# การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า

โดย

นายธนานิวัฒน์ สัตย์นาโค

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

# การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า

โดย

นายธนานิวัฒน์ สัตย์นาโค

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

# A DEVELOPMENT OF EXPERT SYSTEM TO SUPPORT THE CYCLE MAKE UP WATER TREATMENT SYSTEM OPERATION IN POWER PLANT

By

Mr. Thananiwat Satnako

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

Master of Engineering Program in Engineering Management

Department of Industrial Engineering and Management

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2014

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า” เสนอโดย นายธนานิวัฒน์ สัตย์นาโค เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

……..
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.สิทธิชัย แซ่เหล่ม)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ ศิริโอฬาร)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร)
...../...../.....

55405306 : สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

คำสำคัญ : ระบบผู้เชี่ยวชาญ, ระบบผลิตน้ำ, อนุมานแบบไปข้างหน้า

ธนานิวัฒน์ สัตย์นาโค : การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ. ดร. ประจวบ กล่อมจิตร. 156 หน้า.

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเบื้องต้นในกระบวนการผลิตน้ำของโรงไฟฟ้า โดยมุ่งเน้นให้เป็นฐานความรู้ให้กับพนักงานเดินเครื่องในการตัดสินใจและลดข้อผิดพลาดในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำ ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ได้รวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นจากสัญญานแจ้งเตือนที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิตน้ำ และใช้วิธีการแบบต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) ในการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นการตั้งคำถามให้ตอบเพื่อลดกลุ่มคำตอบที่เป็นไปได้ลงจนเหลือคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว จากนั้นจึงพัฒนาโปรแกรมบนเปลือกผู้เชี่ยวชาญโปรแกรม Exsys Corvid Version 6 โดยใช้วิธีการแทนความรู้แบบกฎ (IF/THEN Rules) มีจำนวนกฎทั้งหมด 180 กฎ และใช้กลไกในการอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining) โดยผลการวิจัยและทดสอบใช้งานพบว่า โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถใช้ในการแก้ไขปัญหาได้สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ 92.5% และการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานอยู่ในระดับดีทั้งผู้เชี่ยวชาญและพนักงานตำแหน่งอื่นมีคะแนนเฉลี่ย 4.00 และ 4.20 ตามลำดับ และพบว่าเมื่อใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญพนักงานเดินเครื่องสามารถแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดสัญญาณแจ้งเตือนได้เร็วขึ้น

---

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ลายมือชื่อนักศึกษา ..... ปีการศึกษา 2557

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์.....

55405306 : MAJOR : ENGINEERING MANAGEMENT

KEYWORDS: EXPERT SYSTEM, CYCLE MAKE UP WATER TREATMENT SYSTEM, FORWARD CHAINING

THANANIWAT SATNAKO : A DEVELOPMENT OF EXPERT SYSTEM TO SUPPORT THE CYCLE MAKE UP WATER TREATMENT SYSTEM OPERATION IN POWER PLANT. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. PRACHUAB KLOMJIT, PH.D., 156 pp.

The research presents the development of the expert system to support the cycle make up water treatment system operation in power plant. Its purpose is to be a knowledge base for operator to reduce mis-operation in demineralized water production process. It is implemented with the expert system shell Exsys Corvid by using IF/THEN Rules amount 180 rules with Forward Chaining Inference Engine. The result of this study indicates that the expert system has an accuracy 92.5% compare with human expert diagnosis. The satisfaction evaluation for using the expert system is tested by human expert who the operator of the cycle make up water plant and other operators. The results of both are in good level with the average value 4.00 and 4.20 respectively. Moreover the operator can diagnose the problem faster when using the expert system that is useful for new operator.

---

Department of Industrial Engineering and Management Graduate School, Silpakorn University

Student's signature ……. Academic Year 2014

Thesis Advisor's signature …….....

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และยังเสียสละเวลาในการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ด้วยความตั้งใจและเต็มใจอย่างยิ่งตลอดมา รวมทั้งขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์ยิ่งต่อการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณพนักงานเดินเครื่อง โครงการเดินเครื่องและบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าราชบุรีเพาเวอร์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ให้ข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งความร่วมมือต่างๆ ในการทำแบบประเมินที่เป็นประโยชน์ยิ่งสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณพ่อแม่ และขอบคุณภรรยาที่เป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุนช่วยเหลือจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเสร็จสิ้นลงได้ด้วยดี

# สารบัญ

**หน้า**


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

ที่มาและความสำคัญของปัญหาของงานวิจัย ..... 1

วัตถุประสงค์งานวิจัย ..... 4

ขอบเขตงานวิจัย ..... 4

ขั้นตอนการวิจัย ..... 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 5

นิยามคำศัพท์ ..... 5

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม ..... 7

ระบบผู้เชี่ยวชาญ ..... 7

แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของ Corvid ..... 10

ต้นไม้ตัดสินใจ ..... 31

ระบบผลิตน้ำปราศจากแร่ธาตุ ..... 33

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 36

บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย ..... 39

การวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา ..... 40

หน้า

การออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ ..... 43
การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ..... 47
การทดสอบความถูกต้องและปรับปรุงระบบผู้เชี่ยวชาญ ..... 54
การประเมินผลโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ..... 54
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย ..... 55
การทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ..... 57
การประเมินผลระบบผู้เชี่ยวชาญ ..... 65
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ ..... 70
สรุปผลการศึกษา ..... 70
ปัญหาและอุปสรรค ..... 71
ข้อเสนอแนะ ..... 71
รายการอ้างอิง ..... 72
ภาคผนวก ..... 74
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า ..... 75
ภาคผนวก ข แบบประเมินระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า ..... 80
ภาคผนวก ค การแทนความรู้แบบกฎของระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า ..... 88
ประวัติผู้วิจัย ..... 155

**สารบัญตาราง**

**ตารางที่** **หน้า**


1 แสดงตัวอย่างความเสียหายที่เกิดจากการผลิตน้ำไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด.....2

2 แสดงตัวอย่างแนวทางการวิเคราะห์เมื่อสัญญาณแจ้งเตือนเกิดขึ้น.....44

3 แสดงสัญญาณแจ้งเตือนและจำนวนกฎของแต่ละสัญญาณแจ้งเตือน .....55

4 แสดงสัญญาณแจ้งเตือนและจำนวนกฎของแต่ละสัญญาณแจ้งเตือน (ต่อ).....56

5 แสดงผลการวินิจฉัยของพนักงานเดินเครื่องระบบผลิตน้ำเปรียบเทียบ
กับระบบผู้เชี่ยวชาญ .....65

6 แสดงผลการคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในหัวข้อประเมินต่างๆ .....67

7 แสดงการกำหนดช่วงระดับเกณฑ์และการแปลความหมาย.....68

8 แสดงเวลากรณีไม่ได้ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยสัญญาณแจ้งเตือนที่เกิดขึ้น.....69

9 แสดงเวลากรณีใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยสัญญาณแจ้งเตือนที่เกิดขึ้น.....69

10 แสดงแบบประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยตัวอย่าง 20 ข้อ .....81

11 แสดงแบบประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยตัวอย่าง 20 ข้อ (ต่อ).....82

12 แสดงแบบประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยตัวอย่าง 20 ข้อ (ต่อ).....83

13 แสดงแบบประเมินด้านการใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ .....84

14 แสดงผลการวินิจฉัยกรณีตัวอย่างของสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) 20 ข้อ .....85

15 แสดงผลการวินิจฉัยกรณีตัวอย่างของสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) 20 ข้อ (ต่อ).....86

16 แสดงผลการวินิจฉัยกรณีตัวอย่างของสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) 20 ข้อ (ต่อ).....87

## สารบัญภาพ

**ภาพที่** **หน้า**


1 แสดงการเกิดตะกรัน (Scale) ในท่อของหม้อไอน้ำ ....1
2 แสดงสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ที่ DCS ....3
3 แสดงองค์ประกอบพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ....8
4 แสดงหน้าต่างแก้ไขตัวแปร ....16
5 แสดงช่องทางที่จะใช้ในการถาม-ตอบกับผู้ใช้งาน....17
6 แสดงหน้าต่างกล่องตรรกะของ Corvid ....18
7 แสดงกล่องตรรกะ ....18
8 แสดงมุมมองของกฎ....19
9 แสดงกล่องตรรกะที่ได้....19
10 แสดงโครงสร้างของแต่ละกฎ....20
11 แสดงโครงสร้างของแต่ละกฎ....21
12 แสดงหน้าต่าง Meta Block....21
13 แสดงแผ่นงานข้อมูลของแต่ละผลิตภัณฑ์....22
14 แสดงกล่องคำสั่ง....23
15 แสดงหน้าต่างตัวสร้างคำสั่ง....24
16 แสดงหน้าต่างพิมพ์ของกล่องตรรกะ ....25
17 แสดงหน้าต่างคำถาม ....26
18 แสดงหน้าต่างการแก้ไขรูปแบบ ....27
19 แสดงหน้าต่าง Applet Option ....29
20 แสดงโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจ....32
21 แสดงแผนผังโรงผลิตน้ำปราศจากแร่ธาตุ ....33
22 แสดง Diagram การผลิตน้ำปราศจากแร่ธาตุ....35

**ภาพที่** **หน้า**


23 แสดงโครงสร้างการควบคุมระบบผลิตน้ำ (System Configuration) ....36

24 แสดงขั้นตอนในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ....40

25 แสดงสัญญาณแจ้งเตือนบนหน้าจอ ....42

26 แสดงการประชุมสอบถามจากพนักงานเดินเครื่อง ....43

27 แสดงโครงสร้างการออกแบบต้นไม้ตัดสินใจของระบบผู้เชี่ยวชาญ....45

28 แสดงโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจของสัญญาณแจ้งเตือน NaOH Concentration High....46

29 แสดงหน้าหลักของโปรแกรม Exsys Corvid ....48

30 แสดงหน้าต่างเลือกชนิดตัวแปร ....48

31 แสดงการกำหนดคำถามในแถบ Prompt....49

32 แสดงการเลือก Image Map ในแถบ Ask With ....49

33 แสดงการกำหนดพื้นที่หน้าจอ Hot Spot Editor....50

34 แสดงการการใช้ Other Graphic เพื่อเพิ่มข้อมูล....50

35 แสดงการเลือกประเภทตัวแปรความเชื่อมั่น (Confidence Variable)....51

36 แสดงการคำตอบสุดท้ายของระบบผู้เชี่ยวชาญ ....51

37 แสดงการเพิ่ม Logic ในโปรแกรม ....52

38 แสดงการใช้กล่องคำสั่ง (Command Block) ....52

39 แสดงการ Start Apache Tomcat ....53

40 แสดงหน้า Title ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ....53

41 แสดงหน้าจอก่อนการ Start Tomcat ....57

42 แสดงการหน้าจอหลังจากกด Start Tomcat....58

43 แสดงการหน้าจอการ Run Tomcat....58

44 แสดงการหน้าจอหลักพร้อมที่จะ Run โปรแกรม ....59

45 แสดงการหน้าจอ Title ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ....59

46 แสดงการหน้าจอหลักของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ....60

47 แสดงการหน้าจอของส่วน Chemical Preparation....60

**ภาพที่** **หน้า**


48 แสดงการหน้าจอคำถามตรวจสอบความเข้มข้นของ NaOH ..... 61

49 แสดงการหน้าจอคำถามตรวจสอบการทำงานของ Caustic Dosing Pump..... 62

50 แสดงการหน้าจอคำถามตรวจสอบ Flow Transmitter ..... 62

51 แสดงการหน้าจอคำถามตรวจสอบการทำงานของ Control Valve..... 63

52 แสดงการหน้าจอคำถามตรวจสอบการทำงานของ Reg. Water Transfer Pump ..... 63

53 แสดงการหน้าจอคำตอบเป็นคำแนะนำให้กับผู้ใช้งาน..... 64

54 แสดงการหน้าจอ Water Treatment Operation Time Chart ..... 64

55 แสดงการประเมินด้านระยะเวลาการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ ..... 68

56 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม Exsys Corvid..... 77

57 แสดงการเปิด Corvid Project..... 78

58 แสดงหน้าต่างก่อนการ Start Tomcat..... 78

59 แสดงหน้าต่าง Tomcat Running ..... 79

60 แสดงหน้า Title ของระบบผู้เชี่ยวชาญ..... 79

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาของงานวิจัย

ปัจจุบันน้ำนับเป็นทรัพยากรอย่างหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านการอุปโภคและบริโภค ส่วนด้านอุตสาหกรรมก็จำเป็นต้องใช้น้ำปริมาณมากในกระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการหล่อเย็น, กระบวนการทำละลาย เป็นต้น เช่นเดียวกับโรงไฟฟ้าที่จำเป็นต้องใช้น้ำในการผลิตไอน้ำนำไปถ่ายเทพลังงานให้กับเครื่องกังหันไอน้ำเพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า โดยน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าต้องเป็นน้ำปราศจากแร่ธาตุ (Demineralized Water) ที่มีการควบคุมคุณภาพของน้ำเป็นอย่างดี ซึ่งโรงไฟฟ้าแต่ละโรงมีวิธีการทำน้ำให้เป็นน้ำปราศจากแร่ธาตุที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงสภาพแหล่งน้ำ ความต้องการใช้น้ำของหม้อไอน้ำ คุณภาพของน้ำ วิธีการ นำมาประกอบกับข้อพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์ในด้านต้นทุนค่าใช้จ่าย ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องใช้ ค่าใช้จ่ายในขณะผลิตน้ำ เช่น ค่าสารเคมีชนิดต่างๆ ค่าไฟฟ้า รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น โดยปกติแล้วน้ำจะมีสิ่งเจือปนอยู่เสมอไม่มากก็น้อย สารเจือปนเหล่านี้เป็นตัวการทำอันตรายต่อหม้อไอน้ำ ผลเสียหายที่เกิดกับหม้อไอน้ำเนื่องจากสารเจือปนเหล่านี้แยกได้เป็น Corrosion, Scale, Carryover ซึ่งจะทำให้กระทบต่อการผลิตไฟฟ้าได้

ภาพที่ 1 แสดงการเกิดตะกรัน (Scale) ในท่อของหม้อไอน้ำ

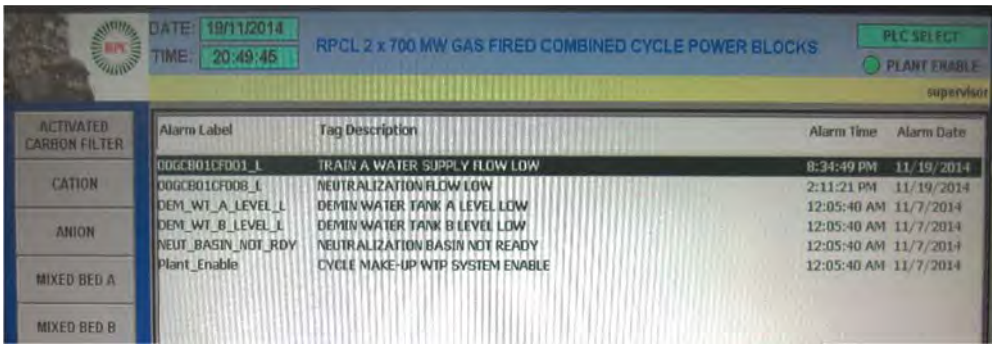
โรงไฟฟ้ากรณีศึกษา เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมมีกำลังการผลิตรวม 1,400 เมกะวัตต์ โดยที่โรงไฟฟ้ามีระบบการผลิตน้ำ (Cycle Make Up Water Treatment System) ซึ่งเป็นการนำน้ำมาผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อให้ได้น้ำปราศจากแร่ธาตุที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า น้ำปราศจากแร่ธาตุที่ผลิตได้ต้องมีการควบคุมคุณภาพให้ได้ค่าตามที่กำหนด เพื่อไม่ให้เป็นสาเหตุของความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับหม้อไอน้ำหรืออุปกรณ์สำคัญต่างๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้าได้ สำหรับโรงไฟฟ้าตัวอย่างเคยเกิดเหตุการณ์การผลิตน้ำที่ไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด เช่น กรณีค่า Silica เกินค่ากำหนดซึ่งทำให้เกิดความหายหรือค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นได้ ดังแสดงได้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างความเสียหายที่เกิดจากการผลิตน้ำไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด

| ปีที่เกิดเหตุการณ์ | สาเหตุ | ความเสียหาย | มาตรการป้องกัน |
|---|---|---|---|
| 2552 | ปรับ Conductivity Alarm Set Point เพิ่มจาก 0.1 us/cm เป็น 100 us/cm | น้ำจาก Demin. Storage Tank-A ปริมาณ ~7000 $m^3$ | 1. จัดให้มี Regen. Log Sheet<br>2. ให้มีการอบรมเกี่ยวกับระบบผลิตน้ำให้พนักงานเดินเครื่อง<br>3. การ Regen. ให้ทำเฉพาะกะเช้าเท่านั้น<br>4. การตรวจสอบ Silica ให้ทำเดือนละครั้ง |
| 2553 | Regeneration โดยที่ไม่มี NaOH และ Silica analyzer malfunction | น้ำจาก Demin. Storage Tank-A & B ปริมาณ ~14000 $m^3$ | 1. การผลิตน้ำให้ทำเฉพาะกะเช้าและตรวจสอบค่า Silica วันละสองครั้ง<br>2. HCl และ NaOH Storage Level จะต้องตรวจสอบก่อนการ Regeneration |
| 2558 | Silica online analyzer malfunction | สารเคมีที่ใช้ในการ Regen. ใหม่ และน้ำจาก Demin. Storage Tank บางส่วน ~1000 $m^3$ | 1. ตรวจสอบค่า Silica เปรียบเทียบกับ Standard Silica Solution 500 ppb อาทิตย์ละครั้ง<br>2. เมื่อค่า Conductivity หรือค่า Silica อ่านได้ต่ำผิดปกติ จะต้องทำการตรวจสอบ Analyzer |

ในการควบคุมกระบวนการผลิตน้ำของโรงไฟฟ้าสามารถควบคุมได้ด้วยระบบ DCS (Distributed Control System) ซึ่งระบบ DCS เป็นการนำเอาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม มาประยุกค์ใช้ในงานด้านการควบคุม โดยเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถควบคุมการทำงานผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลหรือค่าต่างๆของกระบวนการ เช่น อุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหล ระดับ มาทำการแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ และจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการประมวลผลเพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการต่อไป

ระบบ DCS จะใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบการผลิตน้ำ เช่น การตรวจสอบค่าควบคุมต่างๆ, การตั้งค่าการทำงานของมอเตอร์, การตั้งเวลาการทำงานของระบบ เป็นต้น และยังมีส่วนของสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ซึ่งเป็นส่วนแสดงความสภาวะผิดปกติของการทำงานของระบบหรืออุปกรณ์ต่างๆในระบบ ซึ่งสภาวะผิดปกติเหล่านี้ยังสามารถส่งไปพิมพ์ยังเครื่องพิมพ์ (Printer), ทำให้เกิดเสียงแจ้งเตือน (Audio annunciator) พร้อมทั้งสามารถเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนเพื่อการค้นหาในอนาคตได้




ภาพที่ 2 แสดงสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ที่หน้าจอ DCS

ส่วนของสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) มีความสำคัญกับงานควบคุมเป็นอย่างมาก เป็นสิ่งที่แจ้งเตือนพนักงานเดินเครื่องให้ทราบถึงความผิดปกติต่างๆของระบบหรืออุปกรณ์ เพื่อให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจและแก้ไขความผิดปกตินั้นๆ โดยพนักงานเดินเครื่องนั้นจะต้องเป็นผู้มีความรู้และทักษะ สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อหาวิธีการดำเนินการแก้ไขได้อย่างถูกต้อง หากพนักงานเดินเครื่องขาดความรู้หรือประสบการณ์อาจจะต้องใช้เวลามากในการตรวจสอบและแก้ไข

ซึ่งบางครั้งหากมีการแก้ไขไม่ถูกต้องอาจส่งผลกระทบต่อการผลิตน้ำหรืออุปกรณ์ของโรงไฟฟ้าเสียหายได้

ในการทำงานปกตินั้นพนักงานเดินเครื่องมีเพียงกะละคนโดยจะทำงานร่วมกับทางนักเคมีประจำโรงไฟฟ้า ซึ่งนักเคมีจะทำงานเฉพาะเวลากลางวัน หากเกิดปัญหาบางครั้งอาจไม่สามารถแก้ปัญหาได้จำเป็นต้องรอนักเคมีแนะนำทำให้ไม่สามารถทำการผลิตน้ำได้ตามกระบวนการผลิต อนึ่งพนักงานเดินเครื่องที่มีความรู้และประสบการณ์ในระดับผู้เชี่ยวชาญในหน่วยงานมีน้อย ซึ่งมาจากการเปลี่ยนตำแหน่ง โยกย้าย หรือออกจากงาน การสูญเสียพนักงานเดินเครื่องที่มีความรู้ความชำนาญย่อมทำให้เกิดผลกระทบต่อการปฏิบัติงานได้ แม้จะมีพนักงานใหม่มาทดแทนแต่จำเป็นต้องอาศัยระยะเวลาในการศึกษาและสะสมประสบการณ์ ดังนั้นการจัดเก็บองค์ความรู้ให้เป็นระบบจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

การจัดเก็บองค์ความรู้ให้เป็นระบบ โดยการจัดทำเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ซึ่งต้องใช้องค์ความรู้ อันประกอบด้วยความรู้จากคู่มือและความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้องตามสถานการณ์ จึงเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อพนักงานเดินเครื่องให้ทำงานได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

## 1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาเบื้องต้นในระบบผลิตน้ำ (Cycle Make Up Water Treatment System) เมื่อเกิดสัญญานแจ้งเตือน (Alarm)

1.2.2 เพื่อช่วยในการตัดสินใจและสามารถลดข้อผิดพลาดในการทำงานของพนักงานเดินเครื่องระบบผลิตน้ำในการตรวจสอบ วิเคราะห์สาเหตุ และแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง

1.2.3 เพื่อรวบรวมและสร้างฐานความรู้เกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาระบบผลิตน้ำให้แก่พนักงานเดินเครื่องใหม่

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 งานวิจัยนี้ศึกษาข้อมูลจากโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา และกลุ่มตัวอย่างจากพนักงานเดินเครื่องของโครงการเดินเครื่องและบำรุงรักษา การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเท่านั้น

1.3.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญที่จัดทำขึ้นจะคัดเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาของสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ที่แสดงใน DCS เฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับกระบวนการทำงาน (Process Alarms) เท่านั้น

1.3.3 แนวทางการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาได้ดำเนินการตามคู่มือการเดินเครื่องและบำรุงรักษาของผู้ผลิตและที่รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

**1.4 ขั้นตอนการวิจัย**

1.4.1 ทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบผู้เชี่ยวชาญ

1.4.2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการแก้ไขปัญหาของระบบการผลิตน้ำจากคู่มือเดินเครื่องและบำรุงรักษาของผู้ผลิตและจากผู้ที่มีประสบการณ์

1.4.3 ศึกษาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญโดยจะใช้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ Exsys CORVID เป็นเครื่องมือในการแทนความรู้

1.4.4 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

1.4.5 ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขฐานข้อมูล

1.4.6 ประเมินผลโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญจากกลุ่มตัวอย่างพนักงานเดินเครื่อง

1.4.7 วิเคราะห์และสรุปผล

**1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.5.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญที่จัดทำขึ้นสามารถช่วยพนักงานเดินเครื่องในการตัดสินใจการวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง เพื่อลดความผิดพลาดในควบคุมกระบวนการผลิตน้ำ (Cycle Make Up Water Treatment System) ได้

1.5.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญที่จัดทำขึ้นสามารถนำไปใช้ให้พนักงานเดินเครื่องใหม่เรียนรู้หรือศึกษาได้

1.5.3 ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้น สามารถเป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าอื่นๆ

**1.6 นิยามคำศัพท์**

ระบบผลิตน้ำ (Cycle Water Make Up Treatment System) คือ ระบบผลิตน้ำปราศจากแร่ธาตุ (Demineralized Water) ที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า

สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) คือ ส่วนแสดงความสภาวะผิดปกติของการทำงานของระบบหรืออุปกรณ์ต่างๆในระบบ

ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะด้านที่ต้องการความรู้ ความเชี่ยวชาญและทักษะเฉพาะด้านโดยระบบจะประมวลผลความรู้ของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์แล้วพยายามเลียนแบบการคิดและวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด

ฐานความรู้ (Knowledge Base) คือ ส่วนที่ใช้เก็บความรู้ทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นความรู้ที่ได้จากตำรา คู่มือ หรือความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ

การถอดความรู้ (Knowledge Extraction) คือ การเรียนรู้และทำความเข้าใจกับความรู้ที่จะนำมาสู่ระบบ

วิศวกรความรู้ (Knowledge Engineer) คือ ผู้ที่ทำหน้าที่ศึกษาและนำความรู้จากแหล่งต่างๆ เช่นหนังสือ ผู้เชี่ยวชาญ มาจัดเป็นระบบ และแทนความรู้ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม แล้วนำความรู้มาเข้าบรรจุในเปลือกผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนการตรวจสอบและบำรุงรักษาฐานความรู้

เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Shell) คือ เครื่องมือหรือโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยที่ฐานความรู้จะว่างเปล่าเพื่อให้ผู้ใช้สามารถบรรจุความรู้ลงไปได้ และมีส่วนของกลไกการอนุมาน (Interface Engine) อยู่ภายใน

กลไกการอนุมาน (Inference Engine) คือส่วนที่ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลและความสัมพันธ์จากฐานข้อมูลที่มีอยู่ ค้นหาคำตอบ คาดคะเน และนำเสนอคำแนะนะในแนวทางเดียวกับผู้เชี่ยวชาญ

# บทที่ 2
# ทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

## 2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ

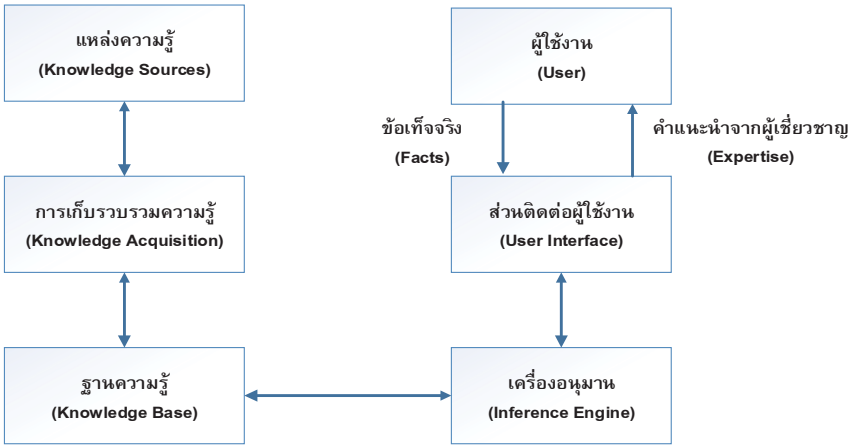
วิลาศ วูวงศ์ และบุญเจริญ ศิริเนาวกุล [1] กล่าวว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งที่เขียนให้มีความเฉลียวฉลาดกว่าโปรแกรมทั่วๆไป มีความสามารถแก้ไขปัญหาโดยใช้ความรู้ (Knowledge) และกระบวนการอนุมาน (Inference Process) ในการแก้ปัญหาที่ยุ่งยาก ซึ่งตามปกติต้องอาศัยความรู้และความชำนาญของบุคคลผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในเรื่องนั้นๆ โดยความรู้ในที่นี้ก็คือความจริงที่อาจจะอยู่ในรูปของตำรา หรือเอกสารทางวิชาการและความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์นั้น แต่สำหรับกระบวนการอนุมานเรามักไม่สามารถกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจนไว้ล่วงหน้าได้เหมือนกับโปรแกรมทั่วๆไป เพราะต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์และสภาพของปัญหาในขณะนั้นรวมกันจึงแก้ปัญหาได้

ณัฐพงษ์ วารีประเสริฐ และณรงค์ ล่ำดี [2] กล่าวว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) หมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เก็บความรู้เกี่ยวกับปัญหาที่จะแก้และขบวนการอนุมานเพื่อนำไปสู่ผลสรุปหรือคำตอบของปัญหานั้น ความรู้ที่เก็บมีทั้งความรู้ที่เป็นความจริงที่อาจจะถูกบันทึกไว้ในรูปของตำราหรือเอกสารทางวิชาการและความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ที่อาจจะไม่อยู่ในรูปของตำราหรือเอกสารทางวิชาการ แต่จะต้องดึงออกมาจากผู้ที่มีประสบการณ์นั้น

บุญเจริญ ศิริเนาวกุล [3] กล่าวว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญคือการทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้เช่นเดียวกับมนุษย์ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในการทำเช่นนี้ได้ระบบคอมพิวเตอร์จะต้องจำลองกระบวนการหาเหตุผลของมนุษย์โดยอาศัยความรู้และการวินิจฉัย

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นพอสรุปได้ว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญหมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประมวลความรู้ของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์และแหล่งความรู้ต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาที่มีความยุ่งยากซึ่งตามปกติต้องอาศัยความรู้และความชำนาญของบุคคลผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในเรื่องนั้นๆ โดยจะพยายามเลียนแบบการคิดและวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด

องค์ประกอบพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ [4]




ภาพที่ 3 แสดงองค์ประกอบพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ

### 2.1.1 แหล่งความรู้ (Knowledge Sources)

ความรู้ที่จะนำมาใช้ในระบบผู้เชี่ยวชาญ สามารถรวบรวมได้จากหลายๆ แหล่งและด้วยวิธีการต่างๆ แหล่งความรู้อาจจะเป็นตำรา บทความวิชาการ คู่มือการใช้งาน การศึกษากรณีตัวอย่าง และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เทคนิคพิเศษจะได้จากบุคคลซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ

### 2.1.2 การรวบรวมความรู้ (Knowledge Acquisition)

การเก็บรวบรวมความรู้เป็นกระบวนการหนึ่งในการกลั่นกรองหรือดึงเอาความรู้ ประสบการณ์ ความชำนาญ ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญเพื่อรวบรวมข้อเท็จจริงต่างๆ แล้วนำไปสร้างเป็นฐานความรู้ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อไป วิธีการเก็บรวบรวมความรู้มีหลายวิธี ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (Interview)

วิศวกรความรู้จะสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยตรง รูปแบบการสัมภาษณ์อาจจะใช้วิธีแบบเป็นทางการ โดยถามเรียงลำดับของแบบฟอร์มที่สร้างขึ้นหรือแบบกึ่งทางการเป็นการถามตามแบบฟอร์มแต่ไม่เรียงลำดับ หรือแบบไม่เป็นทางการ การถามแบบพูดคุยกันอย่างเป็นอิสระ

2. การประชุมถกปัญหา (Discussion)

วิศวกรความรู้จะใช้วิธีนัดประชุมผู้เชี่ยวชาญพร้อมกันหลายๆ คน โดยอาจจะจัดเป็นช่วงเวลาหลายวันติดต่อกัน หรือนัดประชุมตามความเหมาะสมและความพร้อมของผู้เชี่ยวชาญ

3. การสังเกตการณ์ปฏิบัติงาน (Observation of The Task Performance)

วิศวกรความรู้จะต้องลงไปยังพื้นที่ที่มีปัญหา สังเกตการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญ วิธีนี้ต้องใช้เวลานานแต่วิศวกรความรู้จะเข้าใจขั้นตอนต่างๆได้ดี

4. การศึกษากรณีตัวอย่าง (Case Study)

การบันทึกเหตุการณ์และการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นและมีการดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ เป็นข้อมูลที่วิศวกรความรู้จะนำมาสร้างเป็นฐานความรู้ได้อย่างดี

5. ตำรา (Text Book)

ตำราที่เกี่ยวข้องจะเป็นฐานความรู้ที่สำคัญที่สุด ที่วิศวกรความรู้จะต้องศึกษารวบรวมความรู้ไว้ก่อนเป็นเบื้องต้น

### 2.1.3 ฐานความรู้ (Knowledge Base)

ฐานความรู้เป็นที่เก็บรวบรวมเป็นข้อเท็จจริง (Fact) ที่เป็นความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ ที่ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจ โดยวิศวกรความรู้นำความรู้จากผู้เชี่ยวชาญมาแสดงในฐานความรู้เพื่อทำให้ระบบมีความรู้ โดยจะต้องพิจารณาเทคนิควิธีที่จะใช้ว่าเป็นโครงสร้างแบบไหน ซึ่งวิธีการที่ได้รับความนิยมคือ การแสดงความรู้แบบกฎ (Rule-Base Representation)

การแสดงความรู้แบบกฎ สามารถนิยามได้ด้วยโครงสร้าง IF-THEN ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วน IF เรียกว่าเป็นเงื่อนไข (condition) และส่วน THEN เรียกว่าเป็นผลลัพธ์ (action) เขียนได้ดังนี้ [5]

IF <condition>

THEN <action>

โดยคำสั่ง IF จะไปตรวจสอบเงื่อนไขถ้าเป็นจริงจะไปทำคำสั่ง THEN และผู้วิจัยได้นำโครงสร้าง IF-THEN มาใช้ในการแทนความรู้ที่ได้รวบรวบจากผู้เชี่ยวชาญ

**2.1.4 กลไกอนุมาน (Inference Engine)**

เป็นเทคนิคการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญในการค้นหาความจริงจากฐานความรู้ที่สร้างขึ้น วิธีการค้นหาความจริงมีหลายแบบ ได้แก่

1. การค้นหาแบบเดินหน้า (Forward Search) เป็นการค้นหาความจริงจากจุดเริ่มต้นไปหาผลสรุปสุดท้าย

2. การค้นหาแบบถอยหลัง (Backward Search) เป็นการค้นหาความจริงจากผลสรุปสุดท้ายย้อนมาหาจุดเริ่มต้น

3. การค้นหาแบบผสม (Bi-Directional Search) เป็นการค้นหาความจริงทั้งสองแบบผสมกัน

**2.1.5 การติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)**

ในการทำงานของกลไกวินิจฉัยบางครั้งต้องการข้อมูล หรือให้ผู้ใช้งานตอบคำถามหรือบางครั้งจะแสดงคำอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น หรือบางครั้งจะแสดงผลสรุปสุดท้ายว่าผลวินิจฉัยเป็นอย่างไร ทุกขั้นตอนนี้ถ้าให้กลไกวินิจฉัยทำงานออกมาตรงๆ ผู้ใช้งานคงไม่เข้าใจ ดังนั้น จะต้องมีส่วนที่จะแสดงให้ผู้ใช้งานทราบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญต้องการอะไร หรือจะอธิบายอะไร การติดต่อกับผู้ใช้งาน ปัจจุบันมี 2 รูปแบบคือ

1. แบบภาวะข้อความ (Text Mode) จะแสดงเป็นตัวหนังสือขนาดปกติบนจอภาพ

2. แบบภาวะกราฟิกส์ (Graphic Mode) จะแสดงเป็นภาพทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจง่ายเป็นธรรมชาติมากกว่าแบบภาวะข้อความ

## 2.2 แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของ Corvid [6]

Elias M. Awad [7] ได้อธิบายแนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของ CORVID ไว้ดังนี้

**2.2.1 ฮิวริสติคและกฎ (Heuristics and Rules)**

โดยทั่วไปการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญจะถูกมองว่าเป็นกระบวนการตัดสินใจของระบบแต่ละระบบ และทำการเปลี่ยนรูปแบบให้ใช้งานได้กับคอมพิวเตอร์ โดยมีกระบวนการหนึ่งที่ได้รับ

การพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุดวิธีหนึ่ง วิธีนั้นก็คือ กฎ IF/ THEN (IF-THEN Rule) ซึ่งเป็นกฎที่มีส่วนของ IF ที่สามารถพิสูจน์ว่าถูกหรือผิดซึ่งจะขึ้นอยู่กับข้อมูลในกรณีนั้นหรือในสถานการณ์นั้นถ้า IF ในสภาวการณ์นั้นถูกต้อง ในส่วนของ THEN ก็จะถูกพิจารณาว่าถูกต้องด้วย ซึ่งเราสามารถเขียนเป็นกฎอย่างง่ายออกมาได้ดังนี้

IF It is raining

THEN You should wear a raincoat

ในโปรแกรม Exsys Corvid กฎเหล่านี้จะเป็นรูปแบบที่ง่ายมากที่จะใช้อธิบายฮิวริสติคโดยการใช้ภาษาของแต่ละประเทศร่วมกับภาษาพีชคณิต (Algebra)

ตัวอย่างเช่น “ถ้าท้องฟ้ามีเมฆฝนมาก และมีเสียงฟ้าร้อง การอยู่บ้านเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด” ถ้าแสดงในรูปของกฎจะเป็นดังนี้

IF ท้องฟ้ามีเมฆฝนมาก

AND มีเสียงฟ้าร้อง

THEN อยู่กับบ้านดีที่สุด

กฎนี้จะแสดงจำนวนของประโยคไม่มากนักแต่ง่ายต่อการอ่านและเข้าใจว่าหมายถึงอะไร ถ้าเราสร้างกฎที่คล้ายๆ กันของแต่ละฮิวริสติคในกระบวนการตัดสินใจ (Decision – Making Process) เราจะได้ตรรกะ (Logic) ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

### 2.2.2 กลไกการอนุมาน (Inference Engine)

ใน Exsys Corvid จะมีการกลไกการอนุมาน ซึ่งได้เรียกได้ว่าเป็นโปรแกรมพิเศษ (Special Program) ที่ใช้เพื่อวิเคราะห์ (Analyze) และรวบรวมกฎแต่ละกฎเพื่อใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่โดยกลไกการอนุมานจะทำงาน ดังนี้

1. ค้นหาคำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหานั้น
2. เตรียมข้อมูลที่เหมาะสมให้กับคำถามแต่ละคำถาม
3. เตรียมข้อมูลจากกฎอื่นๆ ถ้ามีการคำนวณหรือหาที่มา
4. เมื่อข้อมูลเพียงพอแล้วจะสิ้นสุดการถามที่ไม่จำเป็นและจะให้คำตอบที่เป็นไปได้
5. จะแยกแยะถึงความแตกต่างอย่างไรระหว่างคำตอบที่ได้มา
6. คำตอบไหนที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด (ขึ้นอยู่กับกฎ)

กลไกการอนุมานที่สร้างกฎ IF / THEN ในระบบผู้เชี่ยวชาญมีความแตกต่างอย่างมากกับคำสั่ง IF / THEN ที่ใช้ทั่วไปในภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น Visual Basic หรือ C++ กฎจะไม่เสมอเหมือน (Equivalent) กับแถวบรรทัดของโค๊ดและมีการเข้าถึงแหล่งข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบอื่นๆ ของคอมพิวเตอร์

### 2.2.3 การอนุมานแบบย้อนกลับ / การอนุมานแบบไปข้างหน้า (Backward Chaining / Forward Chaining)

วิธีการหรือเส้นทางที่กลไกการอนุมานทำการเชื่อมต่อกับกฎเราเรียกว่า การอนุมานแบบย้อนกลับ การอนุมานแบบย้อนกลับเป็นตัวที่จะนำเราเข้าสู่จุดประสงค์หรือเป้าหมายที่เราต้องการ การปรับเปลี่ยนเป้าหมายให้มีความเหมาะสมเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของกระบวนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแต่เป้าหมายในระดับสูงเป็นคำตอบหรือข้อสรุปว่าต้องการอะไรเพื่อที่จะได้สิ่งที่เราค้าหาที่แท้จริง

กลไกการอนุมานจะวิเคราะห์ว่าต้องการใช้ข้อมูลอะไรบ้างในการหาคำตอบ ถ้าคำตอบแรกเป็นคำตอบที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน การให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการนี้ระบบต้องใช้ข้อมูลบนสถานการณ์เฉพาะที่กำลังถูกวิเคราะห์อยู่ ข้อมูลเหล่านี้อาจจะมาจากกฎอื่นๆ หรือแหล่งข้อมูลจากภายนอก เช่น ฐานข้อมูลหรือแผ่นงาน รวมถึงการถามผู้ใช้งานเพื่อที่จะเพิ่มข้อมูลเข้าไป

การใช้ตัวอย่างจะทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น โดยกลไกการอนุมานจะทำการตรวจสอบกฎเพื่อหาความสัมพันธ์ในการสร้างการตัดสินใจนี้

IF ท้องฟ้ามีเมฆฝนมาก

AND มีเสียงฟ้าร้อง

THEN อยู่กับบ้านดีที่สุด

กลไกการอนุมานได้ทำการสร้างกฎที่เป็นประโยชน์เท่าที่จะสร้างได้แต่ก็ยังขาดข้อมูลบางส่วนอยู่มันจะยังไม่สามารถใช้กฎนี้ในการหาคำตอบได้ เพื่อให้มีการทำงานในขั้นตอนต่อไป กลไกการอนุมานต้องการที่จะรู้ข้อมูลว่าถ้า “ท้องฟ้ามีเมฆฝนมาก” โดยข้อความนี้จะกลายเป็นเป้าหมายใหม่ของกลไกการอนุมานและเปาหมายเริ่มต้นก็ยังคงอยู่แต่จะถูกแทนที่ชั่วคราวด้วยเป้นหมายอันใหม่และกลไกการอนุมานจะได้ข้อมูลบางอย่างจากกฎใหม่นี้

IF ท้องฟ้ามีเมฆฝนมากและมีจำนวนครั้งของเสียงฟ้าร้อง.....ครั้งต่อนาที

THEN มีโอกาสสูงมากที่ฝนจะตก

การใช้กฎนี้กลไกการอนุมานต้องการที่จะรู้ปริมาณหรือจำนวนครั้งของเสียงฟ้าร้อง เพื่อสร้างเป้าหมายในระดับสูงใหม่ (New Top-Level Goal) ที่มีความเป็นไปได้มากกว่าซึ่งบางครั้งอาจมาจากข้อมูลที่เรากำหนดจากโปรแกรมอื่นหรือกฎอื่น กลไกการอนุมานจะตัดสินใจว่าจะรับข้อมูลจากที่ไหนหรืออย่างไรกระบวนการนี้จะมีเพียงเป้าหมายเดียวที่ต้องการข้อมูลเพื่อนำไปสู่เป้าหมายอื่นๆ และสามารถที่จะทำซ้ำหลายๆ ครั้งได้โดยห่วงโซ่ (Chain) ของเป้าหมายนี้จะถอยหลังจากระดับที่สูงกว่ามาระดับที่ต่ำกว่าซึ่งเราให้ชื่อว่า การอนุมานแบบย้อนกลับ

ถ้าข้อมูลเป็นข้อมูลที่หาได้ง่าย ระดับเป้าหมายจะถูกลดระดับเป็นระดับต่ำ และลดระดับห่วงโซ่ลง จนกระทั่งกลไกการอนุมาน สามารถที่จะหาคำตอบของแต่ละเงื่อนไขได้ ในขณะที่การเริ่มต้นของเป้าหมายในระดับสูงถูกค้าหาจนพบ และระบบจะให้คำแนะนำให้กับผู้ใช้งาน การอนุมานแบบย้อนกลับในระบบผู้เชี่ยวชาญ พยายามที่จะเลียนแบบกระบวนการการให้คำแนะนำแบบตัวต่อตัวกับผู้เชี่ยวชาญที่แนะนำในหลายๆ ทางก่อนที่จะได้ข้อสรุป โดยไม่มีการถามคำถามที่ซ้ำซ้อน

กลไกการอนุมานของ Corvid จะรองรับแนวทางหลายๆ แนวทางในการดำเนินการ (Run) กลไกการอนุมานนี้ด้วยเช่น การอนุมานแบบไปข้างหน้า การอนุมานไปข้างหน้าเป็นตัวผลักดันหรือขับข้อมูล (Data Driven) ที่คล้ายกันกับการผลักดันเป้าหมาย (Goal Driven) การรันกลไกการอนุมานในรูปแบบนี้จะกระทำเมื่อมีตัวของข้อมูล (Body of Data) เรียบร้อยแล้วและเราต้องการที่จะใช้ลอจิกที่อยู่ในกฎ เพื่อทำการวิเคราะห์มัน ในกรณีนี้ กฎจะถูกทดสอบอย่างต่อเนื่องกัน เพื่อให้เห็นผลของการสรุปโดยการอนุมานแบบไปข้างหน้าค่อนข้างจะเร็วกว่าในการใช้งานกับปัญหาบางปัญหา แต่คำถามจะไม่ชี้ชัดลงไปและมันจะไม่ดีเท่าการนำผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์มาร่วมให้ความคิดเห็น

### 2.2.4 ความเชื่อมั่น (Confidence)

ลักษณะเฉพาะที่เด่นของ Exsys Corvid คือ กฎสามารถที่จะรวบรวมปัจจัยความเชื่อมั่นของแต่ละคำตอบที่เป็นคำตอบเฉพาะได้ การให้ระบบผู้เชี่ยวชาญทำการให้คำแนะนำที่หลากหลายด้วยระดับที่แตกต่างกันของความเชื่อมั่นเพื่อให้ได้ความเหมาะสมที่สุดในการอนุมาน ในขณะที่บาง

กรณีมีความเป็นไปได้ในการที่จะให้คำแนะนำที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแม่นยำ บ่อยครั้งที่การแนะนำหลายๆ คำแนะนำมีความเป็นไปได้หลายๆ อย่างและระบบจะจัดเรียงตำแหน่งคำแนะนำพร้อมกับเสนอให้กับผู้ใช้งาน

**2.2.5 ตัวแปร Corvid (Corvid Variables)**

ตัวแปร Corvid คือ กล่องสำหรับสร้าง (Building Blocks) ที่ใช้สำหรับสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญด้วย Corvid หรือคิดว่ามันเป็นส่วนประกอบที่เราต้องใส่เข้าไปในกระบวนการตัดสินใจ ตัวอย่างเช่น ถ้าระบบจะใช้อุณหภูมิเพื่อช่วยทำการตัดสินใจ เราจะกำหนดให้ตัวแปร [อุณหภูมิ] เป็นตัวแปรเมื่อเราสร้างตรรกะขึ้นมา

โดยตัวแปรจะถูกนำไปใช้เพื่อ

1. เพื่อกำหนดลอจิกในกล่องตรรกะ (Logic Blocks) และกล่องคำสั่ง (Command Block)

2. เพื่อพักข้อมูล (Hold Data) ในช่วงที่ระบบกำลังดำเนินการ

เพื่อกำหนดเป้าหมายของระบบว่าจะดำเนินการอย่างไร

**2.2.5.1 ชนิดของตัวแปร**

Exsys Corvid ได้เตรียมตัวแปรไว้ให้ 7 ชนิดด้วยกันโดยตัวแปรทั้ง 7 ตัวแปรจะมีลักษณะพิเศษและหน้าที่บางอย่างร่วมกัน แต่ตัวแปรแต่ละตัวจะมีบทบาทหน้าที่และความสามารถที่พิเศษต่างกันไป ถ้าเรามีความเข้าใจและใช้ตัวแปรอย่างถูกวิธีจะนำไปสู่การสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีประสิทธิผล

1. รายการคงตัว (Static List)

เป็นรายการที่มีตัวเลือกได้หลากหลายด้วยการกำหนดค่าระหว่างที่มีการพัฒนา ตัวอย่างเช่น วันในรอบสัปดาห์, เปิด/ปิด, สูง/ปานกลาง/ต่ำ

2. รายการพลวัต (Dynamic List)

เป็นรายการที่มีตัวเลือกที่หลากหลายด้วยการกำหนดค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงที่ดำเนินการระบบโดยค่าจะได้จากแหล่งข้อมูลภายนอกเช่น แผ่นงาน (Spreadsheets) หรือถูกกำหนดโดยตรรกะของระบบ ตัวอย่างเช่น การเลือกทางเลือกที่เปลี่ยนแปลงบ่อยๆ และไม่รู้ว่าจะเปลี่ยนที่เวลาไหนหรือจำนวนครั้งที่เท่าไหร่ของการพัฒนาระบบ (System Development)

3. ตัวแปรแสดงเป็นตัวเลข (Numeric)

ค่าเป็นจำนวนตัวเลขจะใช้ในสูตรหรือที่แสดงลักษณะการพิสูจน์ค่าที่เป็นไปได้เป็นทุกค่าตัวเลข เช่น อุณหภูมิ, แรงดัน, ราคา เป็นต้น

4. ตัวแปรแสดงเป็นชุดอักษร (String)

ค่าชุดตัวอักษร สามารถที่จะเก็บค่าที่เป็นชุดอักขระหรือชุดอักษร (Text String) ได้ เช่น ชื่อ สถานที่ เป็นต้น

5. ตัวแปรแสดงเป็นวันที่ (Date)

ค่าวันที่หรือสมัย ใช้สำหรับการพิสูจน์การเปรียบเทียบ (อดีต / ปัจจุบัน) เช่น วันที่เกิด, วันที่สร้าง เป็นต้น

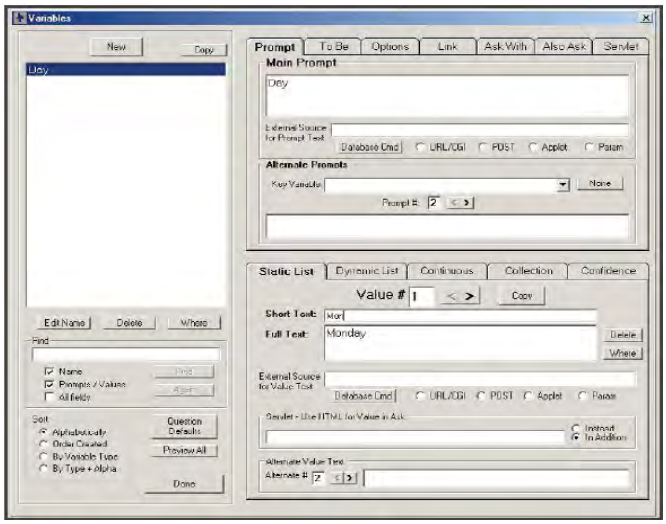
6. การเก็บรวบรวม (Collection)

เป็นรายการของคำสั่งชุดที่เป็นค่าๆ หนึ่ง โดยรายการจะถูกสร้างขึ้นระหว่างการดำเนินการระบบและจะไม่ถูกถามจากผู้ใช้งานระบบ ตัวปฏิบัติการต่างๆ จะยอมให้เราเพิ่มหรือลดและทดสอบแต่ละรายการในรายการหลักได้ แต่ละชุดคำสั่ง หรือตัวแปร สามารถเพิ่มเข้าไปในการจัดหมวดหมู่ได้

7. ความเชื่อมั่น (Confidence)

เป็นตัวแปรที่สามารถระบุค่าความเชื่อมั่นที่สะท้อนระดับของความแน่นอนสูตรต่างๆ สามารถที่จะใช้เพื่อรวมค่าที่ถูกระบุเข้ากับค่าความเชื่อมั่นทั้งหมดของตัวแปร เช่น ความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้

ตัวแปร จะถูกเพิ่มเข้าไปในระบบและการแก้ไขจะใช้หน้าต่างแก้ไขตัวแปร (Variable Edit Window) ซึ่งมีทางเลือกได้หลากหลาย โดยด้านซ้ายมือของหน้าต่างใช้ค้นหาและเลือกตัวแปรที่ต้องการและกลุ่มด้านบนของช่องว่าง (Tab) เป็นที่สำหรับคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ไม่เหมือนกันของตัวแปรแต่ละชนิด ดังรูป




ภาพที่ 4 แสดงหน้าต่างแก้ไขตัวแปร

### 2.2.5.2 เป้าหมายการอนุมานแบบย้อนกลับ

ตัวแปร ถูกนำไปใช้งานในหลายๆ ทางภายใน Exsys Corvid และตัวแปรทั้งหมดสามารถเก็บข้อมูลได้ และแต่ละตัวแปรสามารถที่จะเป็นเป้าหมายการอนุมานแบบย้อนกลับได้ใน Corvid ผู้พัฒนาระบบมีอิสระอย่างเต็มที่ในการกำหนดและใช้ตัวแปรตามที่ต้องการ ถ้าระบบเรียกใช้รายการคงตัวเป็นเป้าหมายสามารถกระทำได้อย่างง่ายดายโดยการเพิ่มคำสั่งเข้าไป ระบบส่วนมากใช้แต่ละตัวแปรความเชื่อมั่น หรือตัวแปรการจัดการหมวดหมู่เป็นเป้าหมายและไม่มีการจำกัดจำนวน

### 2.2.5.3 ชื่อของตัวแปรและข้อความพร้อมรับคำสั่ง

ตัวแปร แต่ละตัวจะมีชื่ออยู่อย่างน้อยที่สุด 1 ข้อความพร้อมรับคำสั่ง (Prompt) โดยชื่อจะเป็นทางลัดที่สั้นกว่าในการอ้างอิงไปยังตัวแปรและถูกใช้เป็นรูปแบบในกล่องตรรกะโดยข้อความพร้อมรับคำสั่งจะเป็นอักษรที่มีหลายอักษรเพื่ออธิบายว่า ตัวแปร หมายถึงอะไร และถูกใช้ในการถามผู้ใช้ระบบสำหรับนำเข้าหรือในการแสดงผล Corvid ยอมให้ข้อความพร้อมรับคำสั่งหลายตัวสามารถระบุ ตัวแปรให้ไปในทิศทางเดียวกันด้วยสัญลักษณ์ (Flag) ตัวแปรที่คัดเลือกแล้วจากตัวแปรทั้งหมด และเป็นการง่ายที่จะทำระบบให้สามารถดำเนินการได้ในหลายๆภาษา โดยการเพิ่มข้อความพร้อมรับคำสั่งหลายข้อความพร้อมรับคำสั่ง และสามารถใช้เพื่อสร้างระบบที่สามารถดำเนินการโดยใช้งานที่มีระดับประสบการณ์ต่างกันหลายๆ ระดับ

#### 2.2.5.4 คุณสมบัติและวิธีการกระทำของตัวแปร

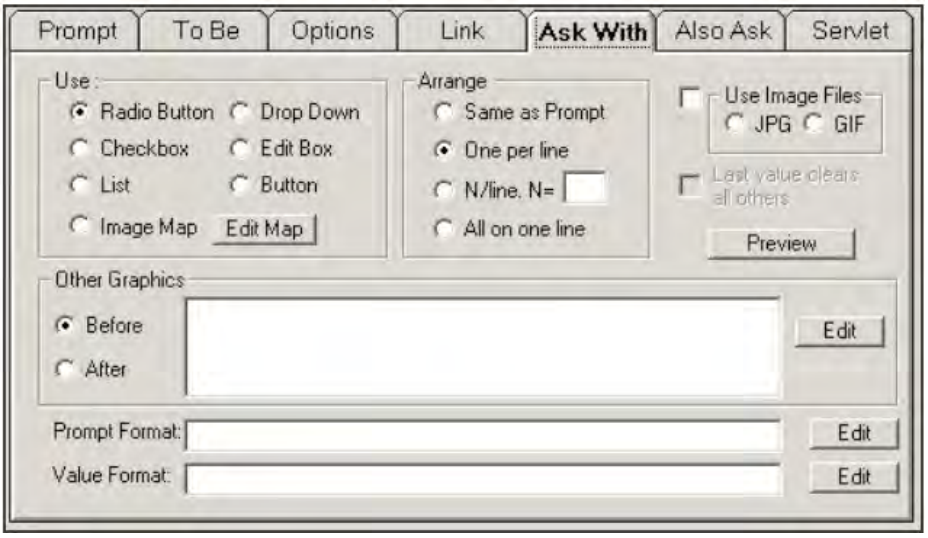
ในการเพิ่มค่าปกติของค่าตัวแปรจากการป้อนค่าเข้าของผู้ใช้งาน จากแหล่งข้อมูลภายนอกหรือตรรกะ ที่อยู่ในกฎ (ตัวแปรแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติและวิธีการที่หลากหลายที่จะยอมรับข้อมูลอื่นๆ ที่รับมาหรือถูกกำหนดขึ้น)

ตัวแปรถูกกำหนดโดยระบุชื่อของมันในวงเล็บสี่เหลี่ยม [Name] ในการระบุคุณสมบัติและชื่อจะตามด้วยคุณสมบัติ ตัวอย่างเช่น ถ้าเรามีตัวแปรรายการคงตัว ชื่อว่า [Desired_Features] และเราให้ผู้ใช้งานเลือกรายการจากรายการ [Desired_Features. TIME] มันจะกลับไปที่เวลาตามที่เรากำหนดค่า

วิธีการกระทำจะถูกแทนด้วยวิธีการเดียวกันแต่จะทีค่าคงที่อยู่ติดกับชื่อของวิธีการ เช่น ตัวแปรความเชื่อมั่น จะมีวิธีการมากมายในการทำงานใรรายการของค่าที่จะ Add, Extract, Delete รายการในบัญชี

### 2.2.6 สื่อประสานผู้ใช้งานระบบของตัวแปรว่าถูกถามอย่างไร

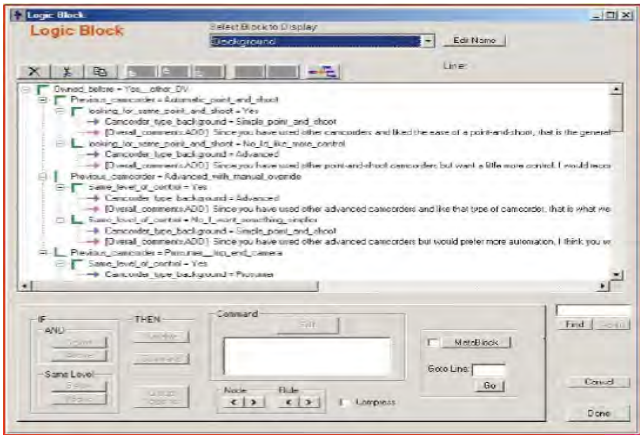
เมื่อตรรกะของระบบต้องการค่าสำหรับ ตัวแปรที่ใช้ตอบโต้กับผู้ใช้งานระบบโดยจะทำโดยผ่านทาง Java Corvid Runtime Applet โดย Corvid จะเตรียมช่องทางในการถามคำถามให้ เช่น Radio Botton, Check Box, Edit Field, Drop-Down List เป็นต้น




ภาพที่ 5 แสดงช่องทางที่จะใช้ในการถาม-ตอบกับผู้ใช้งาน

### 2.2.7 กล่องตรรกะของ Corvid (Logic Block)

Exsys Corvid ให้แนวทางใหม่เพื่อให้คำจำกัดความ องค์ประกอบและโครงสร้างกฎให้เป็นตรรกะที่สัมพันธ์กับกล่อง โดยกล่องตรรกะนี้เป็นกล่องที่สร้างขึ้นโดยกฎที่สามารถอธิบายโดยการใช้ผังต้นไม้ (Tree Diagram) หรือถูกกำหนดโดยกฎแต่ละกฎ และกล่องแต่ละกล่อง สามารถบรรจุกฎได้จำนวนมากหรืออาจจะบรรจุเพียงกฎเดียวก็ได้กล่องตรรกะ จะให้แนวทางง่ายๆ ในการใช้งานกฎที่มีความสัมพันธ์กันจากภายในตัวของระบบผู้เชี่ยวชาญ




ภาพที่ 6 แสดงหน้าต่างกล่องตรรกะของ Corvid

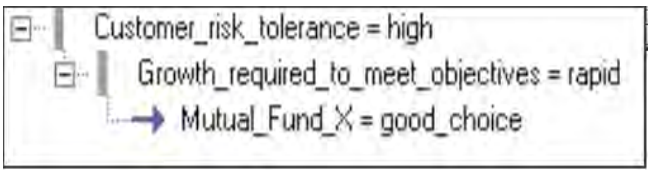
สำหรับย่อหน้าที่ปรากฏในกล่องจะแสดงให้เห็นถึงระดับเงื่อนไขของ IF ที่อยู่ในกฎ ตัวอย่างเช่น

IF The customer has a high – risk tolerance

AND Meeting objectives requires rapid growth

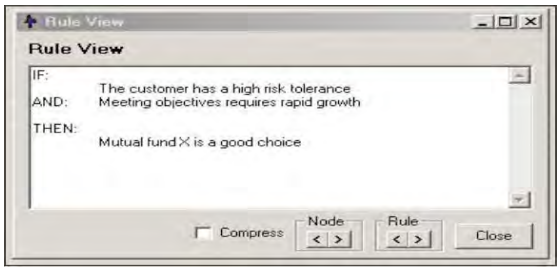
THEN Mutual Fund X is a good choice

และพอเขียนลงในระบบแล้วจะปรากฏในกล่องตรรกะ ดังภาพที่ 7



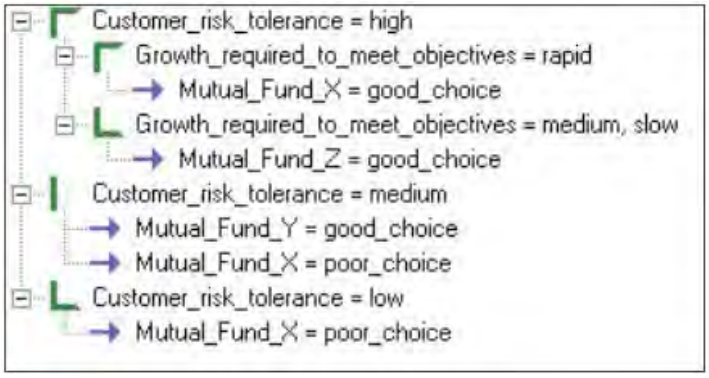

ภาพที่ 7 แสดงกล่องตรรกะ

รูปลูกศรสีฟ้าในแนวนอนแสดงในส่วนของ THEN การย่อหน้าแรกของเส้นสีเทาแนวตั้งสองเส้นจะแสดงในส่วนของ IF ชื่อของตัวแปรที่สั้นๆ จะถูกใช้ในกล่องตรรกะเหมือนกันกับอักขระข้อความรับคำสั่งที่ยาว เมื่อเขียนกฎจนเต็มบรรทัดเราสามารถที่จะทำการขยายโดยการกดแป้น Shift – Right บน Node ของ THEN มันจะใช้งานอักขระข้อความรับคำสั่งตัวแปรแบบเต็มและเข้าคู่ (Match) กับอักขระก่อนหน้านี้ ดังแสดงในรูป




ภาพที่ 8 แสดงมุมมองของกฎ

ในทางปฏิบัติกล่องตรรกะมีความเป็นไปได้สูงที่จะมีบางระดับของผังโครงสร้างต้นไม้ครอบคลุมถึงความสัมพันธ์กับกฎ กล่องตรรกะเหล่านี้จะใช้จัดการกับเกณฑ์ของวัตถุประสงค์และเป้าหมาย สามเหลี่ยมสี่เขียวและเส้นแนวตั้งแสดงกลุ่มของค่าตัวแปรที่เหมือนกัน และช่วยจัดกลุ่มกล่องและทำให้มั่นใจได้ว่าค่าที่นำมาใช้ทุกค่าเป็นค่าที่ตรงกับปัญหา




ภาพที่ 9 แสดงกล่องตรรกะที่ได้

กล่องตรรกะเหล่านี้ มีความหมายเหมือนกันกับกฎทั้งกฎ 4 กฎ ดังแสดงด้านล่าง

IF The customer has high – risk tolerance

AND Meeting objectives requires rapid growth

THEN Mutual Fund X is a good choice

IF The customer has high – risk tolerance

AND Meeting objectives requires only medium or slow growth

THEN Mutual Fund Z is a good choice

IF The customer has medium risk tolerance

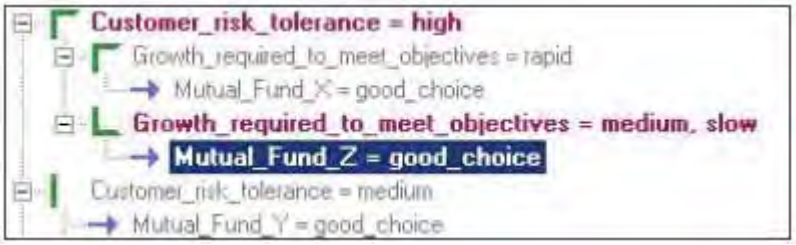
THEN Mutual Fund Y is a good choice

AND Mutual Fund X is a poor choice

IF The customer has low risk tolerance

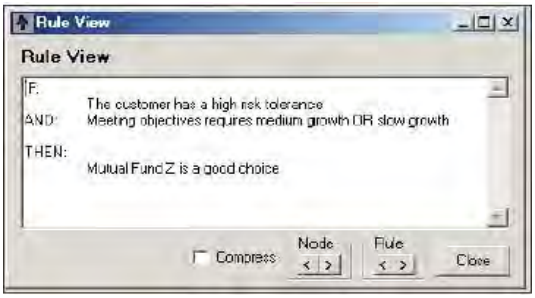
THEN Mutual Fund X is a poor choice

และสามารถทำให้เห็นโครงสร้างของแต่ละกฎโดยคลิกขวาที่ THEN ในรูปที่เป็นแถบไฮไลท์ของ IF จะเป็นสีฟ้า ตัวอย่าง กฎที่ 2 จะแสดงในภาพที่ 10




ภาพที่ 10 แสดงโครงสร้างของแต่ละกฎ

ในการเพิ่มกล่องตรรกะที่แสดงโครงสร้างทั้งหมดของตรรกะมุมมองกฎจะแสดงกฎ IF / THEN ที่กำลังทำงานอยู่ ณ ปัจจุบันซึ่งมันจะเป็นภาษาอังกฤษและภาษาพีชคณิตซึ่งจะง่ายต่อการพัฒนา, รักษาไว้และตรวจสอบระบบ

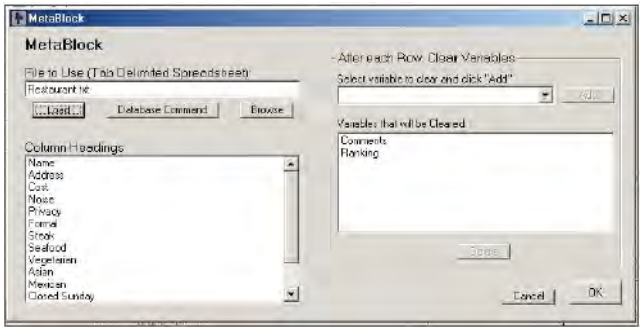



ภาพที่ 11 แสดงโครงสร้างของแต่ละกฎ

กล่องตรรกะสามารถที่จะรองรับผังต้นไม้ที่หลากหลายและ/ หรือกฎแต่ละกฎที่สัมพันธ์กันทางตรรกะและกล่องยอมให้กฎใช้งานกับระบบที่ซับซ้อนและทำการเปลี่ยนแปลงในรูปตรรกะจะง่ายกว่า

### 2.2.8 Meta Block และ Product Selection

Meta Block เป็นตัวเลือกเพื่อให้กล่องตรรกะเตรียมแนวทางในการสร้างตรรกะทั่วๆไปที่สามารถประยุกต์ใช้กับแถวของแผ่นตารางข้อมูล




ภาพที่ 12 แสดงหน้าต่าง Meta Block

กฎและโหนดที่แสดงค่าใน Meta Block จะมีคุณสมบัติครบถ้วนเหมือนกล่องตรรกะแต่สามารถรวมหรือประกอบด้วยค่าพิเศษของ Meta Block ที่มาจากแผ่นงาน หลังจากที่ข้อมูลในแต่ละแถวของแผ่นงานได้ถูกดำเนินการในกระบวนการแล้ว และข้อมูลที่ถูกต้องจะถูกบันทึกหรือล้างโดยขึ้นอยู่กับการทำงานของระบบโดยจะมีผลอย่างยิ่งในการสร้างระบบที่ใช้ในการเลือกผลิตภัณฑ์ เช่น ถ้าราคาของผลิตภัณฑ์มีราคาสูงกว่างบประมาณของลูกค้าเราสามารถที่จะทำการกำหนดค่าในตัวแปรความเชื่อมั่นที่แสดงแนะนำว่าผลิตภัณฑ์นี้เหมาะสมหรือไม่ ในขณะที่กฎอื่นๆ การพิจารณา

คุณสมบัตินี้ผู้ใช้งานเป็นผู้ร้องขอ บางทีเราอาจจะใส่ความเชื่อมั่นนี้กลับไปยังตำแหน่งที่มีการแนะนำผลิตภัณฑ์ ถ้าผลิตภัณฑ์นั้นสามารถใช้ได้ดีกับคุณลักษณะที่เราต้องการด้านอื่น ๆ ถ้าเรากด Done มันจะแสดงอักษรที่เราพิมพ์ไว้ว่า “It is more than the budget, but a good fit for desired features” ซึ่งจะเป็นผลดีกับผู้ขายผลิตภัณฑ์

| C | D | E | F |
|---|---|---|---|
| Cost | Noise | Privacy | Formal |
| 12 | 3 | 1 | 1 |
| 16 | 3 | 4 | 3 |
| 15 | 4 | 3 | 3 |
| 25 | 1 | 1 | 4 |
| 16 | 3 | 0 | 3 |
| 15 | 4 | 1 | 2 |
| 25 | 2 | 2 | 3 |
| 20 | 2 | 4 | 3 |

ภาพที่ 13 แสดงแผ่นงานข้อมูลของแต่ละผลิตภัณฑ์

ใน CORVID ตัวแปรจะอยู่ในเครื่องหมายวงเล็บ [ ] แต่ Meta Block สูตรสามารถที่จะรวมหรือประกอบด้วยข้อมูลจากแผ่นงานที่ถูกใส่ในวงเล็บปีกกา { } . สัญลักษณ์ใน { } จะเป็นชื่อหัวแถวของแถวแนวตั้ง (Column) จากแผ่นงาน ค่าที่สัมพันธ์กันของแถวแนวนอน (Row) จะถูกนำไปใช้ในสูตร ยกตัวอย่างเช่น ค่าของ {COST} มาจากแถวแนวตั้งของแผ่นงาน ซึ่งเป็นข้อมูลของแต่ละผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาพที่ 13 มีผลิตภัณฑ์หนึ่งผลิตภัณฑ์ในแต่ละแถวแนวนอนและราคาที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวนอน สำหรับแถวแนวนอนที่มีราคาสูงกว่างบประมาณ กฎข้อนี้จะได้

IF

{COST} > [CUSTOMER_BUDGET]

THEN

[SELECT_THIS_PRODUCT] = -100

เมื่อกล่องตรรกะถูกสร้างด้วย Meta Block แล้วตรรกะในกล่องจะรันหลายครั้ง หนึ่งครั้งสำหรับข้อมูลในแต่ละแถวแนวนอนของแผ่นงาน และค่าของตัวแปร [CUTOMMER_BUDGET] จะถูกถามเพียงครั้งเดียว แต่ {COST} จะถูกกำหนดสำหรับแต่ละแถวแนวนอน

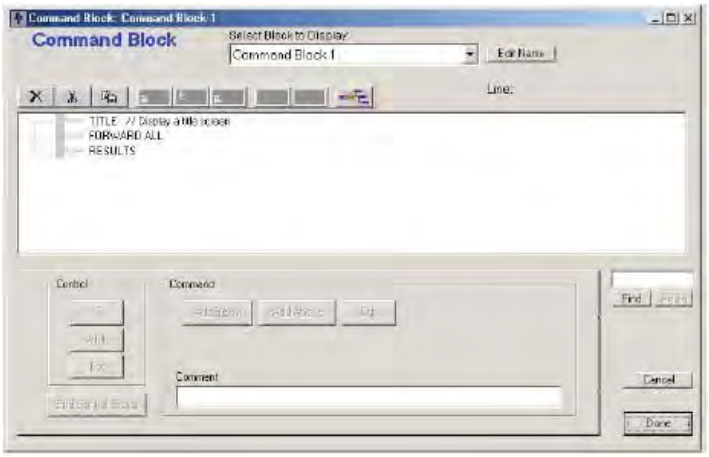
ตรรกะ Meta Block จะถูกนำไปใช้อย่างต่อเนื่องกันของแต่ละแถวแนวนอนในแผ่นงาน และในระบบส่วนมาก ตัวแปรจะมีค่าที่กำหนดสำหรับแถวแนวนอนนั้น ๆ และเราสามารถนำ

คุณสมบัตินี้ ไปจัดลำดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผู้ใช้งานใช้ในการถามระบบถึงความต้องการของผู้ใช้งานการแนะนำและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ หรือ ตัวแปร อื่นๆ ให้ค่าต่างๆ ในระหว่างการวิเคราะห์ระบบ

**2.2.9 กล่องคำสั่งของ Corvid (Corvid Command Block)**

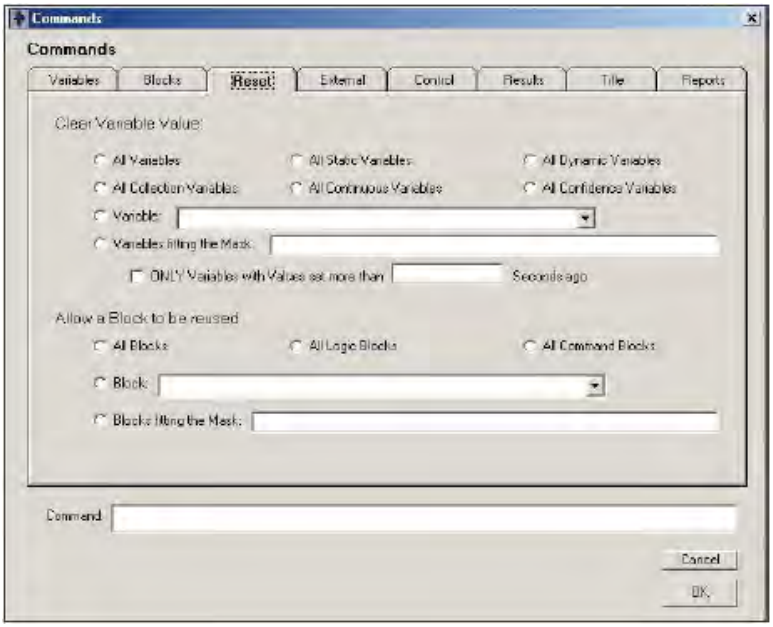
กล่องคำสั่งจะควบคุมให้ระบบทำงานอย่างไรการปฏิบัติแบบไหนเพื่อให้ปฏิบัติตามคำสั่งและคำสั่งไหนที่แสดงการกระทำ กล่องตรรกะในระบบจะมีรายละเอียดของ ตรรกะของการสร้างการตัดสินใจ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นต้องร้องขอหรือเรียกจากกล่องคำสั่ง

กล่องคำสั่งจะควบคุมการไหลตามลำดับขั้นตอนของระบบรวมถึงระบบสัมพันธ์กันอย่างไร,การให้กล่องตรรกะทำตามคำสั่ง, การวนรอบและการแสดงผลลัพธ์, กล่องคำสั่งอาจจะมีคำสั่งเพียงคำสั่งเดียวที่ใช้เริ่มต้นการอนุมานแบบย้อนกลับบนตัวแปรความเชื่อมั่นทั้งหมด จนถึงระบบที่ซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับการวนรอบแบบ WHILE Loop และ FOR Loop การอนุมานแบบไปข้างหน้าและการแสดงผลแบบทันทีทันใด เป็นต้น




ภาพที่ 14 แสดงกล่องคำสั่ง

กล่องคำสั่งจะจัดเตรียมสื่อประสานการพัฒนาที่เกี่ยวกับการวาดเพื่ออธิบายการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนและไม่มีความซับซ้อน โดยกล่องคำสั่งถูกสร้างหรือลบออกในหน้าต่างกล่องคำสั่ง CORVID ในหน้าต่างนี้จะแสดงโครงสร้างคำสั่งในสื่อประสานเสมือนจริง (Visual Interface) กิ่งของเงื่อนไข (Conditional Branches) และวงรอบจะถูกทำให้เป็นรหัสสีทำให้มองเห็นได้ง่าย




ภาพที่ 15 แสดงหน้าต่างตัวสร้างคำสั่ง

หน้าต่างตัวสร้างคำสั่งทำให้สามารถสร้างคำสั่งได้อย่างหลากหลายและง่ายต่อการสร้างด้วยการคลิกเมาส์เพียงสองสามครั้งเท่านั้น ไม่ซับซ้อนต่อการเรียนรู้ เข้าใจและจำได้ง่าย การใช้บทสนทนา (Dialog) นี้ช่วยรับประกันได้ว่าคำสั่งมีความถูกต้องและตรงตามหลักไวยากรณ์

Variable Tab – สร้างคำสั่งที่กำหนดหรือใช้ค่าสำหรับตัวแปรหรือใช้งานตัวแปรเพื่อถามผู้ใช้งาน

Blocks Tab – สร้างคำสั่งที่ใช้รันกล่องตรรกะในโหมดของการอนุมานแบบไปข้างหน้าหรือเป็นกล่องคำสั่ง

Reset Tab – อนุญาตให้ข้อมูลหรือกล่องถูกล้างเพื่อที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะใช้ในกล่องคำสั่งที่ใช้การวนรอบแบบ WHILE หรือการวนรอบแบบ FOR เท่านั้น

External Tab – อนุญาตให้เพิ่มคำสั่งที่เรียกจาก Applet อื่น ๆ

Control Tab – เตรียมช่องทางเพื่อควบคุมการไหลของการดำเนินการ (Execution) รวมถึงการรวมและการแยกกล่องออกจากการอนุมานแบบย้อนกลับ

Result Tab – อนุญาตให้ช่องทางในการแสดงผล 2 ช่องทางของระบบ คือ หน้าจอแสดงค่าเริ่มต้น (Default) หรือการแสดงแฟ้ม

Title Tab – อนุญาตให้คำสั่งสื่อประสานเพิ่มเข้าไปได้และสามารถเรียกมาแสดงค่าชื่อเรื่อง (Title) ในการเริ่มต้นรันระบบ

### 2.2.10 ระบบการพิมพ์ Corvid (Printing Corvid system)

เมื่อเราทำการพิมพ์ตัวแปร กล่องข้อความและกฎ ในระบบจะแสดงหน้าต่างการพิมพ์ตัวแปรทั้งหมดและตัวแปรที่มีคุณลักษณะพิเศษ สามารถที่จะพิมพ์ออกมาได้โดยแสดงค่าคงที่ของมันรวมถึงรายการ “Cross Reference”

กล่องตรรกะทั้งหมดและกล่องที่มีคุณลักษณะพิเศษสามารถที่จะพิมพ์ออกมาได้และสามารถประยุกต์ใช้กับกล่องคำสั่งได้ด้วย ดังแสดงในภาพที่ 16 แสดงหน้าต่างพิมพ์ของกล่องตรรกะจะแสดงให้เห็นโหนดที่อยู่ในกล่องเป็นสีดำสำหรับโหนด THEN และโหนด IF จะเป็นสีเทา ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการเข้าใจตรรกะและง่ายต่อการตรวจสอบระบบ

ภาพที่ 16 แสดงหน้าต่างพิมพ์ของกล่องตรรกะ

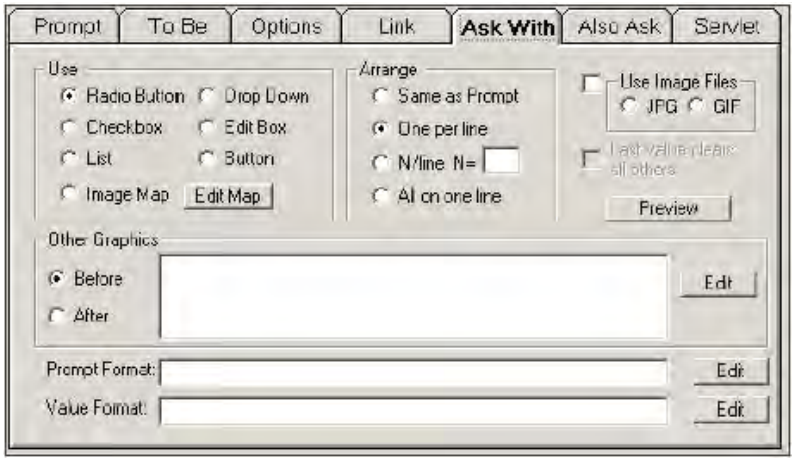
### 2.2.11 การควบคุมสื่อประสานกับผู้ใช้งาน (Controlling the user interface)

โปรแกรม CORVID Runtime ติดต่อกับผู้ใช้งานโดยแสดงหัวข้อชื่อเรื่องของระบบการถามคำถามและการแสดงข้อความหรือผลลัพธ์โดย CORVID จะเตรียมกลุ่มของคำสั่งสื่อประสานที่ยอมให้อักขระและภาพจัดรูปแบบให้เข้ากันได้ในการที่จะแสดงค่าโดย คำสั่งสื่อประสานจะเตรียมเส้นทางที่เชื่อมต่ออักขระกับภาพไปยังหน้า URL และ HTML ไว้ให้

#### 2.2.11.1 คำถาม

ตัวกำหนดสำหรับคำถามว่าจะถามอย่างไรและจะกำหนดหรือปรับแต่งอย่างไรในหน้าต่าง สำหรับการแก้ไขคำถามในบทสนทนานี้การควบคุมจะเหมือนกันกับกล่องตรวจสอบและ

Radio Button โดยมันจะยอมให้เพิ่มข้อมูลและแสดงรูปกราฟฟิค ก่อน, ในระหว่าง, หรือหลังจากคำถามถูกถามแล้ว ดังแสดงในภาพที่ 17




ภาพที่ 17 แสดงหน้าต่างคำถาม

#### 2.2.11.2 ผลลัพธ์

ผลลัพธ์จะถูกป้อนเข้า (Enter) จากหน้าต่างการสร้างคำสั่ง คำสั่งสื่อประสานสำหรับหน้าจอผลลัพธ์ที่ถูกกำหนดค่าเริ่มต้นมาจะถูกแสดงค่าในกล่องสำหรับแก้ไข (Edit Box) หน้าจอผลลัพธ์ที่สามารถปรับเปลี่ยนหรือเลือกได้และสามารถที่จะสร้างและเก็บไว้ในแฟ้มได้ด้วย

#### 2.2.11.3 ตัวสร้างคำสั่งสื่อประสาน

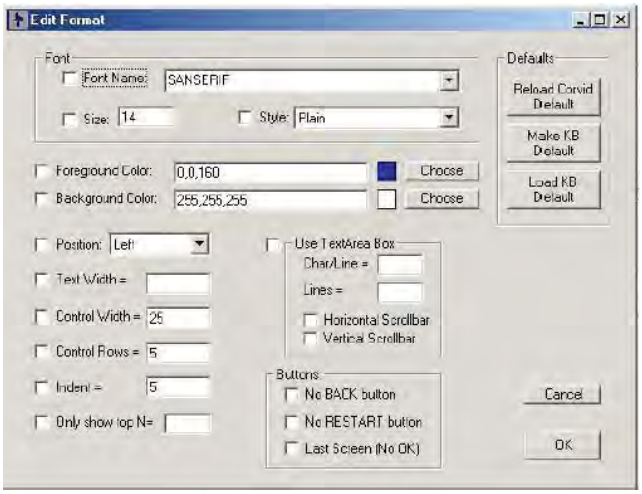
คำสั่งสื่อประสานจะถูกสร้างในหน้าต่างแสดงคำสั่งมีคำสั่งสื่อประสานหลัก 6 ชนิดด้วยกันที่สามารถป้อนเข้าได้

1. Variable - แสดงข้อมูลบางข้อมูลบนตัวแปรหรือใช้ตัวแปรในการควบคุมการแสดงค่าของข้อมูลอื่นๆ
2. Image - จะแสดงรูปภาพที่เป็น JPG หรือ GIF
3. Text - Text String เป็นคุณลักษณะพิเศษจะเพิ่มเข้าไปในหน้าต่างแสดงผลด้วยรูปแบบพิเศษ และอักขระจะเชื่อมต่อไปยังหน้า HTML อื่น
4. File - แสดงอักขระในแฟ้ม
5. Button - ควบคุมปุ่มกดที่ถูกเพิ่มเข้าไปในหน้าจอแล้ว

6. Color - ควบคุมสีของพื้นหลัง

### 2.2.12 การจัดรูปแบบ

ทั้งหมดของการแสดงคำสั่งสื่อประสานสามารถทำให้สัมพันธ์กับคำสั่งรูปแบบได้ โดยการกำหนดค่าในหน้าต่างการแก้ไขรูปแบบหน้าต่างนี้ใช้สำหรับควบคุมรูปแบบตัวอักษร, สี, ตำแหน่ง, การรวมอักษร, ความกว้างของตัวอักษร, การย่อหน้า, พื้นที่กล่องอักขระ, การตั้งค่ารูปแบบตัวแปรเสริม เป็นต้น




ภาพที่ 18 แสดงหน้าต่างการแก้ไขรูปแบบ

#### 2.2.12.1 รูปภาพและการเชื่อมต่อไปยังอักขระ

ในแต่ละอักขระสามารถที่จะใส่คำสั่ง HREF เพื่อเพิ่มการเชื่อมต่อจากรูปภาพ และชุดอักขระ คำสั่งเหล่านี้จะมีลักษณะการทำงานเหมือนที่ทำใน HTML และสามารถใช้งานในอักขระอื่นๆ ในระบบคล้าย ๆ ข้อความรับคำสั่งที่ใช้สำหรับคำถามเมื่อผู้ใช้งานคลิกบนลิงค์เหล่านี้ CORVID Runtime จะเปิดหน้าต่าง Browser ใหม่ และแสดงผล URL

#### 2.2.12.2 ตัวแปรติดตรึง (Embedding Variables)

ในแต่ละอักขระสามารถที่จะมีอักขระของตัวแปรอื่นเกาะติดหรือฝังตัวอยู่ในตัวของมันและคุณสมบัติของตัวแปรนั้นก็เกาะติดพ่วงมาด้วย ตัวอย่างเช่น

[[NAME]], What is…..

เมื่อเรารันระบบ [[NAME]] จะถูกแทนที่ด้วยชื่อที่แท้จริงของมัน

### 2.2.13 การส่งระบบ Corvid Java Runtime Applet

Exsys CORVID จะมีวิธีการปรับเปลี่ยนเพื่อเปลี่ยนรูปแบบการโต้ตอบกันกับระบบผู้เชี่ยวชาญบนเวบไซต์เมื่อระบบปฏิบัติการเสร็จสมบูรณ์แล้วมันจะทำการส่งไปยังผู้ใช้งานโดยทาง Java Applet ตัว Applet จะมีขนาดเล็กประมาณ 100 k และทำการดาวน์โหลดมาที่ Browser ได้อย่างรวดเร็ว

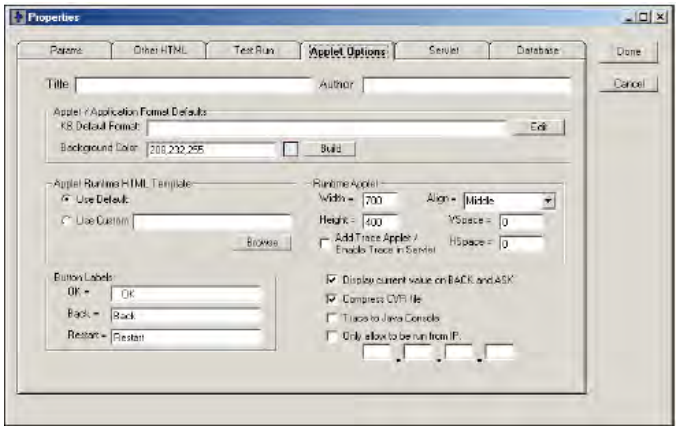
#### 2.2.13.1 การรันระบบในขณะที่กำลังพัฒนาระบบ

เมื่อระบบ CORVID ถูกดำเนินการในขณะที่กำลังพัฒนาระบบผู้ทำการปรับปรุง CORVIDจะสร้างแฟ้ม HTML แบบพลวัตและใช้มันในการรัน CORVID Java Runtime ในหน้าต่าง Browser และยอมให้ระบบรันในขณะเดียวกันโดยมันจะรันบนเวบและทำให้ผู้พัฒนาระบบสามารถทำการทดสอบระบบในขณะที่กำลังสร้างระบบได้ในขณะที่ระบบรันในสภาวะที่กำลังพัฒนาระบบ CORVID จะทำงาน

1. สร้างหน้า HTML แบบพลวัตเพื่อรันระบบด้วยรหัส Applet ที่เหมาะสม
2. เปิดหน้าต่างการรัน Microsoft Internet Explorer
3. รันระบบโดยใช้ Java ใน IE Window

#### 2.2.13.2 การควบคุม Applet (Controlling the Applet)

คุณสมบัติสำหรับการรัน CORVID Java Applet ในขณะที่กำลังพัฒนาระบบถูกกำหนดให้ใช้หน้าต่างคุณสมบัติดังแสดงในภาพที่ 19




ภาพที่ 19 แสดงหน้าต่าง Applet Option

ชื่อเรื่องและผู้แต่งและการตั้งค่าเริ่มต้นอักขระสำหรับระบบทั้งหมดและสีพื้นหลัง สามารถปรับแต่งได้อย่างง่ายดาย โดยมีรูปแบบตั้งค่าเริ่มต้นที่มากับชุดของ CORVID หรือการตั้งค่าเริ่มต้นระบบด้วยวิธีพิเศษที่สามารถปรับแต่งได้จากการประยุกต์วิธีใช้งาน ตัว CORVID Runtime Applet สามารถที่จะเพิ่มเข้าไปได้ในทุกหน้า HTML เช่น หน้าตั้งค่าเริ่มต้นหรือหน้าตามสั่งของระบบสำหรับภายนอกพื้นที่ของ Applet . ตัวที่จัดตามความประสงค์ของลูกค้าก็สามารถทำได้โดยจะทำแบบง่าย ๆ หรือแบบซับซ้อนตามต้องการด้วยรูปภาพอักขระ HTML รวมถึงการควบคุมและรูปภาพเคลื่อนไหว

กล่อง Runtime Applet จะเตรียมที่และตำแหน่งของ Applet ชนิดพิเศษให้ เช่น ความกว้าง ความสูง การจัดตำแหน่งและช่องว่างในแนวตั้งและแนวนอนระหว่าง Applet หรือ Trace Window Applet

#### 2.2.13.3 การติดตาม Applet (Trace Applet)

เมื่อมีการพัฒนาระบบมันเป็นประโยชน์อย่างมากที่จะสังเกตในแต่ละขั้นตอนของระบบที่จะได้มาซึ่งบทสรุป ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งเมื่อพิสูจน์ได้ว่าระบบทำงานได้ตามที่เราคาดหวังไว้ CORVID สามารถให้เราเพิ่ม CORVID Trace Applet บนหน้า HTML และจะแสดงให้เราเห็นรายละเอียดทั้งหมดของ Trace ตัว CORVID Runtime ส่งข้อความไปยัง Trace Applet ในขั้นตอนที่ได้รับมาว่าได้ข้อมูลมาอย่างไร และในตอนท้ายของการรันระบบรายละเอียดการรับค่าของตัวแปรว่ามาได้อย่างไรของแต่ละตัวแปรจะถูกส่งไปที่ Trace Applet ข้อมูลประวัติการรันสามารถที่จะตรวจสอบและค้นหาเพื่อดูว่าทำไมระบบถึงออกมาเป็นคำตอบหรือข้อสรุปได้ และได้ข้อสรุปมาอย่างไรและก็สามารถที่จะดูข้อมูลที่เกิดความผิดพลาดได้ด้วย ซึ่งสิ่งนี้เป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง กรณีมีผู้ที่ทำการพัฒนาระบบหลายๆ คน และ Trace Applet สามารถที่จะรันได้ในโหมดที่กำลังมีการพัฒนาระบบอยู่หรือในขณะที่ระบบติดตั้งอยู่บนเวบ

#### 2.2.13.4 ค่ากำหนดพิเศษในการส่งผ่านข้อมูล

แนวทางหนึ่งในการกำหนดค่าสำหรับตัวแปรโดยผ่านค่าของมันในขณะที่ Applet ถูกเรียกใช้งานผ่านทาง Applet PARAM. เมื่อ Applet ถูกเพิ่มเข้าไปที่หน้า HTML ตัวกำหนดชื่อสามารถที่จะกำหนดค่าที่สามารถเข้าถึงจากข้างในของ Applet ในขณะที่ CORVID กำลังสร้างการเรียกใช้ Applet มันจะใช้สิ่งนี้เพื่อจัดเตรียมข้อมูลที่แน่นอนให้กับ Applet

ค่ากำหนดเพิ่มเติมจะเตรียมเส้นทางเพื่อเป็นเส้นทางส่งผ่านของข้อมูลโดยใช้การสร้างหน้า HTML แบบพลวัตเพื่อสร้างภาษา Java หรือการจัดการสารบัญหน้า HTML โดยหน้าเหล่านี้สามารถที่จะรับข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอื่นก่อนที่ Applet จะถูกเรียกใช้งาน ตัวอย่างเช่น การ Login เข้าใช้งานของผู้ใช้งานระบบและผู้ใช้งานไม่ต้องการเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวมันก็สามารถส่งผ่านข้อมูลไปยังการประยุกต์ใช้ CORVID และรวมเข้าด้วยกันแบบพลวัตโดยไม่มีการถามผู้ใช้งานระบบในบางกรณี Applet สามารถที่จะแสดงผลให้ผู้ใช้งานเห็นบนหน้าต่าง Browser และสามารถได้บทสรุปหรือคำตอบโดยไม่มีคำถามใดๆ

**2.2.13.5 การเพิ่มโค๊ด HTML อื่นๆ**

ในบางครั้งการเพิ่มโค๊ด HTML อื่นเข้าไปตามคำเรียกขอของ Applet ก็เป็นผลดีต่อระบบและมีผลดีอย่างยิ่งเมื่อการเพิ่ม Applet อื่นเข้าไปกับตัวที่ CORVID Runtime จะทำการติดต่อด้วย ซึ่งสามารถทำได้โดยการสร้างแฟ้มรูปแบบสำหรับเชิงธุรกิจหรือโดยการเพิ่ม (การลบหรือการแก้ไขแถว HTML ) CORVID Runtime Applet สามารถติดต่อสื่อสารกับ Applet อื่นๆ บนหน้าแสดงผลหรือเพิ่มการทำงานพิเศษ

**2.2.13.6 การย้ายระบบ Corvid ไปไว้บนเวบ**

เมื่อระบบถูกย้ายขึ้นไปอยู่บนเวบหรือ Applet เรียกรหัสจากหน้านี้ สามารถที่จะทำการสำเนาไปยังหน้า HTML อื่นเพื่อรันระบบได้ทั้งหมดนั้นต้องการการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ CORVID ไปที่เวบไซต์ที่เป็นการเพิ่ม 2-3 แถวเข้าไปที่หน้า HTML และใส่ Runtime Applet และแฟ้มฐานความรู้พิเศษไว้บน Server ดังตัวอย่าง

```
<APPLET
CODE=”Corvid.Runtime.class”
NAME=”CorvidRuntime”
ARCHIVE=”ExsysCorvid.jar”
WIDTH=700
HEIGHT=500
HSPACE=0
VSPACE=0
```

ALIGN=middle >

<PARAM NAME = “KBNAME” VALUE = “my_kb.cvR”>

<PARAM NAME = “KBWIDTH” VALUE = “700”>

</APPLET>

ทั้งหมดที่ได้มา ไม่มีการเข้าระบบแบบพิเศษไม่มีโค๊ดในการรันบน Serverไม่มีการเข้าแบบCGI. และ Server สามารถที่จะเป็นได้หลายระบบ เช่น NT , UNIX , LINUX ในสภาวะขณะที่พัฒนาระบบ CORVID จะสร้างโค๊ดนี้ให้แก่เราโดยอัตโนมัติในแต่ละครั้งที่ระบบถูกรันโดยในสภาวะขณะที่พัฒนาระบบ CORVID จะทำงาน

1. สร้างหน้า HTML แบบพลวัตเพื่อรันระบบด้วยโค๊ด Applet ที่เหมาะสม
2. เปิดหน้าต่างการรัน Microsoft Internet Explorer
3. รันระบบโดยการใช้ Java ในหน้าต่าง IE

เมื่อเราทดสอบระบบของเราระหว่างที่พัฒนาระบบ เรากำลังรันระบบในทิศทางเดียวกับผู้ใช้งานระบบที่รันอยู่บนเวบ

ถ้าเราต้องการแก้จุดพร่องระบบที่ไม่เป็นไปตามที่เราคาดหวังไว้ เราควรเพิ่ม CORVID Trace Applet ในหน้า HTML และข้อมูลการสืบค้นทั้งหมดจะแสดงใน Applet นั้น ถ้ารู้ข้อมูลก่อน CORVID Applet ถูกเรียกเราสามารถเพิ่มค่าตัวกำหนดสำหรับตัวแปรในการเรียกหา Applet และระบบจะไม่ถามผู้ใช้งานระบบ CORVID Runtime Applet สามารถที่จะติดต่อกับ Applet อื่นๆบนหน้าเพื่อรับข้อมูลแสดงผลหรือเพิ่มหน้าที่พิเศษเข้ามา

## 2.3 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) [2] คือแบบจำลองที่นิยมใช้ในกระบวนการเหมืองข้อมูล (Data Mining) ใช้พยากรณ์ (Prediction) หรือจำแนกกลุ่ม (Classification) นอกจากนั้นยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างกฎเพื่อพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญอีกด้วย แผงผังต้นไม่ตัดสินใจแสดงผลลัพธ์จากการกระทำหรือตัดสินใจในเงื่อนไขต่างๆ แล้วเชื่อมต่อกันเป็นเส้นที่แตกแขนงออกไป โดยโครงสร้างจะประกอบด้วย

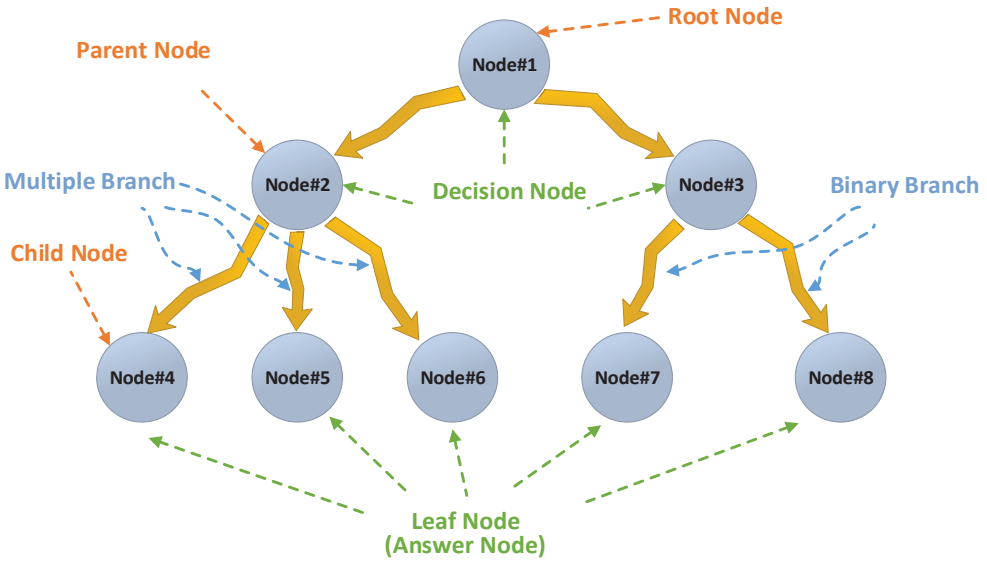
Decision Node: เป็นส่วนของเงื่อนไขการตัดสินใจ

Leaf Node: ค่าที่เป็นไปได้จากเงื่อนไขการตัดสินใจ

Branch: การเชื่อมต่อระหว่าง Node

โหนดตัดสินใจ (Decision Node) จะมีเส้นเชื่อม (Branches) ระหว่างโหนดพ่อ (Parent Node) และโหนดลูก (Child Node) ส่วนโหนดที่อยู่บนสุดของต้นไม้และไม่มีโหนดพ่อ (Parent Node) จะเรียกว่า โหนดราก (Root Node) และโหนดที่ไม่มีลูก (Child) จะเรียกว่าโหนดใบ (Leaf Node) ซึ่งจะเป็นโหนดคำตอบที่ได้จากเงื่อนไขการตัดสินใจ

โหนดตัดสินใจ (Decision Node) จะมีการตั้งคำถามให้ตอบ และจากคำตอบสามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ แบบเส้นเชื่อม 2 เส้น (Binary Branches) และแบบเส้นเชื่อมมากกว่า 2 เส้น (Multiple Braches) โดยที่แบบเส้นเชื่อม 2 เส้น จะเป็นการถามให้ตอบแบบใช่ (Yes) หรือไม่ใช่ (No) แต่แบบเส้นเชื่อมมากกว่า 2 เส้นนั้นคำตอบจะมากกว่า 2 คำตอบ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 20



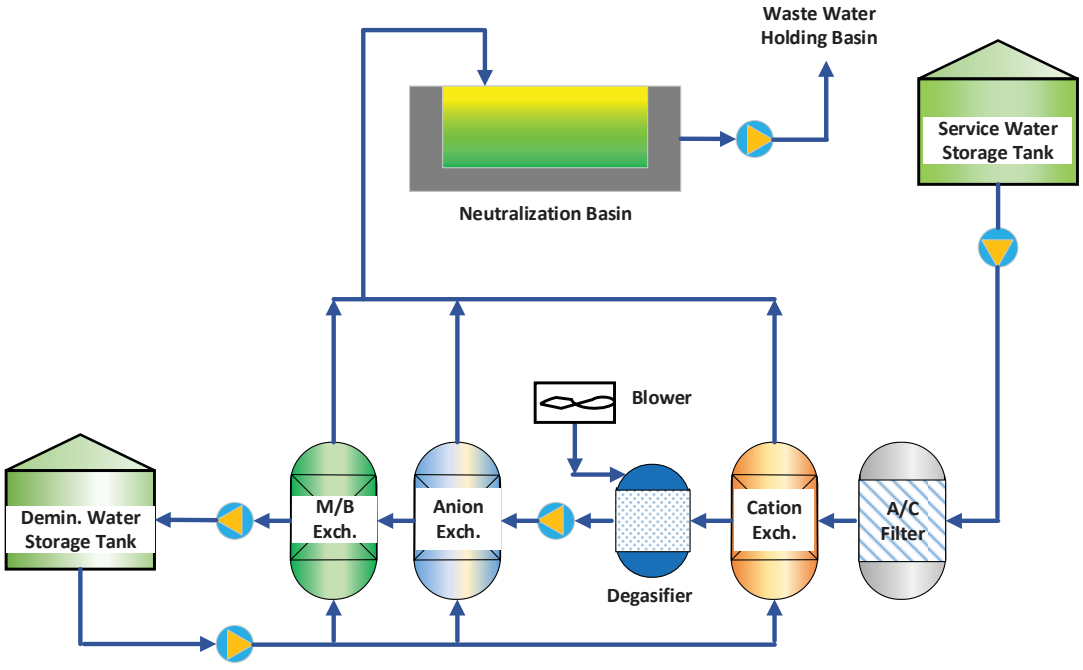

ภาพที่ 20 แสดงโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจ

ต้นไม้ตัดสินใจเป็นเทคนิคที่มีทั้งข้อดีและข้อเสียที่เห็นได้ชัดเจน [8] คือเป็นการกลั่นกรองแบบหยาบโดยการตอบคำถามที่ ใช่/ไม่ใช่ เท่านั้น โดยทางเลือกจะมีสองลักษณะคือ เหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์ต่อ และไม่เหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์ต่อในรายละเอียดถัดไป จุดแข็งของต้นไม้ตัดสินใจคือ ไม่จำเป็นต้องพิจารณาเกณฑ์ทั้งหมดว่ามีความสำคัญเท่ากันจึงช่วยให้ประหยัดเวลาเป็นอย่างมาก โดยการตอบคำถามเพียงไม่กี่คำถาม คำถามจะคล้ายๆกับเมทริกซ์จัดลำดับความสำคัญแต่เป็นการตอบว่า ใช่/ไม่ใช่ โดยเป็นการถามคำถามทีละข้อ

## 2.4 ระบบผลิตน้ำ (Cycle Make Up Water Treatment System)

โรงไฟฟ้ากรณีศึกษามีการผลิตน้ำปราศจากแร่ธาตุเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยระบบผลิตน้ำ (Cycle Make Up Water Treatment System) จะสามารถผลิตน้ำปราศจากแร่ธาตุได้ 2 สายผลิต (Train) โดยแต่ละสายผลิตจะมีขั้นตอนการทำงานที่เหมือนกัน ประกอบด้วย [9]

1. Activated Carbon Filter
2. Strong Acid Cation Exchanger
3. Forced Draft Degasifier
4. Strong Base Anion Exchanger
5. Mixed Bed Polisher

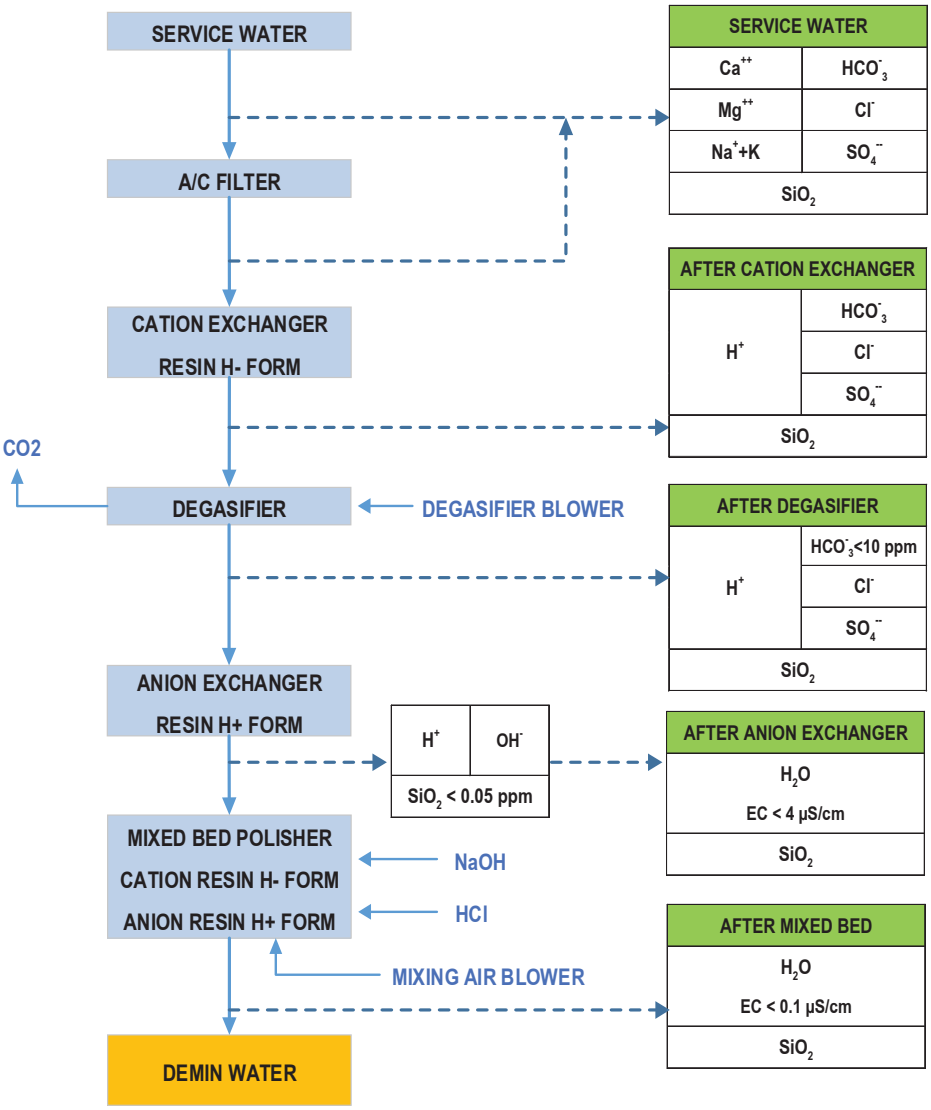



ภาพที่ 21 แสดงแผนผังโรงผลิตน้ำปราศจากแร่ธาตุ

น้ำดิบ (Service Water) จะถูกส่งไปที่ระบบผลิตน้ำ (Cycle Make Up Water Treatment System) ด้วย Service Water Supply Pump ซึ่งแต่ละสายการผลิต (Train) จะมี Activated Carbon Filter, Cation Exchanger, Degasifier, Degasified Water Pump, Anion Exchanger และ Mixed Bed

Exchanger เรียงตามเส้นทางการไหล โดยที่ Activated Carbon Filter จะกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติต่างๆ, กลิ่น, รสและคลอรีนหลงเหลือ (Residual chlorine) จากน้ำดิบที่เข้ามา จากนั้นจะมายัง Cation Exchanger ซึ่งจะมี Strong Acidic Resin เพื่อกำจัดความกระด้าง (Hardness) และสารประจุลบออก ส่วนใน Degasifier นั้นน้ำจะถูกสเปรย์จากทางด้านบนสวนทางกับอากาศที่ถูกส่งมาด้วย Degasifier Blower จากทางด้านล่างของถัง กระบวนการนี้เป็นการ Degasification ซึ่งจะเป็นการกำจัดคาร์บอเนต (Bicarbonate) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออก ส่วนน้ำที่ตกลงมายังด้านล่างของถังจะถูกส่งไปยัง Anion Exchanger ด้วย Degasified water pump และที่ Anion Exchanger จะมี Strong Basic Resin กำจัดประจุบวกและ Silica ออก แล้วจึงส่งไปยัง Mixed Bed Exchanger ซึ่งจะมีทั้ง Strong Cation และ Anion Resin เพื่อที่จะกำจัดสารต่างๆที่หลงเหลือออกทำให้ได้น้ำ Demineralized Water ที่คุณสมบัติตามที่ต้องการ โดยจาก Mixed Bed Exchanger น้ำจะถูกส่งไปพักไว้ที่ Demineralized Water Storage Tank

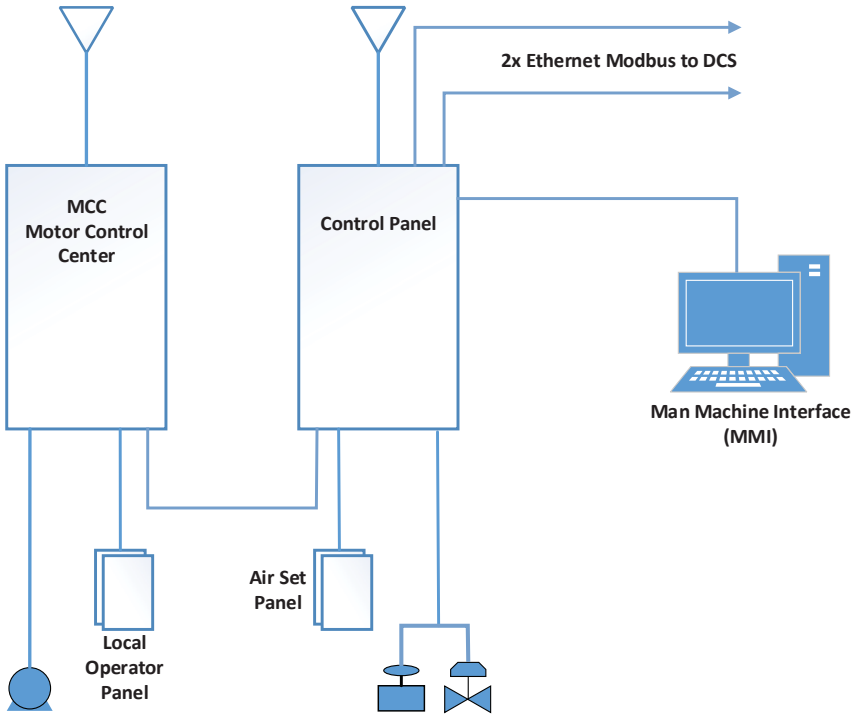
เมื่อค่า Conductivity ถึงค่ากำหนดหรือการผลิตน้ำสะสมครบตามค่ากำหนดแล้ว การผลิตน้ำของสายการผลิตนั้นจะหยุด เพื่อทำการฟื้นฟูสภาพ (Regeneration) ของเรซินในระหว่างทำการฟื้นฟูสภาพของเรซินอีกสายการผลิตยังสามารถใช้งานในการผลิตน้ำได้ โดยที่กรดไฮโดรคลอริก (HCl) จะถูกใช้สำหรับการฟื้นฟูสภาพของ Cation resin และด่างน้ำหรือโซดาไฟ (NaOH) จะถูกใช้ในการฟื้นฟูสภาพของ Anion resin ส่วนของเสียจากการฟื้นฟูสภาพจะส่งไปยังบ่อ Neutralization basin เพื่อทำการปรับสภาพและปรับ pH สารเคมีและของเสียใน Neutralization basin จะผสมกันจนกระทั้งกระบวนการทำให้เป็นกลางแล้วเสร็จแล้วจึงส่งไปยัง Waste Water Holding Basin ด้วย Neutralization Transfer Pump ซึ่งสามารถแสดง Diagram ได้ตามภาพที่ 22




ภาพที่ 22 แสดง Diagram การผลิตน้ำปราศจากแร่ธาตุ

ระบบผลิตน้ำ (Cycle Make Up Water Treatment System) จะควบคุมแบบอัตโนมัติด้วย Non redundant PLC system โดยการติดตามค่าพารามิเตอร์ต่างๆและการทำงานจะสามารถทำด้วยระบบ DCS หรือระบบ PLC ด้วยการเลือกที่ selector switch ว่าจะให้ควบคุมจากที่ PLC หรือที่ DCS โดยพนักงานเดินเครื่องจะสามารถควบคุมโรงผลิตน้ำได้ทั้งที่ห้องควบคุมไฟฟ้าที่โรงผลิตน้ำหรือที่ห้องควบคุมในอาคารควบคุมขึ้นอยู่กับพนักงานเดินเครื่องจะเลือก ในการเชื่อมต่อระหว่างระบบ PLC กับระบบ DCS จะใช้ Ethernet Modbus protocol (2 Ports) ซึ่งจะใช้ในการทำงาน เช่น การ Start/Stop Motor, การเปิด/ปิด valve, สภาวะการทำงานต่างๆ และรวมทั้งการทำงานด้วย

ฟังก์ชันอัตโนมัติ แต่การปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และค่า setting จะทำได้ที่ MMI (Man Machine Interface) เท่านั้น แสดงได้ตามภาพที่ 23




ภาพที่ 23 แสดงโครงสร้างการควบคุมระบบผลิตน้ำ (System Configuration)

ในส่วนของระบบ DCS มีหน้าที่การทำงาน เช่น แสดงสถานการณ์ทำงานของระบบ, การควบคุมการทำงานของระบบ, การบันทึกสถานการณ์ทำงานของระบบ, การเชื่อมต่อการทำงานกับระบบ PLC และแสดงสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ซึ่งเป็นส่วนที่แจ้งเตือนพนักงานเดินเครื่องให้ทราบถึงความผิดปกติของระบบหรืออุปกรณ์

## 2.5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิพัฒน์ จันจวง [10] ได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญโดยใช้โปรแกรมวิชวลซ์ พลัส พลัส 6 เพื่อวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนและปัญหาในการเดินเครื่องหม้อไอน้ำถ่านหินลิกไนต์ ช่วยในการตัดสินใจและหามาตรการการปฏิบัติการเดินเครื่องที่เหมาะสม ซึ่งสามารถลดการสูญเสียพลังงานได้

อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล [4] ได้ทำการศึกษาเรื่องระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยฟอลต์ระบบไฟฟ้าของเครื่องตักวัสดุ สำหรับเหมืองแม่เมาะ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยใช้ขั้นตอนวิธีแบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ในการออกแบบแล้วพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยเปลือกผู้เชี่ยวชาญคลิปส์ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ส สามารถช่วยให้คำแนะนำกับผู้ปฏิบัติงานเมื่อเกิดสัญญาณแจ้งเตือนของเครื่องตักได้อย่างถูกต้อง

นายพงษ์ภัค ศุภอักโข [11] ได้ทำการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์หาขนาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เพื่อให้ประชาชนทั่วไปสามารถวิเคราะห์หาขนาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่เหมาะสมกับห้องที่ต้องการติดตั้งใช้งานภายในบ้านพักอาศัยของตนเองได้ ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์หาขนาดครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ได้ใช้โปรแกรม บอร์แลนด์ เดลไฟล์ 7 เอ็นเตอร์ไพรส์ เอดิชั่น เป็นโปรแกรมหลักในการพัฒนา

Z. Mohd Fairuz Bin [12] ทำการศึกษาเรื่อง Expert System for Car Maintenance and Troubleshooting ซึ่งเป็นโปรแกรมตรวจสอบความขัดข้องเบื้องต้นของรถยนต์โดยใช้การวินิจฉัยแบบไปข้างหน้าเทำให้การตรวจสอบความขัดข้องของรถยนต์เป็นไปอย่างถูกต้องและรวดเร็ว

พัชราภรณ์ ราชประดิษฐ์ [13] ได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยโรคข้าว โดยใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ CLIPS ซึ่งเป็นเครื่องมือในการสร้าง Expert System มาทาหน้าที่ในการสร้างกฎและอนุมาน ซึ่งมีขอบเขตการศึกษาจากโรคข้าวที่เกิดจากเชื้อโรค 3 กลุ่ม ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา เชื้อไวรัส จำนวน 16 โรค การสร้างกฎโดยจำแนกลักษณะอาการของโรคแล้วจึงมาวิเคราะห์เพื่อสร้างเป็นผังต้นไม้ (Decision Tree) ตามอัลกอริทึม C4.5 โดยใช้โปรแกรม WEKA เมื่อสร้างกฎเรียบร้อยแล้วจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของกฎ พบว่าระบบสามารถวินิจฉัยโรคได้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญได้ถึง 94.5% เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวินิจฉัยของผู้เชี่ยวชาญโดยมีผู้เชี่ยวชาญ

ประเทือง สุขป้อม [6] ได้ทำการวิเคราะความขัดข้องของระบบปรับอากาศแบบส่วนกลางสำหรับโรงไฟฟ้าแม่เมาะโดยโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งใช้เทคนิคการแสดงความรู้แบบกฎและอนุมานแบบย้อนกลับ (Backward Chaining) พัฒนาโดยใช้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ Exsys CORVID ผลจากงานวิจัยนี้ทำให้สามารถวิเคราะห์ความขัดข้องได้ถูกต้อง รวดเร็วและทำให้การบริการของแผนกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และยังได้กล่าวว่า Exsys CORVID เป็นโปรแกรมที่

สามารถที่จะแสดงค่าความเชื่อมั่นของแต่ละคำตอบที่ผู้ใช้งานระบบได้รับหลังจากที่ได้ทำการตั้งคำถามสอบถามระบบ และยังสามารถแสดงรูปภาพ รวมถึงสามารถแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการทราบรายละเอียด รูปลักษณะของอุปกรณ์ ตลอดจนสามารถแสดงผลในรูปแบบแผนผังแบบติดตั้ง (Drawing Diagram) ได้ด้วย

M.H. Es-Saheb and I.M. Al-Harkan [14] ได้นำเสนอระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับเลือกผงโหละโดยใช้โปรแกรม Exsys Corvid ซึ่งทำให้สามารถเลือกผงโลหะได้ตามที่ต้องการทั้งคุณสมบัติของวัตถุและลักษณะเฉพาะของผงโลหะสำหรับการใช้งานที่ระบุ โดยใช้วิธีแทนความรู้แบบกฎ (Rule-based knowledge) และใช้เทคนิคการอนุมานทั้งแบบไปข้างหน้าและย้อนกลับ (Forward และ Backward Chaining) ทำให้ระบบสามารถกำหนดลักษณะของผงเบื้องต้นและวิธีการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการหรือสามารถทำย้อนกลับได้

# บทที่ 3

## การดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำสำหรับโรงไฟฟ้า (Cycle Make Up Water Treatment System) ผู้วิจัยได้นำแนวทางขั้นตอนในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยโรคข้าว [12] มาปรับใช้เนื่องจากเห็นว่ามีข้อจำกัดในหลายๆ ด้านที่คล้ายๆกัน เช่น ระยะเวลาที่จำกัด, การปรับปรุงแก้ไขระบบที่จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบข้อมูล เป็นต้น โดยขั้นตอนดังกล่าวได้ปรับเปลี่ยนมาจากขั้นตอนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญของ Wolfgram Dear และ Galbraith ซึ่งมีรูปแบบที่พัฒนามาจากโปรแกรมทั่วไปและมีหัวข้อของงานที่จะต้องทำในแต่ละขั้นตอนที่ชัดเจนง่ายต่อการศึกษา

สำหรับขั้นตอนในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำสำหรับโรงไฟฟ้า มีขั้นตอนในการพัฒนาระบบ 5 ขั้นตอนดังนี้

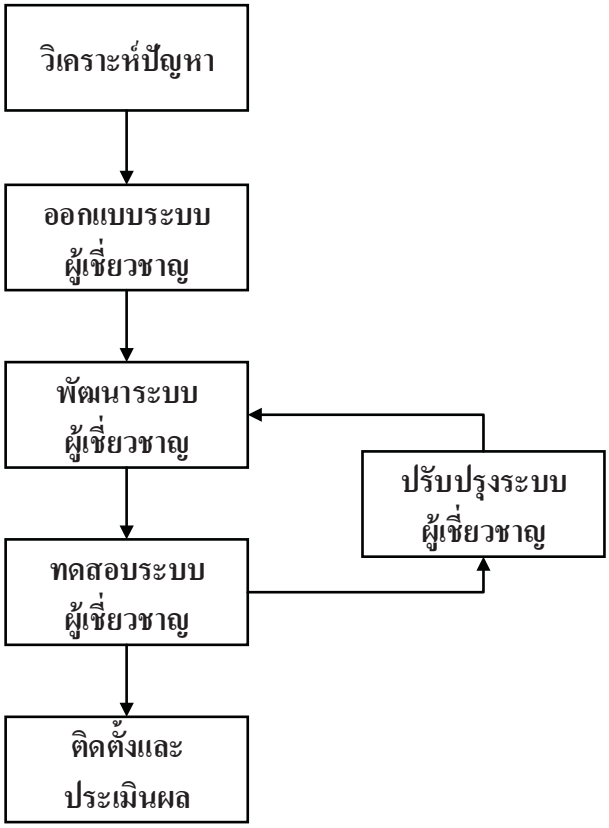
ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบระบบ

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบการทำงานของระบบ

ขั้นตอนที่5 การติดตั้งและประเมินผลระบบ




ภาพที่ 24 แสดงขั้นตอนในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

### 3.1 การวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา

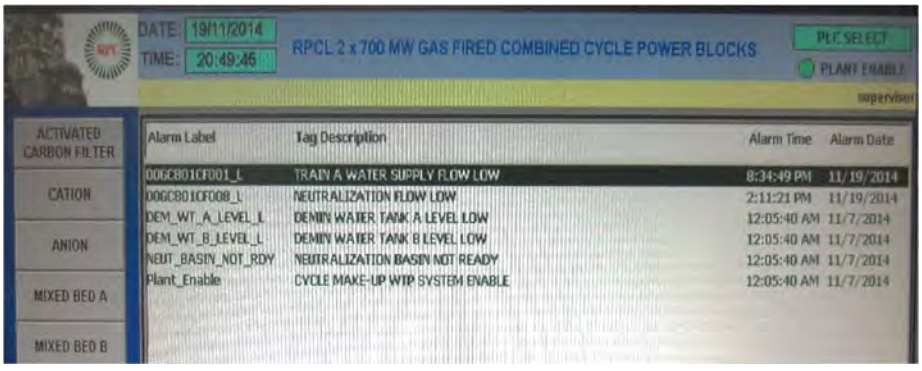
ในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบการผลิตน้ำของโรงไฟฟ้า (Cycle Make Up Water Treatment System) จากเอกสารคู่มือการเดินเครื่องและบำรุงรักษาของผู้ผลิตและสอบถามผู้เชี่ยวชาญจากพนักงานเดินเครื่องโรงผลิตน้ำของโครงการเดินเครื่องบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าราชบุรีเพาเวอร์ พบว่าจะมีเพียงแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นบางอย่างเท่านั้นไม่ได้ครอบครุมถึงความผิดปกติต่างๆที่ทำให้เกิดสัญญาณแจ้งเตือนขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำ ซึ่งเมื่อมีสัญญาณแจ้งเตือนต่างๆขึ้นจำเป็นจะต้องใช้คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการแก้ไขปัญหาให้ถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการรวบรวมและคัดเลือกความผิดปกติเฉพาะในส่วนกระบวนการผลิตน้ำ (Process Alarm) จากสัญญาณแจ้งเตือนที่แสดงบนหน้าจอ DCS และจากเอกสารคู่มือการเดินเครื่องและบำรุงรักษาของผู้ผลิต ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

1. Degasifier Tank A Level High High
2. Degasifier Tank A Level Low Low

3. Degasifier Tank B Level High High
4. Degasifier Tank B Level Low Low
5. Neutralization Basin Level High High
6. Activated Carbon Filter A Differential Pressure High
7. Activated Carbon Filter B Differential Pressure High
8. Cation Exchanger A Resin Trap Differential Pressure High
9. Cation Exchanger B Resin Trap Differential Pressure High
10. Anion Exchanger A Resin Trap Differential Pressure High
11. Anion Exchanger B Resin Trap Differential Pressure High
12. Mixed Bed Exchanger A Resin Trap Differential Pressure High
13. Mixed Bed Exchanger B Resin Trap Differential Pressure High
14. Service Water for HCl Dilution Flow Switch Low
15. Service Water for NaOH Dilution Flow Switch Low
16. Anion Exchanger A Outlet EC High
17. Anion Exchanger B Outlet EC High
18. Mixed Bed Polisher A Outlet EC High
19. Mixed Bed Polisher B Outlet EC High
20. Mixed Bed Polisher A Water Outlet Silica High
21. Mixed Bed Polisher B Water Outlet Silica High
22. Demin. Water Outlet Flow Low
23. Demin. Water Outlet for NaOH Flow Low
24. Demin. Water Outlet for NaOH Flow High
25. Demin. Water Outlet for HCl Flow Low
26. Demin. Water Outlet for HCl Flow High
27. Regeneration Water Pressure High
28. Regeneration Water Pressure Low

29. Temperature of Demin. Water NaOH Dilution Low
30. Temperature of Demin. Water NaOH Dilution High
31. Neutralization Basin Water Outlet Flow Low
32. Neutralization Basin pH High High
33. Neutralization Basin pH Low Low
34. HCl Concentration High
35. HCl Concentration Low
36. NaOH Concentration High
37. NaOH Concentration Low
38. Train A Water Supply Flow Low
39. Train B Water Supply Flow Low
40. Train A Degasifier Outlet Flow Low
41. Train B Degasifier Outlet Flow Low

โดยสัญญาณแจ้งเตือนดังกล่าวจะแสดงที่หน้าจอ DCS เพื่อแสดงว่ากำลังมีเหตุการณ์ผิดปกติอะไรเกิดขึ้นกับระบบผลิตน้ำ ดังตัวอย่างด้านล่างนี้




ภาพที่ 25 แสดงสัญญาณแจ้งเตือนบนหน้าจอ

## 3.2 การออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ

### 3.2.1 การรวบรวมความรู้

การรวบรวมความรู้ในการวิเคราะห์ความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตน้ำสำหรับโรงไฟฟ้านั้นได้มาจากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่นจากคู่มือการเดินเครื่องและบำรุงรักษาของผู้ผลิต, จากการประชุมของหน่วยเดินเครื่อง, การสอบถามจากพนักงานเดินเครื่องและนักเคมี เป็นต้น เมื่อได้องค์ความรู้แล้วจึงมีการประชุมร่วมกันระหว่างวิศวกรความรู้และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาข้อสรุปถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ความผิดปกติที่ถูกต้องและเหมาะสม แสดงได้ดังตารางที่ 2

ภาพที่ 26 แสดงการประชุมสอบถามจากพนักงานเดินเครื่อง

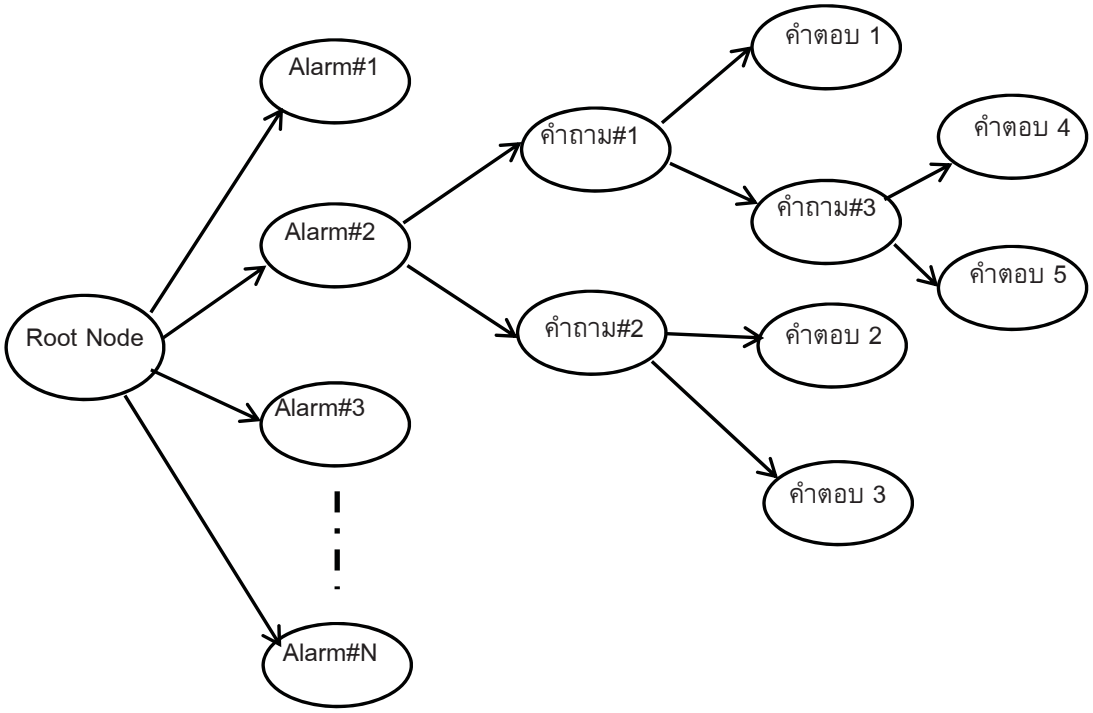
ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างแนวทางการวิเคราะห์เมื่อสัญญาณแจ้งเตือนเกิดขึ้น

| สัญญาณแจ้งเตือน | Setting | สาเหตุ | การตรวจสอบ | การแก้ไข |
|---|---|---|---|---|
| Neutralization Basin Level High High | Level SW | 1. Level Switch เสีย<br>2. Regeneration ใช้เวลา Rinse นาน<br>3.Neutralization transfer pump ส่งน้ำไม่เพียงพอ | 1. ตรวจสอบ Level จริงระดับน้ำสูงหรือไม่<br>2. ตรวจสอบค่า Conductivity ในขั้นตอนการ Regeneration หากค่าสูงเกินกำหนด<br>3. ตรวจสอบ pump discharge pressure | 1. แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบ Level switch เพื่อทำการเปลี่ยนใหม่, ซ่อม หรือทำความสะอาด เป็นต้น<br>2. อาจมาการตั้งเวลา Rinse ให้นานเกินไป<br>3. ตรวจสอบค่า pH ก่อนทำการ Start Pump เพิ่มเป็น 2 ตัว |
| Activated Carbon Filter A/B Differential Pressure High | Press. SW | 1. ผงถ่านหมดสภาพ<br>2. Backwash time น้อยไป | 1. ตรวจสอบการแตกตัวของผงถ่านตอน Backwash<br>2. ตรวจสอบ time setting ขั้นตอน Backwash | 1. แจ้งเคมีและบำรุงรักษาทำการเปลี่ยนผงถ่าใหม<br>2. เพิ่ม Time ในการ Backwash |
| Cation Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High | Press. SW | 1. เม็ด Resin แตกตัวในขบวนการ Regen.<br>2. เม็ด Resin หมดสภาพการใช้งาน | 1. ตรวจสอบดูเม็ด Resin ที Trap ว่ามีหรือไม่<br>2. ตรวจสอบระยะเวลาครบกำหนดเปลี่ยนเม็ด Resin หรือยัง | 1. ทำการ Clean Resin Trap<br>2. เปลี่ยนเม็ด Resin ทั้งหมด |

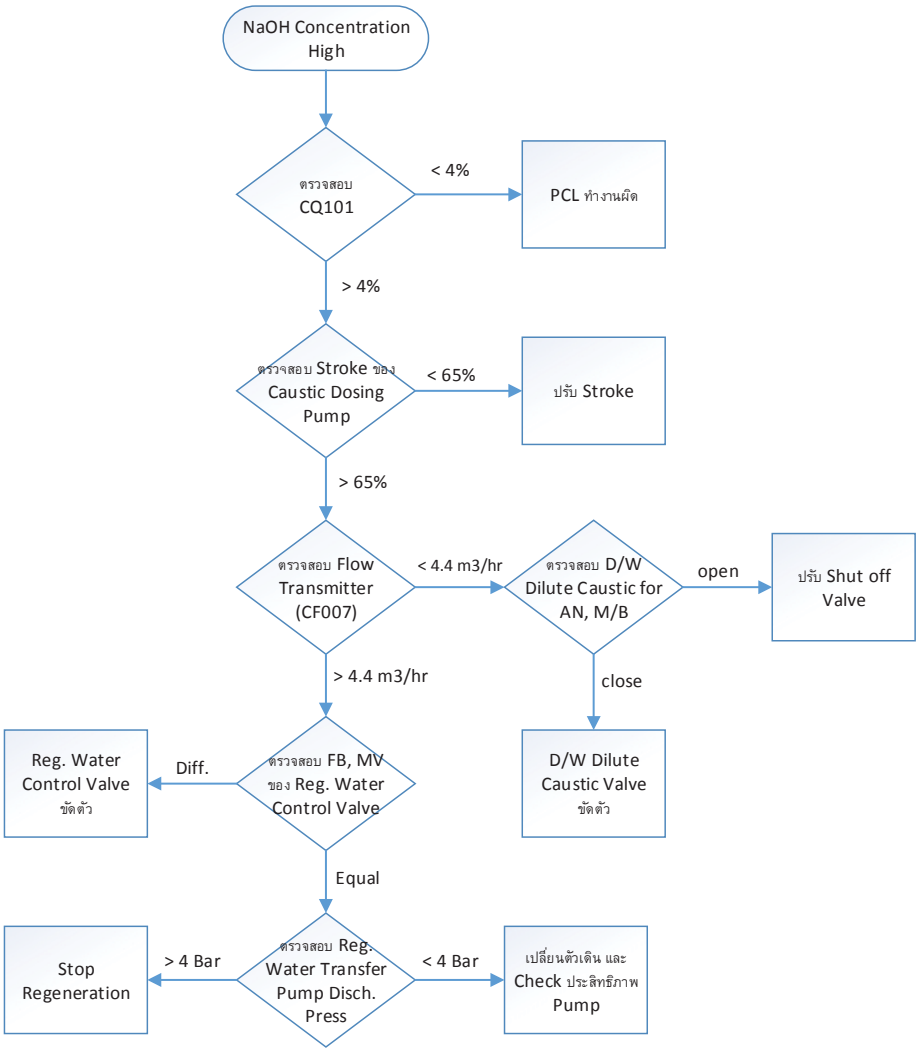
### 3.2.2 การสร้างฐานความรู้

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้านั้นจะเลือกใช้ขั้นตอนวิธีแบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ในการสร้างฐานความรู้ เนื่องจากลักษณะของปัญหาเป็นการหาคำตอบจากกลุ่มของคำตอบที่เป็นไปได้ โดยการตั้งคำถามให้ตัดสินใจเลือกเพื่อลดกลุ่มของคำตอบที่เป็นไปได้จนในที่สุดเหลือเพียงคำตอบเดียว

การออกแบบโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจจะให้โหนดราก (Root Node) เป็นโหนดตัดสินใจที่มีเส้นเชื่อมมากกว่า 2 เส้นเชื่อมต่อไปยังโหนดลูก (Child Node) ซึ่งเป็นสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ที่รวบรวมมาโดยจะมีการตั้งคำถามเพื่อเป็นเงื่อนไขการตัดสินใจให้ผู้ใช้งานเลือกสัญญาณแจ้งเตือนที่เกิดขึ้น และจากนั้นออกแบบให้โครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจในส่วนของสัญญาณแจ้งเตือนแต่ละชนิดมีการสอบถามข้อมูลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไรเพื่อค้นหาคำตอบที่เป็นไปได้ตามที่ได้กำหนดไว้




ภาพที่ 27 แสดงโครงสร้างการออกแบบต้นไม้ตัดสินใจของระบบผู้เชี่ยวชาญ




ภาพที่ 28 แสดงโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจของสัญญาณแจ้งเตือน NaOH Concentration High

เมื่อนำข้อมูลสาเหตุและแนวทางการแก้ไขเมื่อเกิดสัญญาณแจ้งเตือนมาสร้างต้นไม้ตัดสิน สามารถแสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ 28 ซึ่งจะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลและจะนำมาเป็นต้นแบบในการแทนความรู้แบบกฎ (Rule based knowledge) โดยจะอยู่ในรูปแบบของกฎ IF-THEN Rules ดังตัวอย่างของกฎดังนี้

IF: Alarm ของระบบ Cycle Make up Water System เกิดขึ้นในส่วน Chemical Prep.

AND: Alarm NaOH Concentration High เกิดขึ้น

AND: ค่าความเข้มข้น (01CQ101) มากกว่า 4%

AND: %Stroke ของ Caustic Dosing Pump มากกว่า 65%

AND: Flow Transmitter (CF007) ของ Demin. Water Dilute Flow อ่านได้ $\geq$ 4 m3/hr

AND: MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) ไม่แตกต่างกัน

AND: Regeneration Water Transfer Pump Disch. Pressure มากกว่าเท่ากับ 4 bar

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการ Stop Regeneration ป้องกันการ Regeneration ไม่สมบูรณ์และแจ้งนักเคมีทำการตรวจสอบ

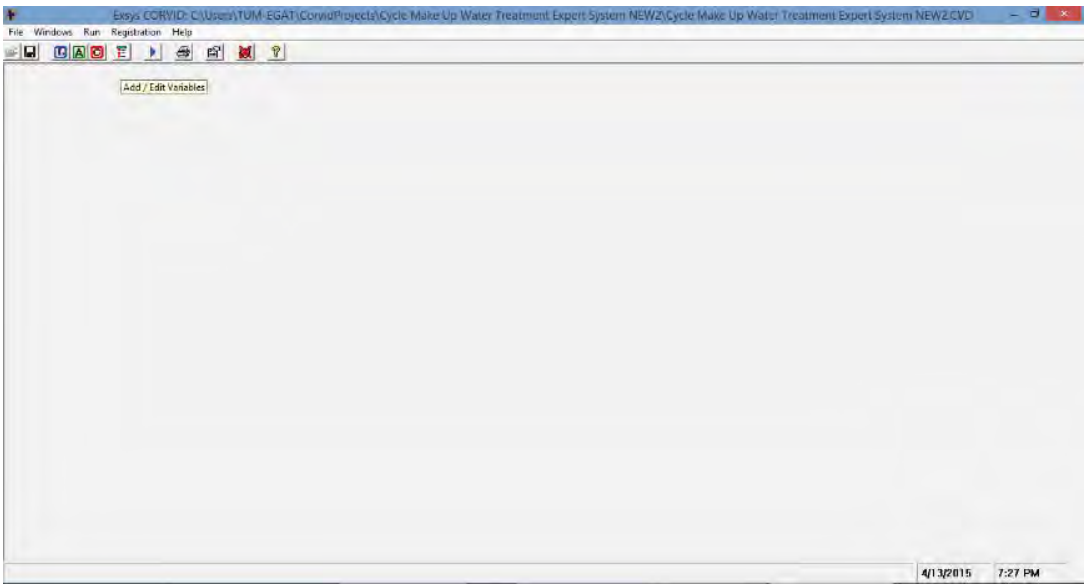
แล้วเสร็จในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้าในงานวิจัยนี้จะใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ Exsys Corvid ซึ่งเป็นโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญที่สามารถรองรับกลไกการอนุมานที่ได้รวบรวมองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำเป็นโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจ

### 3.3 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

ในการศึกษานี้จะใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ Exsys Corvid ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ส (Windows) และมีสภาพแวดล้อมที่สะดวกในการใช้งานด้านระบบผู้เชี่ยวชาญและสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยผู้วิจัยได้ใช้กลไกการอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining) ซึ่งรูปแบบการทำงานของระบบนั้นจะเป็นในลักษณะการถามคำถามโดยมีรูปแบบการตอบคำถามแบบ YES หรือ NO และตัวเลือก เมื่อได้รับคำตอบจากผู้ใช้ระบบในแต่ละข้อแล้วจากนั้น Exsys Corvid จะตรวจสอบว่าตรงกับกฎข้อใดและเลือกกฎที่เหมาะสมซึ่งเป็นคำตอบในการแก้ไขปัญหา

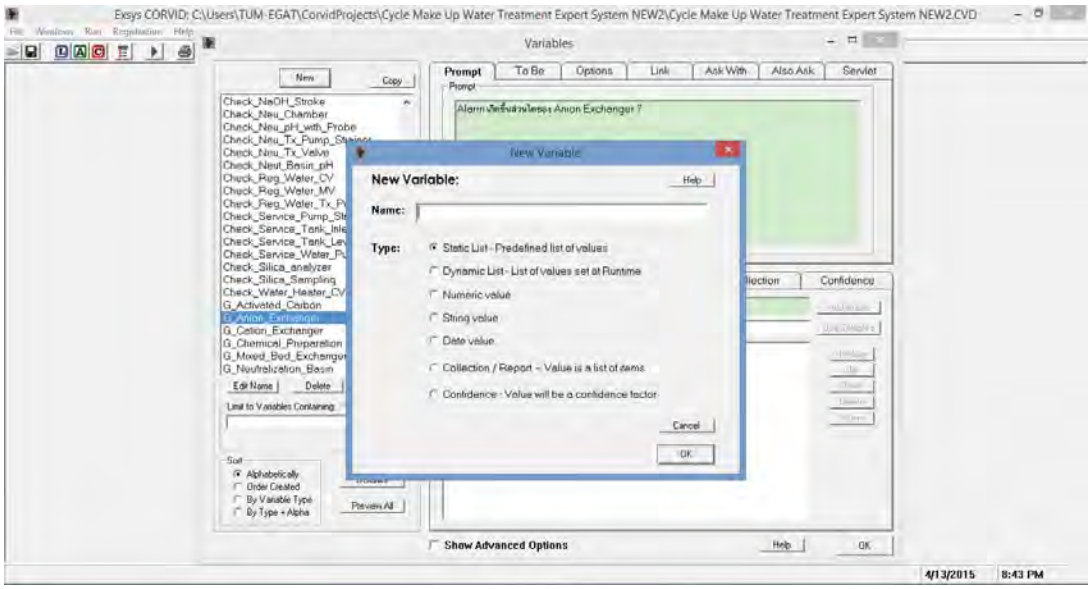
สำหรับขั้นตอนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยโปรแกรม Exsys Corvid สามารถทำได้ตามลำดับดังนี้

1. เริ่มใช้งานโดยการเปิดโปรแกรม Exsys Corvid และจากนั้นจะเข้าสู่หน้าหลักของโปรแกรม เพื่อที่จะทำการเพิ่มตัวแปร ตามภาพที่ 29



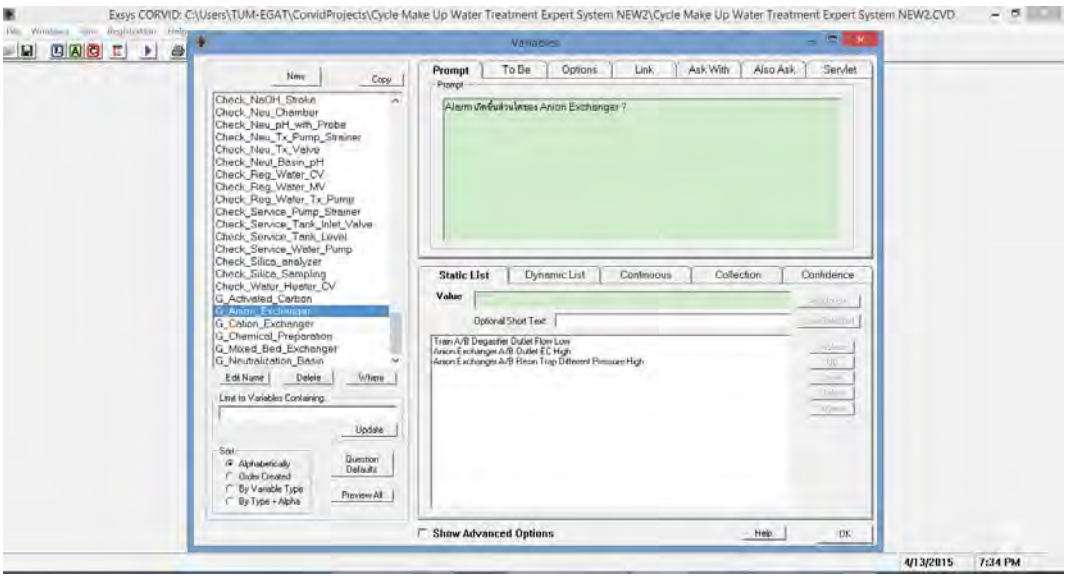

ภาพที่ 29 แสดงหน้าหลักของโปรแกรม Exsys Corvid

2. กำหนดชื่อตัวแปรและประเภทของตัวแปร



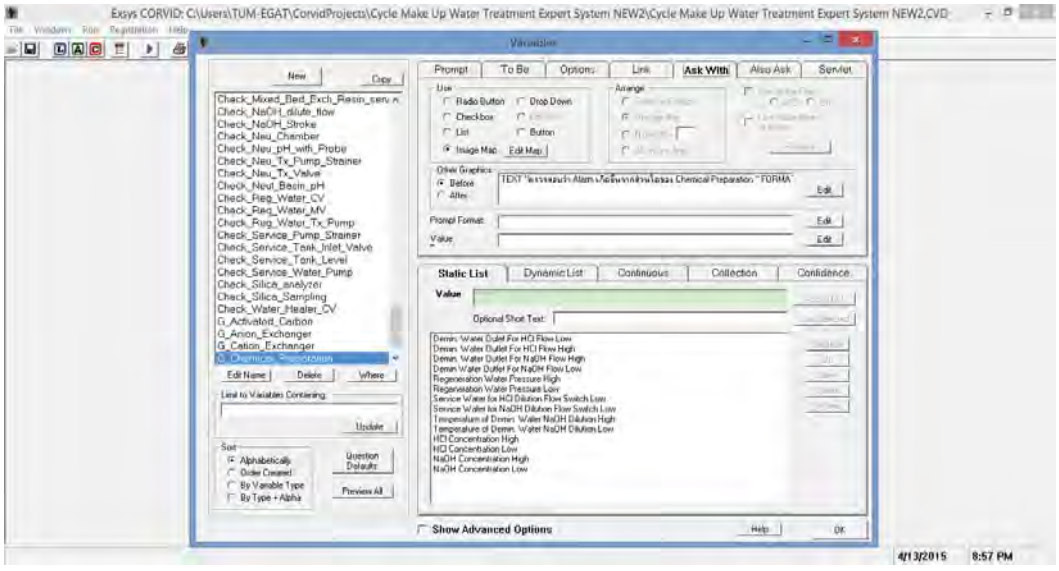

ภาพที่ 30 แสดงหน้าต่างเลือกชนิดตัวแปร

3. หลังจากนั้นกำหนดคำถามที่ต้องการถามผู้ใช้งานในแถบ Prompt และตัวเลือกของคำถามที่ช่อง Value แล้วกด Add to List



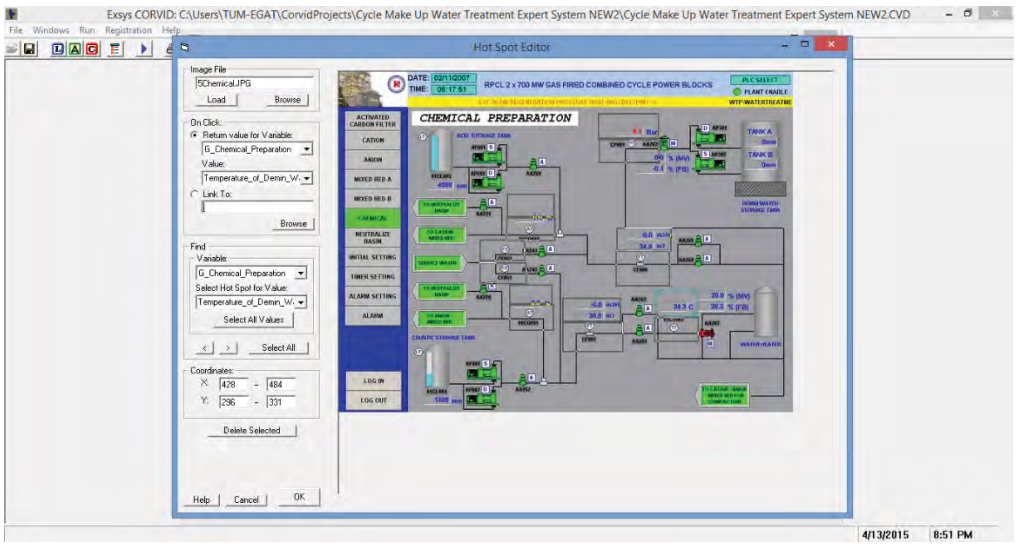

ภาพที่ 31 แสดงการกำหนดคำถามในแถบ Prompt

4. หากต้องการเพิ่มคำถามที่เป็นรูปภาพเพื่อผู้ใช้งานติดต่อกับโปรแกรมได้ดียิ่งขึ้น สามารถทำได้โดยให้ไปที่แถบ Ask With แล้วเลือกที่ Image Map



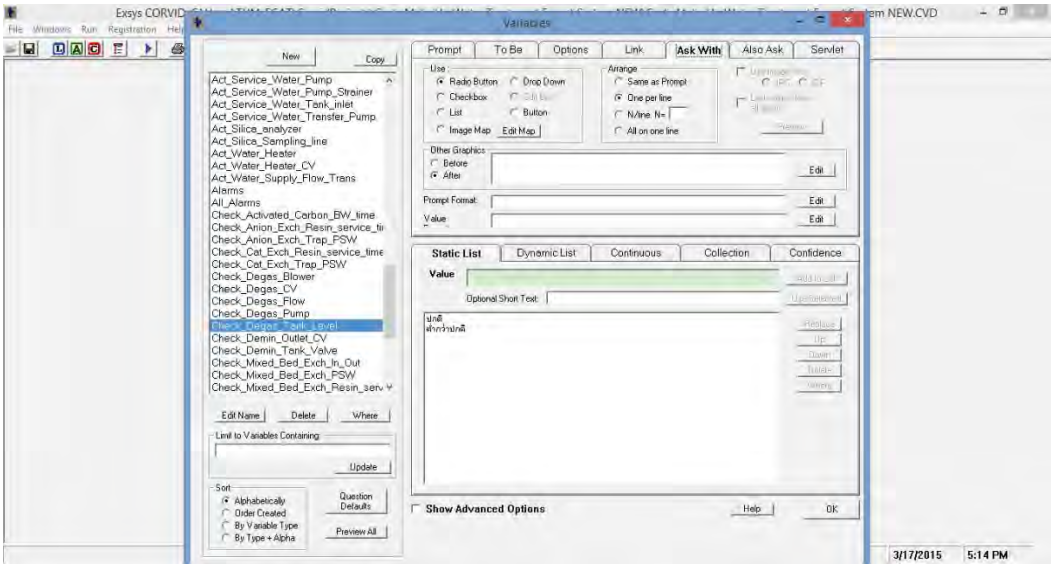

ภาพที่ 32 แสดงการเลือก Image Map ในแถบ Ask With

5. จากนั้นจะปรากฏหน้าจอ Hot Spot Editor แล้วทำการเลือกไฟล์ที่จะใช้ซึ่งจะต้องเป็นรูปภาพนามสกุล JPG หรือ GIF และกำหนดพื้นที่ในรูปภาพแทนแต่ละตัวเลือก



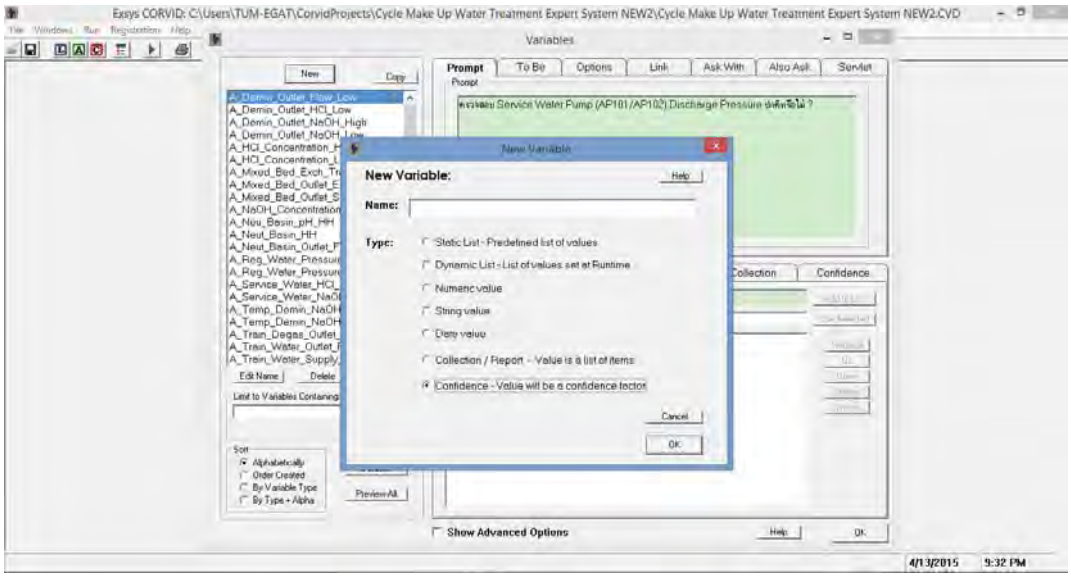

ภาพที่ 33 แสดงการกำหนดพื้นที่หน้าจอ Hot Spot Editor

6. นอกจากนั้นแต่ละคำถามของตัวแปรคงที่ ยังสามารถเพิ่มรูปภาพประกอบ, ข้อความ หรือไฟล์ข้อความ (Text File) เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจและติดต่อกับโปรแกรมได้ดีขึ้น ทำได้โดยเลือกแถบ Ask With แล้วเลือก Other Graphic



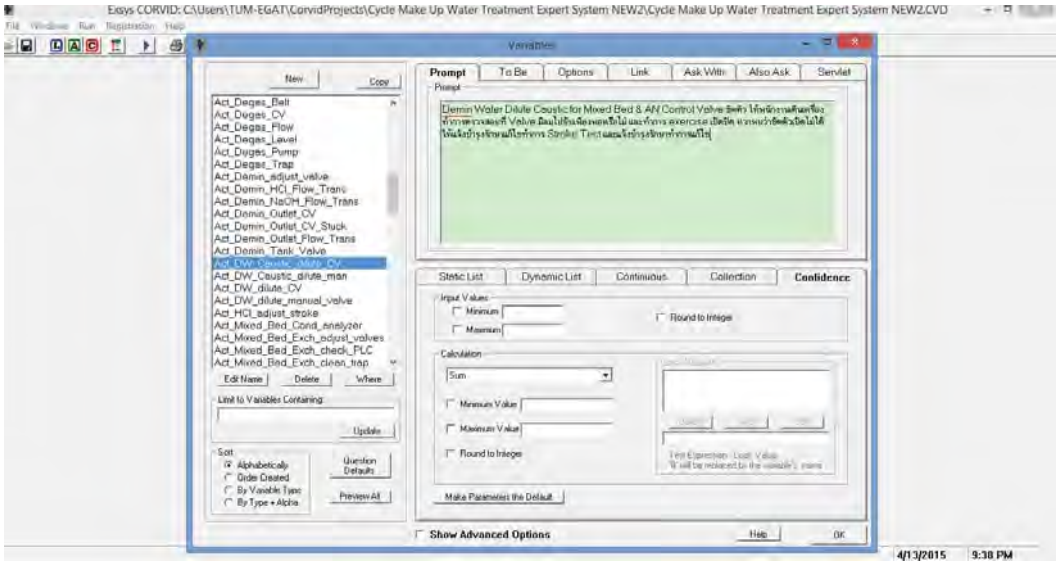

ภาพที่ 34 แสดงการใช้ Other Graphic เพื่อเพิ่มข้อมูล

7. การเพิ่มตัวแปรความเชื่อมั่น โดยการกด New กำหนดชื่อตัวแปรที่ต้องการ และเลือกประเภทของตัวแปรเป็น Confidence แล้วกด OK



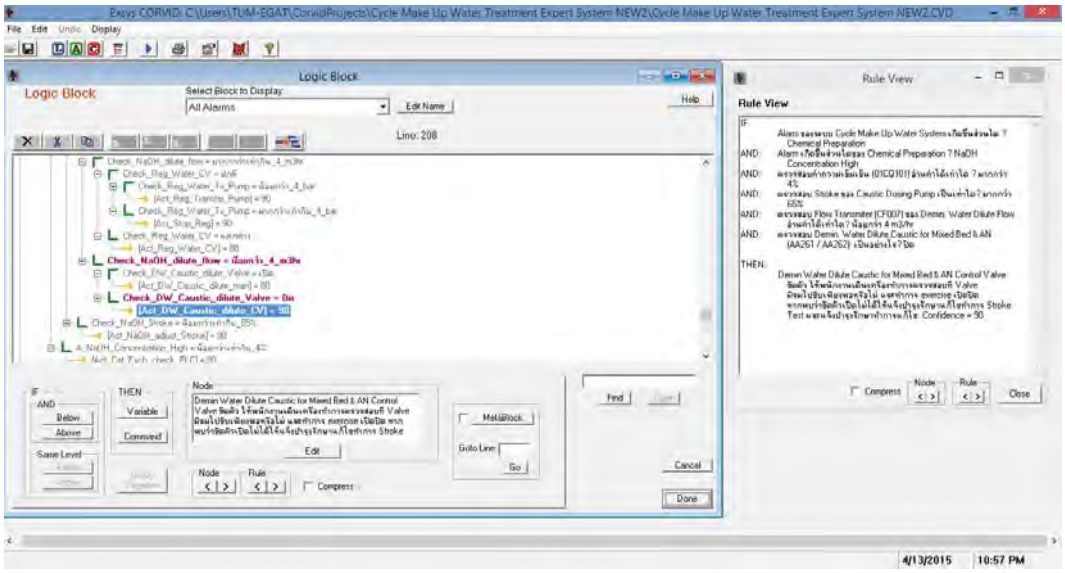

ภาพที่ 35 แสดงการเลือกประเภทตัวแปรความเชื่อมั่น (Confidence Variable)

8. จากนั้นใส่คำแนะนำสำหรับพนักงานเดินเครื่อง ซึ่งเป็นความรู้ที่มาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยข้อความที่ใส่จะแสดงในหน้าคำตอบสุดท้ายเพื่อให้ข้อมูลแก่ผู้ใช้งาน



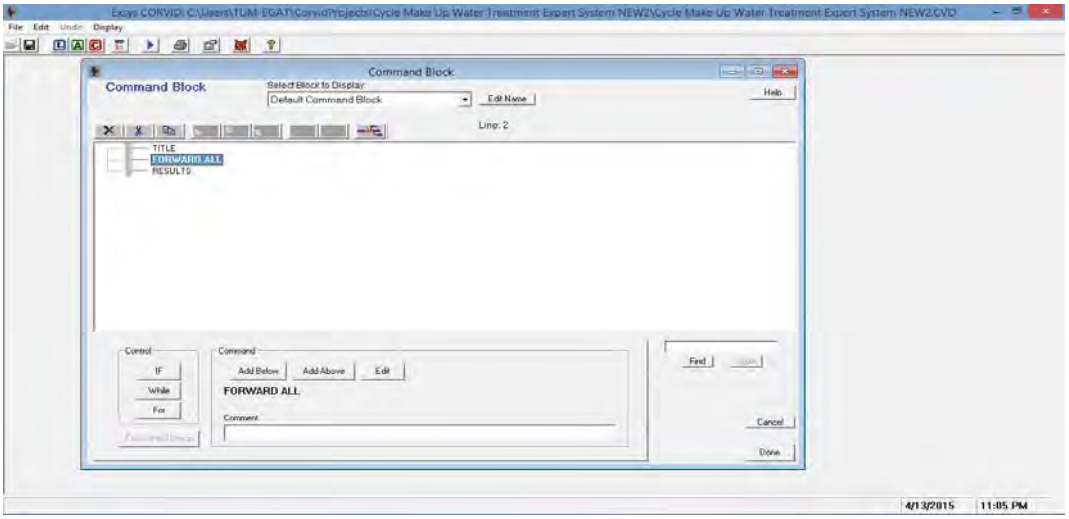

ภาพที่ 36 แสดงการคำตอบสุดท้ายของระบบผู้เชี่ยวชาญ

9. ทำการสร้างกฎของความรู้ระบบผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะเป็นความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่ได้กำหนดก่อนหน้านี้ โดยการเลือกที่ Add a New Logic Block (L)



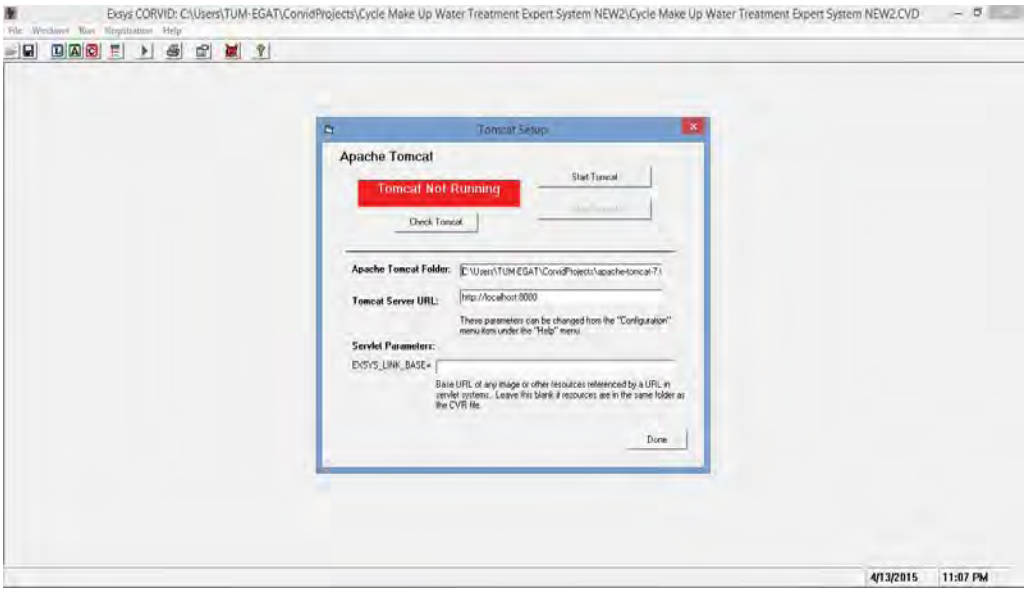

ภาพที่ 37 แสดงการเพิ่ม Logic ในโปรแกรม

10. เมื่อสร้างกฎแล้วจะต้องสร้างกลไกการอนุมานซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้กลไกการอนุมานแบบไปข้างหน้า ซึ่งสามารถสร้างได้โดยเลือกที่ Add a New Command Block และเลือก Forward Chaining ซึ่งในส่วนของกล่องคำสั่ง (Command Block) จะประกอบไปด้วย TITLE, FORWARD ALL และ RESULT แต่ละส่วนสามารถแก้ไขได้โดยกดที่ Edit



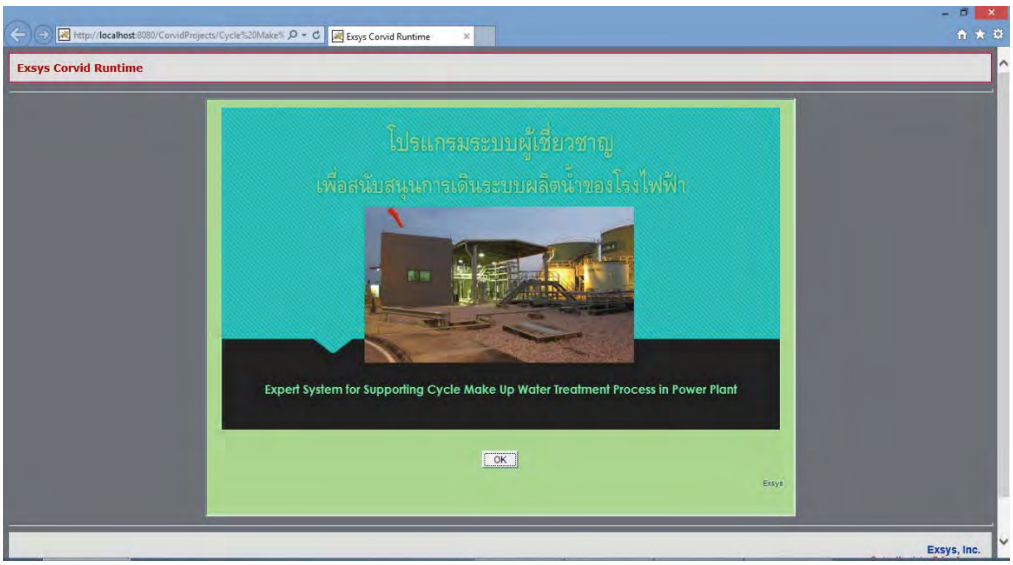

ภาพที่ 38 แสดงการใช้กล่องคำสั่ง (Command Block)

11. ก่อนการ Run โปรแกรมจะต้องทำการ Start Tomcat ก่อน โดยเลือกที่ Tomcat Setup แล้วกด Start Tomcat




ภาพที่ 39 แสดงการ Start Apache Tomcat

12. หลังนั้นกดที่ Run the System จะเข้าสู่หน้าต่างการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะทำงานบน IE (Internet Explorer)




ภาพที่ 40 แสดงหน้า Title ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

### 3.4 การทดสอบความถูกต้องและปรับปรุงระบบผู้เชี่ยวชาญ

ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมต้นแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการเดินเครื่องระบบผลิตน้ำทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลความรู้ที่นำเข้าระบบ และปรับปรุงแก้ไขฐานข้อมูลให้ถูกต้อง

### 3.5 การประเมินผลโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินผลระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำสำหรับโรงไฟฟ้าเป็นการนำระบบผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบการใช้งานโดยพนักงานเดินเครื่องของโครงการเดินเครื่องและบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าราชบุรีเพาเวอร์ แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

**3.5.1 การประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญ** เป็นการประเมินด้านความถูกต้องของระบบผู้เชี่ยวชาญจะดำเนินการโดยให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้แก่พนักงานเดินเครื่องระบบผลิตน้ำซึ่งมีประสบการณ์การทำงาน จำนวน 4 คน ทำการประเมินซึ่งจะใช้วิธีการยกตัวอย่างปัญหา 20 ตัวอย่าง เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญและการวินิจฉัยของผู้เชี่ยวชาญ

**3.5.2 การประเมินด้านการใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ** เป็นการประเมินความพึงพอใจจากความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบสอบถามที่เป็นแบบมาตรวัดให้คะแนน (rating scale) แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินมาทำการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ การหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จากนั้นสร้างมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) แบ่งความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ และนำค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) แปลความหมายของข้อมูลที่ได้

**3.5.3 การประเมินด้านระยะเวลาการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ** เป็นการเประเมินเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาทำงานของพนักงานเดินเครื่องในกรณีที่ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญและไม่ได้ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยสาเหตุและแก้ไขเมื่อมีสัญญาณแจ้งเตือนเกิดขึ้น

# บทที่ 4

## ผลการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาและดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้าโดยใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ Exsys Corvid ด้วยเทคนิคการอนุมานแบบไปข้างหน้าซึ่งใช้การแทนความรู้แบบกฎ IF/THEN Rules ที่มีจำนวนกฎทั้งหมด 180 กฎ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงสัญญาณแจ้งเตือนและจำนวนกฎของแต่ละสัญญาณแจ้งเตือน

| สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) | จำนวนกฎ |
|---|---|
| **Activated Carbon Filter**<br>Activated Carbon Filter A/B Differential Pressure High<br>Train A/B Water Supply Flow Low | 10 |
| **Cation Exchanger**<br>Cation Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High<br>Degasifier Tank A/B Level High High<br>Degasifier Tank A/B Level Low Low | 13 |
| **Anion Exchanger**<br>Train A/B Degasifier Outlet Flow Low<br>Anion Exchanger A/B Outlet EC High<br>Anion Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High | 14 |
| **Mixed Bed Exchanger**<br>Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High<br>Mixed Bed Polisher A/B Outlet EC High<br>Mixed Bed Polisher A/B Water Outlet Silica High<br>Demin. Water Outlet Flow Low | 38 |

ตารางที่ 4 แสดงสัญญาณแจ้งเตือนและจำนวนกฎของแต่ละสัญญาณแจ้งเตือน (ต่อ)

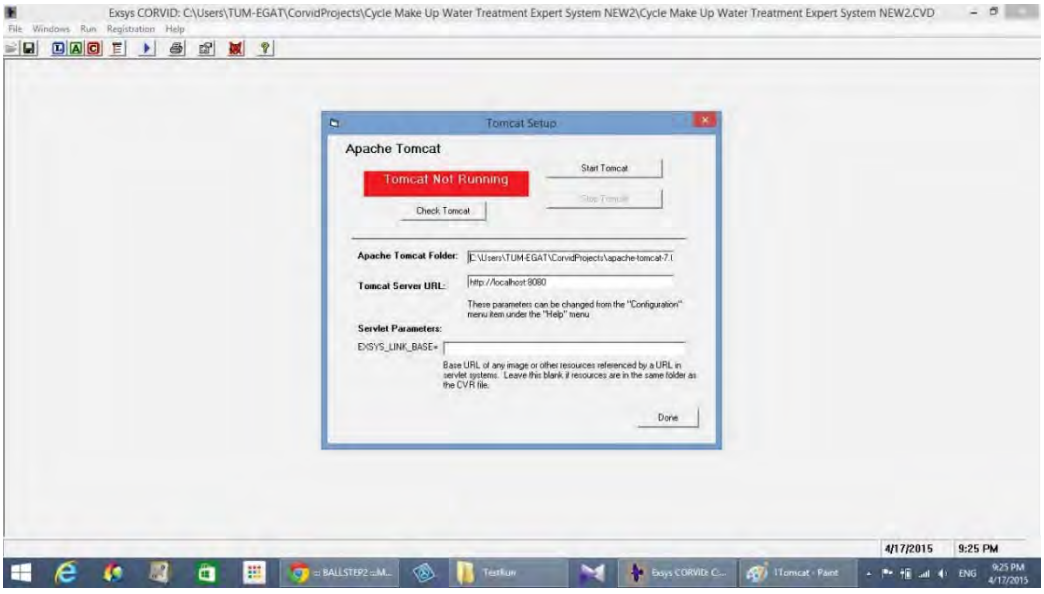
| สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) | จำนวนกฎ |
|---|---|
| **Chemical Preparation**<br>Demin. Water Outlet For HCl Flow Low<br>Demin. Water Outlet For HCl Flow High<br>Demin. Water Outlet For NaOH Flow High<br>Demin Water Outlet For NaOH Flow Low<br>Regeneration Water Pressure High<br>Regeneration Water Pressure Low<br>Service Water for HCl Dilution Flow Switch Low<br>Service Water for NaOH Dilution Flow Switch Low<br>Temperature of Demin. Water NaOH Dilution High<br>Temperature of Demin. Water NaOH Dilution Low<br>HCl Concentration High<br>HCl Concentration Low<br>NaOH Concentration High<br>NaOH Concentration Low | 91 |
| **Neutralization Basin**<br>Neutralization Basin Level High High<br>Neutralization Basin pH High High<br>Neutralization Basin pH Low Low<br>Neutralization Basin Water Outlet Flow Low | 14 |

## 4.1 การทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น ได้แบ่งสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ที่เกิดขึ้นออกเป็น 6 กลุ่มตามที่เกิดขึ้นบนหน้ากราฟฟิกที่แสดงบนหน้าจอ ดังนี้

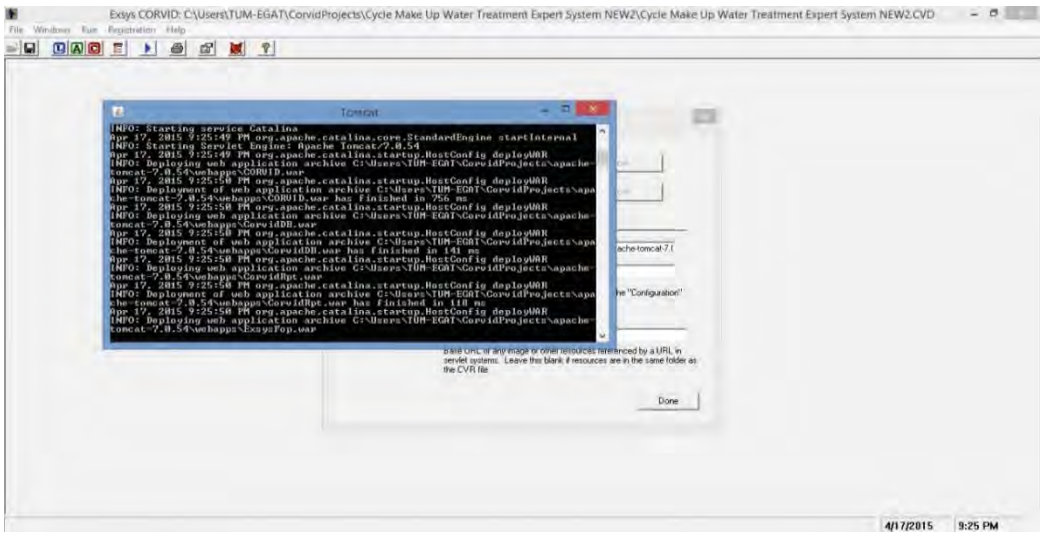
1. Activated Carbon Filter
2. Cation Exchanger
3. Anion Exchanger
4. Mixed Bed Exchanger
5. Chemical Preparation
6. Neutralization Basin

ก่อนเริ่มใช้งาน Exsys Corvid จะต้องทำการ Run Apache Tomcat ก่อน โดยการ Click ที่ Icon Tomcat Setup และClick ที่ Start Tomcat ดังภาพที่ 41



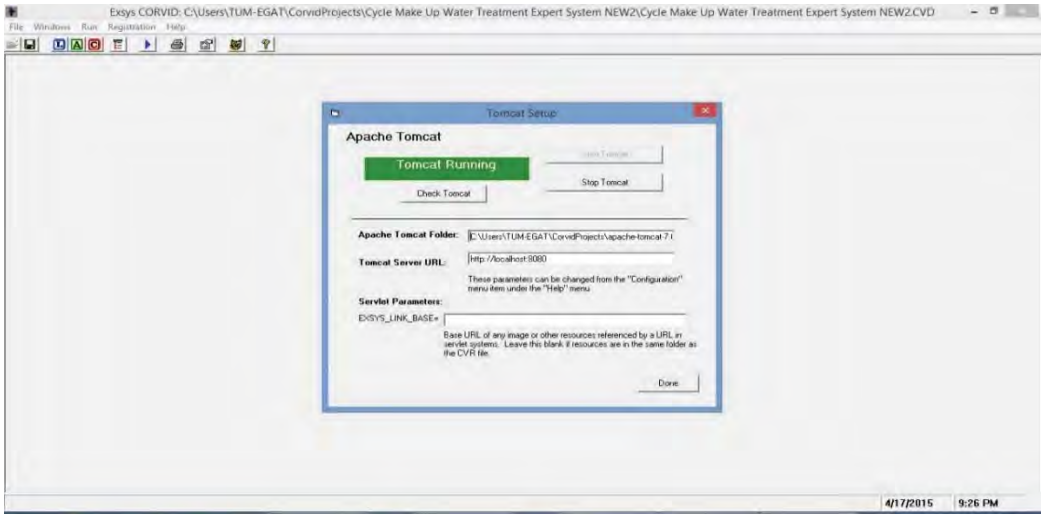

ภาพที่ 41 แสดงหน้าจอก่อนการ Start Tomcat

เมื่อ Click ที่ Start Tomcat แล้วโปรแกรมจะทำการ Run Tomcat ซึ่งจะมีหน้าจอแสดงขึ้นมาดังภาพที่ 42



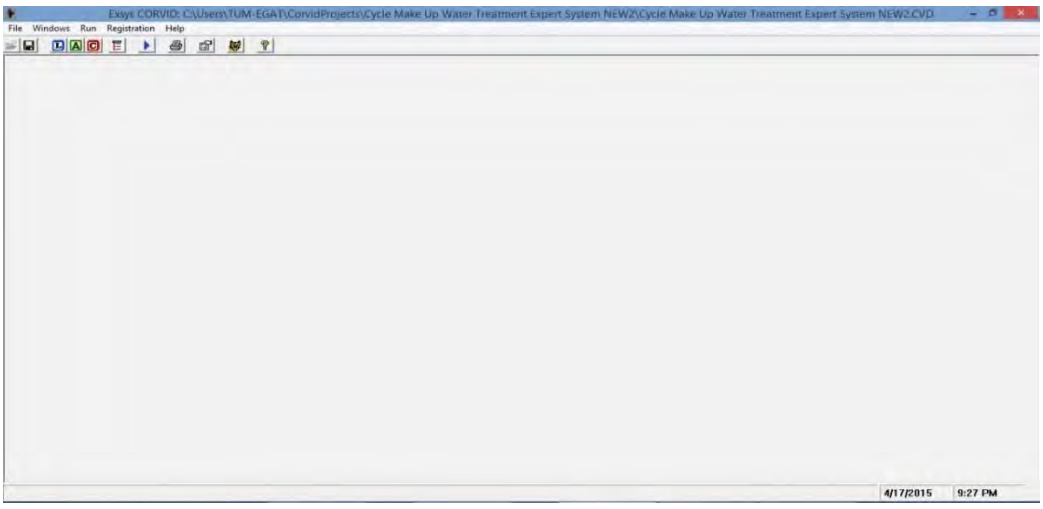

ภาพที่ 42 แสดงการหน้าจอหลังจากกด Start Tomcat

หลังจากนั้นจะแสดงหน้าจอดังภาพที่ 43 แสดง Tomcat Running ซึ่งพร้อมที่จะ Run โปรแกรม



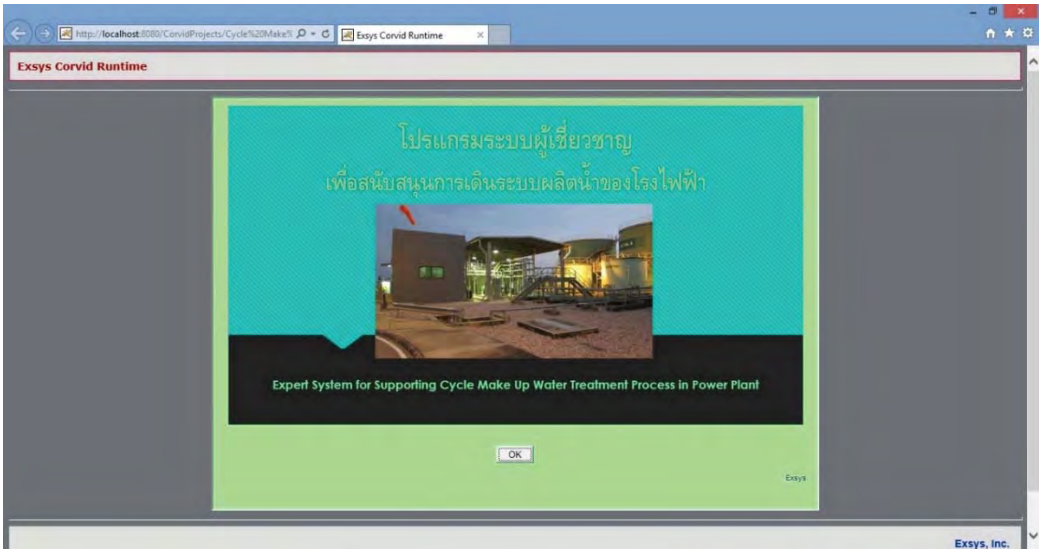

ภาพที่ 43 แสดงการหน้าจอการ Run Tomcat แล้ว

จากนั้นจึงจะสามารถเริ่มการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญโดย Click ที่ Icon Run จะเข้าสู่หน้า Title ของระบบผู้เชี่ยวชาญดังภาพที่ 44




ภาพที่ 44 แสดงการหน้าจอหลักพร้อมที่จะ Run โปรแกรม

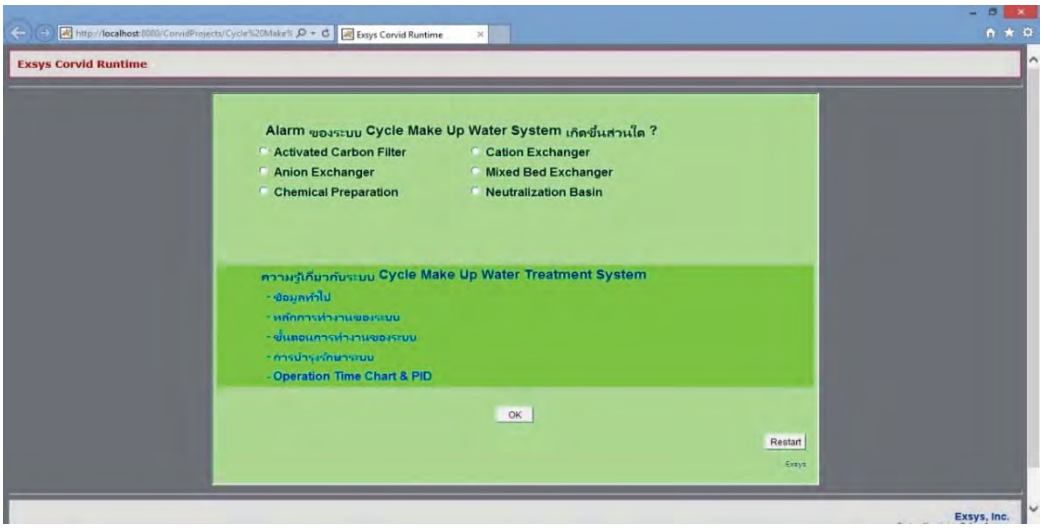
โปรแกรมจะทำงานบน Internet Explorer ซึ่งจะเข้าสู่หน้า Title ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ดังภาพที่ 45 เป็นหน้าแรก และสามารถเข้าสู้หน้าหลักของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยการ Click OK




ภาพที่ 45 แสดงการหน้าจอ Title ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

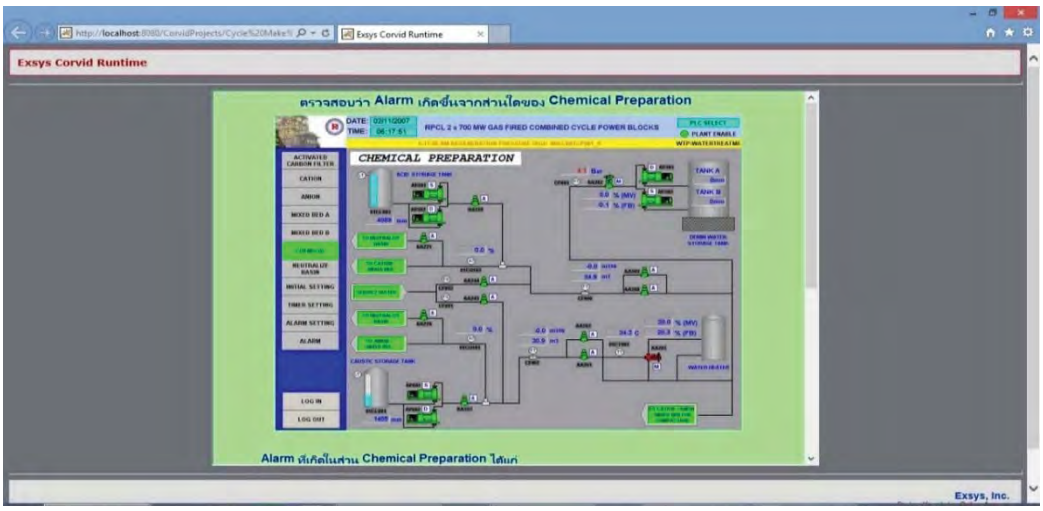
สมมุติให้ระบบผลิตน้ำ (Cycle Water Treatment System) เกิดสัญญาณแจ้งเตือน NaOH Concentration High ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ประกอบการตัดสินใจในการเดินระบบผลิตน้ำได้ โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มต้นการใช้งานจากหน้าหลักของระบบผู้เชี่ยวชาญ ดังภาพที่ 46 ซึ่งสัญญาณแจ้งเตือนถูกแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม โดยสัญญาณแจ้งเตือน NaOH Concentration High อยู่ที่ Chemical Preparation



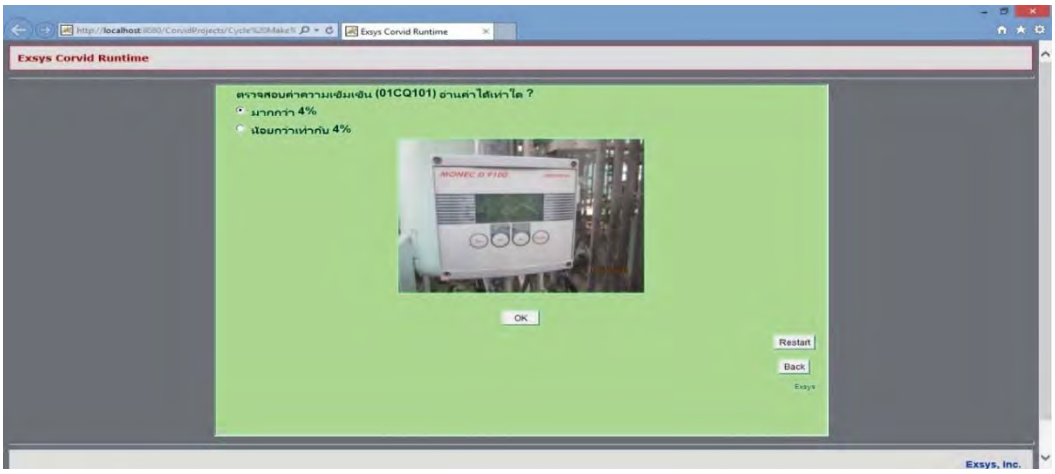

ภาพที่ 46 แสดงการหน้าจอหลักของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 2 เลือกส่วนของสัญญาณแจ้งเตือนที่เกิดขึ้นจาก Image map ที่แสดงดังภาพที่ 47 ซึ่งเป็นหน้าจอของส่วน Chemical Preparation



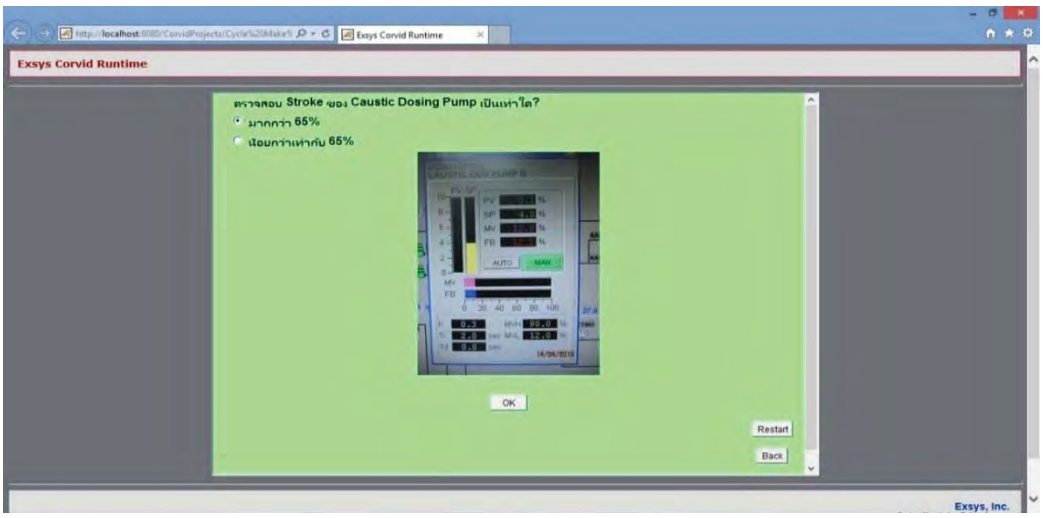

ภาพที่ 47 แสดงการหน้าจอของส่วน Chemical Preparation

ขั้นตอนที่ 3 จากขั้นตอนนี้ระบบผู้เชี่ยวชาญจะตั้งคำถามเพื่อสอบถามข้อมูลจากผู้ใช้งานว่าระบบผลิตน้ำหรืออุปกรณ์ของระบบผลิตน้ำมีสถานะการทำงานเป็นอย่างไร ซึ่งในการตอบผู้ใช้งานสามารถเลือกคำตอบจากตัวเลือกของคำตอบที่กำหนดไว้ให้ เป็นการตั้งคำถามให้ตอบเพื่อลดกลุ่มคำตอบที่เป็นไปได้ลงจนเหลือคำตอบเพียงคำตอบเดียว ซึ่งจะเป็นข้อแนะนำสำหรับพนักงานเดินเครื่องให้ทำการแก้ไขหรือปฏิบัติอย่างไร เช่นในขั้นตอนนี้ระบบผู้เชี่ยวชาญจะตั้งคำถามให้ผู้ใช้งานตอบคำถามหลังจากมีการตรวจสอบค่าความเข้มข้นที่อ่านได้จากตัว Transmitter แล้ว ดังภาพที่ 48



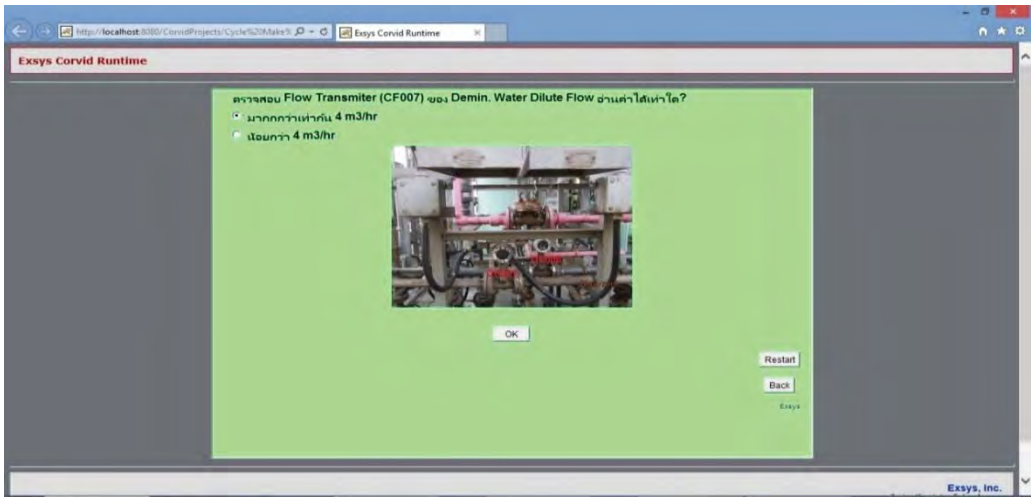

ภาพที่ 48 แสดงการหน้าจอคำถามตรวจสอบความเข้มข้นของ NaOH

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อผู้ใช้งานตอบคำถาม ระบบผู้เชี่ยวชาญจะนำคำตอบของคำถามไปตรวจสอบว่าคำตอบนั้นทำให้เงื่อนไขกฎ IF/THEN ของโหนดตัดสินใจใดเป็นจริง แล้วระบบผู้เชี่ยวชาญจะนำคำถามของโหนดนั้นเป็นคำถามลำดับต่อไป ซึ่งคำถามนี้จะเป็นการตรวจสอบการทำงานของ Caustic Dosing Pump ดังภาพที่ 49



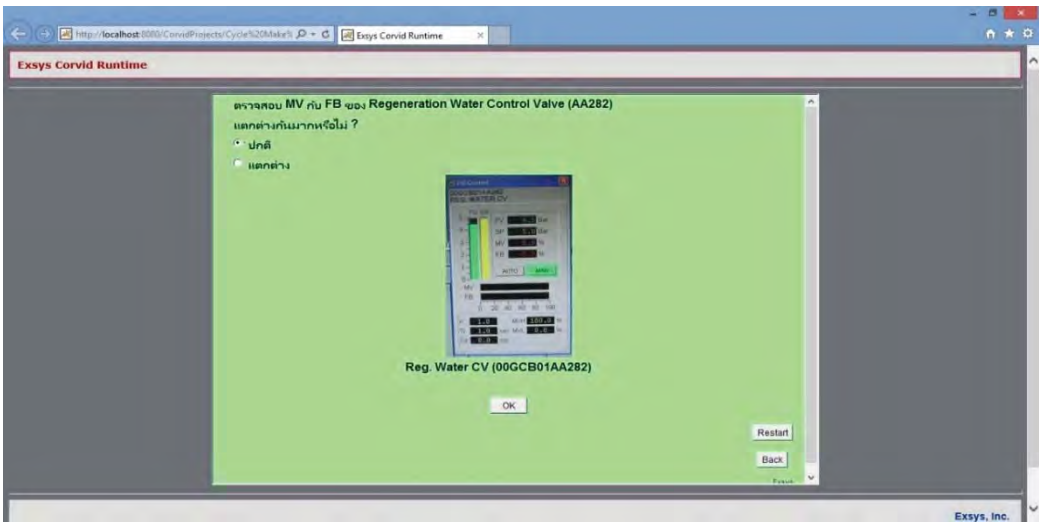

ภาพที่ 49 แสดงการหน้าจอคำถามตรวจสอบการทำงานของ Caustic Dosing Pump

ขั้นตอนที่ 5 ระบบผู้เชี่ยวชาญจะถามคำถามเพื่อยืนยันค่าที่อ่านได้จาก Flow Transmitter ให้ผู้ใช้งานทำการตรวจสอบแล้วเลือกคำตอบตามที่อ่านค่าได้ ดังภาพที่ 50



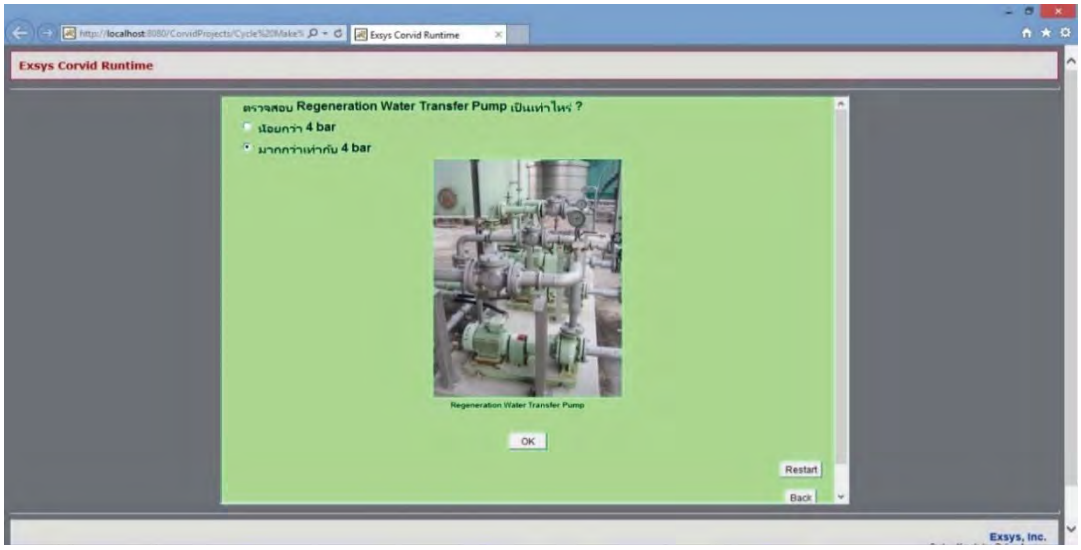

ภาพที่ 50 แสดงการหน้าจอคำถามตรวจสอบ Flow Transmitter

ขั้นตอนที่ 6 คำตอบที่ได้จากคำถามที่แล้วจะนำไปใช้ในการกำหนดคำถามของโหนดตัดสินใจต่อมา ซึ่งจะเป็นการให้ผู้ใช้งานตรวจสอบการทำงานของ Control Valve และเลือกคำตอบตามที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 51




ภาพที่ 51 แสดงการหน้าจอคำถามตรวจสอบการทำงานของ Control Valve

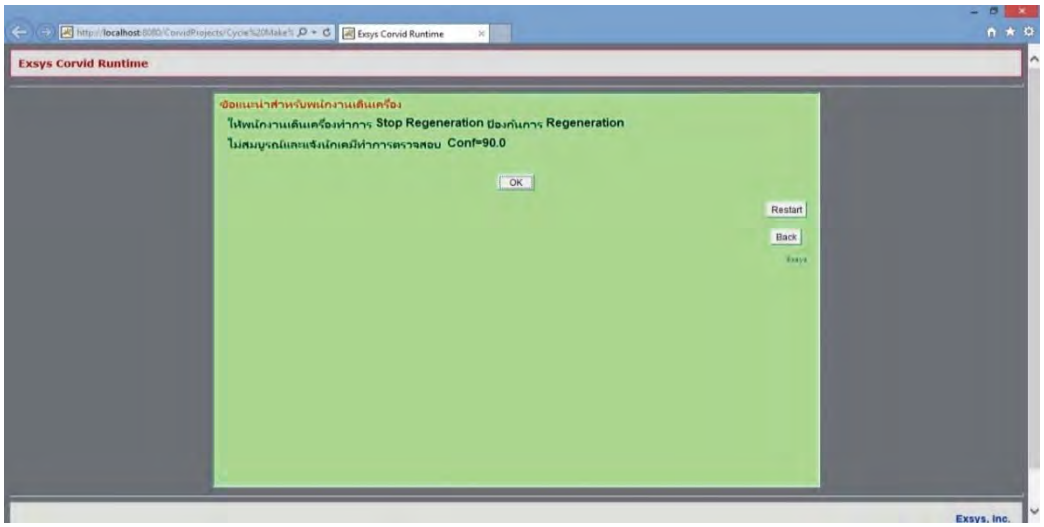
ขั้นตอนที่ 7 ผู้ใช้งานจะต้องตอบคำถามที่ระบบผู้เชี่ยวชาญให้ตรวจสอบการทำงานของ Regeneration Water Transfer Pump ว่ามีการทำงานเป็นอย่างไร โดยหลังจากผู้ใช้งานตรวจสอบแล้วจะทำการเลือกคำตอบตามที่ระบบผู้เชี่ยวชาญกำหนดให้ ดังภาพที่ 52




ภาพที่ 52 แสดงการหน้าจอคำถามตรวจสอบการทำงานของ Regeneration Water Transfer Pump

ขั้นตอนที่ 8 เมื่อผู้ใช้งานทำการตอบคำถาม และคำตอบดังกล่าวทำให้เงื่อนไขกฎ IF/THEN ของโหนดคำตอบเป็นจริง ระบบผู้เชี่ยวชาญจะนำคำตอบมาแสดงเป็นคำแนะนำในการ

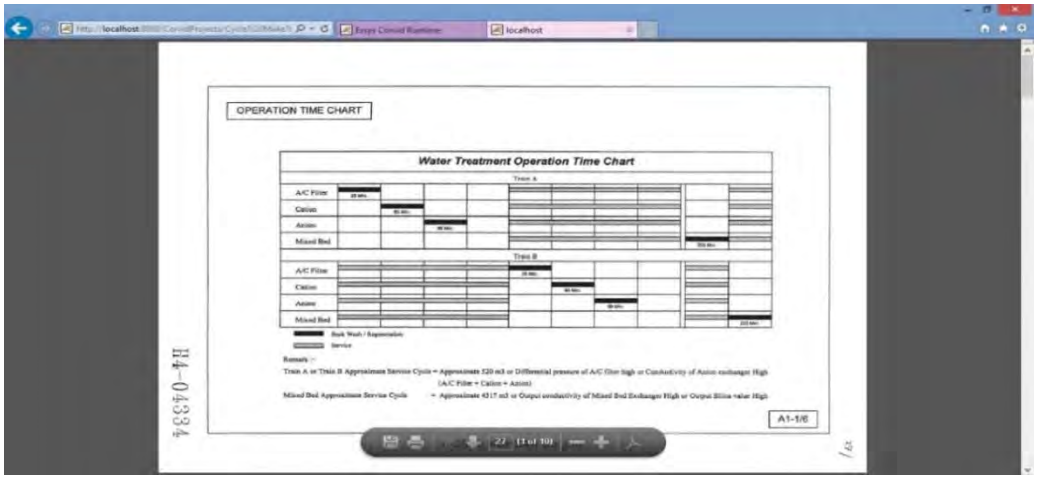
แก้ไขหรือปฏิบัติ ให้กับผู้ใช้งาน ซึ่งจะเป็นแนวทางให้พนักงานเดินเครื่องปฏิบัติเมื่อเกิดสัญญาณแจ้งเตือน ดังภาพที่ 53




ภาพที่ 53 แสดงการหน้าจอคำตอบเป็นคำแนะนำให้กับผู้ใช้งาน

หลังจากระบบผู้เชี่ยวชาญแสดงคำแนะนำให้แก่ผู้ใช้งานแล้ว ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถกลับไปยังหน้าหลักได้ด้วยการเลือกปุ่ม Restart

นอกจากนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า ยังมีส่วนที่จะให้ข้อมูลต่างๆ แก่ผู้ใช้งาน เช่น ขั้นตอนการทำงานของระบบผลิตน้ำ Operation Time Chart เป็นต้น




ภาพที่ 54 แสดงการหน้าจอ Water Treatment Operation Time Chart

## 4.2 การประเมินผลระบบผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินผลระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำสำหรับโรงไฟฟ้า เป็นการนำระบบผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบการใช้งานโดยพนักงานเดินเครื่องของโครงการเดินเครื่องและบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าราชบุรีเพาเวอร์ ด้วยแบบประเมินในภาคผนวก ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

### 4.2.1 การประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินด้านประสิทธิภาพเป็นการประเมินความถูกต้องของระบบผู้เชี่ยวชาญจะดำเนินการโดยใช้วิธีการยกตัวอย่างปัญหาจำนวน 20 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นการสมมุติสัญญาณแจ้งเตือนและข้อมูลต่างๆ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้แก่พนักงานเดินเครื่องระบบผลิตน้ำประจำกะซึ่งมีประสบการณ์ทำงานจำนวน 4 คน เป็นผู้วินิจฉัยวิธีการแก้ไขแล้วเปรียบเทียบผลที่ได้กับคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญที่ได้พัฒนาขึ้น แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง จากสูตร

$$X\% = (a \times 100)/n$$

โดยที่ a คือ จำนวนข้อที่วินิจฉัยได้ตรงกัน

n คือ จำนวนข้อทั้งหมด

ตารางที่ 5 แสดงผลการวินิจฉัยของพนักงานเดินเครื่องระบบผลิตน้ำเทียบกับระบบผู้เชี่ยวชาญ

| ผู้ประเมิน | จำนวนข้อการวินิจฉัยตรงกับระบบผู้เชี่ยวชาญ |
|---|---|
| พนักงานเดินเครื่องระบบผลิตน้ำกะ 1 | 19 |
| พนักงานเดินเครื่องระบบผลิตน้ำกะ 2 | 18 |
| พนักงานเดินเครื่องระบบผลิตน้ำกะ 3 | 18 |
| พนักงานเดินเครื่องระบบผลิตน้ำกะ 4 | 19 |

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องจากสูตร ได้ดังนี้

$$\% \text{ ความถูกต้อง} = (74/80) \times 100$$

$$= 92.5\%$$

ผลการประเมินพบว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นให้คำแนะนำได้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญคิดเป็น 92.5% ซึ่งปัญหาการวินิจฉัยที่ไม่ตรงกันผู้เชี่ยวชาญเกิดจากตัวอย่างปัญหาในแบบประเมินบางข้อให้ข้อมูลไม่ครบถ้วนและบางครั้งการแก้ไขปัญหาสามารถทำได้มากกว่าหนึ่งวิธี

**4.2.2 การประเมินด้านการใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ**

การประเมินด้านการใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ จะดำเนินการโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นที่เป็นแบบมาตรวัดให้คะแนน (Rating Scale) จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นพนักงานเดินเครื่องระบบผลิตน้ำจำนวน 4 คน และพนักงานเดินเครื่องตำแหน่งอื่น จำนวน 10 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินมาทำการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จากสูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$S.D. = \frac{\sqrt{\sum(X - \overline{X})^2}}{N}$$

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ ค่าของข้อมูลแต่ละตัว

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

สามารถแสดงผลการคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในหัวข้อประเมินต่างๆได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลการคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในหัวข้อประเมินต่างๆ

| หัวข้อประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ | | พนักงานเดินเครื่องตำแหน่งอื่น | |
|---|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | S.D. | $\bar{X}$ | S.D. |
| ความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้งาน | 4.00 | 0.00 | 4.20 | 0.42 |
| ความง่ายในการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ | 3.75 | 0.50 | 4.10 | 0.56 |
| ความเหมาะสมของคำถามและเนื้อหาของการให้คำแนะนำของระบบ | 3.75 | 0.50 | 4.10 | 0.31 |
| ความเหมาะสมของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน | 4.25 | 0.50 | 4.20 | 0.42 |
| ความเป็นประโยชน์ต่อการสอนงานพนักงานใหม่ | 4.25 | 0.50 | 4.40 | 0.51 |
| ค่าเฉลี่ยโดยรวม | 4.00 | 0.40 | 4.20 | 0.44 |

จากนั้นสร้างมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) แบ่งความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ และนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลโดยใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และแปลข้อมูลนำเสนอในรูปแบบของตารางและคำบรรยายโดยใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนและการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{ช่วงของการวัด} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{5-1}{5}$$

$$= 0.80$$

ซึ่งจะสามารถกำหนดช่วงระดับเกณฑ์และการแปลความหมายได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการกำหนดช่วงระดับเกณฑ์และการแปลความหมาย

| เกณฑ์การให้คะแนน | | การแปลความหมาย |
|---|---|---|
| ระดับเกณฑ์ | ระดับ | |
| 4.21 – 5.00 | ดีมาก | ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจในระดับดีมาก |
| 3.41 – 4.20 | ดี | ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจในระดับดี |
| 2.61 – 3.40 | ปานกลาง | ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง |
| 1.81 – 2.60 | น้อย | ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจในระดับพอใจ |
| 1.00 – 1.80 | น้อยมาก | ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจในระดับควรปรับปรุง |

จากผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นพนักงานเดินเครื่องมีความพึงพอใจในการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับ ดี โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระดับ 0.40 ในส่วนความพึงพอใจของพนักงานเดินเครื่องตำแหน่งอื่นที่มีต่อการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดี เช่นกัน โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระดับ 0.44

**4.2.3 การประเมินด้านระยะเวลาการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ**

การประเมินด้านระยะเวลาการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นการประเมินเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาทำงานของพนักงานเดินเครื่องในกรณีที่ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญและไม่ได้ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยสาเหตุและแก้ไขเมื่อมีสัญญาณแจ้งเตือนเกิดขึ้น

กำหนดสัญญาณแจ้งเตือน Regeneration Pressure High เกิดขึ้น และทำการจับเวลาในการแก้ไขปัญหา ตามรูป

ภาพที่ 55 แสดงการประเมินด้านระยะเวลาการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 8 แสดงเวลากรณีไม่ได้ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยสัญญาณแจ้งเตือนที่เกิดขึ้น

| ผู้ประเมิน | ระยะเวลาหา Alarm (นาที) | ระยะเวลาแก้ไข (นาที) | ระยะเวลารวม (นาที) | เวลารวมเฉลี่ย (นาที) |
|---|---|---|---|---|
| พนักงานเดินเครื่องตำแหน่ง ระบบผลิตน้ำกะ2 | < 1 | 2 | < 3 | < 3 |
| พนักงานเดินเครื่องตำแหน่ง ระบบผลิตน้ำกะ3 | < 1 | 2 | < 3 | |
| พนักงานเดินเครื่องตำแหน่ง Local Operator | 6 | 13 | 19 | 16.5 |
| พนักงานเดินเครื่องตำแหน่ง ST Board Operator | 5 | 9 | 14 | |

ตารางที่ 9 แสดงเวลากรณีใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยสัญญาณแจ้งเตือนที่เกิดขึ้น

| ผู้ประเมิน | ระยะเวลาหา Alarm (นาที) | ระยะเวลาแก้ไข (นาที) | ระยะเวลารวม (นาที) | เวลารวมเฉลี่ย (นาที) |
|---|---|---|---|---|
| พนักงานเดินเครื่องตำแหน่ง ระบบผลิตน้ำกะ2 | < 1 | 2 | < 3 | < 3 |
| พนักงานเดินเครื่องตำแหน่ง ระบบผลิตน้ำกะ3 | < 1 | 2 | < 3 | |
| พนักงานเดินเครื่องตำแหน่ง Local Operator | 1 | 5 | 6 | 6 |
| พนักงานเดินเครื่องตำแหน่ง ST Board Operator | 1 | 5 | 6 | |

จากผลการประเมินพบว่าระยะเวลาที่ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการวินิจฉัยสัญญาณแจ้งเตือนที่เกิดขึ้นในกรณีที่ใช้และไม่ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญไม่แตกต่างกัน แต่สำหรับผู้ประเมินที่เป็นพนักงานเดินเครื่องตำแหน่งอื่นจะใช้เวลามากในการวินิจฉัยเมื่อเกิดสัญญาณแจ้งเตือนขึ้นทั้งในส่วนของการหาว่าสัญญาณแจ้งเตือนนั้นเกิดขึ้นในส่วนใดและในส่วนของการแก้ไข แต่เมื่อใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญจะทำให้ใช้เวลาลดลงแต่ก็ยังมากกว่าผู้เชี่ยวชาญเนื่องจากไม่มีความคุ้นเคยกับหน้าจอหรืออุปกรณ์ที่ให้ไปตรวจสอบในคำถามของระบบผู้เชี่ยวชาญ

# บทที่ 5

# สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า ซึ่งจากการศึกษาสามารถสรุปโดยแยกออกเป็นหัวข้อดังนี้

## 5.1 สรุปผลการศึกษา

ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า เป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ด้วยเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ Exsys Corvid โดยมีขั้นตอนที่สำคัญๆ ดังนี้

1. การดึงความรู้ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมสัญญาณแจ้งเตือนของระบบผลิตน้ำเฉพาะที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิตจำนวน 30 สัญญาณ และทำการศึกษาจากคู่มือการเดินเครื่องและบำรุงรักษาของผู้ผลิต, จากการประชุมของหน่วยเดินเครื่อง ตลอดจนสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาข้อสรุปถึงขั้นตอนการแก้ไขความผิดปกติที่ถูกต้องและเหมาะสม

2. การสร้างฐานความรู้ ขั้นตอนนี้เป็นการแปลงความรู้ที่ได้เป็นแผนผังต้นไม้ต้นไม้ตัดสินใจ เนื่องจากลักษณะของปัญหาเป็นการหาคำตอบจากกลุ่มของคำถามที่เป็นไปได้โดยการตั้งคำถามให้ตอบเป็นลำดับ เพื่อลดกลุ่มของคำตอบที่เป็นไปได้จนในที่สุดเหลือเพียงคำตอบเดียว ซึ่งจะทำให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลและนำมาแทนความรู้แบบกฎ (Rule based knowledge) โดยจะอยู่ในรูปแบบของกฎ IF-THEN Rules จำนวนทั้งหมด 180 กฎ

3. การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ วิศวกรความรู้ได้ทำการศึกษาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ Exsys Corvid ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย มีฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลาย โดยจะใช้การอนุมานแบบไปข้างหน้าในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

4. การทดสอบและประเมินผล เมื่อพัฒนาแล้วเสร็จระบบผู้เชี่ยวชาญจะถูกทดสอบและประเมินการทำงาน พบว่าผลการประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นการ

5. ประเมินความถูกต้องของระบบผู้เชี่ยวชาญ มีความถูกต้อง 92.5% เมื่อเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยระหว่างผู้เชี่ยวชาญและระบบผู้เชี่ยวชาญจากการใช้กรณีตัวอย่างของสัญญาณแจ้ง

เตือน (Alarm) 20 ข้อ และผลการประเมินด้านการใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ พบว่าผู้ใช้งานทั้งที่เป็นพนักงานเดินเครื่องระบบผลิตน้ำและพนักงานเดินเครื่องตำแหน่งอื่น มีความพึงพอใจในการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์ดี และสามารถลดเวลาในการวินิจฉัยหาสาเหตุเพื่อแก้ไขเบื้องต้นเมื่อเกิดสัญญาณแจ้งเตือนของพนักงานใหม่ได้อีกด้วย

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการทำวิจัยมีดังนี้

1. โปรแกรม Exsys Corvid ที่ผู้วิจัยใช้เป็น Student Version ซึ่งใช้ได้เพียง 250 Node ทำให้ผู้วิจัยต้องแยกโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญออกเป็นสองส่วน

2. การใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ผู้ใช้งานจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบผลิตน้ำบ้างพอสมควร จึงจะสามารถใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นมีเฉพาะสัญญาณแจ้งเตือนที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิต (Process Alarm) ซึ่งยังสามารถพัฒนาต่อโดยการเพิ่มสัญญาณแจ้งเตือนอื่นที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ (Equipment Alarm) ได้อีกเพื่อที่จะได้ครอบคลุมการทำงานได้มากขึ้น

2. การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถนำโปรแกรมอื่นมาพัฒนาได้เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านลิขสิทธิ์โปรแกรม

# รายการอ้างอิง


[1] วิลาส วูวงศ์ และบุญเจริญ ศิริเนาวกุล. (2535). **ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System)**.พิมพ์ครั้งที่ 1. ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

[2] ณัฐพงษ์ วารีประเสริฐ, ณรงค์ ล่ำตี. (2552). **ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)**. กรุงเทพฯ: บริษัทเคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด

[3] บุญเจริญ ศิริเนาวกุล. (2555). **ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด

[4] อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล. (2546). “ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยฟอลต์ระบบไฟฟ้าของเครื่องตักวัสดุสำหรับเหมืองแม่เมาะ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[5] อาทิตย์ ศรีแก้ว. (2553). **ปัญญาเชิงคำนวณ (Computational Intelligence)**. กรุงเทพฯ: บริษัทจรัลสนิทวงศ์การพิมพ์ จำกัด

[6] ประเทือง สุขป้อม. (2550). “การวิเคราะห์ความขัดข้องของระบบปรับอากาศแบบส่วนกลางสำหรับโรงไฟฟ้าแม่เมาะ โดยโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[7] Elias M.Awad. (2002). **Building knowledge Automation Expert Systems with Exsys CORVID**. University of Virginia.

[8] ธันย์ชนก ธูปเกิด, นฤมล แฝงสีคำ และนันท์นภัส เบญจมาศ. (2557). ระบบตรวจสอบอาการและบำรุงรักษารถยนต์เบื้องต้น, **การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ** ครั้งที่ 10; 665-670

[9] Mitsubishi Heavy Industries. (2008). “Control Philosophy WTP- Cycle Make-up Water Treatment Plant”. Gas Fired Combined Cycle Power Blocks Operation & Maintenance Manual Vol. 85

[10] พิพัฒน์ จวงจันดี. (2545). “ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเดินเครื่องหม้อไอน้ำถ่านหินลิกไนต์ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[11] พงษ์ภัค ศุภอักโข. (2550). “ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์หาขนาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[12] Mohd Fairuz Bin Zaiyadi. (2005). “Expert System for Car Maintenance and Troubleshooting”. Thesis for Master of Engineering, Florida State University.

[13] พัชราภรณ์ ราชประดิษฐ์. (2553). “ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยโรคข้าว”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

[14] M.H. Es-Saheb and I.M. Al-Harkan. (2014). “An Expert System for Power Selection Using EXSYS-CORVID”. **Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology** 7(10): 1961-1977

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

# คู่มือการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า

**คู่มือการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า**

ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้าได้แบ่งกลุ่มของสัญญาณแจ้งเตือนออกเป็น 6 กลุ่มดังนี้

1. Activated Carbon Filter ประกอบด้วยสัญญาณแจ้งเตือน
    - 1.1. Activated Carbon Filter A/B Differential Pressure High
    - 1.2. Train A/B Water Supply Flow Low
2. Cation Exchanger ประกอบด้วยสัญญาณแจ้งเตือน
    - 2.1. Cation Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High
    - 2.2. Degasifier Tank A/B Level High High
    - 2.3. Degasifier Tank A/B Level Low Low
3. Anion Exchanger ประกอบด้วยสัญญาณแจ้งเตือน
    - 3.1. Train A/B Degasifier Outlet Flow Low
    - 3.2. Anion Exchanger A/B Outlet EC High
    - 3.3. Anion Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High
4. Mixed Bed Exchanger ประกอบด้วยสัญญาณแจ้งเตือน
    - 4.1. Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High
    - 4.2. Mixed Bed Polisher A/B Outlet EC High
    - 4.3. Mixed Bed Polisher A/B Water Outlet Silica High
    - 4.4. Demin. Water Outlet Flow Low
5. Chemical Preparation ประกอบด้วยสัญญาณแจ้งเตือน
    - 5.1. Demin. Water Oulet For HCl Flow Low
    - 5.2. Demin. Water Outlet For HCl Flow High
    - 5.3. Demin. Water Outlet For NaOH Flow High
    - 5.4. Demin Water Outlet For NaOH Flow Low
    - 5.5. Regeneration Water Pressure High
    - 5.6. Regeneration Water Pressure Low

5.7. Service Water for HCl Dilution Flow Switch Low

5.8. Service Water for NaOH Dilution Flow Switch Low

5.9. Temperature of Demin. Water NaOH Dilution High

5.10. Temperature of Demin. Water NaOH Dilution Low

5.11. HCl Concentration High

5.12. HCl Concentration Low

5.13. NaOH Concentration High

5.14. NaOH Concentration Low

6. Neutralization Basin ประกอบด้วยสัญญาณแจ้งเตือน

6.1. Neutralization Basin Level High High

6.2. Neutralization Basin pH High High

6.3. Neutralization Basin pH Low Low

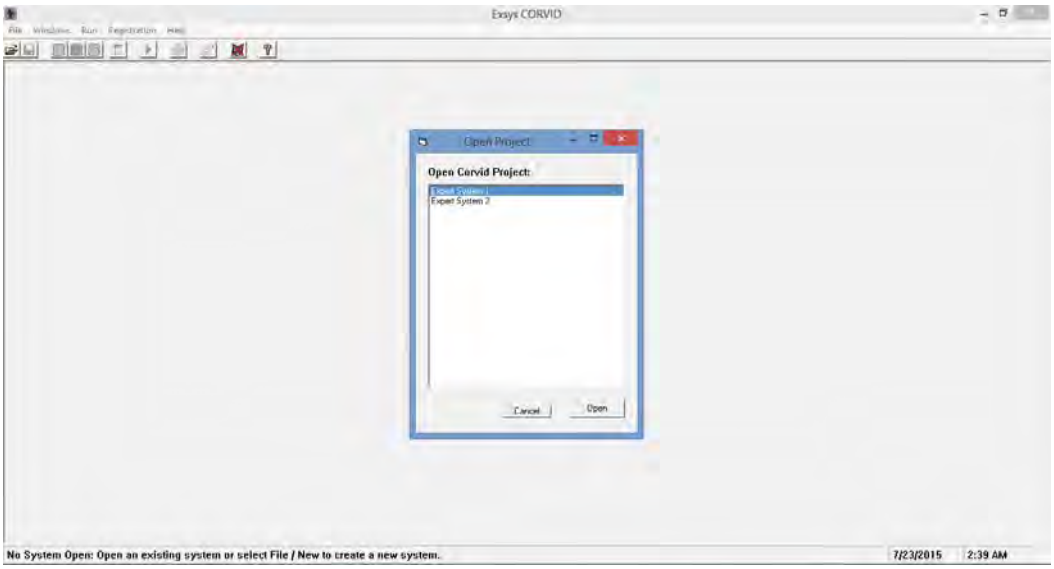
6.4. Neutralization Basin Water Outlet Flow Low

ระบบผู้เชี่ยวชาญมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ทำการเปิดโปรแกรม Exsys Corvid โดยการ Click ที่ Icon ของโปรแกรม ซึ่งจะเข้าสู่หน้าหลักของโปรแกรมดังรูป

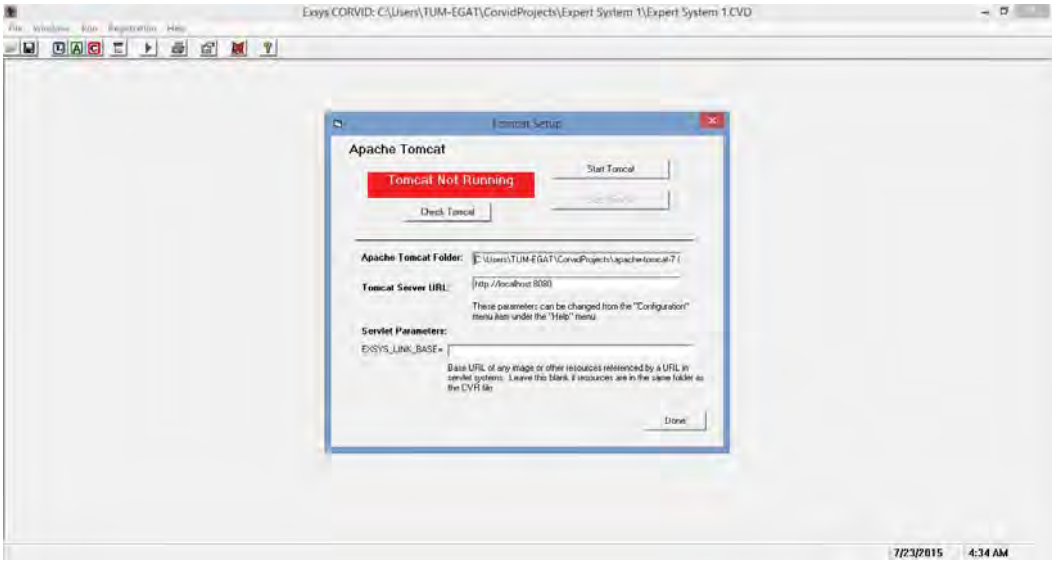
ภาพที่ 56 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม Exsys Corvid

2. จากนั้น Load File ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า ขึ้นมาโดยให้ Click ที่ File > Open จากนั้นเลือกเปิด Corvid Project ชื่อ Expert System 1 ตามภาพ




ภาพที่ 57 แสดงการเปิด Corvid Project

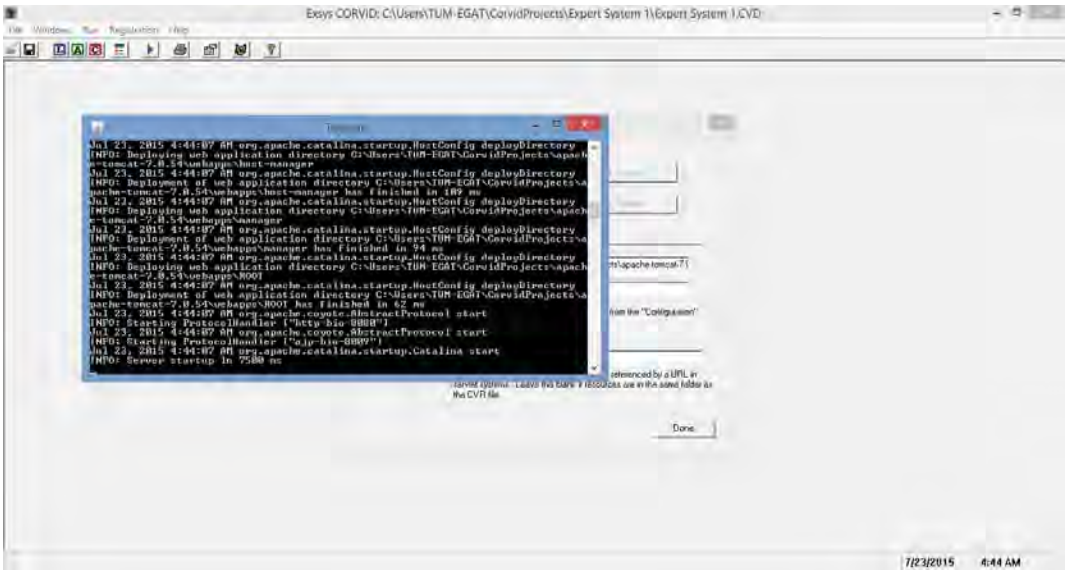
3. เมื่อ Load File เสร็จแล้วจะต้องทำการ Start Tomcat โดย Click ที่ Tomcat Setup จะปรากฏหน้าต่างดังภาพ




ภาพที่ 58 แสดงหน้าต่างก่อนการ Start Tomcat

4. หลังจากนั้นทำการ Start Tomcat จะปรากฏหน้าต่างดังภาพขึ้นมาซึ่งจะต้องเปิดหน้าต่างนี้ตลอดการใช้งาน หากปิดหน้าต่างนี้จะเป็นการปิด Tomcat

5.



ภาพที่ 59 แสดงหน้าต่าง Tomcat Running

6. ทำการ Run ระบบผู้เชี่ยวชาญโดย Click ที่ Run the system โปรแกรมจะเข้าสู่หน้า Title ของระบบผู้เชี่ยวชาญดังภาพ และจะเข้าสู่การทำงานได้โดยการ Click OK

ภาพที่ 60 แสดงหน้า Title ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

# ภาคผนวก ข

# แบบประเมินระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า

ตารางที่ 10 แสดงแบบประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยตัวอย่าง 20 ข้อ

**แบบประเมินระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า**

**<u>แบบประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญ</u>**

คำชี้แจง : แบบประเมินด้านประสิทธิภาพมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความถูกต้องของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยการใช้กรณีตัวอย่างของสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) 20 ข้อ เปรียบเทียบผลการวินิจฉัยระหว่างผู้เชี่ยวชาญ (พนักงานเดินเครื่องผู้มีประสบการณ์) และระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำสำหรับโรงไฟฟ้า

| กรณีที่ | ลักษณะความผิดปกติ | ผลการวินิจฉัย (ผู้เชี่ยวชาญ) |
|---|---|---|
| 1 | เกิด Alarm Neutralization Basin Level High High ระดับน้ำในบ่อสูงจริง ค่า pH = 9 | |
| 2 | เกิด Alarm Activated Carbon Filter Differential Pressure High แต่ทำการ Regeneration หลายครั้งแล้วแต่ยัง Differential Pressure High อยู่ | |
| 3 | เกิด Alarm Demin. Water Outlet for HCl Flow Low บำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Control Valve และ Pump ทำงานปกติ | |
| 4 | เกิด Alarm Anion Exchanger Outlet EC High เครื่อง Conductivity Online Analyzer อ่านค่าได้ 10 µS/cm และเครื่อง Portable conductivity อ่านค่าได้ใกล้เคียงกัน | |
| 5 | เกิด Alarm Mixed Bed Polisher Water Outlet Silica High , Line Sampling เปิดปกติ และเครื่อง Silica Portable อ่านค่าได้แตกต่างกัน | |
| 6 | Alarm Temperature Demin. Water NaOH Dilution High และ Discharge Pressure ของ Reg. Water Transfer Pump อ่านค่าได้ 4 bar และ Control Valve ทุกตัวเปิดปกติ | |

ตารางที่ 11 แสดงแบบประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยตัวอย่าง 20 ข้อ (ต่อ)

| | | |
|---|---|---|
| 7 | เกิด Alarm Degasifier Tank Level High High และระดับน้ำที่ Tank สูงจริง แต่ Inlet flow มากกว่า Outlet flow | |
| 8 | เกิด Alarm Anion Exchanger Outlet EC High ค่าเทียบกับ Portable Analyzer ใกล้เคียงกันและ Deg. Blower ทำงานปกติ | |
| 9 | เกิด Alarm Demin. Water Outlet for NaOH Flow High และ Reg. Water CV และ Water Heater CV ทำงานปกติ | |
| 10 | เกิด Alarm Demin. Water Outlet Flow Low และ Service Water Pump และ Demin. Outlet CV ทำงานปกติ | |
| 11 | เกิด Alarm Cation Exchanger Resin Trap Diff. Pressure High , Pressue SW ทำงานถูกต้อง และเพิ่งจะเปลี่ยน Resin ไป | |
| 12 | เกิด Alarm Mixed Bed Exchanger Resin Trap Diff. Pressure High และ Pressure Switch ทำงานปกติ ทำการ Clean Resin Trap แล้ว แต่พบว่า Mixed Bed Pressure Gauge Inlet กับ Outlet ต่างกันมากกว่า 1 Bar | |
| 13 | เกิด Alarm HCl Concentration Low และ Analyzer อ่านค่าได้ถูกต้อง แต่ Stroke ของ HCl Dosing Pump น้อยกว่าปกติ | |
| 14 | เกิด Alarm NaOH Concentration High และ Stroke ของ Caustic Dosing Pump ปกติ แต่ Dilution Flow Transmitter อ่านค่าได้น้อยกว่าปกติ | |
| 15 | เกิด Alarm Temperature of Demin. Water NaOH Dilution Low แต่ FB กับ MV ของ Water Heater CV ต่างกันมาก | |

ตารางที่ 12 แสดงแบบประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยตัวอย่าง 20 ข้อ (ต่อ)

| | | |
|---|---|---|
| 16 | เกิด Alarm Neutralization Basin Water Outlet Flow Low และ Neu. Waste Water Transfer Pump Discharge Pressure อ่านค่าปกติ แต่มีสิ่งสกปรกที่บ่ออุดตันหัวกระโหลก | |
| 17 | เกิด Alarm Mixed Bed Polisher Outlet EC High นำ Portable Analyzer วัดเทียบค่าแล้วค่าต่างกันมาก | |
| 18 | เกิด Alarm Neutralization Basin Level High High และระดับน้ำใน Basin สูง และ pH Meter อ่านค่าได้ถูกต้อง | |
| 19 | เกิด Alarm Degasifier Outlet Flow Low และระดับน้ำใน Service Water Tank ปกติ แต่ Discharge Pressure ของ Service Water Pump ต่ำ | |
| 20 | เกิด Alarm Regeneration Water Pressure Low และ Discharge Pressure ของ Reg. Water Transfer Pump ปกติ และ Reg. Water CV เปิดตาม command | |

ตารางที่ 13 แสดงแบบประเมินด้านการใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

**<u>แบบประเมินระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการเดินระบบผลิตน้ำสำหรับโรงไฟฟ้า</u>**

**<u>แบบประเมินด้านการใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ</u>**

คำชี้แจง: โปรดเขียน ✓ ลงในช่องว่างขาวมือตามความเป็นจริง เพียงข้อละ 1 เครื่องหมาย

| **หัวข้อประเมิน** | **คะแนน** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **ควรแก้ไข** | **น้อย** | **ปานกลาง** | **มาก** | **มากที่สุด** |
| ความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้งาน | | | | | |
| ความง่ายในการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ | | | | | |
| ความเหมาะสมของเนื้อหาของการให้คำแนะนำของระบบ | | | | | |
| ความเหมาะสมของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน | | | | | |
| ความเป็นประโยชน์ต่อการสอนงานพนักงานใหม่ | | | | | |

ชื่อผู้ประเมิน .....

ตารางที่ 14 แสดงผลการวินิจฉัยกรณีตัวอย่างของสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) 20 ข้อ

**ผลการวินิจฉัยของระบบผู้เชี่ยวชาญ**

| กรณีที่ | ลักษณะความผิดปกติ | ผลการวินิจฉัย ระบบผู้เชี่ยวชาญ |
|---|---|---|
| 1 | เกิด Alarm Neutralization Basin Level High High ระดับน้ำในบ่อสูงจริง ค่า pH = 9 | กฎข้อที่ 168 ทำการปรับค่า pH ให้อยู่ในเกณฑ์โดยเปิด HCl Dilution Neutralization Valve (AA221) และ Start Neutralization Basin Agitator (AM101) |
| 2 | เกิด Alarm Activated Carbon Filter Differential Pressure High แต่ทำการ Regeneration หลายครั้งแล้วแต่ยัง Differential Pressure High อยู่ | กฎข้อที่ 2 แจ้งเคมีและบำรุงรักษาให้ทำการตรวจสอบสภาพผงถ่านเพื่อเปลี่ยนผงถ่านหรือทำการ External Backwash Activated Carbon |
| 3 | เกิด Alarm Demin. Water Outlet for HCl Flow Low บำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Control Valve และ Pump ทำงานปกติ | กฎข้อที่ 57 ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ Manual Valve ให้เหมาะสม |
| 4 | เกิด Alarm Anion Exchanger Outlet EC High เครื่อง Conductivity Online Analyzer อ่านค่าได้ 10 µS/cm และเครื่อง Portable conductivity อ่านค่าได้ใกล้เคียงกัน | กฎข้อที่ 32 ทำการ Stop Service เพื่อทำการ Regeneration Anion Exchanger ใหม่เพื่อให้ค่าอยู่ในเกณฑ์ |
| 5 | เกิด Alarm Mixed Bed Polisher Water Outlet Silica High , Line Sampling เปิดปกติ และเครื่อง Silica Portable อ่านค่าได้แตกต่างกัน | กฎข้อที่ 99 ให้ทำการ Calibrate เครื่อง Silica Online Analyzer และเติมน้ำยาให้เพียงพอ |
| 6 | Alarm Temperature Demin. Water NaOH Dilution High และ Discharge Pressure ของ Reg. Water Transfer Pump อ่านค่าได้ 4 bar และ Control Valve ทุกตัวเปิดปกติ | กฎข้อที่ 85 Water Heater อุดตันหรือ มีการปิด Manual Valve ไว้ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบ |

ตารางที่ 15 แสดงผลการวินิจฉัยกรณีตัวอย่างของสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) 20 ข้อ (ต่อ)

| | | |
|---|---|---|
| 7 | เกิด Alarm Degasifier Tank Level High High และระดับน้ำที่ Tank สูงจริง แต่ Inlet flow มากกว่า Outlet flow | กฎข้อที่ 15 Demin Outlet Control Valve (AA211) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test |
| 8 | เกิด Alarm Anion Exchanger Outlet EC High ค่าเทียบกับ Portable Analyzer ใกล้เคียงกันและ Deg. Blower ทำงานปกติ | กฎข้อที่ 32 ทำการ Stop Service เพื่อทำการ Regeneration Anion Exchanger ใหม่เพื่อให้ค่าอยู่ในเกณฑ์ |
| 9 | เกิด Alarm Demin. Water Outlet for NaOH Flow High และ Reg. Water CV และ Water Heater CV ทำงานปกติ | กฎข้อที่ 118 ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบมีการปิด Manual Valve ไว้ |
| 10 | เกิด Alarm Demin. Water Outlet Flow Low และ Service Water Pump และ Demin. Outlet CV ทำงานปกติ | กฎข้อที่ 51 ให้เปิด Demin. Water Storage Tank Manual Inlet Valve |
| 11 | เกิด Alarm Cation Exchanger Resin Trap Diff. Pressure High , Pressue SW ทำงานถูกต้อง และเพิ่งจะเปลี่ยน Resin ไป | กฎข้อที่ 12 ทำความสะอาด Trap เนื่องจากเกิดการตัน |
| 12 | เกิด Alarm Mixed Bed Exchanger Resin Trap Diff. Pressure High และ Pressure Switch ทำงานปกติ ทำการ Clean Resin Trap แล้ว แต่พบว่า Mixed Bed Pressure Gauge Inlet กับ Outlet ต่างกันมากกว่า 1 Bar | กฎข้อที่ 40 ให้ทำการปรับ Mixed Bed Exchanger Inlet และ Outlet Valve ให้ Differential Pressure น้อยกว่า 1 bar |
| 13 | เกิด Alarm HCl Concentration Low และ Analyzer อ่านค่าได้ถูกต้อง แต่ Stroke ของ HCl Dosing Pump น้อยกว่าปกติ | กฎข้อที่ 155 ให้พนักงานเดินเครื่องทำการปรับ Stroke ของ HCl Pump แล้วรอตรวจสอบค่า |

ตารางที่ 16 แสดงผลการวินิจฉัยกรณีตัวอย่างของสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) 20 ข้อ (ต่อ)

| | | |
|---|---|---|
| 14 | เกิด Alarm NaOH Concentration High และ Stroke ของ Caustic Dosing Pump ปกติ แต่ Dilution Flow Transmitter อ่านค่าได้น้อยกว่าปกติ | กฎข้อที่ 163 ให้พนักงานเดินเครื่องทำการปรับ Manual Valve จนได้ Flow เท่ากับ 4 m3/hr |
| 15 | เกิด Alarm Temperature of Demin. Water NaOH Dilution Low แต่ FB กับ MV ของ Water Heater CV ต่างกันมาก | กฎข้อที่ 145 Water Heater Control Valve (AA267) ขัดตัว ให้ Stroke Test และแจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ |
| 16 | เกิด Alarm Neutralization Basin Water Outlet Flow Low และ Neu. Waste Water Transfer Pump Discharge Pressure อ่านค่าปกติ แต่มีสิ่งสกปรกที่บ่ออุดตันหัวกระโหลก | กฎข้อที่ 177 Strainer ตันให้ทำการล้าง Strainer และแจ้งบำรุงรักษา |
| 17 | เกิด Alarm Mixed Bed Polisher Outlet EC High นำ Portable Analyzer วัดเทียบค่าแล้วค่าต่างกันมาก | กฎข้อที่ 96 ทำความสะอาด Probe และ Recalibrate Conductivity Online Analyzer (CQ003/CQ004) ใหม่ |
| 18 | เกิด Alarm Neutralization Basin Level High High และระดับน้ำใน Basin สูง และ pH Meter อ่านค่าได้ถูกต้อง | กฎข้อที่ 172 ให้ทำการ "Start" Neutralization |
| 19 | เกิด Alarm Degasifier Outlet Flow Low และระดับน้ำใน Service Water Tank ปกติ แต่ Discharge Pressure ของ Service Water Pump ต่ำ | กฎที่ 30 ให้เปลี่ยนตัวเดินและทำการตรวจสอบ Service Water Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ |
| 20 | เกิด Alarm Regeneration Water Pressure Low และ Discharge Pressure ของ Reg. Water Transfer Pump ปกติ และ Reg. Water CV เปิดตาม command | กฎที่ 128 ห้ทำการปรับ Bypass Valve ของ Regeneration Water Control Valve ให้เหมาะสม เนื่องจากเปิดมากเกินไป |

# ภาคผนวก ค

# การแทนความรู้แบบกฎของระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการผลิตน้ำในโรงไฟฟ้า

**Block: All Alarms**

**<u>กฎที่ 1</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Activated Carbon Filter

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Activated Carbon Filter? Activated Carbon Filter A/B Differential Pressure High

AND: ให้ทำการตรวจสอบ Differential Pressure Switch (CP051/CP052) ที่ Local ทำงานปรกติหรือไม่? ปกติ

AND: เวลาที่ใช้ในการ Backwash ของ Activated Carbon Filter ใช้เวลาเท่าไร? น้อยกว่า 600 sec.

THEN: ให้เพิ่ม Backwash time ให้มากขึ้นแล้วทำการ Regeneration อีกครั้ง

**<u>กฎที่ 2</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Activated Carbon Filter

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Activated Carbon Filter? Activated Carbon Filter A/B Differential Pressure High

AND: ให้ทำการตรวจสอบ Differential Pressure Switch (CP051/CP052) ที่ Local ทำงานปรกติหรือไม่? ปกติ

AND: เวลาที่ใช้ในการ Backwash ของ Activated Carbon Filter ใช้เวลาเท่าไร? มากกว่า 600 sec

THEN: แจ้งเคมีและบำรุงรักษาให้ทำการตรวจสอบสภาพผงถ่านเพื่อเปลี่ยนผงถ่านหรือทำการ External Backwash Activated Carbon

**<u>กฎที่ 3</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Activated Carbon Filter

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Activated Carbon Filter? Activated Carbon Filter A/B Differential Pressure High

AND: ให้ทำการตรวจสอบ Differential Pressure Switch (CP051/CP052) ที่ Local ทำงานปรกติหรือไม่? ไม่ปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการเปลี่ยน Pressure Switch ของ Activated Carbon Filter

**<u>กฎที่ 4</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Activated Carbon Filter

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Activated Carbon Filter? Train A/B Water Supply Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Demin Outlet Control Valve (AA211) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Demin Outlet Control Valve (AA211) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 5</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Activated Carbon Filter

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Activated Carbon Filter? Train A/B Water Supply Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Demin Outlet Control Valve (AA211) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Demin Water Storage Tank Manual Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? เปิด

THEN: Flow Transmitter (CF001, CF002) error แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบหรือ calibrate ใหม่

**<u>กฎที่ 6</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Activated Carbon Filter

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Activated Carbon Filter? Train A/B Water Supply Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Demin Outlet Control Valve (AA211) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Demin. Water Storage Tank Manual Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? ปิด

THEN: ให้เปิด Demin. Water Storage Tank Manual Inlet Valve

**<u>กฎที่ 7</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Activated Carbon Filter

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Activated Carbon Filter? Train A/B Water Supply Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ตัน

THEN: Strainer ตัน แจ้งบำรุงรักษาให้ทำการล้าง Strainer

**<u>กฎที่ 8</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Activated Carbon Filter

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Activated Carbon Filter? Train A/B Water Supply Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

AND: ตรวจสอบ Service Water Storage Tank Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? เปิด

THEN: Service Water Transfer Pump ผิดปกติแจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบประสิทธิภาพหรือระดับน้ำ Surge Tank ฝั่ง RG ต่ำ

**<u>กฎที่ 9</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Activated Carbon Filter

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Activated Carbon Filter? Train A/B Water Supply Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

AND: ตรวจสอบ Service Water Storage Tank Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? ปิด

THEN: ให้ทำการเปิด Service Water Storage Tank Inlet Valve เพื่อเติมน้ำเข้า Tank

**<u>กฎที่ 10</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Activated Carbon Filter

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Activated Carbon Filter? Train A/B Water Supply Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Service Water Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 11</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Cation Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Cation Exchanger Resin Trap? พบ

AND: ตรวจสอบเวลาการใช้งานของ Resin ที่ Cation Exchanger ว่าครบกำหนดหรือไม่? ครบ

THEN: แจ้งนักเคมีและบำรุงรักษาทำการเปลี่ยน Cation Exchanger Resin ใหม่

**<u>กฎที่ 12</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Cation Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Cation Exchanger Resin Trap? พบ

AND: ตรวจสอบเวลาการใช้งานของ Resin ที่ Cation Exchanger ว่าครบกำหนดหรือไม่? ยังไม่ครบ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำความสะอาด Trap เนื่องจากเกิดการตัน

**<u>กฎที่ 13</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Cation Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Cation Exchanger Resin Trap? ไม่พบ

AND: ตรวจสอบการทำงานของ Cation Exchanger Resin Trap Pressure Switch (CP053/CP054)? ปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบการทำงานของระบบ PCL

**<u>กฎที่ 14</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Cation Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Cation Exchanger Resin Trap? ไม่พบ

AND: ตรวจสอบการทำงานของ Cation Exchanger Resin Trap Pressure Switch (CP053/CP054)? ไม่ปกติ

THEN: แจ้งบำรังรักษาทำการเปลี่ยน Pressure Switch ใหม่

**<u>กฎที่ 15</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Degasifier Tank A/B Level High High

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank สูงกว่าค่า Setting หรือไม่? สูงกว่า

AND: ตรวจสอบ Service Water Flow (CF001/CF002) และ Degasifier Flow (CF003/CF004) แตกต่างกันหรือไม่? แตกต่าง

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Demin Outlet Control Valve (AA211) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Demin Outlet Control Valve (AA211) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 16</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Degasifier Tank A/B Level High High

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank สูงกว่าค่า Setting หรือไม่? สูงกว่า

AND: ตรวจสอบ Service Water Flow (CF001/CF002) และ Degasifier Flow (CF003/CF004) แตกต่างกันหรือไม่? แตกต่าง

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Demin Outlet Control Valve (AA211) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Degasifier Pump (AP201, 202/ AP203, 204) ซึ่งอาจจะทำ Pressure ไม่ได้

**<u>กฎที่ 17</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Degasifier Tank A/B Level High High

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank สูงกว่าค่า Setting หรือไม่? สูงกว่า

AND: ตรวจสอบ Service Water Flow (CF001/CF002) และ Degasifier Flow (CF003/CF004) แตกต่างกันหรือไม่? ใกล้เคียงกัน

THEN: Degasifier Level Switch เสีย แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบหรือเปลี่ยนใหม่

**<u>กฎที่ 18</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Degasifier Tank A/B Level High High

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank สูงกว่าค่า Setting หรือไม่? ปกติ

THEN: Degasifier Level Switch เสีย แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบหรือเปลี่ยนใหม่

**<u>กฎที่ 19</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Degasifier Tank A/B Level Low Low

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank ต่ำกว่าค่า Setting หรือไม่? ต่ำกว่า

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Degasifier Control Valve (AA138/AA141) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Degasifer Control Valve (AA138/AA141) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 20</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Degasifier Tank A/B Level Low Low

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank ต่ำกว่าค่า Setting หรือไม่? ต่ำกว่า

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Degasifier Control Valve (AA138/AA141) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Degasifier Control Valve (AA138/AA141) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: ให้ปรับ Demin. Outlet Control Valve (AA211) ให้ได้ Flow ที่เหมาะสมกรณีที่ CF003/CF004 มากกว่า CF001/CF002

**<u>กฎที่ 21</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Degasifier Tank A/B Level Low Low

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank ต่ำกว่าค่า Setting หรือไม่? ต่ำกว่า

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Degasifier Control Valve (AA138/AA141) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Degasifier Control Valve (AA138/AA141) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: Degasifier Level Switch เสีย แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบหรือเปลี่ยนใหม่

**กฎที่ 22** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Degasifier Tank A/B Level Low Low

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank ต่ำกว่าค่า Setting หรือไม่? ต่ำกว่า

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ผิดปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Service Water Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**กฎที่ 23** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Cation Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Cation Exchanger? Degasifier Tank A/B Level Low Low

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank ต่ำกว่าค่า Setting หรือไม่? ปกติ

THEN: Degasifier Level Switch เสีย แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบหรือเปลี่ยนใหม่

**กฎที่ 24** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Train A/B Degasifier Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

AND: ตรวจสอบ Service Water Storage Tank Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? เปิด

THEN: Service Water Transfer Pump ผิดปกติแจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบประสิทธิภาพหรือระดับน้ำ Surge Tank ฝั่ง RG ต่ำ

**กฎที่ 25** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Train A/B Degasifier Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

AND: ตรวจสอบ Service Water Storage Tank Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? ปิด

THEN: ให้ทำการเปิด Service Water Storage Tank Inlet Valve เพื่อเติมน้ำเข้า Tank

**กฎที่ 26** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Train A/B Degasifier Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ตัน

THEN: Strainer ตัน แจ้งบำรุงรักษาให้ทำการล้าง Strainer

**กฎที่ 27** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Train A/B Degasifier Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank ว่าสูงหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Degasifier Pump (AP201, 202/AP203, 204) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

THEN: Flow Transmitter (CP003 / CP004) อ่านค่า Error แจ้งบำรุงรักษาแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่

**กฎที่ 28** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Train A/B Degasifier Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank ว่าสูงหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Degasifier Pump (AP201, 202/AP203, 204) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Degasifier Pump (AP201, 202/ AP203, 204) ซึ่งอาจจะทำ Pressure ไม่ได้

**กฎที่ 29** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Train A/B Degasifier Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Degasifier Tank ว่าสูงหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

THEN: Cation Resin Trap (CP053/CP054) อาจจะตันแจ้งบำรุงรักษาหรือดู Alarm Cation Resin Trap Diff High

**กฎที่ 30** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Train A/B Degasifier Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ผิดปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Service Water Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**กฎที่ 31** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Anion Exchanger A/B Outlet EC High

AND: ตรวจสอบค่า Conductivity Online Analyzer เทียบกับเครื่อง Portable Conductivity ใกล้เคียงกันหรือไม่? ใกล้เคียง

AND: ตรวจสอบ Degasifier Blower ทำงานปกติหรือไม่ ผิดปกติ

THEN: เปลี่ยนสายพาน Degasifier Blower หรือหากไม่ทำงานอาจจะ Over Load ได้แจ้งบำรุงรักษา

**กฎที่ 32** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Anion Exchanger A/B Outlet EC High

AND: ตรวจสอบค่า Conductivity Online Analyzer เทียบกับเครื่อง Portable Conductivity ใกล้เคียงกันหรือไม่? ใกล้เคียง

AND: ตรวจสอบ Degasifier Blower ทำงานปกติหรือไม่ ปกติ

THEN: ทำการ Stop Service เพื่อทำการ Regeneration Anion Exchanger ใหม่เพื่อให้ค่าอยู่ในเกณฑ์

**กฎที่ 33** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Anion Exchanger A/B Outlet EC High

AND: ตรวจสอบค่า Conductivity Online Analyzer เทียบกับเครื่อง Portable Conductivity ใกล้เคียงกันหรือไม่? แตกต่าง

THEN: ทำความสะอาด Probe และ Recalibrate Conductivity Online Analyzer (CQ001/CQ002) ใหม่

**กฎที่ 34** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Anion Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Anion Exchanger Resin Trap? พบ

AND: ตรวจสอบเวลาการใช้งานของ Resin ที่ Anion Exchanger ว่าครบกำหนดหรือไม่? ครบ

THEN: แจ้งนักเคมีและบำรุงรักษาทำการเปลี่ยน Anion Exchanger Resin ใหม่

**กฎที่ 35** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Anion Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Anion Exchanger Resin Trap? พบ

AND: ตรวจสอบเวลาการใช้งานของ Resin ที่ Anion Exchanger ว่าครบกำหนดหรือไม่? ยังไม่ครบ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำความสะอาด Trap เนื่องจากเกิดการตัน

**กฎที่ 36** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Anion Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Anion Exchanger Resin Trap? ไม่พบ

AND: ตรวจสอบการทำงานของ Anion Exchanger Resin Trap Pressure Switch (CP055/CP056)? ปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบการทำงานของระบบ PCL

**กฎที่ 37** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Anion Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Anion Exchanger? Anion Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Anion Exchanger Resin Trap? ไม่พบ

AND: ตรวจสอบการทำงานของ Anion Exchanger Resin Trap Pressure Switch (CP055/CP056)? ไม่ปกติ

THEN: แจ้งบำรังรักษาทำการเปลี่ยน Pressure Switch ใหม่

**<u>กฎที่ 38</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Mixed Bed Exchanger Resin Trap? พบ

AND: ตรวจสอบเวลาการใช้งานของ Resin ที่ Mixed Bed Exchanger ว่าครบกำหนดหรือไม่? ครบ

THEN: แจ้งนักเคมีและบำรุงรักษาทำการเปลี่ยน Anion Exchanger Resin ใหม่

**<u>กฎที่ 39</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Mixed Bed Exchanger Resin Trap? พบ

AND: ตรวจสอบเวลาการใช้งานของ Resin ที่ Mixed Bed Exchanger ว่าครบกำหนดหรือไม่? ยังไม่ครบ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำความสะอาด Trap เนื่องจากเกิดการตัน

**<u>กฎที่ 40</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Mixed Bed Exchanger Resin Trap? ไม่พบ

AND: ตรวจสอบ Pressure Gauge ด้าน Inlet และ Outlet ของ Mixed Bed Exchanger? มากกว่า 1 bar

THEN: ให้ทำการปรับ Mixed Bed Exchanger Inlet และ Outlet Valve ให้ Differential Pressure น้อยกว่า 1 bar

**กฎที่ 41** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Mixed Bed Exchanger Resin Trap? ไม่พบ

AND: ตรวจสอบ Pressure Gauge ด้าน Inlet และ Outlet ของ Mixed Bed Exchanger? น้อยกว่า 1 bar

AND: ตรวจสอบการทำงานของ Mixed Bed Exchanger Resin Trap Pressure Switch (CP057/CP058)? ปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบการทำงานของระบบ PCL

**กฎที่ 42** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Mixed Bed Exchanger Resin Trap? ไม่พบ

AND: ตรวจสอบ Pressure Gauge ด้าน Inlet และ Outlet ของ Mixed Bed Exchanger? น้อยกว่า 1 bar

AND: ตรวจสอบการทำงานของ Mixed Bed Exchanger Resin Trap Pressure Switch (CP057/CP058)? ไม่ปกติ

THEN: แจ้งบำรักรักษาทำการเปลี่ยน Pressure Switch ใหม่

**<u>กฎที่ 43</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Outlet EC High

AND: ตรวจสอบค่า Conductivity Online Analyzer เทียบกับเครื่อง Portable Conductivity ใกล้เคียงกันหรือไม่? ใกล้เคียงกัน

THEN: ทำการ Stop Service เพื่อทำการ Regeneration Mixed Bed Polisher ใหม่เพื่อให้ค่าอยู่ในเกณฑ์

**<u>กฎที่ 44</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Outlet EC High

AND: ตรวจสอบค่า Conductivity Online Analyzer เทียบกับเครื่อง Portable Conductivity ใกล้เคียงกันหรือไม่? แตกต่างกัน

THEN: ทำความสะอาด Probe และ Recalibrate Conductivity Online Analyzer (CQ003/CQ004) ใหม่

**<u>กฎที่ 45</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Water Outlet Silica High

AND: ตรวจสอบน้ำยาที่ตู้ Silica Online Analyzer ว่ามีหรือไม่ มี

AND: ตรวจสอบ Line Sampling ของ Silica Online Analyzer เปิดหรือไม่? ปิด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ valve line sampling ให้เหมาะสมตาม spec

**<u>กฎที่ 46</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Water Outlet Silica High

AND: ตรวจสอบน้ำยาที่ตู้ Silica Online Analyzer ว่ามีหรือไม่ มี

AND: ตรวจสอบ Line Sampling ของ Silica Online Analyzer เปิดหรือไม่? เปิด

AND: ตรวจสอบค่า Silica เทียบกับเครื่อง Portable Silica analyzer ใกล้เคียงกันหรือไม่? ใกล้เคียง

THEN: ทำการ Stop Service เพื่อทำการ Regeneration Mixed Bed Polisher ใหม่เพื่อให้ค่าอยู่ในเกณฑ์

**กฎที่ 47** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Water Outlet Silica High

AND: ตรวจสอบน้ำยาที่ตู้ Silica Online Analyzer ว่ามีหรือไม่ มี

AND: ตรวจสอบ Line Sampling ของ Silica Online Analyzer เปิดหรือไม่? เปิด

AND: ตรวจสอบค่า Silica เทียบกับเครื่อง Portable Silica analyzer ใกล้เคียงกันหรือไม่? แตกต่าง

THEN: ให้นักเคมีทำการ Calibrate เครื่อง Silica Online Analyzer และเติมน้ำยาให้เพียงพอ

**กฎที่ 48** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Water Outlet Silica High

AND: ตรวจสอบน้ำยาที่ตู้ Silica Online Analyzer ว่ามีหรือไม่ ไม่มี

THEN: ให้นักเคมีทำการ Calibrate เครื่อง Silica Online Analyzer และเติมน้ำยาให้เพียงพอ

**<u>กฎที่ 49</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Demin Outlet Control Valve (AA211) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Demin Outlet Control Valve (AA211) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 50</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Demin Outlet Control Valve (AA211) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Demin Water Storage Tank Manual Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? เปิด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ Manual Valve ให้เหมาะสม

**<u>กฎที่ 51</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Demin Outlet Control Valve (AA211) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Demin. Water Storage Tank Manual Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? ปิด

THEN: ให้เปิด Demin. Water Storage Tank Manual Inlet Valve

**กฎที่ 52** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ตัน

THEN: Strainer ตัน แจ้งบำรุงรักษาให้ทำการล้าง Strainer

**กฎที่ 53** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

AND: ตรวจสอบ Service Water Storage Tank Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? เปิด

THEN: Service Water Transfer Pump ผิดปกติแจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบประสิทธิภาพหรือระดับน้ำ Surge Tank ฝั่ง RG ต่ำ

**กฎที่ 54** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

AND: ตรวจสอบ Service Water Storage Tank Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? ปิด

THEN: ให้ทำการเปิด Service Water Storage Tank Inlet Valve เพื่อเติมน้ำเข้า Tank

**กฎที่ 55** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Service Water Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**กฎที่ 56** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? สูงกว่าปกติ

THEN: Flow Transmitter (CF005) error แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบหรือ calibrate ใหม่

**<u>กฎที่ 57</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Oulet For HCl Flow Low

AND: ให้ตรวจสอบ Regen. Water Transfer Pump (AP301, 302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ Manual Valve ให้เหมาะสม

**<u>กฎที่ 58</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For HCl Flow Low

AND: ให้ตรวจสอบ Regen. Water Transfer Pump (AP301, 302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 59</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For HCl Flow Low

AND: ให้ตรวจสอบ Regen. Water Transfer Pump (AP301, 302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? สูงกว่าปกติ

THEN: Flow Transmitter (CF006) error แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบหรือ calibrate ใหม่

**<u>กฎที่ 60</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For HCl Flow Low

AND: ให้ตรวจสอบ Regen. Water Transfer Pump (AP301, 302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 61</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For HCl Flow High

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ Manual Valve ให้เหมาะสม

**<u>กฎที่ 62</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For HCl Flow High

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 63</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For HCl Flow High

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

THEN: Flow Transmitter (CF006) error แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบหรือ calibrate ใหม่

**<u>กฎที่ 64</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For HCl Flow High

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? สูงกว่าปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 65</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For NaOH Flow High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Water Heater Control Valve (AA267) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ และ Stroke Test

**<u>กฎที่ 66</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For NaOH Flow High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: Water Heater อุดตัน หรือ มีการปิด Manual Valve ไว้ ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบ

**<u>กฎที่ 67</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For NaOH Flow High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 68</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin Water Outlet For NaOH Flow Low

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump (AP301/AP302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Water Heater Control Valve (AA267) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 69</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin Water Outlet For NaOH Flow Low

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump (AP301/AP302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: Water Heater อุดตัน หรือ มีการปิด Manual Valve ไว้ ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบ

**<u>กฎที่ 70</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin Water Outlet For NaOH Flow Low

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump (AP301/AP302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 71</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin Water Outlet For NaOH Flow Low

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump (AP301/AP302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 72</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin Water Outlet For NaOH Flow Low

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump (AP301/AP302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? สูงกว่าปกติ

THEN: Flow Transmitter (CF007) error แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบหรือ calibrate ใหม่

**<u>กฎที่ 73</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Regeneration Water Pressure High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve เป็นอย่างไร? ใกล้เคียงกัน

AND: ตรวจสอบ Manual Valve หน้า Demin Water Dilute HCl for Mixed Bed & CAT เป็นอย่างไร? เปิด

THEN: Demin Water Dilute HCl for Mixed Bed & CAT Control Valve ขัดตัว ให้ทำการ Stroke Test และแจ้งบำรุงรักษาทำการแก้ไข

**<u>กฎที่ 74</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Regeneration Water Pressure High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve เป็นอย่างไร? ใกล้เคียงกัน

AND: ตรวจสอบ Manual Valve หน้า Demin. Water Dilute HCl for Mixed Bed & CAT เป็นอย่างไร? ปิดหรือเปิดไม่สุด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ Manual Valve ให้เหมาะสม

**<u>กฎที่ 75</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Regeneration Water Pressure High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve เป็นอย่างไร? แตกต่างกัน

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 76</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for HCl Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA244) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

THEN: ให้ทำการเปิด Service Water Storage Tank Inlet Valve เพื่อเติมน้ำเข้า Tank

**กฎที่ 77** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for HCl Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA244) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

THEN: Service Water for HCl Flow Switch (CF052) Error แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบหรือเปลี่ยนใหม่

**กฎที่ 78** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for HCl Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA244) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ผิดปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Service Water Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**กฎที่ 79** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for HCl Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA244) เปิดสุดหรือไม่ เปิดไม่สุด

THEN: Service Water for HCl Valve (AA244) เกิดการขัดตัว ให้ทำการ Stroke Test และแจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบ

**<u>กฎที่ 80</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for NaOH Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA243) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

THEN: ให้ทำการเปิด Service Water Storage Tank Inlet Valve เพื่อเติมน้ำเข้า Tank

**<u>กฎที่ 81</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for NaOH Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA243) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

THEN: Service Water for NaOH Flow Switch (CF051) Error แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบหรือเปลี่ยนใหม่

**<u>กฎที่ 82</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for NaOH Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA243) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ผิดปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Service Water Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 83</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for NaOH Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA243) เปิดสุดหรือไม่ เปิดไม่สุด

THEN: Service Water for HCl Valve (AA243) เกิดการขัดตัว ให้ทำการ Stroke Test และแจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบ

**<u>กฎที่ 84</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution High

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Water Heater Control Valve (AA267) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 85</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution High

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: Water Heater อุดตัน หรือ มีการปิด Manual Valve ไว้ ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบ

**<u>กฎที่ 86</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution High

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 87</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution High

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 88</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution Low

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Water Heater Control Valve (AA267) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 89</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution Low

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? ใกล้เคียงกัน

THEN: Water Heater อุดตัน หรือ มีการปิด Manual Valve ไว้ ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบ

**<u>กฎที่ 90</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Mixed Bed Exchanger Resin Trap? พบ

AND: ตรวจสอบเวลาการใช้งานของ Resin ที่ Mixed Bed Exchanger ว่าครบกำหนดหรือไม่? ครบ

THEN: แจ้งนักเคมีและบำรุงรักษาทำการเปลี่ยน Anion Exchanger Resin ใหม่

**กฎที่ 91** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Mixed Bed Exchanger Resin Trap? พบ

AND: ตรวจสอบเวลาการใช้งานของ Resin ที่ Mixed Bed Exchanger ว่าครบกำหนดหรือไม่? ยังไม่ครบ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำความสะอาด Trap เนื่องจากเกิดการตัน

**กฎที่ 92** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Mixed Bed Exchanger Resin Trap? ไม่พบ

AND: ตรวจสอบ Pressure Gauge ด้าน Inlet และ Outlet ของ Mixed Bed Exchanger? มากกว่า 1 bar

THEN: ให้ทำการปรับ Mixed Bed Exchanger Inlet และ Outlet Valve ให้ Differential Pressure น้อยกว่า 1 bar

**กฎที่ 93** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Mixed Bed Exchanger Resin Trap? ไม่พบ

AND: ตรวจสอบ Pressure Gauge ด้าน Inlet และ Outlet ของ Mixed Bed Exchanger? น้อยกว่า 1 bar

AND: ตรวจสอบการทำงานของ Mixed Bed Exchanger Resin Trap Pressure Switch (CP057/CP058)? ปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบการทำงานของระบบ PCL

**กฎที่ 94** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Exchanger A/B Resin Trap Different Pressure High

AND: ตรวจสอบเม็ด Resin ที่ Mixed Bed Exchanger Resin Trap? ไม่พบ

AND: ตรวจสอบ Pressure Gauge ด้าน Inlet และ Outlet ของ Mixed Bed Exchanger? น้อยกว่า 1 bar

AND: ตรวจสอบการทำงานของ Mixed Bed Exchanger Resin Trap Pressure Switch (CP057/CP058)? ไม่ปกติ

THEN: แจ้งบำรักรักษาทำการเปลี่ยน Pressure Switch ใหม่

**กฎที่ 95** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Outlet EC High

AND: ตรวจสอบค่า Conductivity Online Analyzer เทียบกับเครื่อง Portable Conductivity ใกล้เคียงกันหรือไม่? ใกล้เคียงกัน

THEN: ทำการ Stop Service เพื่อทำการ Regeneration Mixed Bed Polisher ใหม่เพื่อให้ค่าอยู่ในเกณฑ์

**<u>กฎที่ 96</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Outlet EC High

AND: ตรวจสอบค่า Conductivity Online Analyzer เทียบกับเครื่อง Portable Conductivity ใกล้เคียงกันหรือไม่? แตกต่างกัน

THEN: ทำความสะอาด Probe และ Recalibrate Conductivity Online Analyzer (CQ003/CQ004) ใหม่

**<u>กฎที่ 97</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Water Outlet Silica High

AND: ตรวจสอบน้ำยาที่ตู้ Silica Online Analyzer ว่ามีหรือไม่ มี

AND: ตรวจสอบ Line Sampling ของ Silica Online Analyzer เปิดหรือไม่? ปิด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ valve line sampling ให้เหมาะสมตาม spec.

**<u>กฎที่ 98</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Water Outlet Silica High

AND: ตรวจสอบน้ำยาที่ตู้ Silica Online Analyzer ว่ามีหรือไม่ มี

AND: ตรวจสอบ Line Sampling ของ Silica Online Analyzer เปิดหรือไม่? เปิด

AND: ตรวจสอบค่า Silica เทียบกับเครื่อง Portable Silica analyzer ใกล้เคียงกันหรือไม่? ใกล้เคียง

THEN: ทำการ Stop Service เพื่อทำการ Regeneration Mixed Bed Polisher ใหม่เพื่อให้ค่าอยู่ในเกณฑ์

**<u>กฎที่ 99</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Water Outlet Silica High

AND: ตรวจสอบน้ำยาที่ตู้ Silica Online Analyzer ว่ามีหรือไม่ มี

AND: ตรวจสอบ Line Sampling ของ Silica Online Analyzer เปิดหรือไม่? เปิด

AND: ตรวจสอบค่า Silica เทียบกับเครื่อง Portable Silica analyzer ใกล้เคียงกันหรือไม่? แตกต่าง

THEN: ให้นักเคมีทำการ Calibrate เครื่อง Silica Online Analyzer และเติมน้ำยาให้เพียงพอ

**<u>กฎที่ 100</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Mixed Bed Polisher A/B Water Outlet Silica High

AND: ตรวจสอบน้ำยาที่ตู้ Silica Online Analyzer ว่ามีหรือไม่ ไม่มี

THEN: ให้นักเคมีทำการ Calibrate เครื่อง Silica Online Analyzer และเติมน้ำยาให้เพียงพอ

**<u>กฎที่ 101</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Demin Outlet Control Valve (AA211) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Demin Outlet Control Valve (AA211) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ และ Stroke Test

**<u>กฎที่ 102</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Demin Outlet Control Valve (AA211) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Demin. Water Storage Tank Manual Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? เปิด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ Manual Valve ให้เหมาะสม: Confidence = 80

**<u>กฎที่ 103</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Demin Outlet Control Valve (AA211) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Demin. Water Storage Tank Manual Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? ปิด

THEN: ให้เปิด Demin. Water Storage Tank Manual Inlet Valve

**<u>กฎที่ 104</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ตัน

THEN: Strainer ตัน แจ้งบำรุงรักษาให้ทำการล้าง Strainer

**<u>กฎที่ 105</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

AND: ตรวจสอบ Service Water Storage Tank Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? เปิด

THEN: Service Water Transfer Pump ผิดปกติแจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบประสิทธิภาพหรือระดับน้ำ Surge Tank ฝั่ง RG ต่ำ

**<u>กฎที่ 106</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

AND: ตรวจสอบ Service Water Storage Tank Inlet Valve เปิดอยู่หรือไม่? ปิด

THEN: ให้ทำการเปิด Service Water Storage Tank Inlet Valve เพื่อเติมน้ำเข้า Tank

**<u>กฎที่ 107</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump Suction Strainer ตันหรือไม่ ไม่ตัน

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องเปลี่ยนตัวเดินและแจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Service Water Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ

**<u>กฎที่ 108</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Mixed Bed Exchanger

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Mixed Bed Exchanger? Demin. Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? สูงกว่าปกติ

THEN: Flow Transmitter (CF005) error แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบหรือ calibrate ใหม่

**<u>กฎที่ 109</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Oulet For HCl Flow Low

AND: ให้ตรวจสอบ Regen. Water Transfer Pump (AP301, 302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ Manual Valve ให้เหมาะสม

**<u>กฎที่ 110</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Oulet For HCl Flow Low

AND: ให้ตรวจสอบ Regen. Water Transfer Pump (AP301, 302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve ว่ามีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 111</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Oulet For HCl Flow Low

AND: ให้ตรวจสอบ Regen. Water Transfer Pump (AP301, 302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? สูงกว่าปกติ

THEN: Flow Transmitter (CF006) error แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบหรือ calibrate ใหม่

**<u>กฎที่ 112</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Oulet For HCl Flow Low

AND: ให้ตรวจสอบ Regen. Water Transfer Pump (AP301, 302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 113</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For HCl Flow High

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ Manual Valve ให้เหมาะสม

**<u>กฎที่ 114</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For HCl Flow High

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve ว่ามีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 115</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For HCl Flow High

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

THEN: Flow Transmitter (CF006) error แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบหรือ calibrate ใหม่

**กฎที่ 116** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For HCl Flow High

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? สูงกว่าปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**กฎที่ 117** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For NaOH Flow High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Water Heater Control Valve (AA267) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**กฎที่ 118** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For NaOH Flow High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: Water Heater อุดตัน หรือ มีการปิด Manual Valve ไว้ ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบ

**<u>กฎที่ 119</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin. Water Outlet For NaOH Flow High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve ว่ามีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 120</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin Water Outlet For NaOH Flow Low

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump (AP301/AP302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Water Heater Control Valve (AA267) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ และ Stroke Test

**<u>กฎที่ 121</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin Water Outlet For NaOH Flow Low

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump (AP301/AP302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: Water Heater อุดตัน หรือ มีการปิด Manual Valve ไว้ ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบ

**<u>กฎที่ 122</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin Water Outlet For NaOH Flow Low

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump (AP301/AP302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve ว่ามีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 123</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin Water Outlet For NaOH Flow Low

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump (AP301/AP302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 124</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Demin Water Outlet For NaOH Flow Low

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump (AP301/AP302) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? สูงกว่าปกติ

THEN: Flow Transmitter (CF007) error แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบหรือ calibrate ใหม่

**<u>กฎที่ 125</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Regeneration Water Pressure High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve เป็นอย่างไร? ใกล้เคียงกัน

AND: ตรวจสอบ Manual Valve หน้า Demin. Water Dilute HCl for Mixed Bed & CAT เป็นอย่างไร? เปิด

THEN: Demin Water Dilute HCl for Mixed Bed & CAT Control Valve ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve มีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิด

ปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ให้แจ้งบำรุงรักษาแก้ไขทำการ Stroke Test และแจ้งบำรุงรักษาทำการแก้ไข

**<u>กฎที่ 126</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Regeneration Water Pressure High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve เป็นอย่างไร? ใกล้เคียงกัน

AND: ตรวจสอบ Manual Valve หน้า Demin. Water Dilute HCl for Mixed Bed & CAT เป็นอย่างไร? ปิดหรือเปิดไม่สุด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ Manual Valve ให้เหมาะสม

**<u>กฎที่ 127</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Regeneration Water Pressure High

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve เป็นอย่างไร? แตกต่างกัน

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve ว่ามีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test: Confidence = 80

**<u>กฎที่ 128</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Regeneration Water Pressure Low

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump เป็นอย่างไร? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: ให้ทำการปรับ Bypass Valve ของ Regeneration Water Control Valve ให้เหมาะสมเนื่องจากเปิดมากเกินไป

**<u>กฎที่ 129</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Regeneration Water Pressure Low

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump เป็นอย่างไร? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve ว่ามีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 130</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Regeneration Water Pressure Low

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump เป็นอย่างไร? ต่ำกว่าปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 131</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Regeneration Water Pressure Low

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump เป็นอย่างไร? สูงกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบว่ามี Manual Valve ใน Line ของ Regeneration Water ปิดอยู่หรือไม่? มีปิดอยู่

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการเปิด Manual Valve ให้สุด เนื่องจากทำให้ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump สูง

**กฎที่ 132** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Regeneration Water Pressure Low

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump เป็นอย่างไร? สูงกว่าปกติ

AND: ตรวจสอบว่ามี Manual Valve ใน Line ของ Regeneration Water ปิดอยู่หรือไม่? เปิดทุกตัว

THEN: Regeneration Water Pressure Transmitter error (CP001) ให้แจ้งบำรุงรักษาทำการ calibrate หรือเปลี่ยนใหม่

**กฎที่ 133** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for HCl Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA244) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

THEN: ให้ทำการเปิด Service Water Storage Tank Inlet Valve เพื่อเติมน้ำเข้า Tank

**กฎที่ 134** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for HCl Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA244) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

THEN: Service Water for HCl Flow Switch (CF052) Error แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบหรือเปลี่ยนใหม่

**กฎที่ 135** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for HCl Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA244) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ผิดปกติ

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องเปลี่ยนตัวเดินและแจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Service Water Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ

**กฎที่ 136** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for HCl Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA244) เปิดสุดหรือไม่ เปิดไม่สุด

THEN: Service Water for HCl Valve (AA244) เกิดการขัดตัว ให้ทำการ Stroke Test และแจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบ

**กฎที่ 137** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for NaOH Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA243) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ต่ำ

THEN: ให้ทำการเปิด Service Water Storage Tank Inlet Valve เพื่อเติมน้ำเข้า Tank

**กฎที่ 138** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for NaOH Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA243) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบระดับ Service Water Tank Level ต่ำกว่าปกติหรือไม่? ปกติ

THEN: Service Water for NaOH Flow Switch (CF051) Error แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบหรือเปลี่ยนใหม่

**กฎที่ 139** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for NaOH Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA243) เปิดสุดหรือไม่ เปิดสุด

AND: ตรวจสอบ Service Water Pump (AP101/AP102) Discharge Pressure ปกติหรือไม่? ผิดปกติ

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องเปลี่ยนตัวเดินและแจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Service Water Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ

**กฎที่ 140** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Service Water for NaOH Dilution Flow Switch Low

AND: ตรวจสอบว่า Service Water for HCl Valve (AA243) เปิดสุดหรือไม่ เปิดไม่สุด

THEN: Service Water for HCl Valve (AA243) เกิดการขัดตัว ให้ทำการ Stroke Test และแจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบ

**กฎที่ 141** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution High

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Water Heater Control Valve (AA267) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**กฎที่ 142** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution High

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: Water Heater อุดตัน หรือ มีการปิด Manual Valve ไว้ ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบ

**กฎที่ 143** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution High

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump ปกติหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve ว่ามีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 144</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution High

AND: ตรวจสอบ Discharge Pressure ของ Regeneration Water Transfer Pump ปกติหรือไม่? ต่ำกว่าปกติ

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 145</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution Low

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Water Heater Control Valve (AA267) ขัดตัว แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 146</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? Temperature of Demin. Water NaOH Dilution Low

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Water Heater Control Valve (AA267) แตกต่างกันมากหรือไม่? ใกล้เคียงกัน

THEN: Water Heater อุดตัน หรือ มีการปิด Manual Valve ไว้ ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบ

**<u>กฎที่ 147</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration High

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ มากกว่า 80%

AND: ตรวจสอบ HCl Dilution Flow Transmitter (CF006) เป็นเท่าไหร่? มากกว่า 7 m3/hr

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เป็นเท่าไหร่? น้อยกว่า 4 bar

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 148</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration High

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ มากกว่า 80%

AND: ตรวจสอบ HCl Dilution Flow Transmitter (CF006) เป็นเท่าไหร่? มากกว่า 7 m3/hr

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เป็นเท่าไหร่? มากกว่าเท่ากับ 4 bar

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการ Stop Regeneration ป้องกันการ Regeneration ไม่สมบูรณ์และแจ้งนักเคมีทำการตรวจสอบ

**<u>กฎที่ 149</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration High

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ มากกว่า 80%

AND: ตรวจสอบ HCl Dilution Flow Transmitter (CF006) เป็นเท่าไหร่? มากกว่า 7 m3/hr

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve ว่ามีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 150</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration High

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ มากกว่า 80%

AND: ตรวจสอบ HCl Dilution Flow Transmitter (CF006) เป็นเท่าไหร่? น้อยกว่า 7 m3/hr

AND: ตรวจสอบว่า D/W Dilute HCl for M/B หรือ CAT (AA269 หรือ AA268) เปิดหรือปิด? เปิด

AND: ตรวจสอบ Manual Valve หน้า Demin. Water Dilute HCl for Mixed Bed & CAT เป็นอย่างไร? เปิด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการปรับ Manual Valve จนได้ Flow เท่ากับ 7 m3/hr

**<u>กฎที่ 151</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration High

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ มากกว่า 80%

AND: ตรวจสอบ HCl Dilution Flow Transmitter (CF006) เป็นเท่าไหร่? น้อยกว่า 7 m3/hr

AND: ตรวจสอบว่า D/W Dilute HCl for M/B หรือ CAT (AA269 หรือ AA268) เปิดหรือปิด? เปิด

AND: ตรวจสอบ Manual Valve หน้า Demin. Water Dilute HCl for Mixed Bed & CAT เป็นอย่างไร? ปิดหรือเปิดไม่สุด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องปรับ Manual Valve ให้เหมาะสม: Confidence = 90

**<u>กฎที่ 152</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration High

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ มากกว่า 80%

AND: ตรวจสอบ HCl Dilution Flow Transmitter (CF006) เป็นเท่าไหร่? น้อยกว่า 7 m3/hr

AND: ตรวจสอบว่า D/W Dilute HCl for M/B หรือ CAT (AA269 หรือ AA268) เปิดหรือปิด? ปิด

THEN: Demin Water Dilute HCl for Mixed Bed & CAT Control Valve ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve มีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ให้แจ้งบำรุงรักษาแก้ไขทำการ Stroke Test และแจ้งบำรุงรักษาทำการแก้ไข

**<u>กฎที่ 153</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration High

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ น้อยกว่า 80%

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการปรับ Stroke ของ HCl Pump แล้วรอตรวจสอบค่า

**<u>กฎที่ 154</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration Low

AND: ตรวจสอบค่า Analyzer Transmitter (01CQ102) อ่านค่าได้เท่าใด มากกว่า 2 %

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบการทำงานของระบบ PCL

**<u>กฎที่ 155</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration Low

AND: ตรวจสอบค่า Analyzer Transmitter (01CQ102) อ่านค่าได้เท่าใด น้อยกว่า 2%

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ มากกว่า 80%

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการปรับ Stroke ของ HCl Pump แล้วรอตรวจสอบค่า

**<u>กฎที่ 156</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration Low

AND: ตรวจสอบค่า Analyzer Transmitter (01CQ102) อ่านค่าได้เท่าใด น้อยกว่า 2%

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ น้อยกว่า 80%

AND: ตรวจสอบ HCl Dilution Flow Transmitter (CF006) เป็นเท่าไหร่? มากกว่า 7 m3/hr

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการปรับ Manual Valve จนได้ Flow เท่ากับ 7 m3/hr

**กฎที่ 157** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration Low

AND: ตรวจสอบค่า Analyzer Transmitter (01CQ102) อ่านค่าได้เท่าใด น้อยกว่า 2%

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ น้อยกว่า 80%

AND: ตรวจสอบ HCl Dilution Flow Transmitter (CF006) เป็นเท่าไหร่? น้อยกว่า 7 m3/hr

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เป็นเท่าไหร่? น้อยกว่า 4 bar

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**กฎที่ 158** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration Low

AND: ตรวจสอบค่า Analyzer Transmitter (01CQ102) อ่านค่าได้เท่าใด น้อยกว่า 2%

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ น้อยกว่า 80%

AND: ตรวจสอบ HCl Dilution Flow Transmitter (CF006) เป็นเท่าไหร่? น้อยกว่า 7 m3/hr

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เป็นเท่าไหร่? มากกว่าเท่ากับ 4 bar

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการ Stop Regeneration ป้องกันการ Regeneration ไม่สมบูรณ์และแจ้งนักเคมีทำการตรวจสอบ

**กฎที่ 159** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? HCl Concentration Low

AND: ตรวจสอบค่า Analyzer Transmitter (01CQ102) อ่านค่าได้เท่าใด น้อยกว่า 2%

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ HCl Dosing Pump เป็นเท่าไหร่ น้อยกว่า 80%

AND: ตรวจสอบ HCl Dilution Flow Transmitter (CF006) เป็นเท่าไหร่? น้อยกว่า 7 m3/hr

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เป็นเท่าไหร่? มากกว่าเท่ากับ 4 bar

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve ว่ามีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**กฎที่ 160** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? NaOH Concentration High

AND: ตรวจสอบค่าความเข้มเข้น (01CQ101) อ่านค่าได้เท่าใด? มากกว่า 4%

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ Caustic Dosing Pump เป็นเท่าใด? มากกว่า 65%

AND: ตรวจสอบ Flow Transmiter (CF007) ของ Demin. Water Dilute Flow อ่านค่าได้เท่าใด? มากกกว่าเท่ากัน 4 m3/hr

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เป็นเท่าไหร่? น้อยกว่า 4 bar

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เนื่องจากอาจจะประสิทธิภาพต่ำ และเปลี่ยนตัวเดิน

**<u>กฎที่ 161</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? NaOH Concentration High

AND: ตรวจสอบค่าความเข้มเข้น (01CQ101) อ่านค่าได้เท่าใด? มากกว่า 4%

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ Caustic Dosing Pump เป็นเท่าใด? มากกว่า 65%

AND: ตรวจสอบ Flow Transmiter (CF007) ของ Demin. Water Dilute Flow อ่านค่าได้เท่าใด? มากกกว่าเท่ากัน 4 m3/hr

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? ปกติ

AND: ตรวจสอบ Regeneration Water Transfer Pump เป็นเท่าไหร่? มากกว่าเท่ากับ 4 bar

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการ Stop Regeneration ป้องกันการ Regeneration ไม่สมบูรณ์และแจ้งนักเคมีทำการตรวจสอบ

**<u>กฎที่ 162</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? NaOH Concentration High

AND: ตรวจสอบค่าความเข้มเข้น (01CQ101) อ่านค่าได้เท่าใด? มากกว่า 4%

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ Caustic Dosing Pump เป็นเท่าใด? มากกว่า 65%

AND: ตรวจสอบ Flow Transmiter (CF007) ของ Demin. Water Dilute Flow อ่านค่าได้เท่าใด? มากกกว่าเท่ากัน 4 m3/hr

AND: ตรวจสอบ MV กับ FB ของ Regeneration Water Control Valve (AA282) แตกต่างกันมากหรือไม่? แตกต่าง

THEN: Regeneration Water Control Valve (AA282) ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve ว่ามีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบและ Stroke Test

**<u>กฎที่ 163</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? NaOH Concentration High

AND: ตรวจสอบค่าความเข้มเข้น (01CQ101) อ่านค่าได้เท่าใด? มากกว่า 4%

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ Caustic Dosing Pump เป็นเท่าใด? มากกว่า 65%

AND: ตรวจสอบ Flow Transmiter (CF007) ของ Demin. Water Dilute Flow อ่านค่าได้เท่าใด? น้อยกว่า 4 m3/hr

AND: ตรวจสอบ Demin. Water Dilute Caustic for Mixed Bed & AN (AA261 / AA262) เป็นอย่างไร? เปิด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการปรับ Manual Valve จนได้ Flow เท่ากับ 4 m3/hr

**<u>กฎที่ 164</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? NaOH Concentration High

AND: ตรวจสอบค่าความเข้มเข้น (01CQ101) อ่านค่าได้เท่าใด? มากกว่า 4%

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ Caustic Dosing Pump เป็นเท่าใด? มากกว่า 65%

AND: ตรวจสอบ Flow Transmiter (CF007) ของ Demin. Water Dilute Flow อ่านค่าได้เท่าใด? น้อยกว่า 4 m3/hr

AND: ตรวจสอบ Demin. Water Dilute Caustic for Mixed Bed & AN (AA261 / AA262) เป็นอย่างไร? ปิด

THEN: Demin Water Dilute Caustic for Mixed Bed & AN Control Valve ขัดตัว ให้พนักงานเดินเครื่องทำการตรวจสอบที่ Valve มีลมไปขับเพียงพอหรือไม่ และทำการ exercise เปิด ปิด หากพบว่าขัดตัวเปิดไม่ได้ให้แจ้งบำรุงรักษาแก้ไขทำการ Stroke Test และแจ้งบำรุงรักษาทำการแก้ไข

**<u>กฎที่ 165</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? NaOH Concentration High

AND: ตรวจสอบค่าความเข้มเข้น (01CQ101) อ่านค่าได้เท่าใด? มากกว่า 4%

AND: ตรวจสอบ Stroke ของ Caustic Dosing Pump เป็นเท่าใด? น้อยกว่าเท่ากับ 65%

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการปรับ Stroke ของ NaOH Dosing Pump แล้วรอตรวจสอบค่า

**<u>กฎที่ 166</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Chemical Preparation

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Chemical Preparation? NaOH Concentration High

AND: ตรวจสอบค่าความเข้มเข้น (01CQ101) อ่านค่าได้เท่าใด? น้อยกว่าเท่ากับ 4%

THEN: แจ้งบำรุงรักษาทำการตรวจสอบการทำงานของระบบ PCL

**<u>กฎที่ 167</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin Level High High

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Neutralization Basin มีระดับสูงหรือไม่? สูง

AND: ตรวจสอบค่า pH (CQ006) อยู่ในเกณฑ์หรือไม่ ค่า pH อยู่ระหว่าง 6.0 – 8.0

THEN: ให้ทำการ "Start" Neutralization โดย Neutralization Transfer Prim Chamber (AA289/AA290) จะเปิดเพื่อใช้น้ำ Service มาล่อแล้ว Neutralization Transfer Pump (AP401/AP402) จะ Start และ Neutralization Basin Agitator จะทำกวนให้น้ำใน Neutralization Basin

**<u>กฎที่ 168</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin Level High High

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Neutralization Basin มีระดับสูงหรือไม่? สูง

AND: ตรวจสอบค่า pH (CQ006) อยู่ในเกณฑ์หรือไม่ ค่า pH > 8.0

THEN: ทำการปรับค่า pH ให้อยู่ในเกณฑ์โดยเปิด HCl Dilution Neutralization Valve (AA221) และ Start Neutralization Basin Agitator (AM101)

**<u>กฎที่ 169</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin Level High High

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Neutralization Basin มีระดับสูงหรือไม่? สูง

AND: ตรวจสอบค่า pH (CQ006) อยู่ในเกณฑ์หรือไม่ ค่า pH < 6.0

THEN: ทำการปรับค่า pH ให้อยู่ในเกณฑ์โดยเปิด Caustic Dilution Neutralization Valve (AA220) และ Start Neutralization Basin Agitator (AM101)

**<u>กฎที่ 170</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin Level High High

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Neutralization Basin มีระดับสูงหรือไม่? ไม่สูง

THEN: แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบ Level Switch ซึ่งอาจจะต้องเปลี่ยนหรือทำความสะอาด

**<u>กฎที่ 171</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin pH High High

AND: ตรวจสอบ pH Meter (CQ006) มีค่าเท่าใด? pH มากกว่า 9

THEN: ทำการปรับค่า pH ให้อยู่ในเกณฑ์โดยเปิด HCl Dilution Neutralization Valve (AA221) และ Start Neutralization Basin Agitator (AM101)

**<u>กฎที่ 172</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin pH High High

AND: ตรวจสอบ pH Meter (CQ006) มีค่าเท่าใด? pH น้อยกว่า 9

AND: ตรวจสอบค่า pH Meter เทียบกับ pH Probe เป็นอย่างไร ใกล้เคียง

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Neutralization Basin มีระดับสูงหรือไม่? สูง

THEN: ให้ทำการ "Start" Neutralization โดย Neutralization Transfer Prim Chamber (AA289/AA290) จะเปิดเพื่อใช้น้ำ Service มาล่อแล้ว Neutralization Transfer Pump (AP401/AP402) จะ Start และ Neutralization Basin Agitator จะทำกวนให้น้ำใน Neutralization Basin

**<u>กฎที่ 173</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin pH High High

AND: ตรวจสอบ pH Meter (CQ006) มีค่าเท่าใด? pH น้อยกว่า 9

AND: ตรวจสอบค่า pH Meter เทียบกับ pH Probe เป็นอย่างไร ใกล้เคียง

AND: ตรวจสอบระดับน้ำที่ Neutralization Basin มีระดับสูงหรือไม่? ไม่สูง

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการ Vent Air ที่ Flow Transmitter (CF008) หรือตรวจสอบว่านำเข้าใช้งานหรือไม่ หากปกติ ให้แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบเนื่องจาก Flow Transmitter error

**<u>กฎที่ 174</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin pH High High

AND: ตรวจสอบ pH Meter (CQ006) มีค่าเท่าใด? pH น้อยกว่า 9

AND: ตรวจสอบค่า pH Meter เทียบกับ pH Probe เป็นอย่างไร แตกต่างกัน

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำความสะอาดหัววัด (pH Probe) แล้วลองเทียบค่ากับ Portable pH Meter หากพบว่า pH Meter error ให้แจ้งบำรุงรักษาแก้ไข

**<u>กฎที่ 175</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Neutralization Waste Water Transfer Pump Discharge Pressure? มากกว่า 4 bar

AND: ตรวจสอบตำแหน่งของ Neutralization Waste Water Transfer Valve เปิดหรือไม่? เปิด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการ Vent Air ที่ Flow Transmitter (CF008) หรือตรวจสอบว่านำเข้าใช้งานหรือไม่ หากปกติ ให้แจ้งบำรุงรักษาตรวจสอบเนื่องจาก Flow Transmitter error

**กฎที่ 176** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Neutralization Waste Water Transfer Pump Discharge Pressure? มากกว่า 4 bar

AND: ตรวจสอบตำแหน่งของ Neutralization Waste Water Transfer Valve เปิดหรือไม่? ปิด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบลมขับ Valve ว่าปกติหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด Valve หากพบว่าไม่สามารถเปิดได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาแก้ไขเนื่องจาก Valve ขัดตัว

**กฎที่ 177** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Neutralization Waste Water Transfer Pump Discharge Pressure? น้อยกว่า 4 bar

AND: ตรวจสอบ Neutralization Transfer Prim Chamber เปิดหรือไม่? เปิด

AND: ตรวจสอบสิ่งสกปรกที่หัวกระโหลกของ Neutralization Waste Water Transfer Pump? มีสิ่งสกปรก

THEN: Strainer ตัน แจ้งบำรุงรักษาให้ทำการล้าง Strainer

**กฎที่ 178** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Neutralization Waste Water Transfer Pump Discharge Pressure? น้อยกว่า 4 bar

AND: ตรวจสอบ Neutralization Transfer Prim Chamber เปิดหรือไม่? เปิด

AND: ตรวจสอบสิ่งสกปรกที่หัวกระโหลกของ Neutralization Waste Water Transfer Pump? ไม่มีสิ่งสกปรก

AND: ตรวจสอบตำแหน่งของ Neutralization Waste Water Transfer Valve เปิดหรือไม่? เปิด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการเปลี่ยนตัวเดินใช้อีกตัว เนื่องจาก Pump ทำ Pressure ไม่ได้อาจจะเนื่องจากประสิทธิภาพต่ำหรือ Pump เสียหาย ให้แจ้งบำรุงรักษา

**กฎที่ 179** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Neutralization Waste Water Transfer Pump Discharge Pressure? น้อยกว่า 4 bar

AND: ตรวจสอบ Neutralization Transfer Prim Chamber เปิดหรือไม่? เปิด

AND: ตรวจสอบสิ่งสกปรกที่หัวกระโหลกของ Neutralization Waste Water Transfer Pump? ไม่มีสิ่งสกปรก

AND: ตรวจสอบตำแหน่งของ Neutralization Waste Water Transfer Valve เปิดหรือไม่? ปิด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องตรวจสอบลมขับ Valve ว่าปกติหรือไม่ และทำการ exercise เปิดปิด Valve หากพบว่าไม่สามารถเปิดได้ ให้แจ้งบำรุงรักษาแก้ไขเนื่องจาก Valve ขัดตัว

**<u>กฎที่ 180</u>** IF: Alarm ของระบบ Cycle Make Up Water System เกิดขึ้นส่วนใด ? Neutralization Basin

AND: Alarm เกิดขึ้นส่วนใดของ Neutralization Basin? Neutralization Basin Water Outlet Flow Low

AND: ตรวจสอบ Neutralization Waste Water Transfer Pump Discharge Pressure? น้อยกว่า 4 bar

AND: ตรวจสอบ Neutralization Transfer Prim Chamber เปิดหรือไม่? ปิด

THEN: ให้พนักงานเดินเครื่องทำการ maual เปิดปิด Valve (AA289/AA290) และตรวจสอบลมขับ Valve ว่ามีหรือไม่ หากไม่สามารถเปิดได้ให้แจ้งบำรุงรักษาแก้ไข เนื่องจาก Valve ขัดตัว

# ประวัติผู้วิจัย

| | |
|---|---|
| ชื่อ-สกุล | นายธนานิวัฒน์ สัตย์นาโค |
| ที่อยู่ | 255/18 หมู่ 10 ต. ดอนตะโก อ. เมือง จ. ราชบุรี 70000 |
| ประวัติการศึกษา | |
| พ.ศ. 2539 | สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา<br>โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น |
| พ.ศ. 2543 | สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต<br>สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น |
| พ.ศ. 2555 | ศึกษาต่อระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต<br>สาขาการจัดการงานวิศวกรรม<br>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม<br>มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ จ.นครปฐม |
| ประวัติการทำงาน | |
| พ.ศ. 2549 – ปัจจุบัน | ตำแหน่ง วิศวกร ระดับ 7<br>สังกัดหมวดเดินเครื่องกะ2 หน่วยเดินเครื่อง<br>โครงการเดินเครื่องและบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าราชบุรีเพาเวอร์<br>การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย |