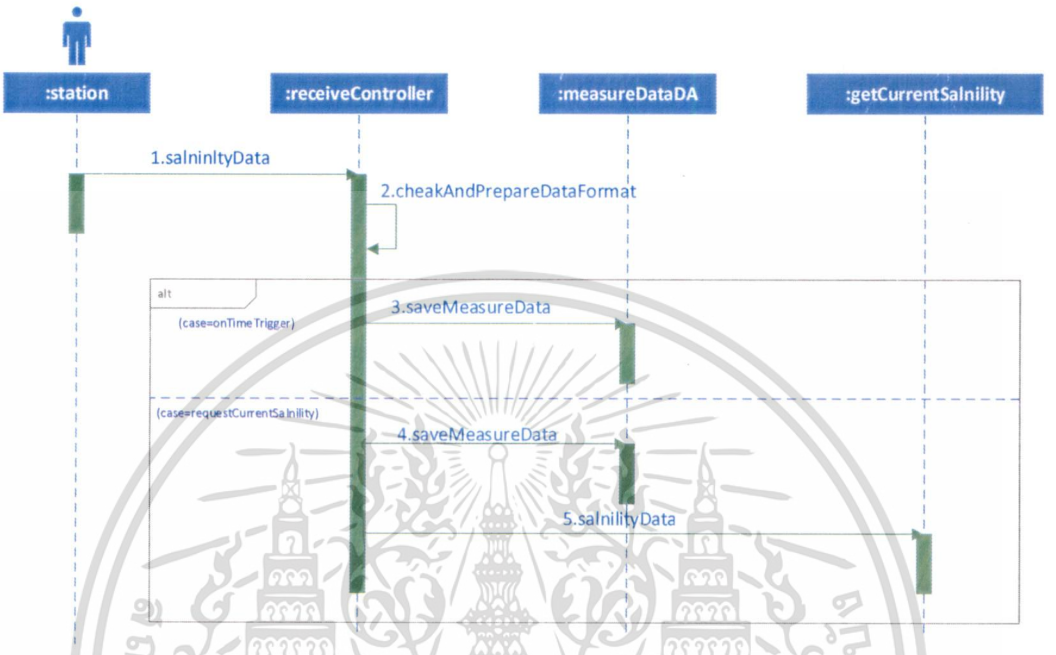
3.3.6.2 กรณีรับข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

3.3.6.1 ซีเควนซ์ไดอะแกรมกรณีรับข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ Receive water salinity

1) เมื่อสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำทำการส่งข้อมูลค่าความเค็มของน้ำให้กับระบบ
2) คลาส receiveController ทำการรับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ และทำการตรวจสอบพร้อมทั้งจัดเตรียมรูปแบบข้อมูลด้วยเมธอด Check and Prepare Data format
3) ในกรณีการรับข้อมูลที่เกิดจากการส่งข้อมูลตามช่วงเวลาที่กำหนด
   3.1) คลาส receiveController ทำการบันทึกข้อมูลค่าความเค็มของน้ำลงในฐานข้อมูล โดยใช้เมธอด Save Measure Data
4) ในกรณีการรับข้อมูลที่เกิดจากการเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำของสถานีตรวจวัดคุณภาพในช่วงเวลาปัจจุบัน
   4.1) คลาส receiveController ทำการบันทึกข้อมูลค่าความเค็มของน้ำลงในฐานข้อมูล โดยใช้เมธอด Save Measure Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2) คลาส receiveController ทำการส่งข้อมูลค่าความเค็มของน้ำให้กับยูสเคส GET CURRENT WATER SALINITY เพื่อแสดงข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบันให้กับผู้ใช้งานทราบ

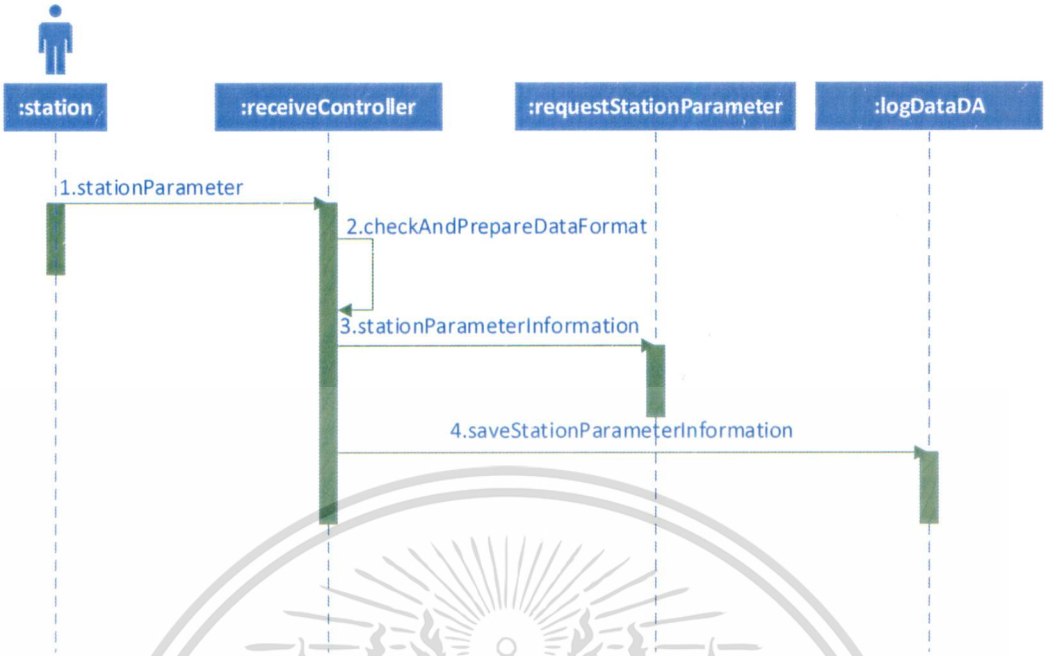


รูปที่ 3.23 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Receive water salinity

3.3.6.2 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของกรณีรับข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ (Receive station parameter)

1) เมื่อสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำทำการส่งรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพให้กับระบบ
2) คลาส receiveController ทำการรับรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพ และทำการตรวจสอบพร้อมทั้งจัดเตรียมรูปแบบข้อมูลด้วยเมธอด Check and Prepare Data format
3) คลาส receiveController ทำการส่งข้อมูลค่าความเค็มของน้ำให้กับยูสเคส REQUEST STATION PARAMETER เพื่อแสดงรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดคุณภาพให้กับผู้ใช้งานทราบต่อไป
4) คลาส receiveController ทำการบันทึกข้อมูลสถานะของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำลงในฐานข้อมูลผ่านคลาส LogDataDA โดยใช้เมธอด Save Station Parameter Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

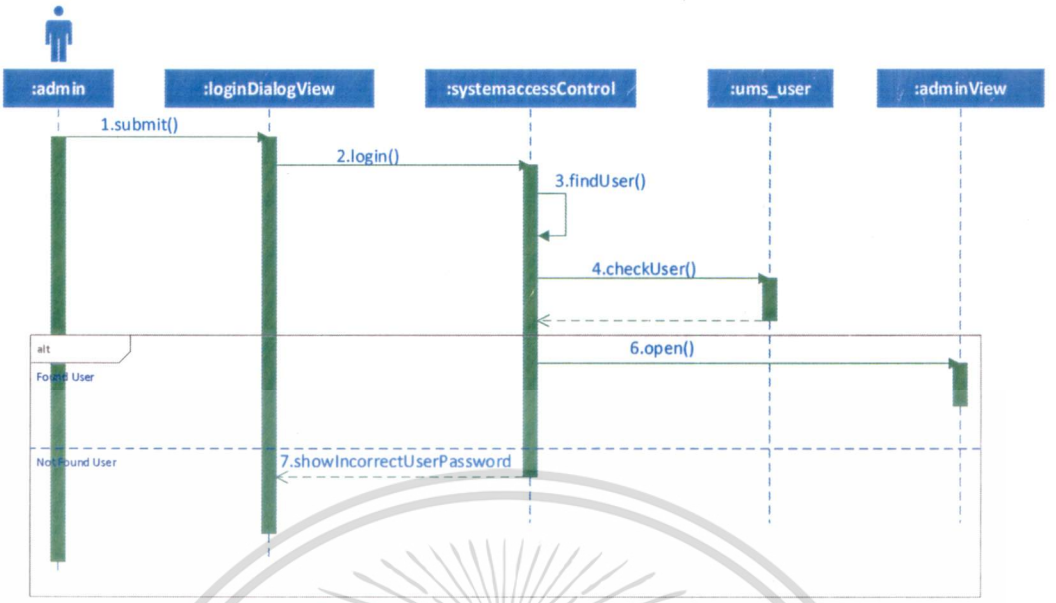


รูปที่ 3.24 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Receive station parameter

3.7 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Login

1) ผู้ดูแลระบบเรียกใช้เมธอด Submit() ของคลาส LoginDialogView ซึ่งเป็น Boundary Class ที่รวบรวม User Interface เพื่อแสดงฟอร์มการเข้าสู่ระบบ
2) เมื่อผู้ดูแลป้อนชื่อและรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ และทำการกดปุ่ม Submit คลาส LoginDialogView จะเรียกใช้คลาส SystemAccessControl ด้วยเมธอด Login() เพื่อจัดการและควบคุมการเชื่อมต่อข้อมูลต่อกับคลาสอื่นๆ ที่ใช้ในการตรวจสอบสิทธิเพื่อเข้าสู่ระบบในบทบาทของผู้ดูแลระบบ
3) คลาส SystemAccessControl จะดำเนินการการตรวจสอบสิทธิเพื่อเข้าสู่ระบบในบทบาทของผู้ดูแลระบบ ด้วยเมธอด FindUser() โดยเรียกใช้คลาส UMS_USER ด้วยเมธอด CheckUser() เพื่อค้นหาชื่อและรหัสผ่านของผู้ดูแลระบบ
4) คลาส UMS_USER จะส่งผลการตรวจสอบสิทธิกลับมายังคลาส SystemAccessControl
5) ถ้าผลการตรวจสอบสิทธิปรากฏว่า พบผู้ใช้งาน
    5.1) คลาส SystemAccessControl เรียกใช้เมธอด Open() ของคลาส AdminView เพื่อทำการเปิดหน้าจอการทำงานของผู้ดูแลระบบ
6) ถ้าผลการตรวจสอบสิทธิปรากฏว่า ไม่พบผู้ใช้งาน
    6.1) คลาส SystemAccessControl ส่งข้อความแสดงผลข้อผิดพลาดในการเข้าใช้ระบบกลับไปยังคลาส LoginDialogView เพื่อรายงานผลลัพธ์ต่อผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Login

3.3.8 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Station receive data

ยูสเคส Station receive data สามารถอธิบายกรณีการทำงานด้วยซีเควนซ์ไดอะแกรม

3.3.8.1 กรณีได้รับการเรียกดูรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

3.3.8.2 กรณีได้รับการเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน

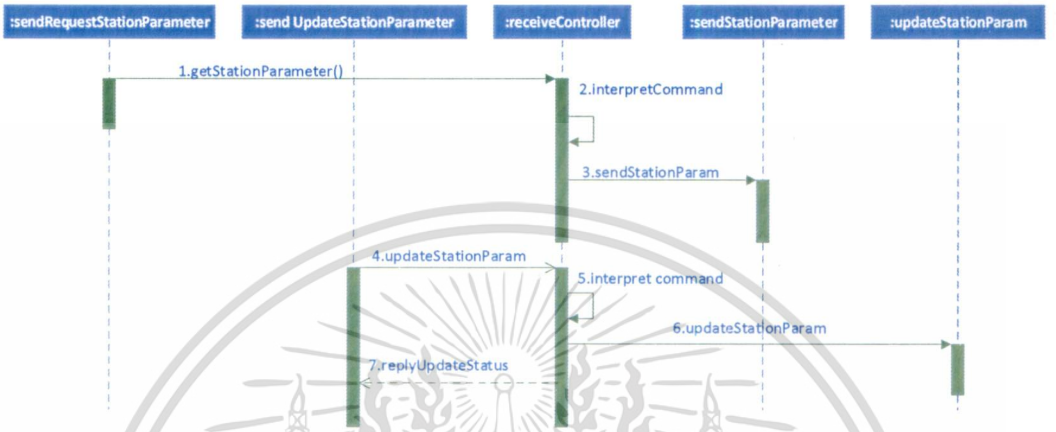
3.3.8.1 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของกรณีได้รับการเรียกดูรายละเอียดตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ (Receive request station parameter)

1) เมื่อสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้รับเมสเซส getStationParameter จากยูสเคส SEND REQUEST STATION PARAMETER โดยคลาส receiveController เป็นคลาสจัดการการติดต่อสื่อสาร
2) คลาส receiveController ทำการรับเมสเซสผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม จากนั้นทำการตรวจสอบและแปรความหมายของเมสเซสด้วยเมธอด Interpret command
3) คลาส receiveController จะดำเนินการร้องขอข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดโดยเรียกใช้ยูสเคส SEND STATION PARAMETER เพื่อดำเนินการส่งข้อมูลตามที่ร้องขอต่อไป
4) เมื่อสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้รับเมสเซส updateStationParam จากยูสเคส SEND UPDATE STATION PARAMETER โดยคลาส receiveController เป็นคลาสจัดการการติดต่อสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) คลาส receiveController ทำการรับเมสเซสผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม จากนั้นทำการตรวจสอบและแปรความหมายของเมสเซสด้วยเมธอด Interpret command

6) คลาส receiveController จะดำเนินการปรับปรุงข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัด โดยเรียกใช้เมธอด updateStationParam ของคลาส updateStationParam



รูปที่ 3.26 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Receive request station parameter

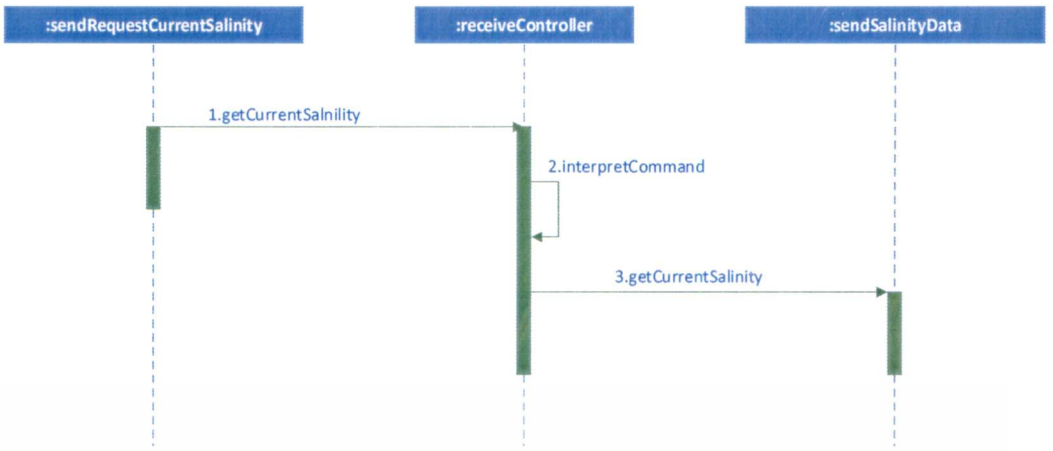
3.3.8.2 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของกรณีได้รับการเรียกดูข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน (Receive request current water salinity)

1) เมื่อสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำได้รับเมสเซส getCurrentWaterSalinity จากยูสเคส SEND REQUEST CURRENT WATER SALINITY โดยคลาส receiveController เป็นคลาสจัดการการติดต่อสื่อสาร

2) คลาส receiveController ทำการรับเมสเซสผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม จากนั้นทำการตรวจสอบและแปรความหมายของเมสเซสด้วยเมธอด Interpret command

3) คลาส receiveController จะดำเนินการร้องขอให้ส่งข้อมูลค่าความเค็มของน้ำปัจจุบัน โดยเรียกใช้เมธอด getCurrentWaterSalinity ของยูสเคส SEND WATER SALINITY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Receive request current water salinity

3.3.9 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Station send data

ยูสเคส Station send data สามารถอธิบายกรณีการทำงานด้วยซีเควนซ์ไดอะแกรม

3.3.9.1 กรณีสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำส่งข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ

3.3.9.2 กรณีสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำส่งข้อมูลตัวแปรสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

3.3.9.1 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของกรณีส่งข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ (Send water salinity)

1) ในกรณีการส่งข้อมูลค่าความเค็มของน้ำถูกกระตุ้นด้วยช่วงเวลาตามที่ได้กำหนดไว้

1.1) Timer Trigger ทำการส่งเมสเซสเพื่อร้องขอข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ โดยใช้เมธอด requestWaterSalinityFromTimer ให้กับยูสเคส Send water salinity

1.2) คลาส sendWaterSalinityController ทำการรับการร้องขอและส่งคำร้องขอให้กับยูสเคส READ WATER SALINITY โดยเรียกเมธอด requestWaterSalinityInformation

1.3) ยูสเคส READ WATER SALINITY ตอบกลับข้อมูลค่าความเค็มของน้ำให้กับคลาส sendWaterSalinityController

1.4) คลาส sendWaterSalinityController ทำการเตรียมรูปแบบและการเชื่อมต่อเพื่อทำการส่งข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ

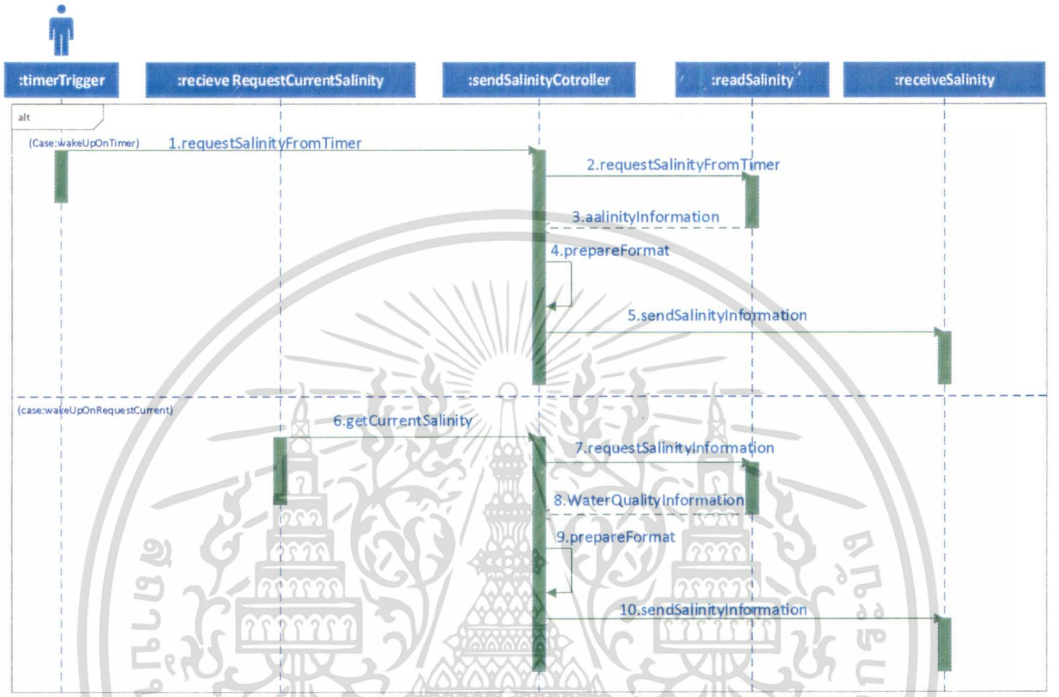
1.5) คลาส sendWaterSalinityController ทำการส่งข้อมูลโดยใช้เมธอด Send Water Salinity Information ให้กับยูสเคส RECEIVE WATER SALINITY

2) ในกรณีการส่งข้อมูลค่าความเค็มของน้ำถูกกระตุ้นด้วยยูสเคส RECIVE REQUEST CURRENT WATER SALINITY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1) ยูสเคส RECIVE REQUEST CURRENT WATER SALINITY ทำการส่งเมสเซสเพื่อร้องขอข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ โดยใช้เมธอด getCurrentWaterSalinity ให้กับยูสเคส Send water salinity

2.2) ทำตามกระบวนการเดิมดังข้อ 1.2 – 1.5



รูปที่ 3.28 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส Send water salinity

3.3.9.2 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของกรณีส่งข้อมูลตัวแปรสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ (SEND STATION PARAMETER)

1) เมื่อยูสเคส RECEIVE REQUEST STATION PARAMETER ภายในสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำส่งเมสเซส sendStationParam ให้แก่ยูสเคส SEND STATION PARAMTER

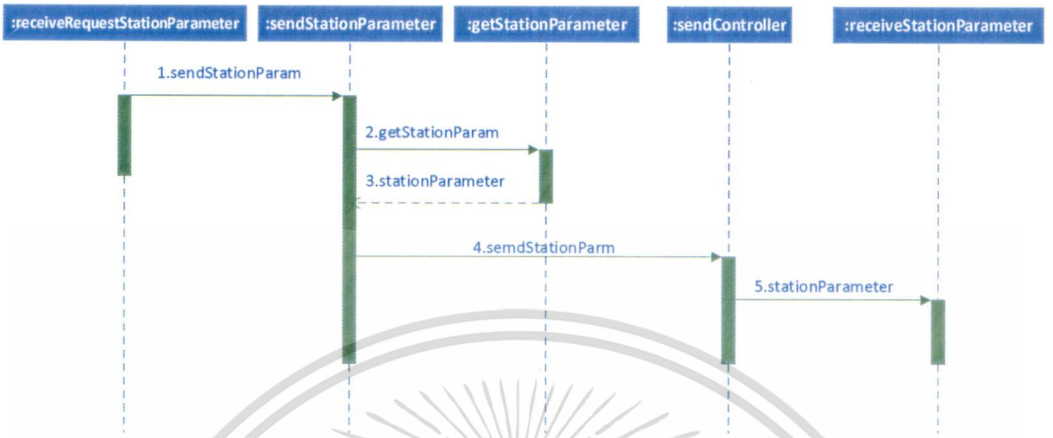
2) ยูสเคส SEND STATION PARAMTER ร้องขอรายละเอียดข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำด้วยเมธอด getStationParam จากคลาส GET STATION PARAMETER

3) คลาส GET STATION PARAMETER ตอบกลับรายละเอียดข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำให้กับยูสเคส SEND STATION PARAMTER

4) ยูสเคส SEND STATION PARAMTER ทำการส่งข้อมูลด้วยเมธอด sendStationParam จากคลาส sendController

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) คลาส sendController จัดการเรื่องการติดต่อสื่อสารและส่งข้อมูลข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำให้กับยูสเคส RECEIVE STATION PARAMETER

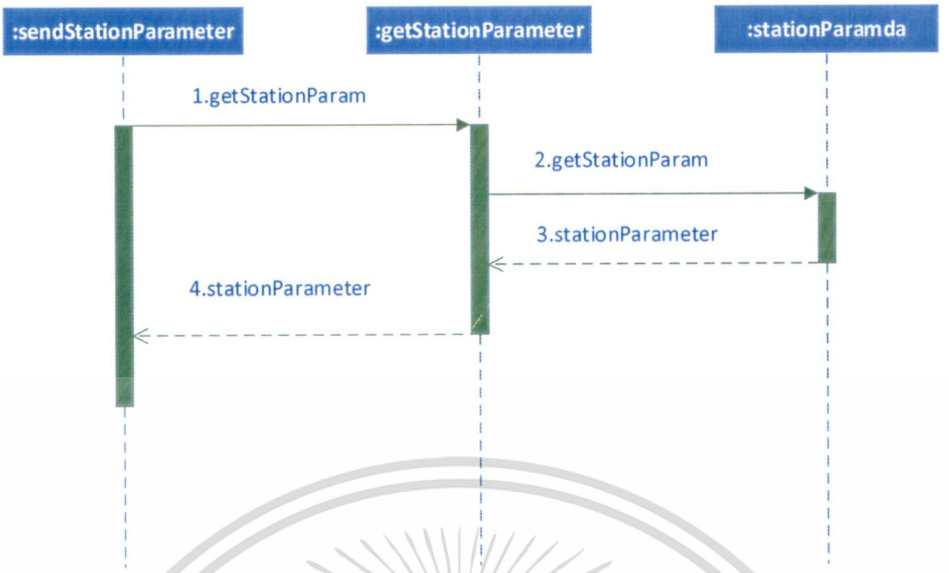


รูปที่ 3.29 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส SEND STATION PARAMETER

3.3.10 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส GET STATION PARAMETER

1) เมื่อยูสเคส SEND STATION PARAMETER ภายในสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำส่งเมสเซส getStationParam ให้แก่ยูสเคส GET STATION PARAMTER
2) ยูสเคส GET STATION PARAMTER ร้องขอรายละเอียดข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำด้วยเมธอด getStationParam จากคลาส stationParamDA
3) คลาส stationParamDA ตอบกลับข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำให้กับยูสเคส GET STATION PARAMTER
4) ยูสเคส GET STATION PARAMTER ตอบกลับข้อมูลตัวแปรของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำให้กับยูสเคส SEND STATION PARAMETER

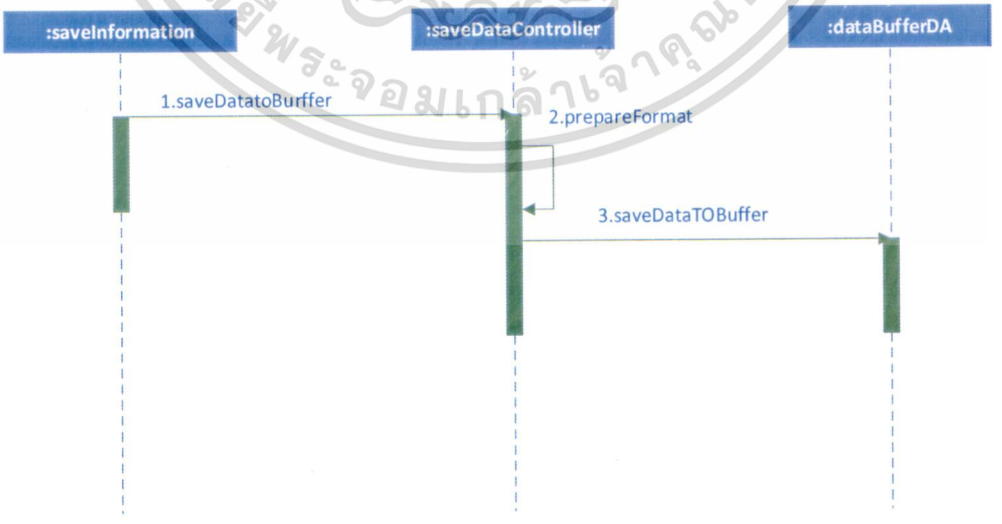
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส GET STATION PARAMETER

3.3.11 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส SAVE DATA TO BUFFER

1) เมื่อยูสเคส SAVE INFORMATION ภายในสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำส่งเมสเซส saveDataToBuffer ให้แก่ยูสเคส SAVE DATA TO BUFFER
2) คลาส saveDataController ทำการจัดเตรียมรูปแบบข้อมูลค่าความเค็มของน้ำด้วยเมธอด prepareFormat
3) คลาส saveDataController ทำการบันทึกข้อมูลค่าความเค็มของน้ำด้วยเมธอด saveDataToBuffer จากคลาส dataBufferDA

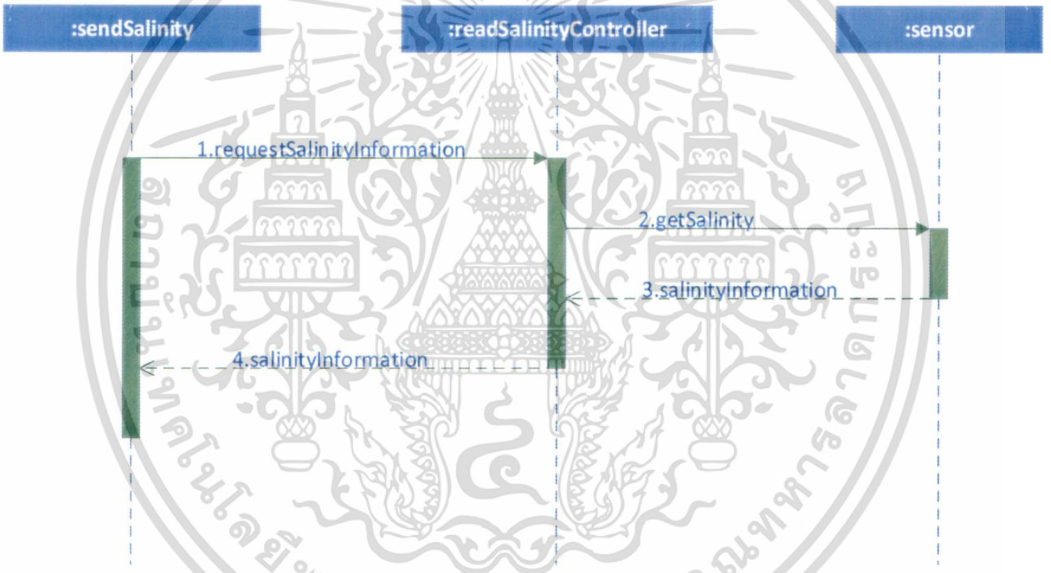


รูปที่ 3.31 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส SAVE DATA TO BUFFER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.12 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส READ WATER SALINITY

1) เมื่อยูสเคส READ WATER SALINITY ภายในสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำส่งเมสเซส requestWaterSalinityInformation ให้แก่ยูสเคส READ WATER SALINITY เพื่อร้องขอข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ
2) คลาส readWaterSalinityController ทำการติดต่อกับเซ็นเซอร์เพื่ออ่านข้อมูลค่าความเค็มของน้ำด้วยเมธอด getWaterSalinity
3) เซ็นเซอร์ทำการตอบกลับข้อมูลค่าความเค็มของน้ำให้กับคลาส readWaterSalinityController
4) คลาส readWaterSalinityController ทำการตอบกลับข้อมูลค่าความเค็มของน้ำให้กับยูสเคส READ WATER SALINITY



รูปที่ 3.32 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของยูสเคส READ WATER SALINITY

3.5 สถาปัตยกรรมระบบ

ในส่วนของสถาปัตยกรรมระบบเป็นส่วนที่อธิบายถึงเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบและภาพรวมของสถาปัตยกรรมระบบ ทั้งในมุมมององค์ประกอบ สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์และโปรโตคอลในการสื่อสาร

3.5.1 เครื่องมือในการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบการเฝ้าระวังการรุกของน้ำเค็ม มีเทคโนโลยีและเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง คือ การประยุกต์ใช้ระบบฝังตัว การสื่อสารไร้สาย และการพัฒนาระบบสารสนเทศในลักษณะเว็บแอบพลิเคชั่น โดยสามารถอธิบายส่วนของระบบออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ส่วนระบบสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

1. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น ET-BASE AVR STAMP ATMEGA 128 ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์หลักในการควบคุมการทำงานของสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ
2. เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO Meter) ทำหน้าที่อ่านค่าความเค็มในแหล่งน้ำ
3. อุปกรณ์แปลงสัญญาณ RF 2.4 GHz และ RS232 ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์สื่อสารไร้สายระหว่างสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำและเครื่องแม่ข่าย
4. โมดูลฐานเวลา โดยใช้โมดูล ET-MINI DS1307 ทำหน้าที่ฐานเวลาในลักษณะนาฬิกาเวลา และปฏิทิน

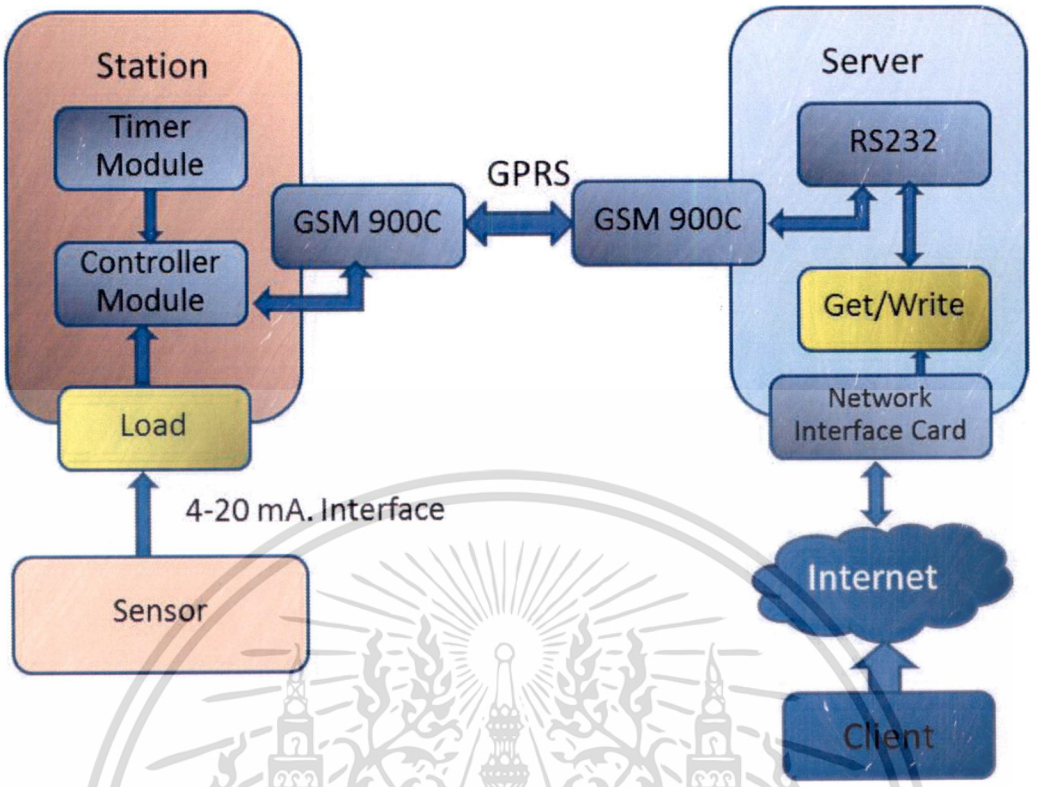
2) ส่วนระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง

1. ระบบบันทึกข้อมูลค่าความเค็มของน้ำลงในระบบฐานข้อมูล
2. ระบบนำเสนอข้อมูลค่าความเค็มของน้ำและเชื่อมต่อการทำงานของผู้ใช้งาน พัฒนาในลักษณะเว็บแอบพลิเคชั่น

ในการเชื่อมต่อการทำงานของระบบทั้งหมดสามารถแสดงดังรูปที่ 3.33 โดยที่สถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับโมดูลฐานเวลาที่ขา PD0 (SCL) และ PD1 (SDA) ของบอร์ด และต่อสัญญาณ 4-20mA เข้ากับ LOAD คือ รีซิสเตอร์ (Resister) 330 โอมห์ (Ohm) ซึ่งคู่มือการใช้งาน HACH แนะนำให้ใช้ไม่เกิน 500 โอมห์ [10] และใช้สูตรในการคำนวณจากสัญญาณ 4-20mA เป็นค่าที่วัดจริง [11] จากนั้นนำแรงดันตกคร่อม LOAD ต่อเข้ากับโมดูลแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC Module) ที่ขา PF0 (ADC0) ของบอร์ด และสุดท้ายเชื่อมต่อพอร์ต UART0 เข้ากับอุปกรณ์แปลงสัญญาณ RF 2.4 GHz ฝั่งสถานีตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

การเชื่อมต่อการทำงานของส่วนระบบบริการแม่ข่ายส่วนกลาง ทำได้โดยต่อสายจากพอร์ต COM เข้ากับอุปกรณ์แปลงสัญญาณ RF 2.4 GHz ฝั่งแม่ข่าย และทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านเครือข่าย LAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



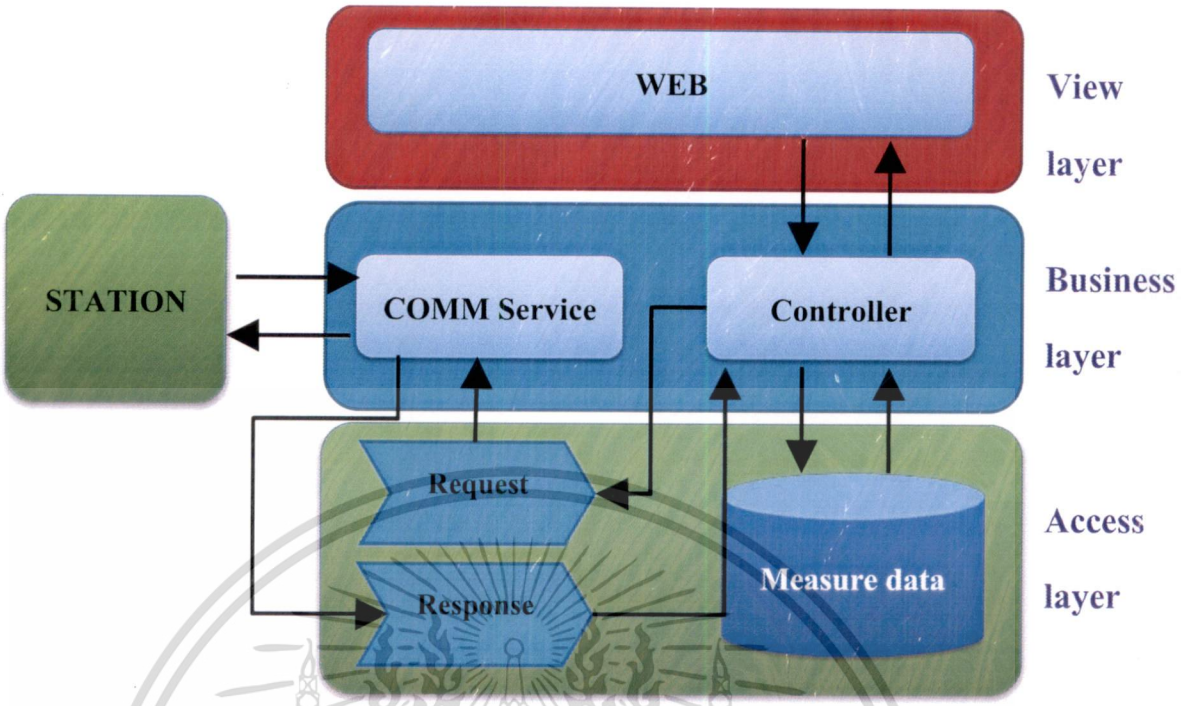
รูปที่ 3.33 การเชื่อมต่อระบบ

3.5.2 ภาพรวมสถาปัตยกรรมระบบ

ทั้งนี้สามารถแสดงรายละเอียดสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ของระบบในรูปแบบ MVC (Model-View-Controller) ที่ถือว่าเป็นแบบแผนสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ ดังรูปที่ 3.34 โดยประกอบด้วย

1. ส่วนของโมเดล ที่เก็บข้อมูล ได้แก่ ฐานข้อมูลค่าความเค็มของน้ำ ข้อมูลการร้องขอและตอบกลับ
2. ส่วนของวิว เป็นส่วนของหน้าจอการใช้งานของผู้ใช้และผู้ดูแลระบบ
3. ส่วนของคอนโทรลเลอร์ เป็นส่วนควบคุม ประมวลผล และตอบสนองการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.34 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ระบบ ในรูปแบบ MVC

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบฐานข้อมูล

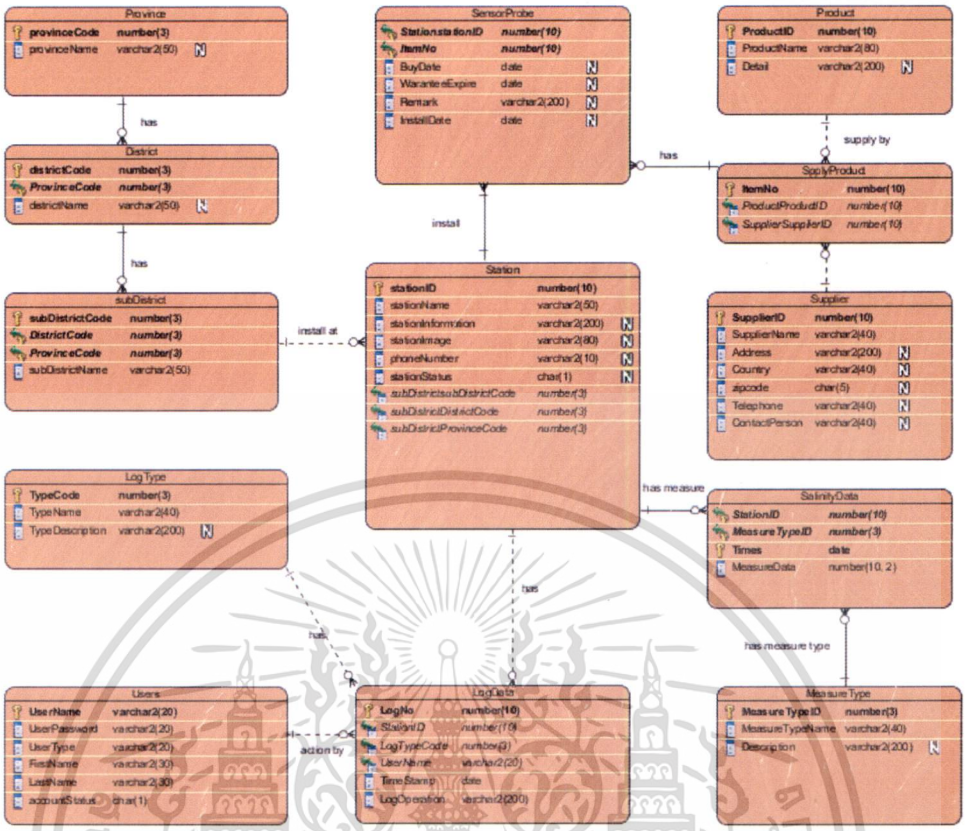
การออกแบบฐานข้อมูลของระบบการเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม มีการออกแบบฐานข้อมูลโดยนำเสนอผ่านแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (อีอาร์ไดอะแกรม) เพื่อนำเสนอรายละเอียดทางด้านโครงสร้างของฐานข้อมูล และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล นอกจากนี้ยังได้แสดงรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูลไว้ในพจนานุกรมข้อมูล ซึ่งแสดงรายละเอียดต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

4.1 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี

ข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับระบบสามารถออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โดยแสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.1 และสามารถอธิบายเอนทิตีในรูปได้ดังนี้

1. LogData หมายถึง บันทึกข้อมูล Log ของการทำงานของสถานีวัดความเค็ม
2. LogType หมายถึง ประเภทของ Log
3. SalinityData หมายถึง ข้อมูลความเค็มที่ตรวจวัดได้
4. MeasureType หมายถึง ประเภทค่าการตรวจวัด
5. Province หมายถึง ข้อมูลจังหวัด
6. District หมายถึง ข้อมูลอำเภอ
7. SubDistrict หมายถึง ข้อมูลตำบล
8. Supplier หมายถึง ข้อมูลผู้จำหน่าย
9. Product หมายถึง ข้อมูลผลิตภัณฑ์เซนเซอร์
10. SupplyProduct หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผู้จำหน่ายแต่ละรายจำหน่าย
11. SensorProbe หมายถึง ข้อมูลเซนเซอร์ที่ติดตั้งของแต่ละสถานี
12. Station หมายถึง สถานีตรวจวัดความเค็ม
13. Users หมายถึง ผู้ใช้งานระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 อีอาร์ไดอะแกรมของระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม

4.2 พจนานุกรมข้อมูล

จากอีอาร์ไดอะแกรมของระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเอนทิตี โดยแสดงผ่านพจนานุกรมข้อมูล ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 LogData เก็บข้อมูลบันทึกข้อมูล Log การทำงานของสถานีวัดความเค็ม

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
LogNo	ลำดับของรายการ Log	Number(10)	No	PK		
StationID	รหัสสถานีตรวจวัดความเค็ม	Number(10)	No		FK	Station
LogTypeCode	รหัสประเภท Log	Number(3)	No		FK	LogType
UserName	ชื่อผู้ใช้งานระบบ	Varchar(20)			FK	Users
TimeStamp	วัน เวลา ที่ดำเนินการ	Date	No			
LogOperation	การดำเนินการ	Varchar (200)	No			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 LogType เก็บข้อมูลประเภทของ Log

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
TypeCode	รหัสประเภท LOG	Number(3)	No	PK		
TypeName	ชื่อประเภท LOG	Varchar (40)	No			
TypeDescription	คำอธิบาย LOG	Varchar (200)	Yes			

ตารางที่ 4.3 SalinityData เก็บข้อมูลค่าความเค็มที่ตรวจวัดได้

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
StationID	รหัสสถานีตรวจวัดความเค็ม	Number(10)	No	PK	FK	Station
MeasureTypeID	รหัสประเภทข้อมูลที่วัดได้	Number(3)	No		FK	Measure Type
Times	วัน เวลา ที่วัดค่า	Date	No			
MeasureData	ข้อมูลค่าที่วัดได้	Number (10,2)	No			

ตารางที่ 4.4 MeasureType เก็บข้อมูลประเภทค่าการตรวจวัด

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
MeasureTypeID	รหัสประเภทค่าการตรวจวัด	Number(3)	No	PK		
MeasureTypeName	ชื่อประเภทค่าการตรวจวัด	Varchar (40)	No			
Description	คำอธิบายเพิ่มเติม	Varchar(200)	Yes			

ตารางที่ 4.5 Province เก็บข้อมูลจังหวัด

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
ProvinceCode	รหัสจังหวัด	Number(3)	No	PK		
ProvinceName	ชื่อจังหวัด	Varchar (50)	No			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 District เก็บข้อมูลอำเภอ

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
ProvinceCode	รหัสจังหวัด	Number(3)	No	PK	FK	Province
DistrictCode	รหัสอำเภอ	Number(3)	No			
DistrictName	ชื่ออำเภอ	Varchar (50)	No			

ตารางที่ 4.7 SubDistrict เก็บข้อมูลตำบล

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
SubDistrictCode	รหัสตำบล	Number(3)	No	PK		
DistrictCode	รหัสอำเภอ	Number(3)	No		FK	District
ProvinceCode	รหัสจังหวัด	Number(3)	No			
SubDistrictName	ชื่อตำบล	Varchar(50)	No			

ตารางที่ 4.8 Supplier เก็บข้อมูลผู้จำหน่ายสินค้า

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
SupplierID	รหัสผู้จำหน่ายสินค้า	Number(10)	No	PK		
SupplierName	ชื่อผู้จำหน่าย	Varchar(40)	No			
Address	ที่อยู่	Varchar(200)	Yes			
Country	ชื่อประเทศหรือเมือง	Varchar (40)	Yes			
Zipcode	รหัสไปรษณีย์	Char(5)	Yes			
Telephone	เบอร์โทรศัพท์	Varchar (40)	Yes			
ContactPerson	ชื่อพนักงานที่ติดต่อ	Varchar (40)	Yes			

ตารางที่ 4.9 Product เก็บข้อมูลสินค้า

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
ProductID	รหัสสินค้า	Number(10)	No	PK		
ProductName	ชื่อสินค้า	Varchar(80)	Yes			
Detail	รายละเอียดเพิ่มเติม	Varchar(200)	Yes			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 SupplyProduct เก็บข้อมูลการจำหน่ายสินค้า

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
ItemNo	ลำดับที่รายการ	Number(10)	No	PK		
ProductID	รหัสสินค้า	Number(10)	No		FK	Product
SupplierID	รหัสผู้จำหน่ายสินค้า	Number(10)	No		FK	Supplier

ตารางที่ 4.11 SensorProbe เก็บข้อมูลหัววัดความเค็มที่ติดตั้งในแต่ละสถานี

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
StationID	รหัสสถานี	Number(10)	No	PK		Station
ItemNo	รหัสหัววัดความเค็ม	Number(10)	No			SupplyProduct
BuyDate	วันที่ซื้อ	Date	Yes			
WaranteeExpire	วันที่สิ้นสุดการประกันสินค้า	Date	Yes			
Remark	หมายเหตุ	Varchar(200)	Yes			
InstallDate	วันที่ดำเนินการติดตั้ง	Date	Yes			

ตารางที่ 4.12 Station เก็บข้อมูลสถานีวัดความเค็ม

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
StationID	รหัสสถานี	Number(10)	No	PK		
StationName	ชื่อสถานี	Varchar(50)	No			
StationInformation	รายละเอียดสถานี	Varchar(200)	Yes			
StationImage	ชื่อไฟล์รูปภาพของสถานี	Varchar(80)	Yes			
PhoneNumber	หมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับรับ-ส่งค่าต่างๆ	Varchar(10)	No			
StationStatus	สถานะของสถานี	Char(1)	No			
SubDistrictCode	รหัสตำบลที่ตั้งของสถานี	Number(3)	No		FK	SubDistrict
DistrictCode	รหัสอำเภอที่ตั้งสถานี	Number(3)			FK	SubDistrict
ProvinceCode	รหัสจังหวัดที่ตั้งสถานี	Number(3)			FK	SubDistrict

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 Users เก็บข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ค่าว่าง	PK	FK	ตารางอ้างอิง
UserName	บัญชีผู้ใช้งาน	Varchar(20)	No	PK		
UserPassword	รหัสผ่าน	Varchar(20)	No			
UserType	ประเภทผู้ใช้งาน	Varchar(20)	No			
FirstName	ชื่อ	Varchar(30)	No			
LastName	นามสกุล	Varchar(30)	No			
AccountStatus	สถานะของบัญชีผู้ใช้งานระบบ	Char(1)	No			

4.3 การสร้างตาราง

จากการออกแบบฐานข้อมูลระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม และได้กำหนดพจนานุกรมข้อมูลพร้อมกฎเกณฑ์ต่างๆ สามารถสร้างตารางดังกล่าวได้ดังนี้

```
ALTER TABLE SALINITY.DISTRICT
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.DISTRICT CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.DISTRICT
(
 PROVINCECODE  NUMBER(3),
 DISTRICTCODE  NUMBER(3),
 DISTRICTNAME  VARCHAR2(50 BYTE)
)
TABLESPACE USERS
PCTUSED    0
PCTFREE    10
INITRANS   1
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
LOGGING
NOCOMPRESS
NOCACHE
NOPARALLEL
MONITORING;

CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.DISTRICT_PK ON SALINITY.DISTRICT
(PROVINCECODE, DISTRICTCODE)
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE    10
INITRANS   2
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
NOPARALLEL;

ALTER TABLE SALINITY.DISTRICT ADD (
 CONSTRAINT DISTRICT_PK
 PRIMARY KEY
 (PROVINCECODE, DISTRICTCODE));

ALTER TABLE SALINITY.DISTRICT ADD (
 CONSTRAINT DISTRICT_FK
 FOREIGN KEY (PROVINCECODE)
 REFERENCES SALINITY.PROVINCE (PROVINCECODE));

ALTER TABLE SALINITY.LOGDATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.LOGDATA CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.LOGDATA
(
 LOGNO       NUMBER(10),
 STATIONID    NUMBER(10),
 LOGTYPECODE  NUMBER(3),
 USERNAME     VARCHAR2(20 BYTE),
 TIMESTAMP    DATE,
 LOGOPERATION  VARCHAR2(200 BYTE)
)
TABLESPACE USERS
PCTUSED   0
PCTFREE   10
INITRANS  1
MAXTRANS  255
STORAGE   (
        PCTINCREASE    0
        BUFFER_POOL    DEFAULT
       )
LOGGING
NOCOMPRESS
NOCACHE
NOPARALLEL
MONITORING;

CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.LOGDATA_PK ON SALINITY.LOGDATA
(LOGNO)
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE   10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
INITRANS  2
MAXTRANS  255
STORAGE   (
          PCTINCREASE    0
          BUFFER_POOL    DEFAULT
         )
NOPARALLEL;

ALTER TABLE SALINITY.LOGDATA ADD (
 CONSTRAINT LOGDATA_PK
 PRIMARY KEY
 (LOGNO));

ALTER TABLE SALINITY.LOGDATA ADD (
 CONSTRAINT LOGDATA_STATIONID_FK
 FOREIGN KEY (STATIONID)
 REFERENCES SALINITY.STATION (STATIONID),
 CONSTRAINT LOGDATA_LOGTYPECODE_FK
 FOREIGN KEY (LOGTYPECODE)
 REFERENCES SALINITY.LOGTYPE (TYPECODE),
 CONSTRAINT LOGDATA_USERNAME_FK
 FOREIGN KEY (USERNAME)
 REFERENCES SALINITY.USERS (USERNAME));

ALTER TABLE SALINITY.LOGTYPE
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.LOGTYPE CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.LOGTYPE
(
  TYPECODE        NUMBER(3),
  TYPENAME        VARCHAR2(40 BYTE),
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 TYPEDESCRIPTION  VARCHAR2(200 BYTE)
)
TABLESPACE USERS
PCTUSED  0
PCTFREE  10
INITRANS  1
MAXTRANS  255
STORAGE  (
        PCTINCREASE    0
        BUFFER_POOL    DEFAULT
       )
LOGGING
NOCOMPRESS
NOCACHE
NOPARALLEL
MONITORING;

CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.LOGTYPE_PK ON SALINITY.LOGTYPE
(TYPECODE)
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE  10
INITRANS  2
MAXTRANS  255
STORAGE  (
        PCTINCREASE    0
        BUFFER_POOL    DEFAULT
       )
NOPARALLEL;

ALTER TABLE SALINITY.LOGTYPE ADD (
  CONSTRAINT LOGTYPE_PK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PRIMARY KEY
(TYPECODE));

ALTER TABLE SALINITY.MEASURETYPE
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.MEASURETYPE CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.MEASURETYPE
(
 MEASURETYPEID   NUMBER(3),
 MEASURETYPENAME  VARCHAR2(40 BYTE),
 DESCRIPTION     VARCHAR2(200 BYTE)
)
TABLESPACE USERS
PCTUSED   0
PCTFREE   10
INITRANS  1
MAXTRANS  255
STORAGE   (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
LOGGING
NOCOMPRESS
NOCACHE
NOPARALLEL
MONITORING;

CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.MEASURETYPE_PK ON
SALINITY.MEASURETYPE
(MEASURETYPEID)
LOGGING
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TABLESPACE USERS
PCTFREE    10
INITRANS   2
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
NOPARALLEL;

ALTER TABLE SALINITY.MEASURETYPE ADD (
 CONSTRAINT MEASURETYPE_PK
 PRIMARY KEY
 (MEASURETYPEID));

ALTER TABLE SALINITY.PRODUCT
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.PRODUCT CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.PRODUCT
(
 PRODUCTID    NUMBER(10),
 PRODUCTNAME  VARCHAR2(80 BYTE)          NOT NULL,
 DETAIL       VARCHAR2(200 BYTE)
)
 TABLESPACE USERS
 PCTUSED    0
 PCTFREE    10
 INITRANS   1
 MAXTRANS   255
 STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
LOGGING
NOCOMPRESS
NOCACHE
NOPARALLEL
MONITORING;

CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.PRODUCT_PK ON SALINITY.PRODUCT
(PRODUCTID)
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE    10
INITRANS   2
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
NOPARALLEL;

ALTER TABLE SALINITY.PRODUCT ADD (
 CONSTRAINT PRODUCT_PK
 PRIMARY KEY
 (PRODUCTID));

ALTER TABLE SALINITY.PROVINCE
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.PROVINCE CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.PROVINCE
(
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 PROVINCECODE  NUMBER(3),
 PROVINCENAME  VARCHAR2(50 BYTE)          NOT NULL
)
TABLESPACE USERS
PCTUSED   0
PCTFREE   10
INITRANS  1
MAXTRANS  255
STORAGE   (
        PCTINCREASE    0
        BUFFER_POOL    DEFAULT
       )
LOGGING
NOCOMPRESS
NOCACHE
NOPARALLEL
MONITORING;

CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.PROVINCE_PK ON SALINITY.PROVINCE
(PROVINCECODE)
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE   10
INITRANS  2
MAXTRANS  255
STORAGE   (
        PCTINCREASE    0
        BUFFER_POOL    DEFAULT
       )
NOPARALLEL;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ALTER TABLE SALINITY.PROVINCE ADD (
 CONSTRAINT PROVINCE_PK
 PRIMARY KEY
 (PROVINCECODE));

ALTER TABLE SALINITY.SALINITYDATA
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.SALINITYDATA CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.SALINITYDATA
(
 STATIONID     NUMBER(10),
 MEASURETYPEID  NUMBER(3),
 TIMES       DATE,
 MEASUREDATA   NUMBER(10,2)
)
TABLESPACE USERS
PCTUSED   0
PCTFREE   10
INITRANS  1
MAXTRANS  255
STORAGE   (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
 LOGGING
 NOCOMPRESS
 NOCACHE
 NOPARALLEL
 MONITORING;
 CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.SALINITYDATA_PK ON
 SALINITY.SALINITYDATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
(STATIONID, MEASURETYPEID, TIMES)
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE    10
INITRANS   2
MAXTRANS   255
STORAGE    (
            PCTINCREASE      0
            BUFFER_POOL      DEFAULT
           )
NOPARALLEL;

ALTER TABLE SALINITY.SALINITYDATA ADD (
 CONSTRAINT SALINITYDATA_PK
 PRIMARY KEY
 (STATIONID, MEASURETYPEID, TIMES));

ALTER TABLE SALINITY.SALINITYDATA ADD (
 CONSTRAINT SALINITYDATA_STATIONID_FK
 FOREIGN KEY (STATIONID)
 REFERENCES SALINITY.STATION (STATIONID));

ALTER TABLE SALINITY.SENSORPROBE
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.SENSORPROBE CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.SENSORPROBE
(
 STATIONID      NUMBER(10),
 ITEMNO         NUMBER(10),
 BUYDATE        DATE,
 WARANTEEEXPIRE  DATE,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 REMARK        VARCHAR2(200 BYTE),
 INSTALLDATE    DATE
)
TABLESPACE USERS
PCTUSED   0
PCTFREE   10
INITRANS  1
MAXTRANS  255
STORAGE   (
        PCTINCREASE    0
        BUFFER_POOL    DEFAULT
       )
LOGGING
NOCOMPRESS
NOCACHE
NOPARALLEL
MONITORING;

CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.SENSORPROBE_PK ON SALINITY.SENSORPROBE
(STATIONID, ITEMNO)
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE   10
INITRANS  2
MAXTRANS  255
STORAGE   (
        PCTINCREASE    0
        BUFFER_POOL    DEFAULT
       )
NOPARALLEL;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ALTER TABLE SALINITY.SENSORPROBE ADD (
 CONSTRAINT SENSORPROBE_PK
 PRIMARY KEY
 (STATIONID, ITEMNO));

ALTER TABLE SALINITY.SENSORPROBE ADD (
 CONSTRAINT SENSORPROBE_ITEMNO_FK
 FOREIGN KEY (ITEMNO)
 REFERENCES SALINITY.SUPPLYPRODUCT (ITEMNO));

ALTER TABLE SALINITY.STATION
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.STATION CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.STATION
(
 STATIONID          NUMBER(10),
 STATIONNAME        VARCHAR2(50 BYTE)       NOT NULL,
 STATIONINFORMATION  VARCHAR2(200 BYTE),
 STATIONIMAGE       VARCHAR2(80 BYTE),
 PHONENUMBER        VARCHAR2(10 BYTE),
 STATIONSTATUS      CHAR(1 BYTE),
 SUBDISTRICTCODE    NUMBER(3),
 DISTRICTCODE       NUMBER(3),
 PROVINCECODE       NUMBER(3)
)
 TABLESPACE USERS
 PCTUSED  0
 PCTFREE  10
 INITRANS  1
 MAXTRANS  255
 STORAGE  (
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
LOGGING
NOCOMPRESS
NOCACHE
NOPARALLEL
MONITORING;

CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.STATION_PK ON SALINITY.STATION
(STATIONID)
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE    10
INITRANS   2
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
NOPARALLEL;

ALTER TABLE SALINITY.STATION ADD (
 CONSTRAINT STATION_PK
 PRIMARY KEY
 (STATIONID));

ALTER TABLE SALINITY.STATION ADD (
 CONSTRAINT STATION_SUBDISTRICT_FK
 FOREIGN KEY (SUBDISTRICTCODE, DISTRICTCODE, PROVINCECODE)
 REFERENCES SALINITY.SUBDISTRICT
(SUBDISTRICTCODE,DISTRICTCODE,PROVINCECODE),
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 CONSTRAINT SENSORPROBE_STATIONID_FK
FOREIGN KEY (STATIONID)
REFERENCES SALINITY.STATION (STATIONID));

ALTER TABLE SALINITY.SUBDISTRICT
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.SUBDISTRICT CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.SUBDISTRICT
(
 SUBDISTRICTCODE  NUMBER(3),
 DISTRICTCODE    NUMBER(3),
 PROVINCECODE    NUMBER(3),
 SUBDISTRICTNAME  VARCHAR2(50 BYTE)        NOT NULL
)
 TABLESPACE USERS
 PCTUSED   0
 PCTFREE   10
 INITRANS  1
 MAXTRANS  255
 STORAGE   (
        PCTINCREASE    0
        BUFFER_POOL    DEFAULT
       )
 LOGGING
 NOCOMPRESS
 NOCACHE
 NOPARALLEL
 MONITORING;

 CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.SUBDISTRICT_PK ON SALINITY.SUBDISTRICT
 (SUBDISTRICTCODE, DISTRICTCODE, PROVINCECODE)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE    10
INITRANS   2
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
NOPARALLEL;

ALTER TABLE SALINITY.SUBDISTRICT ADD (
 CONSTRAINT SUBDISTRICT_PK
 PRIMARY KEY
 (SUBDISTRICTCODE, DISTRICTCODE, PROVINCECODE));

ALTER TABLE SALINITY.SUBDISTRICT ADD (
 CONSTRAINT SUBDISTRICT_FK
 FOREIGN KEY (DISTRICTCODE, PROVINCECODE)
 REFERENCES SALINITY.DISTRICT (PROVINCECODE,DISTRICTCODE));

ALTER TABLE SALINITY.SUPPLIER
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.SUPPLIER CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.SUPPLIER
(
  SUPPLIERID    NUMBER(10),
  SUPPLIERNAME   VARCHAR2(40 BYTE)          NOT NULL,
  ADDRESS       VARCHAR2(200 BYTE),
  COUNTRY       VARCHAR2(40 BYTE),
  ZIPCODE       VARCHAR2(5 BYTE),
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 TELEPHONE     VARCHAR2(40 BYTE),
 CONTACTPERSON  VARCHAR2(40 BYTE)
)
TABLESPACE USERS
PCTUSED    0
PCTFREE    10
INITRANS   1
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
LOGGING
NOCOMPRESS
NOCACHE
NOPARALLEL
MONITORING;

CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.SUPPLIER_PK ON SALINITY.SUPPLIER
(SUPPLIERID)
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE    10
INITRANS   2
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
NOPARALLEL;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ALTER TABLE SALINITY.SUPPLIER ADD (
 CONSTRAINT SUPPLIER_PK
 PRIMARY KEY
 (SUPPLIERID));

ALTER TABLE SALINITY.SUPPLYPRODUCT
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.SUPPLYPRODUCT CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.SUPPLYPRODUCT
(
 ITEMNO     NUMBER(10),
 PRODUCTID  NUMBER(10),
 SUPPLIERID  NUMBER(10)
)
TABLESPACE USERS
PCTUSED    0
PCTFREE    10
INITRANS   1
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
 LOGGING
 NOCOMPRESS
 NOCACHE
 NOPARALLEL
 MONITORING;

 CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.SUPPLYPRODUCT_PK ON
 SALINITY.SUPPLYPRODUCT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
(ITEMNO)
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE    10
INITRANS   2
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
NOPARALLEL;

ALTER TABLE SALINITY.SUPPLYPRODUCT ADD (
 CONSTRAINT SUPPLYPRODUCT_PK
 PRIMARY KEY
 (ITEMNO));

ALTER TABLE SALINITY.SUPPLYPRODUCT ADD (
 CONSTRAINT SUPPLYPRODUCT_PRODUCTID_FK
 FOREIGN KEY (PRODUCTID)
 REFERENCES SALINITY.PRODUCT (PRODUCTID),
 CONSTRAINT SUPPLYPRODUCT_SUPPLIERID_FK
 FOREIGN KEY (SUPPLIERID)
 REFERENCES SALINITY.SUPPLIER (SUPPLIERID));

ALTER TABLE SALINITY.USERS
 DROP PRIMARY KEY CASCADE;
DROP TABLE SALINITY.USERS CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE SALINITY.USERS
(
  USERNAME      VARCHAR2(20 BYTE),
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 USERPASSWORD   VARCHAR2(20 BYTE),
 USERTYPE       VARCHAR2(20 BYTE),
 FIRSTNAME      VARCHAR2(30 BYTE),
 LASTNAME       VARCHAR2(30 BYTE),
 ACCOUNTSTATUS  CHAR(1 BYTE)
)
TABLESPACE USERS
PCTUSED    0
PCTFREE    10
INITRANS   1
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
LOGGING
NOCOMPRESS
NOCACHE
NOPARALLEL
MONITORING;

CREATE UNIQUE INDEX SALINITY.USERS_PK ON SALINITY.USERS
(USERNAME)
LOGGING
TABLESPACE USERS
PCTFREE    10
INITRANS   2
MAXTRANS   255
STORAGE    (
        PCTINCREASE     0
        BUFFER_POOL     DEFAULT
       )
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NOPARALLEL;

ALTER TABLE SALINITY.USERS ADD (
 CONSTRAINT USERS_PK
 PRIMARY KEY
 (USERNAME));
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การพัฒนาระบบงานใหม่

การพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มสำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการวัดค่าความเค็มเพื่อประโยชน์ในการติดตามและเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม ผู้พัฒนาได้ดำเนินการพัฒนาระบบ ทดสอบการทำงานของระบบ และแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ระบบที่พัฒนาใหม่สามารถทำงานได้ตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวได้แบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

5.1. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบใหม่

5.2. การทำงานของระบบงานใหม่

5.3. การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน

5.1.เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มผู้พัฒนาได้มีการสร้างส่วนสถานีวัดความเค็มสำหรับวัดและส่งค่าที่วัดได้ผ่านระบบข้อความสั้น (SMS) มายังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผู้พัฒนาได้จำลองการทำงานทั้งเป็นไคลแอนต์ และเซิร์ฟเวอร์ โดยมีรายละเอียดของสภาพแวดล้อมในการพัฒนาระบบดังนี้

5.1.1. สถานีวัดความเค็ม

ซึ่งสภาพการทำงานปกติจะเป็นทุ่นที่มีการติดตั้งบริเวณปากแม่น้ำเพื่อวัดค่าความเค็ม ณ จุดที่ติดตั้ง สำหรับการเฝ้านระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม แต่สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้พัฒนาได้จำลองสถานีวัดเพื่อพิสูจน์การทำงานในส่วนการวัดค่าและส่งค่าที่วัดได้มายังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเท่านั้น

5.1.1.1.ฮาร์ดแวร์

ในการพัฒนาส่วนสถานีวัดความเค็ม ใช้อุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

- Microcontroller AVR ATmega128A
  - Memory 128 K Bytes
  - EEPROM 4 K Bytes
  - Internal SRAM 4K Bytes
  - Operating Voltages 2.7 – 5.5 Volts
- ET-BASE GSM SIM900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รองรับความถี่ GSM/GPRS 850/900/1800/1900 MHz
- รองรับมาตรฐานคำสั่ง AT Command (GSM 07.07/07.05)
- Operating Voltages 3.2 – 4.8 Volts
- รองรับการเชื่อมต่อภายนอก SIM Card 1.8V และ 3V

5.1.1.2. ซอฟต์แวร์

ในการพัฒนาส่วนสถานีวัดความเค็ม ใช้ซอฟต์แวร์ต่างๆ ดังนี้

- AVR Studio
- Tera Term

5.1.2. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

ผู้พัฒนาได้จำลองสภาพการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายให้มีหน้าที่ควบคุมสั่งการสถานีวัดความเค็ม จัดเก็บค่าที่วัดได้จากทุกสถานี ให้บริการข้อมูลโดยผ่านส่วนต่อประสานการใช้งานของผู้ใช้ในลักษณะเว็บ แอพพลิเคชัน

5.1.2.1. ฮาร์ดแวร์

ในการพัฒนาส่วนของเครื่องแม่ข่าย ใช้อุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

- CPU Intel Core2 Duo
- Memory 1024 MB
- Storage 80 GB
- Graphics Processor Intel Integrated Graphics Media Accelerator X3100
- Interface RS232

5.1.2.2. ซอฟต์แวร์

ในการพัฒนาส่วนของคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ใช้ซอฟต์แวร์ต่างๆ ดังนี้

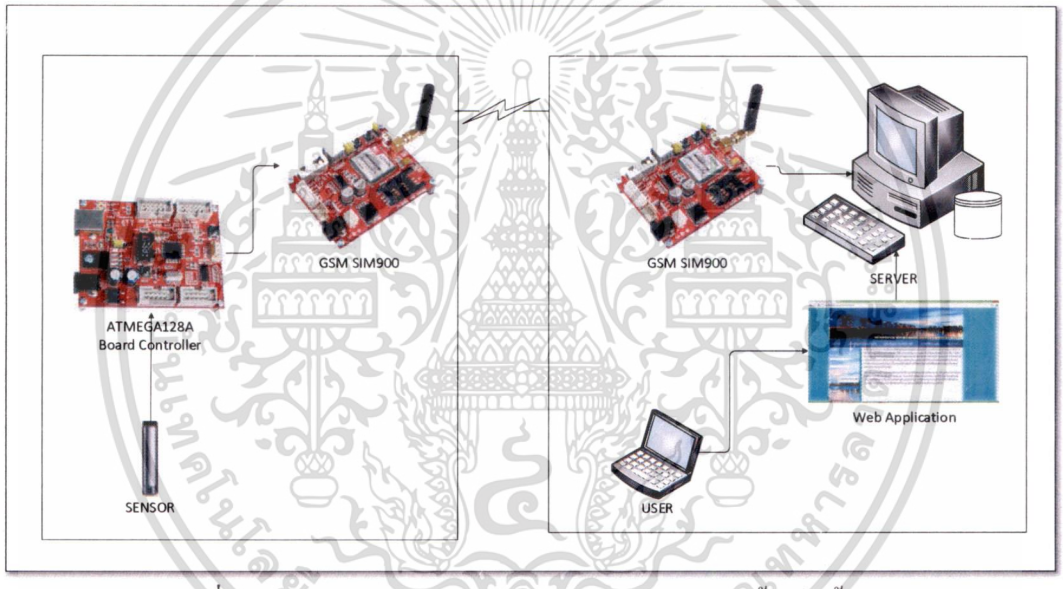
- Microsoft Windows 7
- Apache Version 2.1.10 for Windows
- PHP Version 5.2.6
- Adobe Dreamweaver CS5
- Oracle 10g
- Toad 9.6 for Oracle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Google Chrome Version 32.0.1700.107 m

5.1.3. สถาปัตยกรรมระบบ

ระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม มีการออกแบบสถาปัตยกรรมการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของสถานีวัด ซึ่งมีการติดตั้งเซนเซอร์เพื่อวัดค่าความเค็มของน้ำแล้วส่งค่าที่วัดได้มายังเครื่องแม่ข่ายผ่านระบบการส่งข้อความสั้น (SMS) และส่วนที่ 2 คือส่วนของเครื่องแม่ข่าย ซึ่งทำหน้าที่บันทึกค่าที่ถูกส่งมาจากสถานีวัดและเข้าสู่ฐานข้อมูล นอกจากนั้นเครื่องแม่ข่ายได้ออกแบบให้มีหน้าที่ให้บริการข้อมูลแก่ผู้ใช้ทั่วไปโดยทำงานเป็นแบบเว็บแอพพลิเคชัน ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าใช้บริการโดยเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เมื่อมีการร้องขอจากผู้ใช้เครื่องแม่ข่ายจะสืบค้นข้อมูลและจัดแสดงข้อมูลต่างๆ ตามที่ผู้ใช้ร้องขอ



รูปที่ 5.1 แสดงสถาปัตกรรมของระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม

5.2.การทำงานของระบบงานใหม่

การใช้งานระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม ผู้พัฒนาระบบได้ออกแบบหน้าจอสำหรับผู้ใช้งานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป และส่วนของผู้ดูแลระบบ โดยมีรายละเอียดการใช้งานดังนี้

ส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป

- หน้าจอหลัก
- หน้าจอแสดงข้อมูลความเค็มปัจจุบัน
- หน้าจอแสดงข้อมูลความเค็มย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน้าจอแสดงกราฟสถิติความเค็ม
- หน้าจอเกี่ยวกับระบบ

ส่วนของผู้ดูแลระบบ

- หน้าจอแสดงข้อมูลสถานีตรวจวัดความเค็ม
- หน้าจอแก้ไขข้อมูลสถานีตรวจวัดความเค็ม
- หน้าจอข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับเซ็นเซอร์
- หน้าจอข้อมูลประเภทล็อก
- หน้าจอข้อมูลแหล่งน้ำ
- หน้าจอข้อมูลจังหวัด
- หน้าจอข้อมูลอำเภอ
- หน้าจอข้อมูลตำบล
- หน้าจอข้อมูลผู้จำหน่าย
- หน้าจอข้อมูลการจำหน่ายสินค้า
- หน้าจอข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

5.3.การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน

5.3.1. หน้าจอหลักในส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป

เป็นหน้าจอที่แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม โดยหน้าจอนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนบนของหน้าจอประกอบด้วยรูปภาพแสดงชื่อระบบ และแถบเมนู โดยมีเมนูต่างๆ ดังนี้ หน้าหลัก แสดงข้อมูลความเค็มปัจจุบัน แสดงข้อมูลความเค็มย้อนหลัง กราฟสถิติความเค็ม และเกี่ยวกับระบบ รายละเอียดดังรูปที่ 5.2

รูปที่ 5.2 แสดงหน้าจอหลักสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2. หน้าจอแสดงข้อมูลความเค็มปัจจุบัน

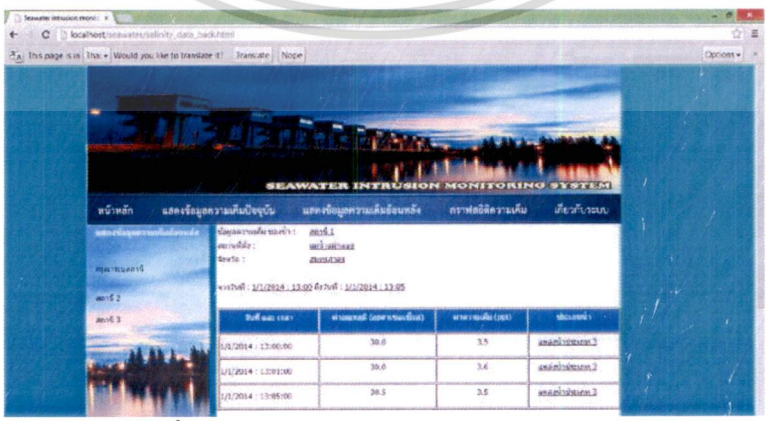
เป็นหน้าจอที่ใช้สำหรับเรียกดูข้อมูลความเค็มในปัจจุบัน โดยเมื่อเรียกเมนูดังกล่าวระบบจะแสดงข้อมูลความเค็มล่าสุดที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลโดยจะแสดงค่าความเค็มปัจจุบันของสถานีที่ 1 เสมอ และเมื่อผู้ใช้งานต้องการเรียกดูข้อมูลความเค็มของสถานีอื่น สามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่มหมายเลขสถานี ซึ่งอยู่บริเวณด้านซ้ายของจอ การแสดงรายชื่อสถานี ระบบจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล รายละเอียดดังรูปที่ 5.3

รูปที่ 5.3 หน้าจอแสดงข้อมูลความเค็มปัจจุบัน

5.3.3. หน้าจอแสดงข้อมูลความเค็มย้อนหลัง

เป็นหน้าจอที่ใช้สืบค้นข้อมูลความเค็มย้อนหลัง โดยผู้ใช้จะต้องระบุพารามิเตอร์ในการสืบค้น หลังจากนั้นระบบจะแสดงผลลัพธ์การสืบค้นในรูปแบบตาราง รายละเอียดดังรูปที่ 5.4 การใช้งานผู้ใช้ต้องทำการเลือกพารามิเตอร์ 3 ค่าดังนี้ คือ

1. *สถานีตรวจวัด* เป็นการระบุสถานีตรวจวัดความเค็มที่ต้องการสืบค้นข้อมูล
2. *วันที่เริ่มต้น* เป็นการระบุวันที่เริ่มต้นของการสืบค้นข้อมูล
3. วันที่สิ้นสุด เป็นการระบุวันที่สิ้นสุดของการสืบค้นข้อมูล



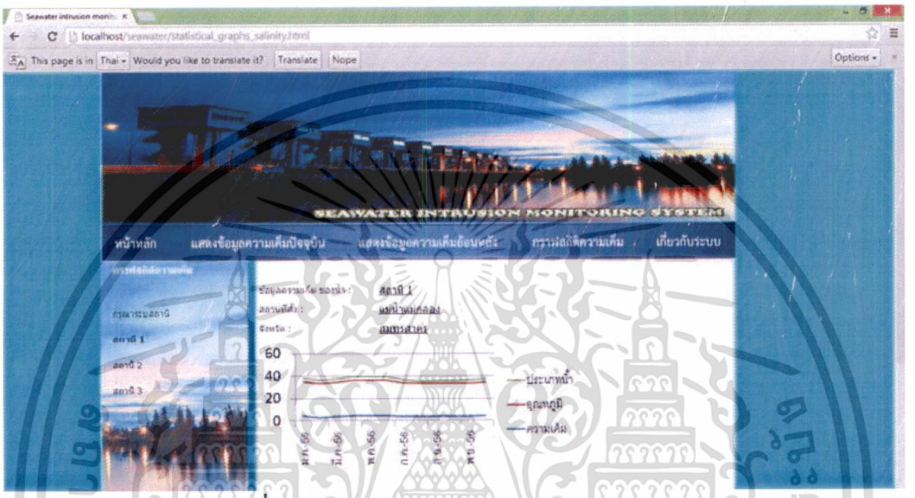
รูปที่ 5.4 หน้าจอแสดงข้อมูลความเค็มย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.4. หน้าจอแสดงกราฟสถิติความเค็ม

เป็นหน้าจอที่ใช้สืบค้นข้อมูลความเค็มย้อนหลัง โดยผู้ใช้จะต้องระบุพารามิเตอร์ในการสืบค้น หลังจากนั้นระบบจะแสดงผลลัพธ์การสืบค้นในรูปแบบของกราฟสถิติความเค็มของสถานีและในช่วงเวลาที่ระบุ รายละเอียดดังรูปที่ 5.5 การใช้งานผู้ใช้ต้องทำการเลือกพารามิเตอร์ 3 ค่าดังนี้ คือ

1. *สถานีตรวจวัด* เป็นการระบุสถานีตรวจวัดความเค็มที่ต้องการสืบค้นข้อมูล
2. *วันที่เริ่มต้น* เป็นการระบุวันที่เริ่มต้นของการสืบค้นข้อมูล
3. *วันที่สิ้นสุด* เป็นการระบุวันที่สิ้นสุดของการสืบค้นข้อมูล



รูปที่ 5.5 แสดงกราฟสถิติความเค็มย้อนหลัง

5.3.5. หน้าจอเกี่ยวกับระบบ

เป็นหน้าจอแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการทำงาน โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของระบบ การออกแบบและพัฒนาระบบ ตลอดจนข้อมูลเกี่ยวกับผู้ดำเนินการวิจัยและพัฒนา รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 5.6

รูปที่ 5.6 หน้าจอแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.6. หน้าจอหลักสำหรับผู้ดูแลระบบ

เป็นหน้าจอหลักสำหรับการดูแลบำรุงรักษาระบบเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม มีจุดประสงค์เพื่อสามารถติดตามสถานะภาพและสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขข้อมูลของ สถานีตรวจวัดความเค็มได้จากระยะไกล โดยไม่จำเป็นต้องเดินทางไปตรวจสอบหรือแก้ไขข้อมูลยังสถานที่ติดตั้ง ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในการบำรุงรักษาระบบได้ รายละเอียดดังรูปที่ 5.7 มีเมนูการทำงานดังนี้

1. แสดงข้อมูลสถานีตรวจวัดความเค็ม เป็นการเรียกตัวข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของสถานีตรวจวัดความเค็ม เช่น ชื่อสถานี สถานที่ตั้ง วันที่และเวลา เบอร์โทรศัพท์
2. แก้ไขข้อมูลสถานีตรวจวัดความเค็ม เป็นการแก้ไขข้อมูลของสถานีตรวจวัดความเค็ม เช่น ชื่อสถานี สถานที่ตั้ง วันที่และเวลา เบอร์โทรศัพท์
3. ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับเซ็นเซอร์ เป็นการบำรุงรักษาข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับเซ็นเซอร์
4. ข้อมูลประเภทล็อก เป็นการบำรุงรักษาข้อมูลประเภทล็อก
5. ข้อมูลแหล่งน้ำ เป็นการบำรุงรักษาข้อมูลแหล่งน้ำ
6. ข้อมูลจังหวัด เป็นการบำรุงรักษาข้อมูลจังหวัด
7. ข้อมูลอำเภอ เป็นการบำรุงรักษาข้อมูลอำเภอ
8. ข้อมูลตำบล เป็นการบำรุงรักษาข้อมูลตำบล
9. ข้อมูลผู้จำหน่าย เป็นการบำรุงรักษาข้อมูลผู้จำหน่ายเซนเซอร์
10. ข้อมูลการจำหน่ายสินค้า เป็นการบำรุงรักษาข้อมูลการจำหน่ายสินค้าของผู้จำหน่ายแต่ละราย เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษา
11. ข้อมูลผู้ใช้งานระบบ เป็นการบำรุงรักษาข้อมูลบัญชีผู้ใช้งานระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

การพัฒนาระบบการเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม เป็นการพัฒนาระบบต้นแบบโดยการประยุกต์ใช้ระบบฝังตัวร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวัดค่าความเค็มสำหรับการติดตามเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มในแหล่งน้ำบริเวณปากแม่น้ำหรือบริเวณพื้นที่เชื่อมต่อกับน้ำทะเล แล้วนำเสนอผลดัชนีความเค็มให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องหรือประชาชนทั่วไปผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เป็นประโยชน์ต่อการควบคุมสถานการณ์การรุกล้ำของน้ำทะเล เพื่อลดผลกระทบหรือความเสียหายที่เกิดขึ้นกับประชากรที่อาศัยหรือประกอบอาชีพทางด้านเกษตรกรรมในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆต่อไปได้

ระบบการเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม ทำการแก้ปัญหาและข้อจำกัดของระบบปัจจุบันให้ระบบมีความสามารถตอบสนองความต้องการ เช่น สามารถตรวจสอบสถานะการทำงาน และการปรับแต่งค่าตัวแปรของสถานีตรวจวัดความเค็มได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายระยะไกล โดยการส่งข้อความสั้น (SMS) อีกทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาและบำรุงรักษาระบบ โดยใช้เทคโนโลยีระบบฝังตัวที่สามารถจัดหาได้ภายในประเทศและมีราคาถูก อีกทั้งพัฒนาโดยใช้ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส์ ได้แก่ ภาษาจาวา ภาษาพีเอชพี

การพัฒนาระบบการเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม ช่วยทำให้เฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มและการบริหารจัดการสถานีตรวจวัดความเค็มสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตามในโครงงานนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ออกแบบเพียงบางส่วนของระบบการเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม ซึ่งอาจยังไม่ครอบคลุมทุกด้าน เมื่อนำไปใช้งานจริงจึงต้องมีการพัฒนาปรับปรุงต่อไปในอนาคต

6.2 ปัญหาและข้อจำกัด

จากการทดสอบระบบการเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม พบว่ามีปัญหาและข้อจำกัดในการใช้งาน ดังนี้

1. ปัญหาค่าใช้จ่ายของการส่งข้อมูลค่าความเค็มจากสถานีวัดไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เนื่องจากการส่งข้อมูลกระทำผ่านการส่งข้อความสั้น (SMS) ของผู้ให้บริการโทรศัพท์มือถือ ทำให้ไม่สามารถส่งข้อมูลค่าความเค็มได้ถี่มากนัก อาจทำให้การเฝ้าระวังขาดการต่อเนื่อง นอกจากนั้นพื้นที่ติดตั้งบางพื้นที่ที่ไม่มีกระแสไฟฟ้า ซึ่งอาจจะต้องใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานแสงอาทิตย์ หรือแบตเตอรี่สำรองไฟ ซึ่งทำให้การดูแลบำรุงรักษามีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

6.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบการเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็มควรมีการปรับปรุงเพิ่มเติมในอนาคต ในส่วนต่างๆ ต่อไปนี้

1. ควรเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากระบบการเฝ้าระวังการรุกล้ำของน้ำเค็ม กับหน่วยงานอื่นๆ โดยใช้เว็บเซอร์วิส
2. การเผยแพร่ข้อมูลความเค็มผ่านเครือข่ายสังคมอื่นๆ เช่น เฟสบุ๊คส์
3. แบบจำลองนำเสนอการประเมินการรุกล้ำของน้ำเค็มในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชาญชัย ศุภอรรถกร. 2551. **คู่มือเรียนเขียนเว็บอีคอมเมิร์ชด้วย PHP+MySQL.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ซัคเซส มีเดีย.

อรุณ ลูกจันทร์. 2552. **การศึกษาการรุกของน้ำเค็มในชั้นน้ำใต้ดินในแอ่งหาดใหญ่โดย ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์.** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เกรียงไกร ตรีฤทธิวิทยา. 2552. **ผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มีต่อสภาพทางชลศาสตร์และความเค็มบริเวณปากแม่น้ำอ่าวไทย.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สิทธิพงษ์ ศุภผลา. 2553. **ผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มีต่อสภาพทางชลศาสตร์และความเค็มบริเวณอ่าวไทย** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์. 2541. **การศึกษาการรุกของน้ำเค็มในคลองอู่ตะเภาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์. 2547.**การศึกษาสภาพอุทกพลศาสตร์และการรุกของน้ำเค็มในทะเลน้อย.** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เกษม ปิ่นทอง. 2541. **การพัฒนารูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้พยากรณ์การแพร่กระจายความเค็มและดัชนีคุณภาพน้ำในทะเลสาบตื้นที่มีทางติดต่อกับทะเล.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

อรุณี ยูวนิยม, ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์ และสมศรี อรุณินท์. 2543. **ผลของคุณภาพน้ำเค็มต่อคุณสมบัติของดินและการทนเค็มของพืช.** ฝ่ายปรับปรุงดินเค็ม กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน

เฉลิมพงศ์ สิมลา. 2552. **ระบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สกล เที่ยงจิตต์.2537. การเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณก่อสร้างระบบป้องกันน้ำเค็ม : ศึกษาเฉพาะกรณีตำบลแพรกหนามแดง. มหาวิทยาลัยมหิดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายนิรัช ร่มเย็น
วัน เดือน ปีเกิด	18 พฤศจิกายน 2511
ที่อยู่	35/101 หมู่ที่ 2 หมู่บ้านภัสสร 12 ถนนเลียบคลองสาม ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จ.ปทุมธานี 10120
อีเมล	nirach_romyen@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

2539	ศิลปศาสตร์บัณฑิต สาขาการจัดการทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยวไลยอลงกรณ์
2542	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้