



ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. ๒๕๔๕

ISBN 974-04-1794-9

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

ฉพ
๑๗๑๒๕
๒๕๔๕

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ



นาย วิโรจน์ เหล่าบุศมณันต์

ผู้วิจัย



ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรยา สุจริตกุล พ.บ.ม.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



นาย กำปนาท กักดีกุล Ph.D.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย



ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุระ พัฒนเกียรติ, Ph.D.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

(เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)

สาขาวิชาเอก การจัดการสารสนเทศ

สิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)

สาขาวิชาเอก การจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

วันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2545



นาย วิโรจน์ เหล่าบุศย์อนันต์

ผู้วิจัย



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรีธรมยา สุจริตกุล พบ.ม.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



นายกัมปนาท รักดีกุล Ph.D.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุษา วิเศษสุนน วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิมลอมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล



รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี Ph.D.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผศ. ศรัณยา สุจริตกุล ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์, อ.กัมปนาท ภักดีกุล กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์, และ อ.อุษา วิเศษสุนน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ กราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ในการให้คำปรึกษา แนะนำรวมถึงข้อคิดเห็นในการทำงานวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ ขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขอบคุณมากสำหรับความช่วยเหลือของ ต้น, ต้อง, และพี่น้อง สำหรับความช่วยเหลือในการทำงาน ขอขอบคุณสำหรับกำลังใจดี ๆ ที่มอบให้เสมอมาของเพื่อน ๆ IM5 ทุกคน และความห่วงใยจากเพื่อน ๆ โรงเรียนหอวัง และ เพื่อนๆ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ธรรมศาสตร์ รุ่น 7

ท้ายนี้ ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่สาวทั้ง 2 คน น้องปอนด์ กับ น้องป๊อก และน้องมิน ซึ่งคอยสนับสนุนและอยู่เคียงข้างเป็นกำลังใจให้แก่ข้าพเจ้าเสมอจนประสบผลสำเร็จในการศึกษา

วิโรจน์ เหล่าบุศณันต์

4036777 ENIM/M

: สาขาวิชา: การจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร;

วท.ม. (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)

คำสำคัญ

: ระบบผู้เชี่ยวชาญ /ตะแกรง/เครื่องตัดเครื่องบด/การกำจัดตะกอนหนัก

วิโรจน์ เหล่าบุศณันต์ : ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ (EXPERT SYSTEM FOR PHYSICAL TREATMENT PROCESS OPERATION)
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ศรัณยา สุจริตกุล, พบ.ม., กัมปนาท ภักดีกุล, Ph.D. (Civil and Environmental Engineering), วท.ม. 113 หน้า ISBN 974-04-1794-9

วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ เพื่อสร้างฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ และนำเทคโนโลยีที่ได้สร้างขึ้นมานั้นเป็นส่วนช่วยในการให้คำปรึกษาเบื้องต้นและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในเรื่องการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพที่เกี่ยวข้องกับการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ โดยแบ่งส่วนของผู้ใช้ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนผู้ใช้ทั่วไป สำหรับใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ และส่วนผู้ปรับปรุงระบบ สำหรับการปรับปรุงความรู้ภายในระบบผู้เชี่ยวชาญ

โปรแกรมจะประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับปัญหา สาเหตุและแนวทางการแก้ไข ที่เกิดขึ้นที่องค์ประกอบหลักของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ คือตะแกรง เครื่องตัดเครื่องบด และการกำจัดตะกอนหนัก โดยโปรแกรมจะทำการจำลองแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาการติดตามผลของกระบวนการที่มาจากทางกายภาพ ผลการพิจารณา พร้อมคำแนะนำมาจัดทำเป็นฐานความรู้ แล้วสื่อสารในรูปของคำถาม-คำตอบ เพื่อสรุปผลบอกถึงสถานภาพการทำงานของระบบ และคำแนะนำให้ผู้ใช้ได้พิจารณา โดยอาศัย Microsoft Access 97 และ Microsoft Visual Basic 6 เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนา

จากการทดสอบโปรแกรมกับผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ทั่วไป ส่วนของผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่า โปรแกรมมีการทำงานทั้งทางด้านของเนื้อหาในส่วนของฐานความรู้ ด้านการวินิจฉัยปัญหา และแนวทางแก้ไขอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนของผู้ใช้ทั่วไปปรากฏว่า โปรแกรมมีการทำงานทั้งทางด้านเนื้อหา ระบบการช่วยเหลือ ความสวยงามการทำงานโดยรวม จัดอยู่ในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตาม ควรมีการปรับปรุงส่วนของคำอธิบายเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในการแก้ไขให้มีรายละเอียดมากขึ้น และการเจาะลึกถึงการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญทางด้านระบบทางกลและทางไฟฟ้า รวมทั้งชนิดรูปแบบต่างๆ ของอุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ จะทำให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

4036777 ENIM/M : MAJOR: INFORMATION MANAGEMENT ON ENVIRONMENT AND NATURE RESOURCES; M.Sc.(TECHNOLOGY OF INFORMATION SYSTEM MANAGEMENT)

KEY WORDS : EXPERT SYSTEM, SCREENING, GRINDING, GRIT REMOVER

VIROJ LAOBUDANAN: EXPERT SYSTEM FOR PHYSICAL TREATMENT PROCESS OPERATION. THESIS ADVISORS: SARANYA SUCHARITAKUL M.S., KAMPANAD BHAKTIKUL, Ph.D.(Civil and Environmental Engineering), 113 P. ISBN 974-04-1794-9

The purpose of this study was to develop an expert system for personnel concerned with physical wastewater treatment operation problem and to create a knowledge base for an expert system. Advising and counseling users in the operation of wastewater treatment has proven to be very helpful and efficient. This case study selected screening comminution and grit removal in physical unit operations. Operators of the program were divided into two groups: first, general users to use a general application and second, the developers to update the knowledge base of the expert system.

The program coordinated knowledge about problems, cause and suggestions that occurred in screening, shredding and grinding and grit removal. Knowledge was gained an expert to understand the problem solving activity and was developed into a knowledge base. The knowledge base was presented in questionnaire form and then a conclusion was made about the condition of physical treatment process operation with suggestions to users. Major Tools for development were Microsoft Access 97 and Microsoft Visual Basic 6.0.

The testing of the expert system used two groups: general users and experts. Results from the experts indicated that detail in the knowledge base, diagnose is of problems and problem solving was at the moderate level. Results from the general users indicated that detail of content, online help system, attractiveness and the overview of the program were at the moderate level. However, if the program is updated for the developers, by updating data and physical unit operation, it would be more complete.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ณ
1. บทนำ	1
1.1 ปัญหาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2. ทบทวนวรรณกรรม	5
2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ	5
2.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ	13
2.3 งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	18
3. วิธีการดำเนินการวิจัย	20
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	20
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	29
4. ผลการศึกษา	30
4.1 ส่วนที่พัฒนาฐานความรู้และเก็บข้อมูล	30
4.2 ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้	40
4.3 ผลการประเมินแบบสอบถามเกี่ยวกับการทำงานของโปรแกรม	50
5. สรุปผลการศึกษา	54
5.1 สรุปผลการศึกษา	54
5.2 วิเคราะห์ผลการศึกษา	56

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.3 ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก	
ก. คู่มือการใช้โปรแกรม	61
ข. การสร้างกฎคำถาม	92
ค. แบบสอบถาม	100
ประวัติผู้วิจัย	103
Executive Summary	104



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4-1 แสดงเส้นทางการเชื่อมโยงของคำถาม-คำตอบ	32
ตารางที่ 4-2 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Equipment	33
ตารางที่ 4-3 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Observe	33
ตารางที่ 4-4 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Rule	34
ตารางที่ 4-5 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Choice	34
ตารางที่ 4-6 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Problem	35
ตารางที่ 4-7 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง P_C	35
ตารางที่ 4-8 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Cause	36
ตารางที่ 4-9 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง C_Ac	36
ตารางที่ 4-10 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Action	37
ตารางที่ 4-11 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง History	37
ตารางที่ 4-12 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Login	38
ตารางที่ 4-13 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Content	38

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2-1 องค์ประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ	6
ภาพที่ 2-2 โครงสร้างของ Production System	9
ภาพที่ 2-3 แสดงวงจรการทำงานของ Production System	10
ภาพที่ 2-4 ตะแกรงหยาบชนิดไม่ใช้เครื่องกล	14
ภาพที่ 2-5 ตะแกรงหยาบชนิดใช้เครื่องกล	15
ภาพที่ 2-6 เครื่องตัดและเครื่องบด	16
ภาพที่ 3-1 ผังงาน โปรแกรมของส่วนการค้นหาและการวิจัย	23
ภาพที่ 3-2 ผังงาน โปรแกรมหลักของโปรแกรมการรับความรู้	25
ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	28
ภาพที่ 4-1 ลักษณะทางกายภาพในรูปแบบโครงสร้างต้นไม้	31
ภาพที่ 4-2 ความสัมพันธ์ของตารางต่างๆ ภายในฐานข้อมูล	39
ภาพที่ 4-3 แสดงเมนูการใช้งานของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ	40
ภาพที่ 4-4 แสดงวิธีการเลือกคำตอบจากรายการวินิจฉัย	41
ภาพที่ 4-5 แสดงผลการวินิจฉัยสภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ	42
ภาพที่ 4-6 แสดงคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น พร้อมทั้งสาเหตุของการเกิดปัญหา	43
ภาพที่ 4-7 แสดงข้อเสนอแนะวิธีการแก้ไขสำหรับสาเหตุ	43
ภาพที่ 4-8 รายชื่อของปัญหาที่พบในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ	44
ภาพที่ 4-9 แสดงรายชื่อของสาเหตุที่พบในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ	45
ภาพที่ 4-10 แสดงการสอบถามรหัสผ่าน เพื่อเข้าสู่ส่วนของผู้ปรับปรุงระบบ	46
ภาพที่ 4-11 แสดงรายการลักษณะทางกายภาพที่สังเกตพบ	46
ภาพที่ 4-12 แสดงรายการ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข ของกฎคำถาม	47
ภาพที่ 4-13 แสดงรายการการเพิ่มกฎคำถาม	48
ภาพที่ 4-14 แสดงรายการ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข ปัญหาและคำแนะนำแก้ไขเบื้องต้น	49
ภาพที่ ก-1 หน้าจอหลักของโปรแกรม	61
ภาพที่ ก-2 เริ่มต้นรายการซักถามสิ่งที่ผู้ใช้สังเกตพบ	63
ภาพที่ ก-3 การแสดงผลการวินิจฉัยของโปรแกรม	64
ภาพที่ ก-4 หน้าจอเมนูปัญหาและคำแนะนำ	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ ก-5 หน้าจอเมนูสาเหตุและคำแนะนำ	65
ภาพที่ ก-6 แสดงรายชื่อของปัญหา	66
ภาพที่ ก-7 แสดงรายชื่อสาเหตุ	67
ภาพที่ ก-8 รายงานสรุปผลการซักถาม	68
ภาพที่ ก-9 การติดตั้งรายละเอียดของเครื่องพิมพ์	69
ภาพที่ ก-10 แสดงหน้าจอการใส่รหัส	71
ภาพที่ ก-11 กล้องข้อความเตือน เมื่อผู้ใช้ใส่รหัสผ่านไม่ถูกต้อง	71
ภาพที่ ก-12 การเปลี่ยนรหัสผ่าน	72
ภาพที่ ก-13 กล้องข้อความแสดงการเปลี่ยนรหัสผ่านถูกต้อง	72
ภาพที่ ก-14 กล้องข้อความเตือนถึงความผิดพลาดในการเปลี่ยนรหัส	72
ภาพที่ ก-15 รายการปรับปรุงอาการที่สังเกตพบ	74
ภาพที่ ก-16 กล้องข้อความเตือน ผู้ใช้ไม่สามารถลบข้อมูลได้เนื่องจากเป็นข้อมูลเดิมของระบบ	75
ภาพที่ ก-17 การปรับปรุงกฎคำถาม	76
ภาพที่ ก-18 การเพิ่มกฎคำถามใหม่	77
ภาพที่ ก-19 การเพิ่มตัวเลือกให้กับกฎคำถาม	78
ภาพที่ ก-20 การปรับปรุงปัญหาและคำแนะนำ	80
ภาพที่ ก-21 แสดงการปรับปรุงสาเหตุของปัญหา	82
ภาพที่ ก-22 การปรับปรุงรายละเอียดของสาเหตุ	84
ภาพที่ ก-23 การปรับปรุงข้อแก้ไขสำหรับสาเหตุ	85
ภาพที่ ก-24 การปรับปรุงรายละเอียดข้อแก้ไข	87
ภาพที่ ก-25 วิธีการใช้โปรแกรม	88
ภาพที่ ก-26 แสดงรายละเอียดของเนื้อหาและขอบเขตของโปรแกรม	89
ภาพที่ ก-27 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรม	90

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ปัญหาและความสำคัญ

ปัจจุบันปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรน้ำในชนบทและในเมือง ได้ส่งผลกระทบต่อ การดำเนินชีวิตของชุมชน และยังก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังเช่น จากการ ศึกษาของสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) พบว่า ปัจจุบันคลองต่างๆ ในเขต กรุงเทพมหานครกลายสภาพเป็นแหล่งรับน้ำเสียที่ไม่ผ่านการบำบัดหรือบำบัดไม่สมบูรณ์จากชุมชน และโรงงานต่างๆ น้ำคลองในกรุงเทพมหานครโดยเฉพาะเขตชั้นใน ถูกล้างอยู่ในสภาพขาด ออกซิเจนอย่างรุนแรง และค่าความสกปรกในรูปบีโอดีก็สูงพอกับน้ำโสโครกในบ่อเกรอะจากส้วม ตามบ้านเรือน สิ่งสกปรกจากคลองต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานครก็จะถูกระบายลงสู่แม่น้ำ เจ้าพระยา (1) ก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของน้ำอย่างต่อเนื่อง จากกรอบวิสัยทัศน์และทิศทาง แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 9 ได้กล่าวถึงปัญหาด้านคุณภาพน้ำโดยรวมดังนี้ คือ ประมาณ ร้อยละ 19 อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำหรืออุปโภคตามปกติ อีกร้อยละ 53 อยู่ในเกณฑ์พอใช้เพื่อการเกษตรหรืออุปโภคทั่วไป ที่เหลือร้อยละ 28 เป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่ำ จำเป็นต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนนำมาใช้ (2) เพื่อการฟื้นฟูน้ำเสียให้กลับ มาสู่สภาพเกือบดี นอกจากการออกกฎหมายควบคุมแล้วยังต้องมีการจัดการและป้องกันน้ำเสียด้วย จึงเกิดโครงการบำบัดน้ำเสียตามบริเวณต่างๆ ของเขตเมืองและชนบท ตามแนวนโยบายของภาครัฐ และเอกชน ดังเช่น โครงการบำบัดน้ำเสียในเขตเมือง ได้แก่ โครงการบำบัดน้ำเสียของ กรุงเทพมหานครทั้ง 9 แห่ง ซึ่งใช้เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียที่แตกต่างกัน มาช่วยในการบำบัด น้ำเสีย และโครงการบำบัดน้ำเสียในเขตปริมณฑล เช่น โครงการบำบัดน้ำเสียของจังหวัด สมุทรปราการ ซึ่งเป็นโครงการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมของประชาชนในจังหวัด สมุทรปราการ ปัจจุบันยังมีปัญหาในการเลือกสถานที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดอยู่ สถานที่ที่ทาง จังหวัดจะทำการก่อสร้าง คือ อ.คลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ เพราะชาวบ้านกลัวปัญหาน้ำเสียที่ บำบัดมีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล อีกส่วนหนึ่งเป็นโครงการบำบัดน้ำเสียในเขตชนบท

ได้แก่ โครงการบำบัดน้ำเสียที่แหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี เป็นโครงการบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชเป็นตัวกลางในการช่วยบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้น

จากที่ได้ยกตัวอย่างมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการบำบัดน้ำเสียเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก การจัดการให้กระบวนการบำบัดน้ำเสียดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องอาศัยบุคลากรที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในการดูแลกระบวนการบำบัดน้ำเสีย จากการศึกษาของ ธงชัย พรหมสวัสดิ์ และ จงจินต์ ผลประเสริฐ (20) ในงานวิจัยเรื่อง ปริมาณความต้องการบุคลากรด้านการจัดการคุณภาพน้ำแห่งประเทศไทย พบว่า ในส่วนการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย มีความต้องการช่างในระดับ ปวช. มากที่สุด และในส่วนการตรวจสอบระบบบำบัดมีความต้องการ จำนวนนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร ปวช. ปวส. จากมากเรียงไปสู่น้อยตามลำดับ จากการสำรวจพบว่า ในปัจจุบันมีเพียงสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเชียงใหม่ เพียงสถาบันเดียวที่ผลิต ช่างปวส. ที่ทำหน้าที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะสำหรับการแก้ปัญหาคาดแคลนบุคลากรด้านการจัดการคุณภาพน้ำ คือ การให้ภาครัฐสนับสนุนในการผลิตบุคลากรในสายนี้แล้ว ยังต้องการเพิ่มการอบรมให้บุคลากรที่จบการศึกษาแล้วนั้นมีความเชี่ยวชาญในแก้ปัญหที่เกิดจากการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียในทางปฏิบัติอย่างแท้จริง เพื่อให้ระบบบำบัดทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การดูแลระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องดูแลครอบคลุมทุกส่วนของระบบบำบัดน้ำเสีย เมื่อระบบบำบัดน้ำเสียเกิดปัญหาขึ้นมา และผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแก้ไขด้วยตนเองไม่ได้ ต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญมาช่วยแก้ไขปัญหานั้น ซึ่งบางครั้งผู้เชี่ยวชาญมีภาระในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่อื่นๆ ทำให้การแก้ไขระบบบำบัดน้ำเสียเกิดความล่าช้า และนำไปสู่ปัญหาอื่นๆ ตามมา เช่น น้ำที่ปล่อยสู่แหล่งน้ำไม่ได้มาตรฐานตามพระราชบัญญัติสิ่งแวดล้อม และบางครั้งปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้เอง แต่เนื่องจากผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียยังขาดประสบการณ์ และขาดเครื่องมือช่วยแนะนำในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียที่ควบคุมอยู่ ทำให้ขาดความกล้าที่จะตัดสินใจแก้ปัญหานั้นๆ ด้วยตนเอง ดังนั้นถ้ามีเทคโนโลยีที่มีความสามารถในการช่วยตอบคำถามที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียโดยที่คำตอบที่ได้นั้นเหมือนกับคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบำบัดน้ำเสีย ก็จะช่วยให้ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียมีความกล้าที่จะตัดสินใจต่อปัญหาที่เกิดขึ้น

เทคโนโลยีดังที่กล่าวมานั้น (3,4) อาศัยเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ มาสร้างหรือพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีความฉลาดด้วยการใช้ความรู้เชิงปัญญาประดิษฐ์ มาแก้ไขปัญหายุ่งยาก โดยใช้ประสบการณ์ความชำนาญจากผู้เชี่ยวชาญมาพัฒนาเป็นฐานความรู้ (Knowledge base) และขบวนการอนุมานเพื่อนำไปสู่ผลสรุปหรือคำตอบของปัญหานั้น โดยที่ฐานความรู้นั้น จะเป็นการรวบรวมความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงที่บันทึกไว้ในตำราเรียนกับความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ที่มาจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้นระบบที่มีความรู้ความสามารถดังกล่าวนี้ เรียกว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญในปัจจุบัน (3,5) ที่นำมาประยุกต์กับงานด้านต่างๆ เช่น ระบบ R1 หรือ XCON ช่วยในการปรับแต่งระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ VAX ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์แบบเมนเฟรม ระบบ PROSPECTOR ช่วยในการให้คำแนะนำในการสำรวจแหล่งแร่ ระบบ DESIGN ADVISOR ช่วยในการออกแบบชิพคอมพิวเตอร์ และระบบ HEURISTIC DENDRAL ช่วยวิเคราะห์องค์ประกอบทางอินทรีย์ของเครื่องสเปกตรัม เป็นต้น

ปัจจุบัน มีการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระบวนการตะกอนเร่ง เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ แต่ยังขาดระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมและแก้ไขปัญหาจากระบบบำบัดน้ำเสียทางกายภาพและ ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมี ดังนั้น การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ เป็นอีกระบบหนึ่งที่มีหน่วยงานต่างๆ นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยจำนวนมากๆ และยังเป็นระบบแรกที่ยกย่องสรรเสริญหลายอย่าง ก่อนที่น้ำเสียจะเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญนี้เป็นการนำความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์มาใช้งานด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อช่วยในการตัดสินใจของบุคลากรที่ทำหน้าที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้การดูแลระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อสร้างฐานความรู้ (Knowledge base) ของระบบผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ
2. พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปของระบบผู้เชี่ยวชาญเข้ามาช่วยในการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ
3. นำเทคโนโลยีที่ได้สร้างขึ้นมานั้นเป็นส่วนช่วยในการให้คำปรึกษาเบื้องต้นเรื่องการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ จะมีขอบเขตครอบคลุมกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยตะแกรง (Screening) ซึ่งเป็นตะแกรงแบบหยาบ เครื่องตัดและเครื่องบด (Shredding and grinding) การกำจัดตะกอนหนัก (Grit removal)

ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นมานั้น จะรวบรวมความรู้เกี่ยวกับกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพเบื้องต้น อันประกอบด้วย รายละเอียดของการทำงาน ข้อสังเกตและลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นของระบบ แนวทางแก้ไข โดยความรู้พื้นฐานที่รวบรวมนั้นจะเน้นที่องค์ประกอบหลักๆ ของระบบ คือ ตะแกรง (Screening) ซึ่งเป็นตะแกรงแบบหยาบ เครื่องตัดและเครื่องบด (Shredding and grinding) การกำจัดตะกอนหนัก (Grit removal) เพื่อเป็นคำแนะนำในการตอบปัญหาและให้คำปรึกษาที่เกิดขึ้นแก่บุคลากรที่ควบคุมระบบ ซึ่งจะช่วยให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ มีดังนี้

1. ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถให้คำปรึกษา แนวทางแก้ไข เบื้องต้น แก่ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย
2. ผู้ใช้จะมีความรู้ ความเข้าใจ ในการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย

บทที่ 2

บททวนวรรณกรรม

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ ได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเนื้อหาหลักแบ่งออกเป็น

1. ระบบผู้เชี่ยวชาญ
2. กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ
3. งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems)

2.1.1 ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ มีผู้ให้ความหมายไว้มากมาย โดยส่วนมากแล้วจะมีความหมายคล้ายคลึงกัน เช่น

ระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นโปรแกรมที่รวบรวมความรู้เพื่อใช้แก้ไขปัญหา โดยการศึกษาจากแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ โดยที่ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถช่วยในการตัดสินใจในการตอบคำถามอย่างมีเหตุผลสำหรับเหตุการณ์นั้นๆ (3)

ระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นซอฟต์แวร์ที่จำลองเอากระบวนการหาเหตุผลของผู้เชี่ยวชาญและเสนอแนวทางการตัดสินใจพร้อมกับข้อเสนอแนะเหมือนกับได้รับจากผู้เชี่ยวชาญ (4)

ระบบผู้เชี่ยวชาญ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เก็บทั้งความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและขบวนการอนุมานเพื่อนำไปสู่ผลสรุปหรือคำตอบของปัญหานั้น ความรู้ที่เก็บมีทั้งความรู้ที่เป็นความจริงที่อาจจะถูกบันทึกไว้ในรูปของตำราหรือเอกสารวิชาการ และความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ที่อาจจะไม่อยู่ในรูปของตำราหรือเอกสารทางวิชาการ แต่จะต้องดึงออกมาจากผู้เชี่ยวชาญ (Human expert) หรือผู้ชำนาญที่มีประสบการณ์นั้น (6)

ระบบผู้เชี่ยวชาญ การรวบรวมส่วนประกอบของความรู้ภายในคอมพิวเตอร์ โดยที่ความรู้ นั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นมาสร้างเป็นระบบที่สามารถเสนอคำแนะนำ หรือ การตัดสินใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานนั้นๆ (7)

ระบบผู้เชี่ยวชาญ ระบบที่จับเอาความรู้ของมนุษย์มาอยู่ในคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขปัญหา ต่างๆ เหมือนกับผู้เชี่ยวชาญ โดยการจำลองหรือเลียนแบบกระบวนการหาเหตุผลและผลของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ แล้วนำมาแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น (8)

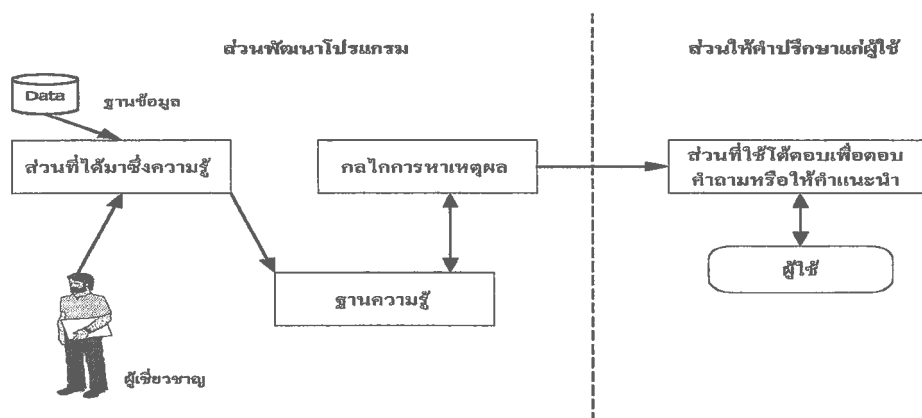
ระบบผู้เชี่ยวชาญ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถแสดงความสามารถได้เหมือนกับ ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่างๆ หรือ งานเฉพาะอย่าง หรือ หมายถึงระบบโปรแกรมใช้งาน มีลักษณะ ที่คล้ายคลึงในเรื่องกระบวนการให้เหตุผล (Reasoning process) และให้ข้อมูลเกี่ยวกับคำแนะนำ แก่ผู้ที่ต้องตัดสินใจ ซึ่งพบในผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ (9)

จากความหมายข้างต้น โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง โปรแกรม คอมพิวเตอร์ที่รวบรวมความรู้ต่างๆ จากผู้เชี่ยวชาญที่มีความถนัดเฉพาะด้านนั้นๆ มาแก้ไขปัญหา เฉพาะด้านต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยที่ใช้กระบวนการการให้เหตุผล การอนุมาน นำไปสู่คำตอบของ ปัญหานั้นได้อย่างถูกต้องเหมือนกับได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์อย่างแท้จริง

2.1.2 องค์ประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญ (7),(8) ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักที่สำคัญดังนี้ ดังภาพที่ 2-1

- ส่วนพัฒนาโปรแกรม (Development environment) เป็นส่วนที่ใช้ซอฟต์แวร์เพื่อ สร้างส่วนประกอบต่างๆ และยังเป็นส่วนที่รวบรวมความรู้ต่างๆ นำมาเก็บเป็น ฐานความรู้ในระบบ



ภาพที่ 2-1 องค์ประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ

- ส่วนให้คำปรึกษาแก่ผู้ใช้ (Consultation environment) เป็นส่วนที่ให้คำตอบ คำแนะนำ ให้กับผู้ใช้

จากภาพที่ 2-1 นั้นส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วนนั้น ยังแบ่งออกเป็น 4 ส่วนย่อยดังนี้คือ

2.1.2.1 ฐานความรู้ (Knowledge Base)

ฐานความรู้เป็นส่วนที่บรรจุความรู้ที่จำเป็นสำหรับทำความเข้าใจ เลียนแบบ และแก้ไข ปัญหาต่างๆ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. ข้อเท็จจริง เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ของปัญหา และ ทฤษฎีของปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ตามคำบอกเล่าของผู้เชี่ยวชาญ และ เอกสารตำรา (7)
2. กฎ เป็นการใช้ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาลักษณะเฉพาะอย่างที่เกิดขึ้น โดยที่กฎ เป็นข้อมูลที่ถูกรวบรวมขึ้นมาจากความรู้และข้อเท็จจริงที่รวบรวมได้ รูปแบบของกฎนั้นจะเป็นโครงสร้างทางภาษาโปรแกรมที่เป็น IF-THEN ซึ่งเงื่อนไขจะถูกนำไปใช้ ก็ต่อเมื่อ เงื่อนไขนั้นเป็นจริง โดยทั่วไป โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถมีกฎได้ตั้งแต่ 200 – 14,000 กฎ (3) อาจจะมีประโยค IF-THEN ตั้งแต่ 50 – 100 ประโยค ยิ่งไปกว่านั้น กฎในระบบผู้เชี่ยวชาญยังมีการเชื่อมต่อ และ ซ้อนกันเป็นส่วนๆ คำสั่งในการค้นหากฎนั้น ขึ้นอยู่กับข้อมูลของระบบที่เข้ามา (คำถาม) เส้นทางของกฎที่เชื่อมต่อกันจะนำไปสู่ผลลัพธ์ในที่สุด (8)

2.1.2.2 กลไกหาเหตุผล (Inference Engine)

ส่วนนี้เป็นส่วนที่จำเป็นสำหรับ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ให้วิธีสำหรับหาเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลโดยอาศัยความรู้ของฐานความรู้ รูปแบบกลไกการหาเหตุผลมีทั้งแบบค้นหาไปข้างหน้า (Forward-chaining) หรือ แบบค้นหาย้อนกลับ (Backward-chaining) และทั้ง 2 อย่างรวมกันเพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาออกมา (8)

2.1.2.3 ส่วนติดต่อสื่อสาร (Interface)

ผู้ใช้งานจะได้ติดต่อกับระบบผู้เชี่ยวชาญผ่านส่วนติดต่อสื่อสาร โดยที่ระบบผู้เชี่ยวชาญจะถามคำถามเกี่ยวกับปัญหาเพื่อให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูล ข้อมูลจะถูกตรวจสอบโดยกลไกการหาเหตุผล และ ทำการเปรียบเทียบกับข้อเท็จจริง ข้อกำหนดและความสัมพันธ์ต่างๆ ในฐานความรู้ เมื่อผ่านกระบวนการตรวจสอบและเปรียบเทียบแล้ว ก็จะแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคำตอบของปัญหานั้นๆ แก่ผู้ใช้ ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ ของส่วนติดต่อสื่อสาร คือ วิศวกรระบบ หรือ ผู้ดูแลระบบ ทำการสร้างเพิ่มและแก้ไขระบบผู้เชี่ยวชาญให้ทันสมัยอยู่เสมอ (8)

2.1.2.4 ส่วนที่ได้มาของความรู้ (Knowledge acquisition subsystem)

องค์ประกอบส่วนนี้จะเป็นส่วนรวบรวม แลกเปลี่ยน และ ประสพการณ์ของการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญนำมาสร้างเป็นฐานความรู้ จากนั้นแทนความรู้เหล่านั้นให้อยู่ในภาพที่คอมพิวเตอร์ประมวลผลได้

นอกจากนี้ส่วนที่ได้มาของความรู้ เป็นส่วนประกอบด้านซอฟต์แวร์ของระบบผู้เชี่ยวชาญที่วิศวกรระบบ สามารถที่จะสร้างฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญได้ (8)

2.1.3 การแสดงความรู้ในรูปของกฎ (Rule)

2.1.3.1 ประวัติและโครงสร้าง

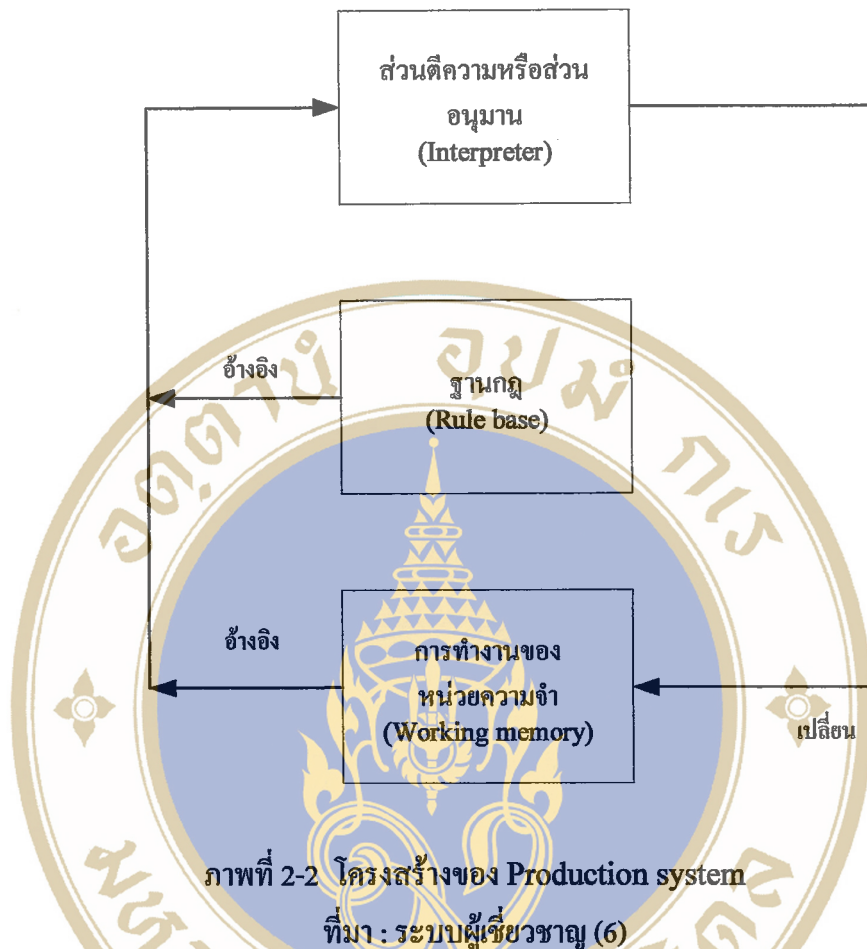
การแสดงความรู้ในรูปของกฎมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า การแสดงความรู้ในระบบการผลิต (Production system) ซึ่งถือได้ว่าเป็นโมเดลคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งที่มีรากฐานทางทฤษฎีอยู่บน Post machine ที่เสนอโดย E.L Post ในปี ค.ศ. 1943 ปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์มีพื้นฐานทางทฤษฎีอยู่บน Turing machine ใน Turing machine จะบันทึกขั้นตอนการควบคุมไว้ทั้งหมด การปฏิบัติหรือการประมวลผลของเครื่องจะเป็นไปตามขั้นตอนการควบคุมนั้น แต่ใน Post machine ขั้นตอนการปฏิบัติหรือการประมวลผลจะถูกบันทึกในรูปของเซตของกฎ กฎอันไหนจะถูกใช้ก่อนหลังนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับลำดับการบันทึกกฎ แต่ขึ้นอยู่กับว่าเงื่อนไขของกฎนั้นครบสมบูรณ์หรือไม่ ถ้าครบก็จะมีการปฏิบัติตามกฎนั้น

กฎในระบบการผลิต (Production system) จะอยู่ในรูป

IF

THEN

ส่วนของ IF เรียกว่า ส่วนของเงื่อนไข และส่วนของ THEN เรียกว่า ส่วนข้อสรุป หรือ ส่วนการปฏิบัติ

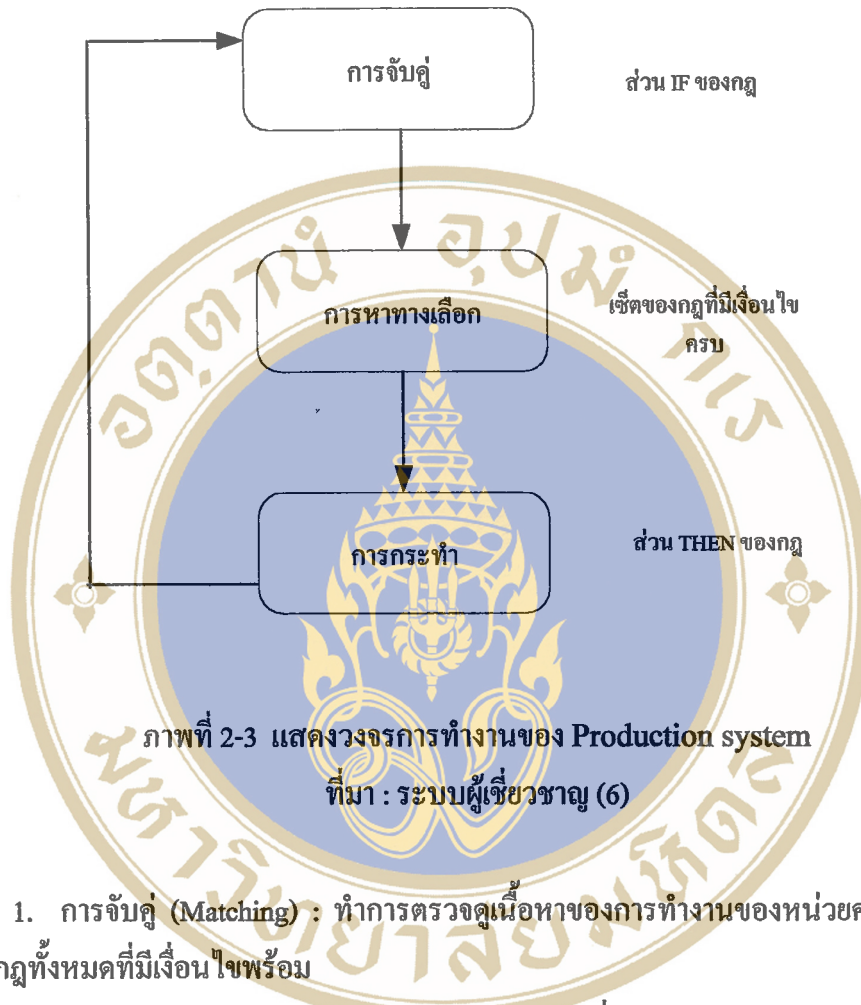


โครงสร้างของระบบการผลิต (Production system) จะประกอบด้วยส่วนย่อยหลักสามส่วนด้วยกัน ตามภาพที่ 2-2 คือ

1. ฐานกฎ (Rule base) หรือ Production memory
2. ส่วนตีความ (Interpreter) หรือ ส่วนอนุมาน
3. การทำงานของหน่วยความจำ (Working memory)

ฐานกฎ หรือ Rule base เป็นฐานความรู้ที่เก็บความรู้ที่อยู่ในรูปของกฎ การทำงานของหน่วยความจำ (Working memory) นั้นเป็นที่เก็บข้อมูลและสถานะของระบบการผลิต (Production system) ข้อมูลและสถานะในการทำงานของหน่วยความจำ (Working memory) จะนำเข้ามาในรูปของ IF-THEN และจะถูกอ้างอิง และเปลี่ยนแปลงโดยกฎใน Rule base ส่วนของการตีความนั้นจะตรวจดูในเนื้อหาของฐานกฎ และการทำงานของหน่วยความจำ แล้วก็จะเลือกกฎใดกฎหนึ่งจากเซตของกฎที่มีเงื่อนไขครบขึ้นมาทำงาน

ในการทำงานแต่ละครั้งดังภาพที่ 2-3 จะประกอบด้วยวงจรดังต่อไปนี้



1. การจับคู่ (Matching) : ทำการตรวจสอบเนื้อหาของการทำงานของหน่วยความจำ และกฎเพื่อหากฎทั้งหมดที่มีเงื่อนไขพร้อม
2. การหาทางเลือก (Conflict resolution) : จากกฎที่ได้จากการจับคู่ จะมีการเลือกกฎที่เหมาะสมขึ้นมา 1 กฎ
3. การกระทำ (Action) : ปฏิบัติการตามส่วน THEN ของกฎที่ได้จากการคัดเลือกในข้อ 2 ซึ่งบางครั้งอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาของการทำงานในหน่วยความจำ

2.1.4 ทิศทางการอนุมาน

ในระบบการผลิต (Production system) มีวิธีการอนุมาน 2 แบบ ด้วยกัน คือ

1. การอนุมานแบบเดินหน้า (Forward chaining) การอนุมานแบบนี้เป็นแบบตั้งเดิมของ Production system โดยความเป็นจริงแล้ว ภาพที่ 2-3 แสดงวงจรการทำงานของ Production system ภายใต้การอนุมานแบบเดินหน้ากล่าวคือ Production system จะเริ่มต้นจาก การทำงาน

ของหน่วยความจำแล้วค้นหากฎ จากนั้นปฏิบัติตามกฎของ Production system จะปฏิบัติการซ้ำๆ กันเช่นนี้จนกว่าจะได้คำตอบหรือบรรลุเป้าหมาย (6)

2. การอนุมานแบบย้อนหลัง (Backward chaining) การอนุมานแบบนี้เริ่มต้นจากเป้าหมาย แล้วค้นหากฎที่ทำให้เป้าหมายบรรลุผล จากนั้นก็ค้นหาเป้าหมายย่อยลงไป เพื่อทำการค้นหากฎที่ทำให้เป้าหมายย่อยบรรลุผล ก็จะซ้ำกันเช่นนี้จนกว่าจะพบว่าข้อมูลที่จำเป็นที่ทำให้เป้าหมายย่อยทั้งหมดบรรลุผลนั้นมีอยู่ในส่วนของการทำงานในหน่วยความจำ ในกรณีที่ค้นไม่พบข้อมูลดังกล่าว อาจจะต้องทำการย้อนรอย และลองเปลี่ยนเป้าหมายย่อยระหว่างทางเสียใหม่ (6)

2.1.5 การเลือกกฎ

หลังจากทำการจับคู่แล้ว อาจจะได้กฎหลายกฎที่มีเงื่อนไขพร้อม ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องเลือกกฎใดกฎหนึ่งขึ้นมา วิธีการเลือกกฎอาจจะทำได้หลายวิธีดังนี้

1. เลือกตามลำดับความสำคัญของกฎ : วิธีการนี้จะนำกฎมาทำการจับคู่ตามลำดับความสำคัญของกฎ กฎแรกที่มีการจับคู่ประสบความสำเร็จ จะได้รับการปฏิบัติการทันที
2. เลือกตามลำดับความละเอียดของส่วน IF ของกฎ : กฎที่ส่วน IF มีการบันทึกเงื่อนไขไว้ละเอียดหรือเฉพาะที่สุดจะได้รับเลือกก่อน เช่น ถ้ามี 2 กฎ

- กฎ ก. IF X เป็นนักเรียน THEN X อ่านข้อความนี้เข้าใจ
- กฎ ข. IF X เป็นนักเรียนชั้น ม.6 THEN X อ่านข้อความนี้เข้าใจ

กฎ ข. จะถูกเลือกก่อนเพราะส่วน IF ของกฎ ข. มีข้อมูลละเอียดเฉพาะมากกว่าของกฎ ก.

3. เลือกตามความใหม่ของกฎ : กฎที่ได้รับการปฏิบัติการล่าสุดจะได้รับเลือกก่อน
4. เลือกตามความใหม่ของข้อมูลใน การทำงานของหน่วยความจำ : เลือกกฎที่จับคู่ข้อมูลล่าสุดใน การทำงานของหน่วยความจำ ไว้ก่อน
5. แบบขนาน : ให้กฎทุกกฎที่จับคู่สำเร็จ (ส่วนเงื่อนไขสอดคล้อง) ทำงานพร้อมกัน (6)

2.1.6 การนำระบบผู้เชี่ยวชาญไปประยุกต์ใช้

ปัจจุบันมีระบบผู้เชี่ยวชาญอยู่มากมายที่นำมาใช้กับงานด้านต่าง ๆ ทั้งทางด้านธุรกิจและการศึกษา มีดังนี้

1. การให้คำปรึกษาและความหมาย

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อดูความหมายและผลลัพธ์จากข้อมูลนั้น เช่น ระบบ INFORMART วิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าและข้อมูลทางการตลาด ระบบ DENDRAL เป็นระบบที่ให้ความหมายของโครงสร้างโมเลกุลทางเคมี (10)

2. การทำนาย

เป็นการอ้างอิงที่มีข้อมูลเรียงกันมาตามลำดับเวลา หรือ การสร้างสมมติฐานที่เกิดขึ้นจากการคำนวณตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เช่น ระบบ PLAD/CD ใช้ทำนายความเสียหาย และความต้องการน้ำของรัฐพีช(10) ระบบการทำนายสินค้าส่งออกเพื่อการเกษตรโดยใช้สมการแบบปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียล

3. การวินิจฉัย

เป็นการตรวจสอบข้อผิดพลาดต่างๆ ในระบบ เพื่อป้องกันถึงสาเหตุ และอาการที่เกิดขึ้น เช่น ระบบ MYCIN เป็นระบบตรวจสอบเชื้อโรคในระบบเลือด(10) ระบบ DELTA/CATS เป็นระบบดูแลตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นกับหัวรถจักรไฟฟ้าแบบดีเซล (11)

4. การออกแบบ

การปรับแต่ง และสร้างสิ่งต่างๆ ขึ้นตามกฎเกณฑ์ที่ได้กำหนดเอาไว้ เช่น ระบบ XCON เป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อปรับแต่งคอมพิวเตอร์ VAX ซึ่งเป็นระบบคอมพิวเตอร์แบบเมนเฟรม (10)

5. การวางแผน

การกำหนดลำดับการทำงานที่นำไปสู่เป้าหมายตั้งแต่ต้นจนจบขบวนการ เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวางแผนการจัดส่งอาหารเร่งด่วน เป็นระบบที่คอยวางแผนเส้นทางที่ใกล้ที่สุดในการส่งอาหารให้กับลูกค้าในย่านนั้นๆ (10)

6. การติดตามตรวจสอบ

การเปรียบเทียบค่าที่สังเกตได้กับมาตรฐานที่ได้ตั้งไว้ เช่น ระบบ REACTOR เป็นระบบตรวจสอบถึงปฏิกิริยานิวเคลียร์ (10)

7. การทดสอบและการแก้ไขข้อผิดพลาด

กำหนดแนวทางการแก้ไขจากข้อผิดพลาดที่พบ เช่น Code check เป็นระบบที่คอยเช็คโครงสร้างของโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา ซี ให้มีความถูกต้อง (11) ระบบตรวจสอบแผงวงจรไฟฟ้า ของ TEXAS Instrument (10)

8. การสอนและการฝึกอบรม

การสั่งสอนและการถ่ายทอดความรู้ เช่น ระบบ GUIDON เป็นระบบเพื่อการเลือกวิธีการบำบัดการติดเชื้อ(10) ระบบ TOP SECRET เป็นระบบที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยด้านอาวุธนิวเคลียร์ (11)

9. การควบคุม

กฎเกณฑ์หรือคำแนะนำในการทำงานของเครื่องจักร เครื่องมือ หรือระบบ เช่น ระบบ DARPA เป็นระบบเพื่อนำเครื่องร่อนลงสู่พื้นดินแบบอัตโนมัติ ระบบ GATES เป็นระบบที่ช่วยพนักงานภาคพื้นสนามในการกำหนดช่องประตูของเที่ยวบินขาเข้าและขาออก (10)

2.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ

2.2.1 กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการกายภาพเป็นวิธีที่จำเป็นต้องมีในทุกงานของการบำบัดน้ำเสีย (12) วิธีการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพที่เป็นขบวนการแรกที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ การดักด้วยตะแกรง (Screen) การตัดและการบด(Shredding and grinding) การกำจัดตะกอนหนัก(Grit removal) แต่ละวิธีการมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1.1 ตะแกรง (Screen)

การกำจัดสิ่งสกปรกในน้ำเสียโดยใช้ตะแกรง โดยมากแล้วจะเป็นวิธีแรกที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย โดยหลักการแล้วตะแกรงจะทำการดักพวกตะกอนที่มีขนาดใหญ่ พวกเศษไม้ เศษใบไม้ ถูพลาสติก ออกจากน้ำเสีย และโดยทั่วไปแล้วจะติดตั้งเครื่องสูบน้ำหลังจากผ่านเครื่องตะแกรง ดังนั้นตะแกรงจะเป็นเครื่องดักพวกสิ่งสกปรกต่างๆ ก่อนที่เข้าสู่เครื่องสูบน้ำ เพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายแก่เครื่องสูบน้ำ และยังช่วยให้มีความสะดวกคล่องตัวในการบำบัดน้ำเสียมากขึ้น เพราะฉะนั้นตะแกรงควรวางไว้ ณ ตำแหน่งก่อนเครื่องสูบน้ำ

เครื่องตะแกรงสามารถถูกแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ ตะแกรงแบบหยาบ และ ตะแกรงแบบละเอียด ตะแกรงแบบหยาบจะถูกใช้ในการดักเศษของแข็งต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ระบบต่างๆ เกิดความเสียหาย เช่น เครื่องสูบน้ำ วาล์ว เครื่องเติมอากาศ ฯลฯ ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียไม่ตกต่ำลงแต่ก็ไม่รับประกันว่าจะไม่มีเศษของแข็งต่างๆ เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย สำหรับตะแกรงละเอียดจะถูกใช้ดักพวกสาหร่าย หรือ ฟิชน้ำอื่นๆ เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้เน้นที่

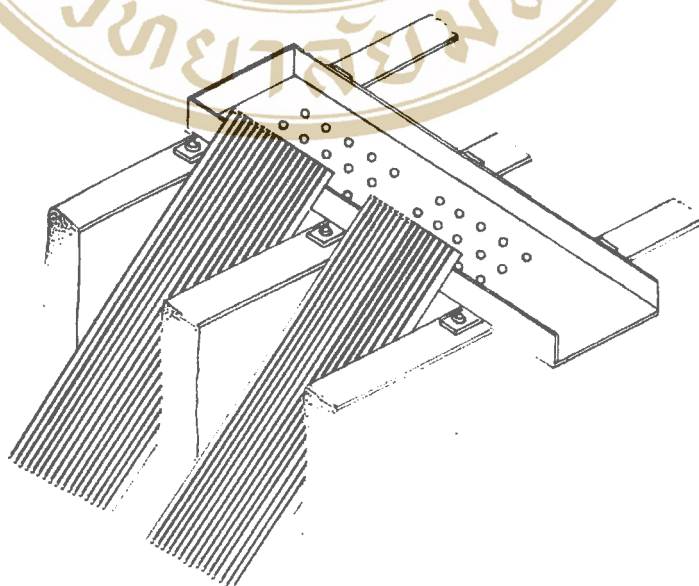
ตะแกรงแบบหยาบ ดังนั้นปัญหาและแนวทางแก้ไขของตะแกรงละเอียด จึงไม่นำมาศึกษาและพัฒนา

ตะแกรงหยาบ

ตะแกรงหยาบ จะประกอบด้วยแท่งซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโลหะ และอาจมีรูปร่างได้หลายลักษณะ เช่น แท่งสี่เหลี่ยม แท่งสี่เหลี่ยมขอบโค้ง หรือแท่งกลม ฯลฯ สำหรับตะแกรงหยาบนี้จะมีระยะช่องว่างระหว่างแท่งตั้งแต่ 25 มม. ขึ้นไป หรือประมาณ 1-2 นิ้ว ตะแกรงหยาบประเภทนี้จะใช้ในการสกัดกั้นพวกวัตถุใหญ่ๆ ไม่ให้ไหลเข้าสู่ระบบบำบัด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการควบคุมระบบบำบัดเกิดปัญหาย่างยากขึ้น เช่น ป้องกันการเกิดความเสียหายแก่เครื่องสูบน้ำ ป้องกันการเกิดอุดตันในท่อ ฯลฯ ส่วนใหญ่ติดตั้งทำมุม 30-80 องศา กับแนวนอน ชนิดของตะแกรงหยาบมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดไม่ใช้เครื่องกลทำการกวาดสิ่งต่างๆ ที่สะสมค้างอยู่บนตะแกรง (Hand-cleaned barracks) และชนิดใช้เครื่องกลทำการกวาดสิ่งต่างๆ ที่สะสมค้างอยู่บนตะแกรง (Mechanically-cleaned barracks) (12)

ตะแกรงหยาบชนิดไม่ใช้เครื่องกล (Hand-cleaned barracks)

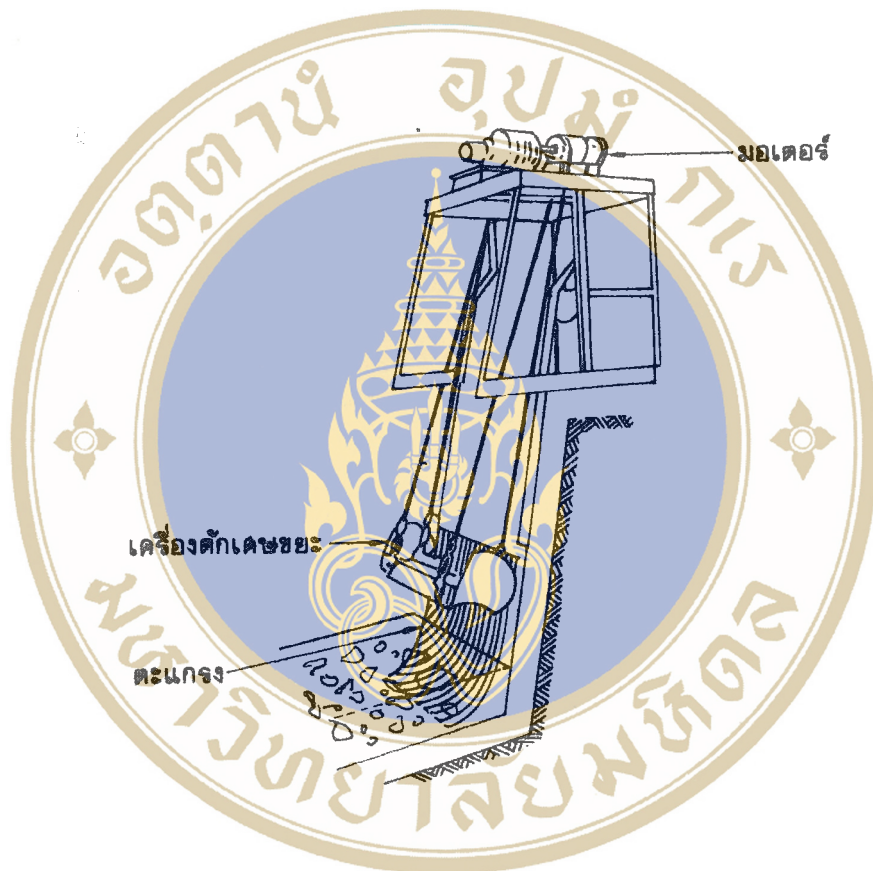
ตะแกรงหยาบชนิดนี้ประกอบด้วยแท่งเหล็ก มีขนาดความหนาไม่ต่ำกว่า 10 มม. และควรมีความกว้างประมาณ 50 มม. ตะแกรงชนิดนี้จะเชื่อมต่อพาดกับแผ่นเหล็ก ซึ่งมีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 ซม. ทั่วตลอดทั้งแผ่น ทั้งนี้เพื่อให้เศษขยะที่ตกขึ้นมาได้นี้มาวางทิ้งไว้ให้น้ำที่ยังติดอยู่กับเศษขยะหลุดไหลผ่านรูบนแผ่นเหล็ก ดังภาพที่ 2-4 (12)



ภาพที่ 2-4 ตะแกรงหยาบชนิดไม่ใช้เครื่องกล

ตะแกรงหยาบชนิดใช้เครื่องกล (Mechanically-cleaned barracks)

ตะแกรงชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องใช้บุคลากรใดๆ มาทำการดักหรือกวาดเศษขยะที่ติดค้างอยู่บนตะแกรง เพราะจะมีเครื่องดักหรือกวาดขยะต่างๆ ได้สะดวกและปลอดภัย ซึ่งจะทำให้การไหลของน้ำเสียที่ไหลผ่านตะแกรงเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ดังภาพที่ 2-5 (12)



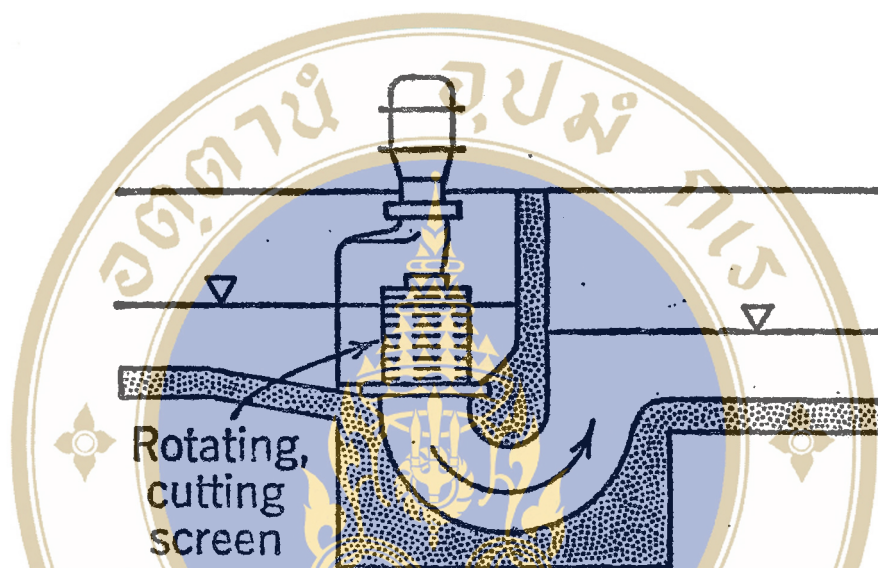
ภาพที่ 2-5 ตะแกรงหยาบชนิดใช้เครื่องกล

ที่มา : วิศวกรรมกรรมการกำจัดน้ำเสีย (12)

การติดตั้งตะแกรงทั้งสองชนิดนี้ส่วนมากจะวางฝังบนแผ่นเหล็ก หรือพื้นคอนกรีตโดยให้น้ำเสียไหลในท่อระบายน้ำหรือรางระบายน้ำ สถานที่ที่ติดตั้งตะแกรงควรจะต้องตั้งบริเวณที่ผู้ควบคุมระบบบำบัดสามารถเข้าถึงสะดวกเพื่อทำการขนถ่ายเศษวัสดุต่างๆ ที่สกัดกันมาได้แล้วทำการขนไปฝังกลบ หรือนำไปเผา ในการติดตั้งตะแกรงจำเป็นต้องติดตั้งอย่างน้อย 2 ชุด เพราะในบางครั้งต้องปิดทำการหนึ่งชุดเพื่อทำการซ่อมแซมหรือบำรุงรักษา (13)

2.2.1.2 การบดและการตัด (Shredding and Grinding)

การบดและการตัดนั้น เครื่องตัดและบดส่วนใหญ่แล้วจะติดตั้งกับตะแกรงหยาบ โดยจะทำการตัดหรือบดเศษขยะต่างๆ ที่ติดอยู่บนตะแกรง เครื่องตัดหรือบดจะจมอยู่ในน้ำ ดังภาพที่ 2-6 (13)



ภาพที่ 2-6 เครื่องตัดและบด

ที่มา : การบำบัดน้ำเสียและวิธีวิเคราะห์ (13)

วัตถุประสงค์ของเครื่องตัดเหล่านี้เพื่อทำการตัดหรือบดเศษขยะในน้ำเสียที่มีขนาดใหญ่เล็กต่างๆ กัน ให้เป็นเศษขยะที่มีขนาดเล็กๆ โกล่เดียวกัน โดยที่วัสดุที่ผ่านการตัดแล้วจะมีขนาด $1/4 - 3/2$ นิ้ว เพื่อช่วยในการควบคุมและการดำเนินการของระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น จากที่กล่าวมาแล้ว เครื่องตัดจะทำการตัดหรือบดเศษขยะต่างๆ ที่เก็บได้จากการดักของตะแกรงหลักจากนี้แล้วเศษขยะที่ถูกตัดหรือบดแล้วจะถูกปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

ลักษณะของเครื่องตัดจะคล้ายๆ กับหัวแปรงผม หรือซี่ฟันที่จัดเรียงกันเป็นรูปทรงกระบอก โดยที่ภายในจะมีเครื่องตัดหรือเครื่องบดยี่เศษขยะต่างๆ ที่จะเข้าสู่ภายใน ซึ่งลักษณะนี้เปรียบได้กับฟันของคนเราที่ทำการบดเคี้ยวอาหารให้เล็กลงเพื่อช่วยในการย่อยอาหารได้ง่ายขึ้น

เครื่องตัดจะนิยมติดตั้งในบ่อเปียกของสถานีสูบน้ำ เพื่อป้องกันเครื่องสูบน้ำไม่ให้เกิดการอุดตัน ส่วนมากแล้วจะออกแบบระบบของการตัดหรือบดให้มีทางไหลของน้ำที่เข้าสู่ระบบนี้สองทาง ทางหนึ่งจะมีเครื่องตัดติดตั้งอยู่บนรางรับน้ำเสีย อีกทางหนึ่งจะไม่มีเครื่องตัดติดตั้งอยู่ สาเหตุที่จำเป็นต้องออกแบบลักษณะนี้ เพราะต้องการให้แน่ใจว่าถ้าเกิดไฟดับจะได้ปล่อยให้น้ำเสียไหลเข้า

อีกทางที่ไม่มีเครื่องตัด โดยที่ทำการปิดประตูน้ำอีกทางที่มีเครื่องตัด เพื่อยึดอายุ หรือลดการสึกหรอของเครื่องตัด ส่วนมากเครื่องตัดจะใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองขนาดเล็กที่มีระบบระบายน้ำเสียแยกจากระบบระบายน้ำฝน ซึ่งทำให้มีกรวดทรายในน้ำเสียน้อยมาก (12)

2.2.1.3 การกำจัดตะกอนหนัก (Grit Removal)

ตะกอนหนัก คือ พบกกรวด หิน ทราย หรือตะกอนต่างๆ ที่มีค่าความถ่วงจำเพาะสูงๆ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะตกตะกอนเมื่ออยู่ในน้ำเสียที่มีความเร็วของการไหลต่ำ เช่น ในกรณีที่มีปริมาณน้ำเสียน้อยในช่วงกลางคืนหรือในฤดูร้อน หรือในกรณีที่มีความลาดของท่อระบายน้ำเสียดำเนินไป

ตะกอนหนักดังกล่าวจำเป็นต้องถูกกำจัดออกไปจากน้ำเสีย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาต่างๆ ดังนี้คือ ก) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ ข) ป้องกันไม่ให้เกิดการอุดตันในท่อระบายน้ำเสีย ค) ป้องกันไม่ให้เกิดจับตัวเป็นก้อนในบริเวณก้นถังของถังย่อยตะกอน (Sludge Digesters) และของถังตกตะกอนแรก ง) ป้องกันไม่ให้เกิดการสะสมของตะกอนหนักเหล่านี้ในถังเติมอากาศและถังย่อยตะกอน ซึ่งส่งผลให้ปริมาณที่จำเป็นต้องใช้มีน้อยลง ปัญหาต่างๆ เหล่านี้ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการปฏิบัติการ หรือการเดินเครื่องในโรงงานบำบัดน้ำเสีย (12)

ถังกำจัดตะกอนหนักมีอยู่ 3 แบบ คือ

1. ถังกำจัดตะกอนหนักที่มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Horizontal-flow grit chamber)

หลักการทำงานของระบบนี้คือ อาศัยการควบคุมความเร็วของน้ำเสียที่ไหลในถังเพื่อให้พวกตะกอนหนักยังสามารถตกตะกอนได้ แต่พวกสารอินทรีย์ต่างๆ ไปจะมีแนวโน้มที่จะไม่ตกลงมาแต่จะยังคงแขวนลอยอยู่ ดังนั้นความเร็วของน้ำเสียที่ไหลในถังนี้จึงเป็นสำคัญที่จะต้องควบคุมให้ดี สำหรับการเก็บตะกอนหนักในน้ำเสียจากถังกำจัดตะกอนหนักชนิดนี้ สามารถเลือกใช้ได้ทั้งแบบใช้พนักงานเก็บตะกอน หรือแบบใช้เครื่องกลเก็บตะกอนก็ได้

2. ถังกำจัดตะกอนหนักที่มีรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือรูปร่างวงกลม (Square or Circular Grit chamber)

หลักการทำงานของถังกำจัดตะกอนหนักแบบนี้คือ น้ำเสียที่ไหลเข้าไปในถัง ซึ่งบริเวณก้นถังมีลักษณะเป็นรูปกรวยหรือคล้ายๆ รูปกรวย จะทำให้เกิดน้ำวนขึ้นภายในถัง และเป็นสาเหตุทำให้ตะกอนหนักต่างๆ ตกลงสู่ก้นถังได้ง่าย ปรากฏการณ์ดังกล่าวข้างต้นเกิดจากแรงหนีศูนย์กลาง และแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งทำให้ตะกอนหนักถูกดึงตกลงมาสู่ก้นถังได้

3. ถึงกำจัดตะกอนหนักที่ใช้ระบบเป่าอากาศ (Aerated grit chamber)

ถึงกำจัดตะกอนหนักแบบนี้จะคล้ายคลึงกับถึงกำจัดตะกอนหนักแบบสี่เหลี่ยมจตุรัสหรือแบบวงกลม แต่จะแตกต่างกันตรงที่น้ำที่ไหลภายในถึงจะมีลักษณะวนไปวนมาเป็นวงโดยอาศัยเครื่องเป่าอากาศ และระบบนี้ยังสามารถนำไปใช้สำหรับการผสมหรือการกวนสารเคมีได้ด้วย อัตราเป่าอากาศถูกปรับมากหรือน้อยเพื่อควบคุมความเร็วของน้ำวนบริเวณใกล้ๆ กันถึง และต้องให้ความเร็วดังกล่าวต่ำเพียงพอเพื่อให้ตะกอนหนักสามารถตกตะกอนได้ สำหรับตะกอนที่เบากว่านั้น โดยเฉพาะพวกสารอินทรีย์ จะถูกพัดพาออกจากถึงไป (12)

การทำความสะอาดถึงกำจัดตะกอนหนัก อาจใช้แรงงานคนหรือเครื่อง โดยทั่วไปน้ำเสียจากระบบระบายน้ำเสียรวม คือ น้ำจากบ้านเรือนรวมถึงน้ำฝน จะมีกรวดมากกว่าปกติ (13)

2.3 งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องเป็นการทบทวนวรรณกรรมทางด้านระบบผู้เชี่ยวชาญและระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เกศินี พุทธิธิดา (14) ทำการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญทางด้านพืชพิษ เพื่อช่วยในการให้คำแนะนำแก่แพทย์ พยาบาล เกษตรกร และบุคลากรสาธารณสุข ในการวินิจฉัยอาการและดูแลรักษาผู้ป่วยที่ได้รับพืชพิษ ซึ่งรวบรวมพืชพิษที่พบบ่อยในประเทศไทย จำนวน 94 ชนิด และจัดกลุ่มเพื่อบันทึกลงในฐานความรู้ได้เป็น 30 กลุ่ม TPEX (Toxic Plant Expert System) เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้การแสดงความรู้แบบกฎ (Rule-based system) โดยใช้เทคนิคการอนุมานแบบย้อนกลับ (Backward chaining) ในการค้นหาข้อมูลในฐานความรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยกฎจำนวน 202 ข้อ ข้อเท็จจริงจำนวน 417 ข้อ และได้รับการพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Prolog 4.0

พิพัฒน์ ทองศรี (15) ทำการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจำแนกวงศ์ปลาไทย เป็นระบบปฏิบัติการเพื่อจำแนกวงศ์ปลาที่พบในประเทศไทย โดยการใช้แทนความรู้แบบกฎ ใช้ภาพประกอบเพื่อลดข้อผิดพลาดในการตอบคำถาม ใช้กฎมากกว่า 220 ข้อ และภาพประกอบกว่า 400 ภาพ เพื่อจำแนกวงศ์ปลา 167 วงศ์ที่พบในประเทศไทย และได้รับการพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic version 5.0 และ Microsoft Access 97 เป็นตัวจัดการข้อมูล

สรินดา คุณทวีทรัพย์ (16) พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์อาหาร (EXPACK) เป็นระบบที่ถูกใช้เพื่อเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับแต่ละชนิดผลิตภัณฑ์อาหาร

ระบบถูกพัฒนาโดยใช้ภาษาโปรแกรม Microsoft Visual Basic version 6.0 และ Microsoft Access 97 เป็นตัวจัดการฐานข้อมูล ระบบมีการแทนความรู้เป็นแบบกฎการผลิต (Production rules) และมีกลไกการอนุมานเป็นแบบทั้งลูกโซ่แบบเดินหน้า (Forward chaining) และลูกโซ่แบบย้อนกลับ (Backward chaining) รวมทั้งยังมีเทคนิคของเบย์เซียน (Bayesian probability updating technique) ช่วยจัดการในส่วนของการอนุมานภายใต้ความไม่แน่นอนอีกด้วย

เรื่องเดช พวงพรหม (17) ทำการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการควบคุมฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการบำบัดฝุ่นละอองและเสนอแนะทางเลือกของเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยถอดความรู้จากผู้เชี่ยวชาญทั้งในด้านข้อจำกัดต่างๆ ของอุปกรณ์ การประเมินประสิทธิภาพ และค่าใช้จ่ายการออกแบบจัดทำเป็นกฎความรู้ เพื่อใช้สร้างคำถาม แล้วจึงสรุปผลให้กับผู้ใช้พิจารณา รวมถึงรายละเอียดของบริษัทผู้ให้บริการอุปกรณ์ควบคุมฝุ่นชนิดนั้นๆ การพัฒนาระบบจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเดลไฟล์ เวอร์ชัน 3.0 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบดังกล่าว

สินีนาน ศรีสนั่น (18) เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของกระบวนการตะกอนเร่ง โดยที่ตัวโปรแกรมจะประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับปัญหา สาเหตุและแนวทางแก้ไข ที่เกิดขึ้นที่องค์ประกอบหลักของระบบเดิมอากาศยาวนาน คือ ถังเดิมอากาศ และถังตกตะกอน โดยโปรแกรมจะทำการจำลองแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาการติดตามผลของกระบวนการที่มาจากการสังเกตทางกายภาพ ผลการพิจารณา พร้อมคำแนะนำมาจัดทำเป็นฐานความรู้ แล้วสื่อในรูปแบบคำถาม-คำตอบ เพื่อสรุปผลบอกถึงสถานภาพการทำงานของระบบ และคำแนะนำให้ผู้ได้พิจารณา โดยอาศัย Microsoft Access 97 และ Microsoft Visual Basic 6.0 เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนา

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศมีความสำคัญต่อสังคมไทยอย่างมาก เพราะถ้าองค์กรใดมีการจัดการข้อมูลอย่างถูกต้อง องค์กรนั้นก็จะสามารถบริหารงานได้อย่างก้าวหน้า ระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นแขนงหนึ่งของเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศ จากการทบทวนวรรณกรรมจะพบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญในงานด้านต่างๆ ถูกพัฒนากันมาอย่างต่อเนื่องปรับเปลี่ยนไปตามโครงสร้างของภาษาที่เขียนขึ้นมา ส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพก็เป็นระบบหนึ่งที่คอยให้คำแนะนำและแนวทางในการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นของระบบบำบัดน้ำเสียทางกายภาพแก่ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ ประกอบด้วยขั้นตอนของการศึกษาวิจัยและอุปกรณ์เพื่อใช้ในการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ และกระบวนการวินิจฉัยปัญหาของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษากระบวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพโดยรวบรวมความรู้ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ โดยที่แหล่งความรู้ต่างๆ นั้น มาจากตำราวิชาการ เอกสารงานวิจัย และความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ โดยความรู้ที่ประกอบไปด้วย

- ลักษณะของหน่วยบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ
- หลักการทำงานของหน่วยบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ
- ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมการทำงานของระบบ
- ปัญหาที่เกิดขึ้นในการควบคุมการทำงาน
- สาเหตุของปัญหาและวิธีแก้ไข

จากนั้นทำการศึกษาและนำปัญหาที่ได้จากการรวบรวมมาจากแหล่งความรู้อื่นๆ บางส่วนในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย มาสอบถามแนวทางแก้ไขเพิ่มเติม โดยการสัมภาษณ์ จากนั้นนำความรู้ที่รวบรวมได้ทั้งหมดไปกลั่นกรองสู่ฐานความรู้อีกทีหนึ่ง

3.1.2 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญมีรายละเอียด ดังนี้

3.1.2.1 เครื่องมือที่จะนำมาใช้เขียนโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

เครื่องมือที่จะนำมาพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ

- ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม (Compiler)

ภาษาที่จะใช้เขียนโปรแกรม ควรเป็นภาษาที่เขียนง่าย มีความนิยมแพร่หลาย พัฒนากันมาอย่างต่อเนื่อง และมีคู่มือในการอ้างอิงในภาษานั้น ๆ ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้ ผู้ศึกษาจึงได้เลือกโปรแกรมภาษา Microsoft Visual Basic Version 6.0 SP4 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

- โปรแกรมฐานข้อมูลไว้สำหรับเก็บฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

โปรแกรมฐานข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัยได้แก่ Microsoft Access 97 เป็นโปรแกรมพื้นฐานในด้านการจัดเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ และทำงานร่วมกับ Microsoft Visual Basic Version 6.0 ได้เป็นอย่างดี

ดังนั้น สรุปได้ว่า เครื่องมือที่จะนำมาใช้เขียนโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น Microsoft Visual Basic Version 6.0 SP4 กับ Microsoft Access 97 เนื่องจากโปรแกรมทั้ง 2 มีผู้นิยมใช้มาก มีคู่มืออ้างอิง และทั้ง 2 โปรแกรมมีความสามารถในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในแบบการโต้ตอบแบบกราฟิก (GUI) บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เมื่อทำให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานั้น ง่ายต่อการใช้งาน

3.1.2.2 การสร้างฐานความรู้ (Knowledge Base)

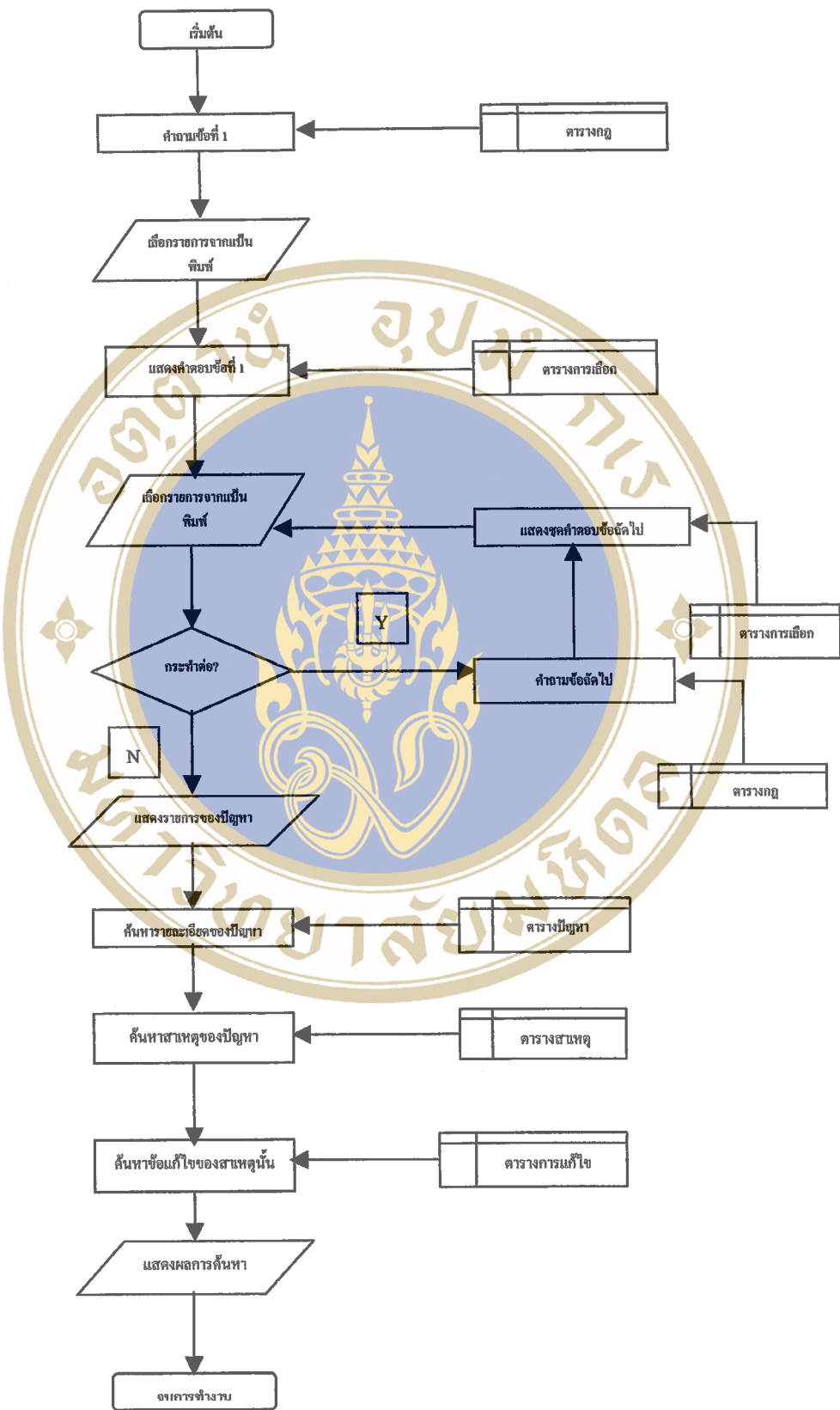
การแทนความรู้ นั้น จะนำความรู้ที่รวบรวมได้ในหัวข้อ 3.1.1 นำมาจัดเป็นรูปแบบกฎ (Ruled-Base System) เป็นรูปแบบหนึ่งของระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นวิธีที่นิยมในการแทนเพื่อสร้างฐานความรู้ โดยฐานความรู้จะประกอบด้วย สาเหตุของปัญหา การแก้ไข ปัญหาที่พบ เป็นต้น

3.1.2.3 การสร้างส่วนวินิจฉัย

ฐานความรู้ที่ได้สร้างขึ้นมานั้น อาศัยความชำนาญและการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ ในการวิเคราะห์ สิ่งที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานดูแลระบบบำบัดนั้นว่าเป็นปัญหาหรือไม่ ถ้าเป็นปัญหาก็จะมีการเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องเหมือนกับการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญดังแสดงในภาพที่ 3-1 ซึ่งเป็นการทำงานของโปรแกรมส่วนของการค้นหาและวินิจฉัยปัญหาที่เกิดขึ้น

โดยที่ผู้ใ้สามารถเลือกคำตอบจากคำถามข้อที่ 1 หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะแสดงคำถามข้อต่อไปให้ผู้ใ้ก็จะเลือกคำตอบ ผู้ใ้จะตอบคำถามต่อไปจนกว่าจะพบคำตอบที่ต้องการ โปรแกรมก็จะแสดงส่วนของการวินิจฉัยปัญหาออกมา ต่อจากนั้นโปรแกรมก็จะเสนอแนะแนวทางแก้ไขของปัญหารวมทั้งสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา ด้วย



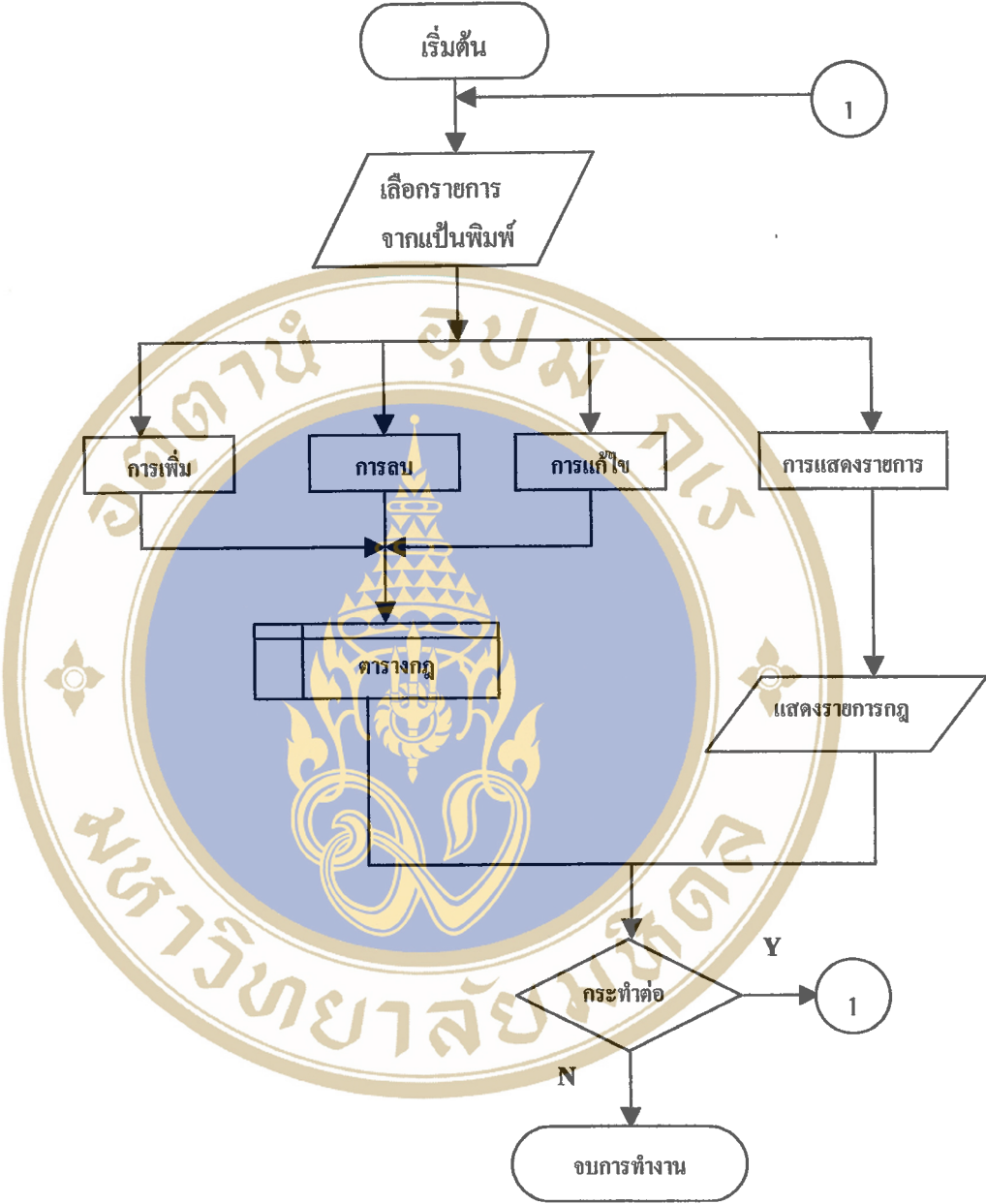


ภาพที่ 3-1 ผลงานโปรแกรมของส่วนการค้นหาและการวินิจฉัย

3.1.2.4 การสร้างส่วนตอบโต้กับผู้ใช้ (Interface)

การออกแบบส่วนการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญ จะไม่มีความซับซ้อนเกินไป ใช้งานง่าย และเข้าใจง่ายกับผู้ใช้ (User) เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและชัดเจนที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 3-2 แสดงส่วนของการทำงานการปรับปรุงระบบซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ





ภาพที่ 3-2 ผังโปรแกรมหลักของโปรแกรมการรับความรู้

3.1.2.5 ทดสอบและปรับปรุงโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

เป็นขั้นตอนการทดสอบความถูกต้อง โดยทำการทดสอบโปรแกรมทีละชุดการทำงาน (Module) และการทำงานโดยรวมของโปรแกรม เพื่อหาข้อบกพร่อง และทำการแก้ไขโปรแกรมให้สมบูรณ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบำบัดน้ำเสีย ทำการตรวจสอบเนื้อหาที่เป็นฐานความรู้ให้มีความถูกต้องตรงกับแนวทางปฏิบัติจริง เพื่อให้โปรแกรมดำเนินการตอบปัญหาได้อย่างถูกต้อง และตัวโปรแกรมทำงานได้อย่างเรียบร้อย โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ ในการสุ่มตัวอย่างผู้มีประสบการณ์ความรู้เกี่ยวกับการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระยะเวลา 5 ปี ดังนั้นจึงกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้วิธีแบบประมาณค่าสัดส่วน ซึ่งมีวิธีการคำนวณ (19)ดังนี้

จากสูตร
$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q}{d^2}$$
 เมื่อ $Q = 1 - P$

n คือ ขนาดของตัวอย่างที่ต้องการ

d คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

Z คือ ค่าที่ได้จากการเปิดตารางการแจกแจงแบบปกติ ณ ความเชื่อมั่นใดๆ

P คือ สัดส่วนความเชื่อมั่น (กำหนดให้อยู่ระหว่างค่า 0 และ 1)

กำหนดค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 80% ดังนั้นค่า Z = 1.29

กำหนดค่า P = 0.1

ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 20%

คำนวณได้ดังนี้คือ

$$n = \frac{(1.29)^2 \cdot 0.09}{(0.2)^2}$$

$$n = 0.149769 / 0.04$$

$$n = 4$$

ดังนั้นจากการคำนวณหาขนาดตัวอย่างของประชากรผู้เชี่ยวชาญ จะได้เท่ากับ 4 คน

3.1.3 ทดสอบระบบกับผู้ใช้

ในส่วนของผู้ใช้ซึ่งก็คือ บุคลากรที่มีความรู้พื้นฐานด้านคอมพิวเตอร์และระบบบำบัดน้ำเสีย และได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการประเมินผล โดยตั้งประเด็นในการถามว่า โปรแกรมที่พัฒนานั้นสามารถสื่อสารกับผู้ใช้ให้มีความเข้าใจง่าย ใช้งานง่าย และตอบปัญหาที่เกิดขึ้นได้ใกล้เคียงกับคำตอบของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเจาะจง ในการสุ่มตัวอย่างกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป ส่วนของการกำหนดขนาดกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปที่ใช้ในการสัมภาษณ์นั้น ขนาดของตัวอย่างนั้น

ไม่สามารถกำหนดได้แน่นอน ดังนั้นจึงทำการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้วิธีแบบประมาณค่าสัดส่วน ซึ่งต้องใช้สูตรอีกแบบหนึ่งในการคำนวณมีวิธีการคำนวณ(19) ดังนี้

$$\text{จากสูตร } n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q}{d^2} \quad \text{เมื่อ } Q = 1 - P$$

กำหนดค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 80% ดังนั้น $Z = 1.29$

กำหนดค่า $P = 0.2$

กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 20%

คำนวณได้ดังนี้

$$n = \frac{(1.29)^2 \cdot 0.16}{(0.2)^2}$$

$$(0.2)^2$$

$$n = 0.266256 / 0.04$$

$$n = 6$$

ดังนั้นจากการคำนวณหาตัวอย่างของบุคลากรที่ใช้ในการสอบถาม จะมีทั้งหมด 6 คน

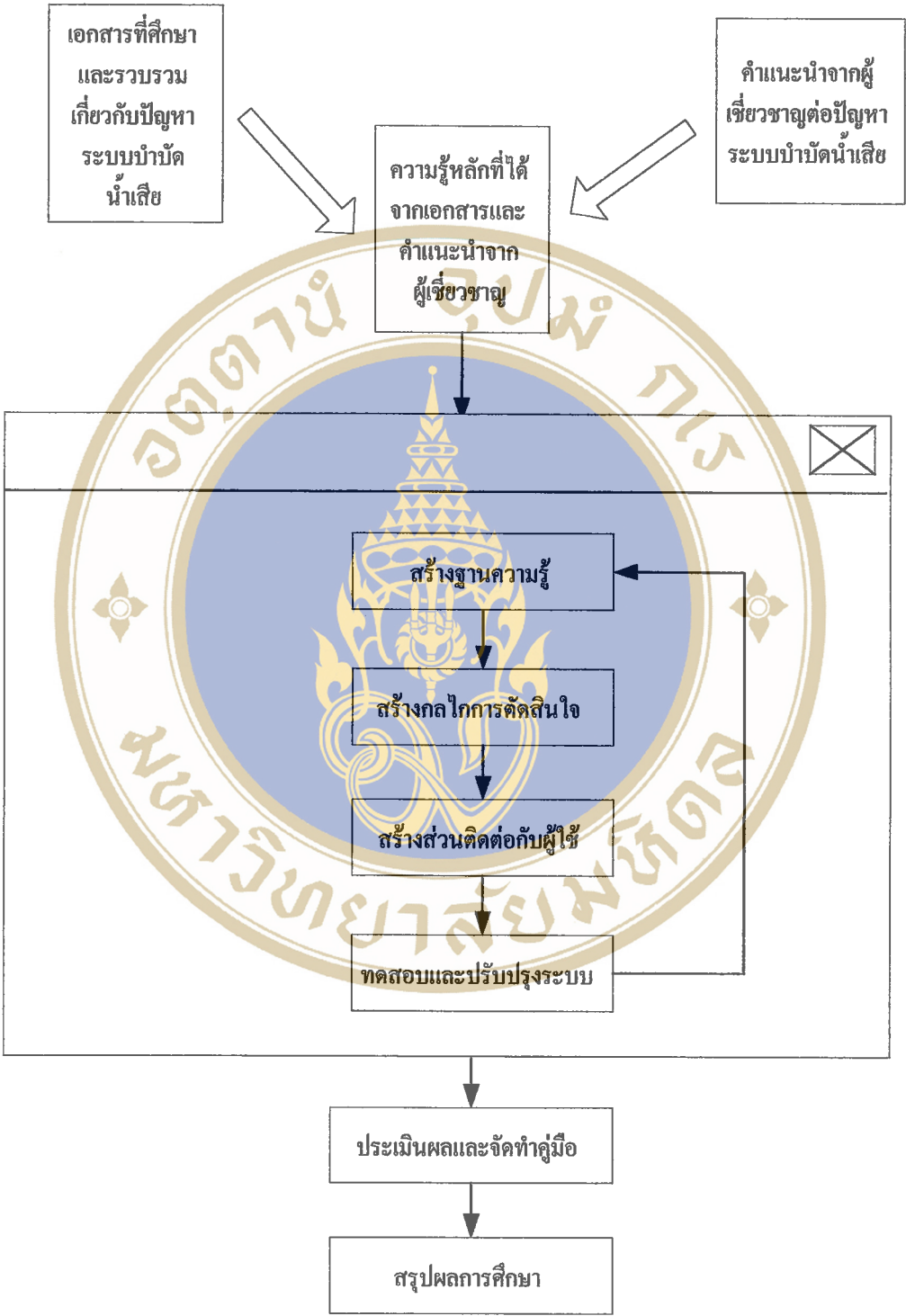
3.1.4 ประเมินผลและจัดทำคู่มือการใช้งาน

จากนั้นนำข้อมูลจากการสอบถามในหัวข้อ 3.1.3 มาทำการวิเคราะห์ และสรุปผล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนามาเป็นเครื่องมือในการสรุปผล แล้วจัดทำคู่มือการใช้งานของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

3.1.5 สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผล

สรุปผลการศึกษา และเสนอแนะแนวทางที่จะพัฒนาระบบให้มีความสมบูรณ์ต่อไป พร้อมทั้งจัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาวิจัย

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย (Hardware)

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ AT หรือ Compatible มีรายละเอียดดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่ต่ำกว่า Pentium 166 MMX
- หน่วยความจำหลัก ขนาดไม่ต่ำกว่า 64 เมกะไบต์ (MB)
- หน่วยความจำสำรอง ประเภทจานบันทึกแม่เหล็กแข็ง (Harddisk) มีความจุไม่ต่ำกว่า 2.1 กิกะไบต์ (Gigabyte)
- เมาส์ PS/2 หรือ COM portable
- หน่วยความจำจอภาพ (VGA Card Ram) ไม่ต่ำกว่า 2 เมกะไบต์ (MB)

เครื่องพิมพ์ (Inkjet Printer)

3.2.2 ซอฟต์แวร์ (Software) และโปรแกรมอื่นๆ ที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

- ระบบปฏิบัติการ Windows 95 หรือ Windows 98
- โปรแกรมคอมไพเลอร์ภาษา Visual Basic 6.0 เพื่อใช้ในการสร้างซอฟต์แวร์
- โปรแกรม Internet Explorer 5.0 และ Html Help Workshop Version 1.2 สำหรับการเปิดและจัดทำ Html Help
- โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการพัฒนาฐานข้อมูล Microsoft Access 97

3.2.3 แบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามที่ใช้ประเมินผลผู้ที่ใช้ระบบ

ลักษณะของแบบสอบถาม จะสอบถามเกี่ยวกับ การทำงานของโปรแกรม ความยากง่ายในการใช้งาน และความเข้าใจของผู้ใช้ที่มีต่อโปรแกรม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ ได้อาศัยเครื่องมือหลักที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม คือ โปรแกรม Microsoft Access 97 โปรแกรม Microsoft Visual Basic Version 6.0 Service pack 5 โปรแกรม ESIE WIN เป็นโปรแกรมในการสร้างฐานความรู้ ซึ่งทั้งสามโปรแกรมทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows 98 เป็นอย่างต่ำ ดังนั้นหลังจากพัฒนาโปรแกรมเสร็จสิ้น โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญจะต้องทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows 98 ขึ้นไป การพัฒนาระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนพัฒนาฐานความรู้และเก็บข้อมูล และ ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้

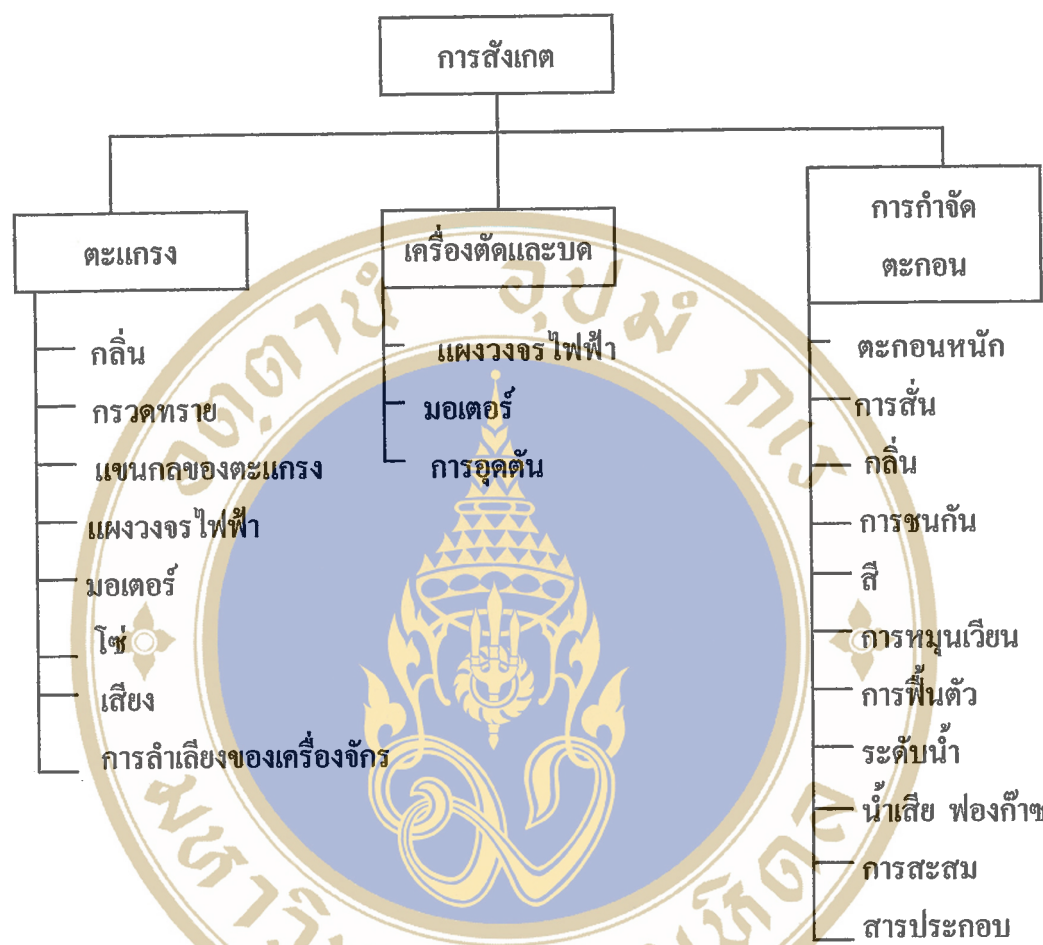
ผลการวิจัยและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

4-1 ส่วนพัฒนาฐานความรู้และเก็บข้อมูล

ฐานความรู้ที่อยู่ภายในโปรแกรมจะถูกรวบรวม มาจากตำราเอกสารวิชาการ หนังสือ นำข้อมูลมาจัดเรียงให้อยู่ในรูปแบบต้นไม้ จากนั้นจึงพิจารณาสร้างเป็นกฎคำถาม และคำตอบ แล้วทำการบรรจุความรู้ทั้งหมดให้อยู่ในรูปของตารางในระบบฐานข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

4-1.1 ส่วนพัฒนาฐานความรู้

ข้อมูลตารางที่ทำการรวบรวมเพื่อพัฒนาเป็นฐานความรู้จะประกอบด้วย รายละเอียดของลักษณะการสังเกตทางกายภาพที่พบได้ ปัญหา คำแนะนำในการแก้ไขปัญหา สาเหตุของปัญหา และข้อแก้ไขสำหรับแต่ละสาเหตุ จากนั้นนำสิ่งต่างๆ ที่สังเกตพบมาทำการจำแนกและสร้างให้อยู่ในโครงสร้างต้นไม้ ดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ลักษณะทางกายภาพในรูปแบบโครงสร้างต้นไม้

จากภาพที่ 4-1 เราสามารถมาพัฒนาเป็นชุดคำถาม ตอบ เพื่อพัฒนาเป็นกฎ โดยใช้โปรแกรม ESIE WIN ดังตัวอย่างชุดคำถามดังต่อไปนี้

- 1. ท่านพบความผิดปกติที่ส่วนใดในระบบบำบัดน้ำเสีย
 - 1.1 ตะแกรง
 - 1.2 เครื่องตัดและเครื่องบด
 - 1.3 การกำจัดตะกอนหนัก
- 2. ท่านสังเกตพบว่าบริเวณตะแกรงมีกลิ่นเหม็นและแมลงวันตอมหรือไม่
 - 2.1 พบ
 - 2.2 ไม่พบ

ถ้าเลือก 2.1 คือ พบ ก็จะได้ผลสรุปของปัญหา และจะนำไปสู่แนวทางแก้ไขต่อไป แต่ถ้าเลือก 2.2 คือ ไม่พบ ก็จะนำไปสู่คำถามต่อไป เพื่อจะทำการวินิจฉัยปัญหาในหัวข้อถัดไป จากชุดคำถามเบื้องต้น ทำให้เห็นเส้นทางการเชื่อมโยงของคำถามคำตอบ และการค้นหาปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบผู้เชี่ยวชาญระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ ในหัวข้อตะแกรงที่เกี่ยวกับกลิ่นที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 4-1 แสดงเส้นทางการเชื่อมโยงของคำถาม-คำตอบ

คำถามที่	คำตอบที่	คำถามถัดไป	ผลการวินิจฉัย
1	1	2	-
1	2	25	-
1	3	29	-
2	1	0	กลิ่น/แมลง
2	2	3	-

จากตารางที่ 4-1 ได้นำฐานความรู้ที่ถูกพัฒนาโดยโปรแกรม ESIE WIN โดยมีรูปแบบการจัดเก็บความรู้ในรูปแบบของตารางที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน จึงเป็นรูปแบบที่เหมาะสมและง่ายต่อการพัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมในลำดับต่อไป

4-1.2 ส่วนของโครงสร้างฐานข้อมูล

เป็นส่วนของฐานข้อมูลตารางที่ใช้เก็บความรู้ และบางส่วนของเครื่องอนุมาน ลักษณะของฐานข้อมูลเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ การจัดเก็บข้อมูลจะอยู่ในรูปของตาราง ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องตามโครงสร้างที่ได้ออกแบบไว้ โดยอาศัย Microsoft Access 97 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาฐานข้อมูล โดยมีรายละเอียดของแต่ละตารางที่เก็บข้อมูลในส่วนประกอบของความรู้และบางส่วนดังนี้

1) ตาราง Equipment เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของอุปกรณ์ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งในส่วนที่ทำการศึกษาก็คือประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ตะแกรง เครื่องตัดและบด การกำจัดตะกอนหนัก โดยมีโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลดังตารางที่ 4-2 (“Equipment” เป็นศัพท์เฉพาะที่ผู้เขียนกำหนดขึ้น ใช้เฉพาะงานวิจัยนี้ขอยืมมาจาก “Equipment”)



ตารางที่ 4-2 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Equipment

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่ จัดเก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Equipment_ID	Number	Byte	*	ลำดับที่อ้างอิงของอุปกรณ์
2	Equipment_Name	Text	50		ชื่อภาษาไทยของอุปกรณ์

2) ตาราง Observe เก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพที่สังเกตพบได้จากระบบบำบัด มีโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Observe

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่ จัดเก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Observe_ID	Number	Byte	*	ลำดับที่อ้างอิงของการสังเกต
2	Equipment_ID	Number	Byte		ลำดับที่อ้างอิงของอุปกรณ์
3	Observe_Name	Text	50		รายละเอียดของลักษณะทางกายภาพที่สังเกตพบ

3) ตาราง Rule เก็บรายละเอียดของกฎคำถามทั้งหมด มีโครงสร้างของการจัดเก็บข้อมูลดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Rule

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่ จัดเก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Rule_ID	Number	Integer	*	ลำดับที่อ้างอิงของกฎคำถาม
2	Observe_ID	Number	Byte		ลำดับที่อ้างอิงของอุปกรณ์ที่ สังเกตพบ
3	Rule_text	Text	200		รายละเอียดเนื้อหาคำถาม

4) ตาราง Choice เก็บรายละเอียดของตัวเลือกของทุกกฎคำถาม และลำดับกฎที่อ้างอิงในลำดับต่อไป ดังตารางโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Choice

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่ จัดเก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Rule_ID	Number	Integer	*	ลำดับที่อ้างอิงของกฎคำถาม
2	Choice_ID	Number	Integer	*	ลำดับที่อ้างอิงของตัวเลือก
3	Problem_ID	Number	Byte		ลำดับที่อ้างอิงของปัญหา
4	Choice_Name	Text	200		รายละเอียดเนื้อหาตัวเลือก
5	Next_Rule	Number	Integer		ลำดับที่ของกฎคำถามต่อไป

5) ตาราง Problem เก็บรายละเอียดของรายชื่อปัญหา และคำแนะนำการแก้ไขเบื้องต้น ดังโครงสร้างตารางการจัดเก็บข้อมูลตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Problem

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่จัด เก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Problem_ID	Number	Byte	*	ลำดับที่อ้างอิงของกฎคำถาม
2	Problem_ThName	Text	50		ชื่อปัญหาที่เป็นภาษาไทย
3	Problem_EnName	Text	50		ชื่อปัญหาเป็นภาษาอังกฤษ
4	Solution_txt	Memo			รายละเอียดของคำแนะนำใน การแก้ไขปัญหา

6) ตาราง P_C เก็บความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุเป็นในลักษณะ Many to Many คือ หนึ่งปัญหาเกิดได้จากหลายสาเหตุ และหนึ่งสาเหตุก็เป็นส่วนหนึ่งในหลายปัญหา ดังโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง P_C

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่ จัดเก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Problem_ID	Number	Byte	*	ลำดับที่อ้างอิงของปัญหา
2	Cause_ID	Number	Byte	*	ลำดับที่อ้างอิงของสาเหตุ
3	Cause_Name	Text	100		ชื่อของสาเหตุ

7) ตาราง Cause เก็บข้อมูลรายละเอียดของสาเหตุ ดังโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Cause

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่ จัดเก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Cause_ID	Number	Byte	*	ลำดับที่อ้างอิงของสาเหตุ
2	Cause_Name	Text	100		ชื่อภาษาไทยของสาเหตุ
3	Cause_En	Text	50		ชื่อภาษาอังกฤษของสาเหตุ

8) ตาราง C_Ac เก็บรายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและข้อแก้ไขความสัมพันธ์ของสาเหตุและข้อแก้ไข จะอยู่ในลักษณะ Many to Many นั่นคือ หนึ่งสาเหตุมีข้อแก้ไขได้หลายข้อ และในหนึ่งข้อแก้ไขก็เป็นส่วนหนึ่งของการแก้ไขได้ในหลายสาเหตุ ดังโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง C_Ac

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่ จัดเก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Cause_ID	Number	Byte	*	ลำดับที่อ้างอิงของสาเหตุ
2	Action_ID	Number	Byte	*	ลำดับที่อ้างอิงของข้อแก้ไข
3	Action_txt	Text	150		รายละเอียดของข้อแก้ไข

9) ตาราง Action เก็บรายละเอียดของข้อแก้ไขทั้งหมด ดังโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Action

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่ จัดเก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Action_ID	Number	Byte	*	ลำดับที่อ้างอิงของข้อแก้ไข
2	Action_txt	Text	150		คำอธิบายข้อแก้ไข

นอกจากนี้ยังมีการจัดเก็บข้อมูลลงในตาราง แต่ตารางดังกล่าวไม่เกี่ยวข้องกับฐานความรู้ และไม่มีความสัมพันธ์กับตารางใดๆ ในฐานข้อมูล ทำการสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ เสริมการทำงานของโปรแกรมให้มีความสมบูรณ์เท่านั้น ตารางเหล่านี้ได้แก่

10) ตาราง History เก็บผลสรุปของการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมประกอบด้วย รายละเอียดของคำถาม คำตอบ และผลการวินิจฉัยปัญหา โดยโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลแสดงในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง History

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่ จัดเก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Rule_txt	Text	200		คำอธิบายของกฎคำถาม
2	Choice_Name	Text	200		คำอธิบายของตัวเลือก
3	Problem_Name	Text	50		ผลการวินิจฉัยปัญหา

11) ตาราง Login เก็บรหัสผ่าน สำหรับผู้ที่ต้องการเข้าสู่ส่วนปรับปรุงระบบ จะต้องใส่รหัสผ่าน หากรหัสผ่านถูกต้องจึงจะสามารถเข้าสู่ส่วนการใช้งานปรับปรุงระบบได้ โดยโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลแสดงในตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Login

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่ จัดเก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Password	Text	10	*	รหัสผ่าน

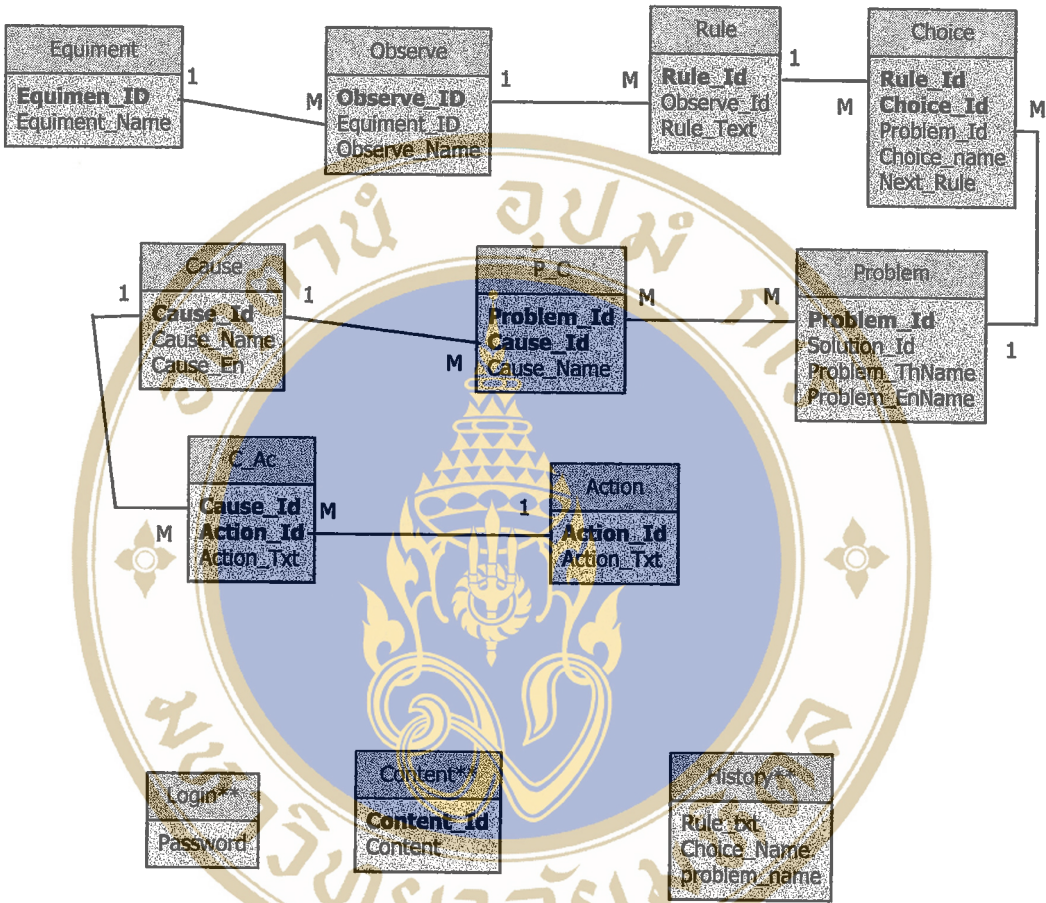
12) ตาราง Content เก็บรายละเอียดของขอบเขต และเนื้อหาภายในโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ดังโครงสร้างตารางการจัดเก็บข้อมูลในตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลตาราง Content

ลำดับ ที่	ชื่อข้อมูลตารางที่ จัดเก็บ	ประเภท ข้อมูล	ขนาด	KEY	คำอธิบาย
1	Content_ID	Number	Byte	*	ลำดับที่อ้างอิงของเนื้อหา
2	Content	Memo			รายละเอียดของขอบเขตและเนื้อหาที่บรรจุอยู่ภายในโปรแกรม

4-1.3 ความสัมพันธ์ (Relationship)

ความสัมพันธ์ของข้อมูลภายในฐานข้อมูล มีผลให้ข้อมูลภายในแต่ละตารางที่ได้สร้างไว้ ได้แก่ มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่ตารางใด จะมีผลกระทบต่อตารางอื่นที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่ ซึ่งจากการออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลภายในฐานข้อมูล สามารถแสดงความสัมพันธ์ต่างๆ ดังภาพที่ 4-2



หมายเหตุ ** ตารางที่สร้างขึ้นเพื่อเสริมการทำงานของระบบไม่มีการเชื่อมโยงกับตารางใดๆ

ภาพที่ 4-2 ความสัมพันธ์ของตารางต่างๆ ภายในฐานข้อมูล

ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีผล

-เมื่อลบข้อมูลลักษณะอาการทางกายภาพที่สังเกตพบ กฎคำถาม และตัวเลือกที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพที่สังเกตพบ จะถูกลบออกจากระบบไปด้วยทั้งหมด

-ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาจะไม่สามารถลบออกจากระบบได้ หากมีข้อมูลของตัวเลือกในระบบมีการกล่าวอ้างถึง

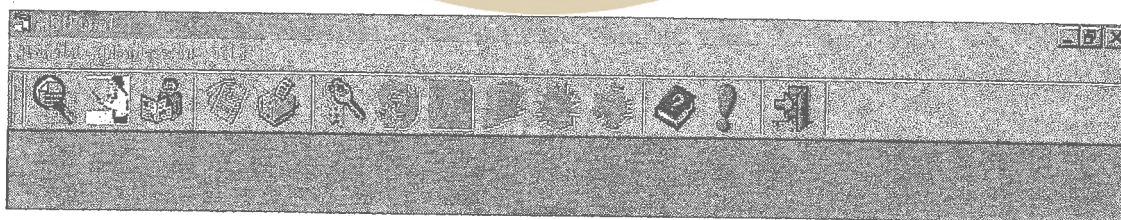
-เมื่อกฎคำถามข้อใดข้อหนึ่งถูกแก้ไข หรือ ลบออกจากระบบ ตัวเลือกของกฎคำถามข้อดังกล่าวจะถูกแก้ไข หรือ ลบออกจากระบบไปด้วยพร้อมกัน และไม่สามารถสร้างตัวเลือกให้กับระบบได้ หากตัวเลือกนั้นไม่ได้ระบุถึงกฎคำถามที่เกี่ยวข้องกัน

-ข้อมูลของสาเหตุและปัญหา จะไม่สามารถลบออกจากระบบได้ หากข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์อ้างอิงถึงกันอยู่

-ข้อมูลของสาเหตุและข้อแก้ไข จะไม่สามารถลบออกจากระบบได้ หากข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์อ้างอิงถึงกันอยู่

4.2 ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้

เป็นส่วนที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม ประกอบด้วยส่วนของการสื่อสารกับผู้ใช้ และบางส่วนของเครื่องอนุমান การพัฒนาส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้สามารถแบ่งแยกออกเป็น 2 ส่วนตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานของผู้ใช้ คือ ส่วนของผู้ใช้ทั่วไป และส่วนของผู้ปรับปรุงระบบ จัดแบ่งเมนูการใช้งานตามวัตถุประสงค์การใช้ ดังแสดงในภาพที่ 4-3 โดยใช้



ภาพที่ 4-3 แสดงเมนูการใช้งานของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

Microsoft Visual Basic Version 6.0 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ โดยมีเป้าหมายหลักของการพัฒนาส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้จะต้องมีลักษณะของการใช้งานที่ง่ายตาย สะดวก และ ไม่ซับซ้อน

4.2.1 ส่วนของผู้ใช้ทั่วไป

ก่อนการใช้งาน ผู้ใช้ควรศึกษา ขอบเขตของเนื้อหาที่มีอยู่ในโปรแกรม และวิธีการใช้งาน เพื่อให้เกิดการตอบสนองการทำงานต่อผู้ใช้อย่างสูงสุด โปรแกรมจึงมีการพัฒนาส่วนของระบบช่วยเหลือ เพื่อหน้าที่ดังกล่าว ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบช่วยเหลือ โดยการเลือกที่เมนูวิธีใช้ ซึ่งประกอบด้วย รายการย่อย

- รายการย่อย วิธีการใช้งาน แสดงวิธีการใช้งานโปรแกรมอย่างละเอียด
- รายการย่อย เนื้อหา แสดงขอบเขตของข้อมูลตารางที่มีอยู่ภายในโปรแกรม

ละเอียด

1) ให้คำวินิจฉัยสภาพการทำงานของอุปกรณ์ระบบบันทึกน้ำเสียแบบกายภาพ

เมื่อเข้าสู่รายการ วินิจฉัย ผู้ใช้จะต้องตอบคำถาม ที่โปรแกรมเป็นผู้ถาม โดยที่จะไปตั้งคำถามต่างๆ มาจากฐานข้อมูล พร้อมรอรับคำตอบจากผู้ใช้ เพื่อรวบรวมเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประมวลผล การตอบคำถามเป็นในลักษณะตอบคำถามแบบปิด หมายถึง คำถาม ที่มีตัวเลือกให้ผู้ผู้ใช้ได้เลือกข้อใดข้อหนึ่ง โดยการคลิกเลือกยังตัวเลือกที่ต้องการ ได้เพียงทีละข้อ ดังภาพที่ 4-4

ลำดับ	คำถาม
2	เครื่องคิดและเครื่องบด
3	การกำจัดกากของหนัก

ท่านเลือกคำตอบข้อที่ ผลการวินิจฉัยปัญหา

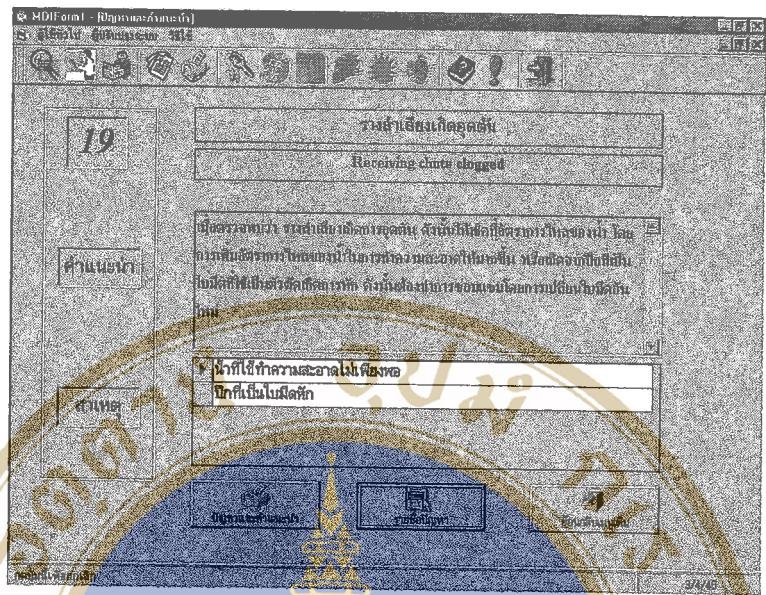
วินิจฉัยปัญหา

ภาพที่ 4-4 แสดงวิธีการเลือกคำตอบจากรายการวินิจฉัย

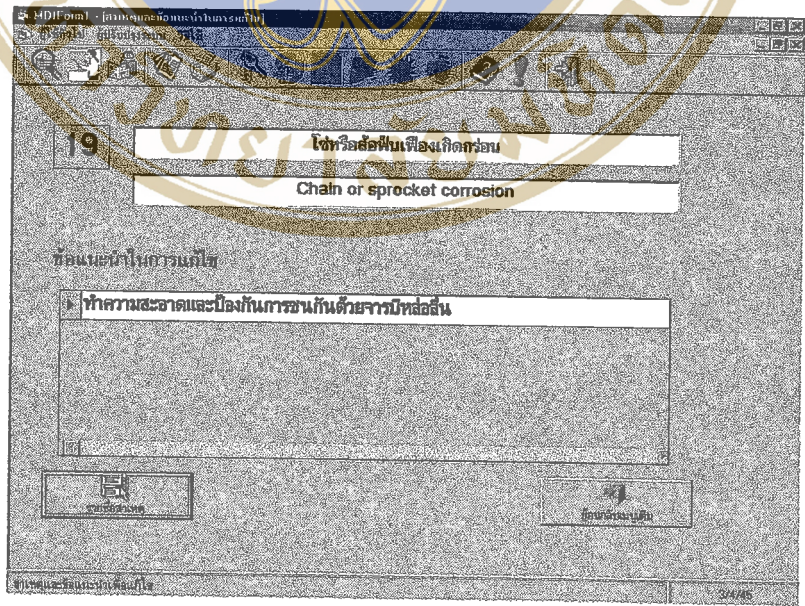
เนื่องด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ เป็นโปรแกรมที่ให้คำปรึกษาเบื้องต้นสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ ข้อมูลตารางที่อยู่ในระบบจึงเป็นเพียงข้อมูลพื้นฐานที่สามารถพบได้ในระบบโดยทั่วไป หลังจากที่ใช้ตอบคำถามเสร็จสิ้น โปรแกรมจะทำการสรุปผลการวินิจฉัยปัญหา ดังภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-5 แสดงผลการวินิจฉัยสภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ ผู้ใช้สามารถดูคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น พร้อมกับสาเหตุของการเกิดปัญหา โดยการกดปุ่มคำแนะนำ โปรแกรมจะดึงข้อมูลของคำแนะนำในการแก้ปัญหาดังกล่าวแสดงผลบนหน้าจอ ดังภาพที่ 4-6



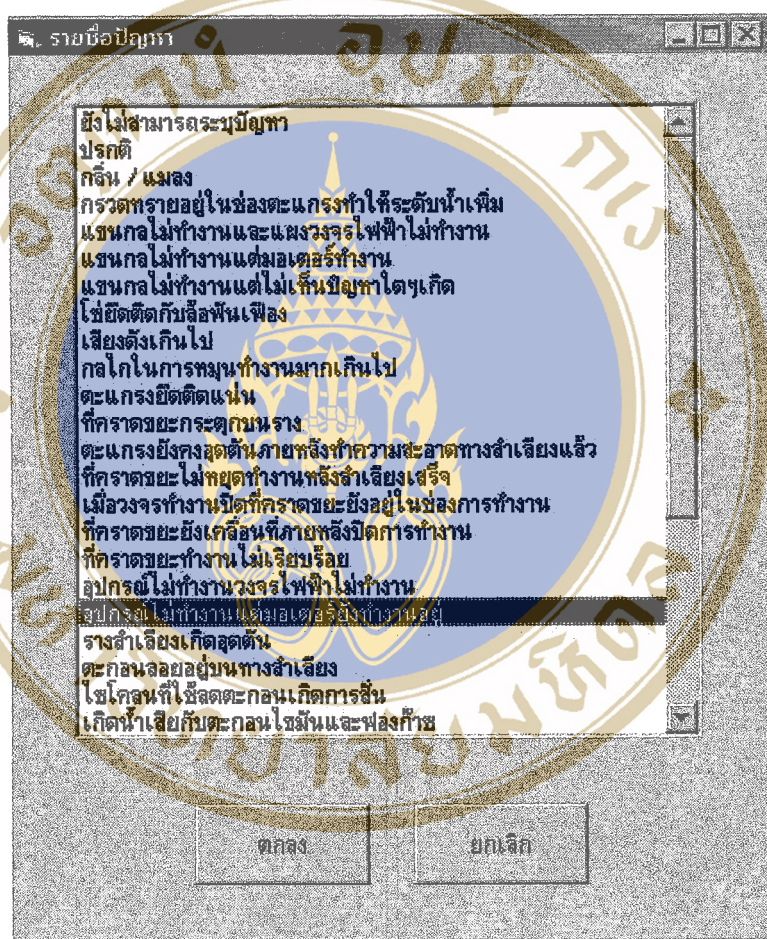
ภาพที่ 4-6 แสดงคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น พร้อมสาเหตุของการเกิดปัญหา นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถรายละเอียดของข้อแก้ไขเฉพาะสำหรับสาเหตุได้ โดยการคลิกเลือกยังชื่อของสาเหตุที่ต้องการทราบข้อแก้ไขเฉพาะ โปรแกรมจะทำการเชื่อมโยงข้อมูล แสดงผลของข้อแนะนำวิธีการแก้ไขสาเหตุ ดังภาพที่ 4-7



ภาพที่ 4-7 แสดงข้อแนะนำวิธีการแก้ไขสำหรับสาเหตุ ข้อซักถามที่โปรแกรมสื่อสารกับผู้ใช้ จะถูกรวบรวมสรุปเป็นรายงานการซักถาม ที่ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบการแสดงผลของรายงานได้ 2 ลักษณะ คือ ออกทางหน้าจอ หรือ ออกทางเครื่องพิมพ์

2) ให้คำแนะนำเบื้องต้นในการแก้ไขปัญหา

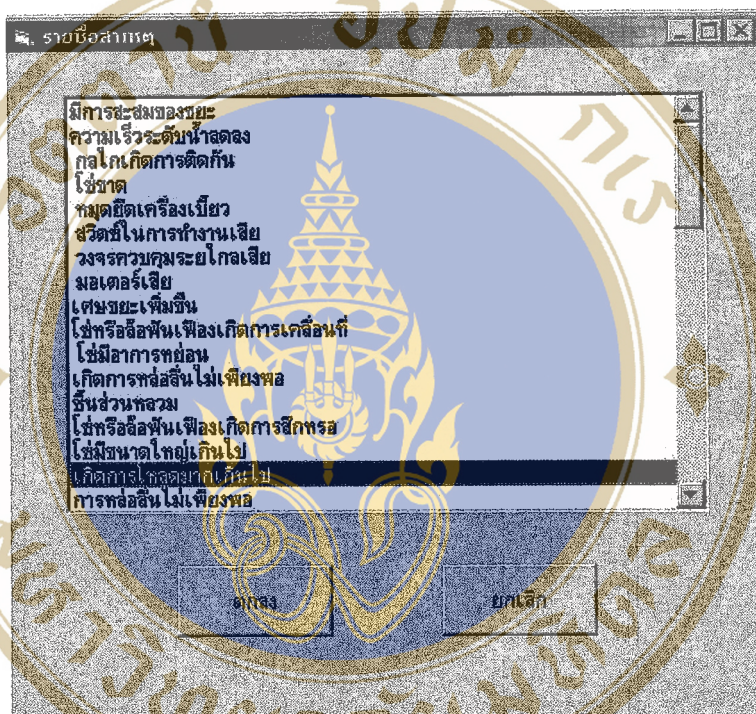
เมื่อเข้าสู่รายการย่อย ปัญหาและคำแนะนำ จะปรากฏหน้าจอภาพที่ 4-6 ผู้ใช้สามารถเลือกค้นหารายชื่อของปัญหาที่ต้องการทราบคำแนะนำได้ โดยการกดปุ่ม รายชื่อปัญหาดังภาพที่ 4-8 ปัจจุบันโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพมี รายการปัญหาทั้งหมด 30 ปัญหา



ภาพที่ 4-8 รายชื่อของปัญหาที่พบในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ โปรแกรมจะนำเสนอรายชื่อของปัญหาทั้งหมดที่อยู่ภายในโปรแกรมให้กับผู้ใช้เลือกค้นหาละเอียดเกี่ยวกับปัญหา คำแนะนำเบื้องต้นในการแก้ไข พร้อมสาเหตุสำหรับปัญหาที่ผู้ใช้ได้เลือกแสดงผลออกทางหน้าจอ

3) ให้ข้อเสนอแนะวิธีการแก้ไขสำหรับแต่ละสาเหตุ

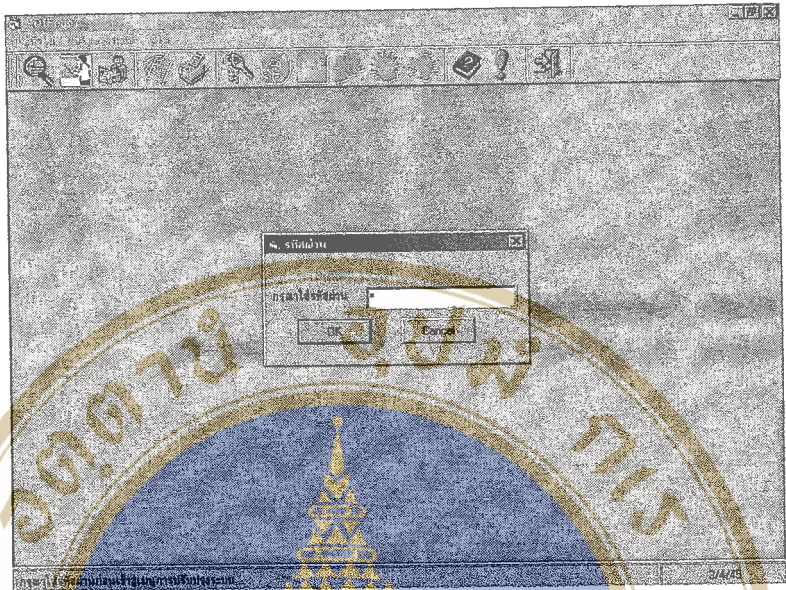
เมื่อเข้าสู่รายการย่อย สาเหตุและคำแนะนำ จะปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ 4-7 ผู้ใช้สามารถเลือกค้นหารายชื่อของสาเหตุที่ต้องการทราบข้อเสนอแนะวิธีการแก้ไข โดยการกดปุ่มรายชื่อสาเหตุ ดังภาพที่ 4-9 ปัจจุบันระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ มีสาเหตุของปัญหาทั้งหมด 57 สาเหตุ



ภาพที่ 4-9 แสดงรายชื่อของสาเหตุที่พบในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ โปรแกรมจะนำเสนอรายชื่อของสาเหตุทั้งหมดที่อยู่ใน โปรแกรมให้กับผู้ใช้เลือกค้นหาข้อเสนอแนะของวิธีการแก้ไขสำหรับในสาเหตุที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้

4.2.2 ส่วนของผู้ปรับปรุงระบบ

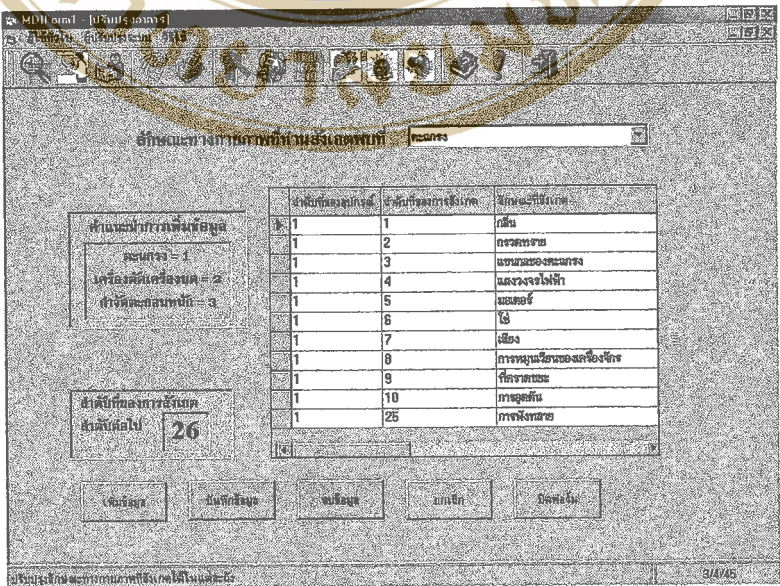
ส่วนการใช้งานที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ หรือผู้ที่ มีหน้าที่ปรับปรุงระบบใช้เพื่อทำหน้าที่ดูแลปรับปรุง และรักษาโปรแกรม ให้มีความเหมาะสมกับ สภาพการทำงาน ผู้ปรับปรุงระบบจะสามารถเข้าสู่โปรแกรมผู้เชี่ยวชาญในส่วนของการปรับปรุงระบบ จะต้องใส่รหัสผ่านก่อนจึงจะสามารถเข้ามาแก้ไขในส่วนนี้ได้ ดังภาพที่ 4-10



ภาพที่ 4-10 แสดงการสอบถามรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ส่วนของผู้ปรับปรุงระบบ

1) ส่วนของการเพิ่ม/ลบ/แก้ไขลักษณะทางกายภาพที่สังเกตพบ

เมื่อเข้าสู่รายการลักษณะทางกายภาพจะพบกรอบคำแนะนำในการเพิ่มข้อมูล โดยมีตัวเลขแทนอุปกรณ์ของระบบน้ำบาดน้ำเสีย เช่น หมายเลข 1 เป็นตะแกรง เมื่อเราต้องการเพิ่มก็จะสังเกตพบว่าเป็นลำดับที่เท่าไรนั้นให้ดูที่ลำดับที่ของการสังเกตต่อไป ดังภาพที่ 4-11



ภาพที่ 4-11 แสดงรายการลักษณะทางกายภาพที่สังเกตพบ

ซึ่งเราสามารถกดปุ่มเพิ่มเมื่อต้องการเพิ่มข้อมูล หรือกดปุ่มยกเลิกเมื่อต้องการยกเลิก เมื่อทำการเพิ่ม/ลบ/แก้ไข เรียบร้อยก็ทำการปิดฟอร์ม

2) ส่วนของการเพิ่ม/ลบ/แก้ไขของกฎคำถามและตัวเลือกของกฎคำถาม

เมื่อเข้าสู่รายการการเพิ่ม/ลบ/แก้ไขของกฎคำถาม จะแสดงรายละเอียดของกฎต่าง ๆ ที่เป็นคำถามและคำตอบ โดยสามารถใช้เมาส์กดแถบตัวควบคุมข้อมูล(Data Control) เพื่อที่จะดูรายละเอียดต่างๆ ของคำถามและคำตอบ ดังภาพที่ 4-12

The screenshot shows a software interface titled 'HDIForm1 - โปรดปรอง' with a menu bar and a toolbar. Below the toolbar, there are several input fields and a table. The table has five columns: 'กฎข้อที่' (Rule No.), 'ตัวเลือกที่' (Option No.), 'จำนวน' (Count), 'รายละเอียดของกฎข้อนี้' (Detail of this rule), and 'จำนวนคำตอบ' (Number of answers). The table contains three rows of data. Below the table, there are several buttons: 'เพิ่ม' (Add), 'ลบ' (Delete), 'แก้ไข' (Edit), 'ยกเลิก' (Cancel), 'ตกลง' (OK), and 'ปิดฟอร์ม' (Close Form). At the bottom right, there is a status bar showing '3/6/45'.

กฎข้อที่	ตัวเลือกที่	จำนวน	รายละเอียดของกฎข้อนี้	จำนวนคำตอบ
1	1	0	อะไรคือ...	2
1	2	0	อะไรคือ...	25
1	3	0	อะไรคือ...	29

ภาพที่ 4-12 แสดงรายการเพิ่ม/ลบ/แก้ไขของกฎคำถาม

เมื่อต้องการเพิ่มกฎคำถามก็ให้กดปุ่มเพิ่มในช่องเพิ่มกฎก็จะแสดงรายการของการเพิ่มกฎคำถามดังภาพที่ 4-13

ภาพที่ 4-13 แสดงรายการการเพิ่มกฎคำถาม

ก่อนอื่นต้องเลือกที่จะเพิ่มกฎที่อุปกรณ์ใดโดยการคลิกเลือกรายการที่ช่อง คุณสังเกตลักษณะทางกายภาพที่อุปกรณ์ใด จากนั้นพิมพ์คำถามและลักษณะทางกายภาพที่พบ แล้วกดปุ่มเพิ่มเพื่อให้ฐานข้อมูลรับข้อมูล ส่วนการเพิ่มตัวเลือกนั้นจะทำที่รายการ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข กฎคำถาม ดังภาพที่ 4-12

- 3) ส่วนของการ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข รายละเอียดของปัญหาและคำแนะนำในการแก้ไข เมื่อเข้าสู่รายการ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข ปัญหาและคำแนะนำในการแก้ไข ดังภาพที่



ภาพที่ 4-14 แสดงรายการเพิ่ม/ลบ/แก้ไขปัญหาและคำแนะนำแก้ไขเบื้องต้น
เมื่อเข้าสู่รายการนี้จะเป็นการเพิ่มรายละเอียดของปัญหาและคำแนะนำแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ของ
อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ

นอกจากนี้ส่วนผู้ปรับปรุงระบบยังมีรายละเอียดย่อยๆ ดังต่อไปนี้

- เพิ่ม/แก้ไขรายชื่อของสาเหตุที่พบในการทำงานของระบบบำบัด
- เพิ่ม/ลบ/แก้ไข สาเหตุของปัญหา
- เพิ่ม/แก้ไข รายชื่อของข้อเสนอแนะในการแก้ไข
- เพิ่ม/ลบ/แก้ไข ข้อแก้ไขสำหรับในแต่ละสาเหตุ

ซึ่งรายละเอียดเหล่านี้จะกล่าวถึงในคู่มือการใช้งานในภาคผนวก ก

ผู้ปรับปรุงระบบจะสามารถทำการลบความรู้จากฐานความรู้ได้ เฉพาะส่วนที่ผู้ปรับปรุงระบบได้ทำการปรับปรุงเพิ่มเติมขึ้นในภายหลังเท่านั้น โปรแกรมจะไม่อนุญาตให้ทำการลบ
ฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนภายในระบบได้ เพื่อเป็นการป้องกันโปรแกรมพื้นฐานในเบื้องต้นให้
สามารถคงส่วนการทำงานและฐานความรู้ที่อยู่เดิมของโปรแกรมไว้ และเนื่องด้วยส่วนของผู้ปรับปรุงระบบ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของโปรแกรม ซึ่งจะเชื่อมโยงกับส่วนที่เป็นฐาน
ข้อมูล หลังจากที่ได้รับรู้ความรู้ฐานข้อมูล ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในส่วนของฐานข้อมูล
โปรแกรมจะทำการเชื่อมโยงระหว่างส่วนติดต่อของผู้ปรับปรุงระบบเข้ากับส่วนของฐานข้อมูลตาม
โครงสร้างที่ได้ออกแบบไว้ จึงเป็นส่วนการทำงานที่มีความสำคัญ ผู้ที่จะเข้ามาใช้งานในส่วนนี้จึง

ควรมีความรู้ และความเข้าใจในเรื่องของข้อมูล และวิธีการจัดเก็บ เพราะการปรับปรุงโดยขาดความเข้าใจ จะส่งผลให้โปรแกรมไม่สามารถทำงานตอบสนองการทำงานต่อผู้ใช้ได้ต่อไป

4.3 ผลการประเมินแบบสอบถามเกี่ยวกับการทำงานของโปรแกรม

การทำแบบสอบถามเพื่อประเมินผลการทำงานของโปรแกรมได้ทำการประเมิน โดยแบ่งกลุ่มของคนส่วนใหญ่ออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบำบัดน้ำเสีย กับ กลุ่มผู้ใช้ทั่วไป

4.3.1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นบุคลากรที่มีความรู้และมีประสบการณ์การทำงานอย่างน้อย 5 ปีในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

จากการนำระบบผู้เชี่ยวชาญไปประเมินกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบำบัดน้ำเสีย จำนวน 4 คน โดยผลที่ได้จากการทดสอบระบบจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการวัดผลมีดังต่อไปนี้

ด้านความครบถ้วนของเนื้อหาในส่วนฐานความรู้ในโปรแกรม มีดังต่อไปนี้
เนื้อหาครบถ้วนเหมาะสม = 50%

บางส่วนของเนื้อหาต้องปรับปรุง = 50%

จากการทดสอบได้พบว่าคนส่วนใหญ่มีความพอใจทางด้านความครบถ้วนของเนื้อหาในส่วนของฐานความรู้ในโปรแกรม อยู่ในระดับ ปานกลาง คือ พอใจในเนื้อหาครบถ้วนเหมาะสมประมาณ 50% กับ พอใจในบางส่วนของเนื้อหาต้องปรับปรุง 50%

ด้านการวินิจฉัยของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญตรงกับแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญ มีดังต่อไปนี้
มาก = 0%

ปานกลาง = 100%

น้อย = 0%

จากการทดสอบได้พบว่าคนส่วนใหญ่มีแนวคิดตรงกับการวินิจฉัยของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับ ปานกลาง

ด้านการทำงานของแนวทางแก้ไขของระบบผู้เชี่ยวชาญตรงกับข้อเท็จจริงในการทำงานจริง มีดังต่อไปนี้

มาก = 50%

ปานกลาง = 50%

น้อย = 0%

จากการทดสอบได้พบว่าคนส่วนใหญ่มีแนวคิดตรงกับแนวทางแก้ไขของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับปานกลาง โดยแจกแจงออกมาเป็นคือ มาก 50% กับ อยู่ในระดับ ปานกลาง 50%

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการสอบถามการใช้งานของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญได้ข้อสรุป ดังนี้คือ

ความครบถ้วนของเนื้อหาในส่วนของฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับปานกลาง

ด้านการวินิจฉัยของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญตรงกับแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญนั้นจัดอยู่ในระดับปานกลาง

ด้านแนวทางแก้ไขของระบบผู้เชี่ยวชาญตรงกับข้อเท็จจริงในการทำงานนั้นอยู่ในระดับปานกลาง

ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญนั้นส่วนใหญ่ปรากฏว่า โปรแกรมมีการทำงานทั้งทางด้านของเนื้อหาในส่วนของฐานความรู้ ด้านการวินิจฉัยปัญหา และแนวทางแก้ไข อยู่ในระดับปานกลาง

4.3.2 กลุ่มผู้ใช้ทั่วไป เป็นบุคลากรที่มีความรู้ทางด้านดูแลระบบบ้ำบัดน้ำเสียแต่ไม่ได้เน้นประสบการณ์ในการทำงาน

จากการนำระบบผู้เชี่ยวชาญไปประเมินกับกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป จำนวน 6 คน โดยผลที่ได้จากการทดสอบระบบจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการวัดผลมีดังต่อไปนี้

ด้านพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการดูแลระบบบ้ำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ

มากขึ้น = 50%

เหมือนเดิม = 50%

น้อยลง = 0%

จากการทดสอบได้พบว่าคนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในการดูแลระบบบ้ำบัดน้ำเสีย อยู่ในระดับ มาก คือ 50% กับอยู่ในระดับ เหมือนเดิม ไม่เปลี่ยนแปลง คือ 50%

ด้านระบบการช่วยเหลือ (Help Online) ของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

มาก = 17%

ปานกลาง = 50%

น้อย = 33%

จากการทดสอบได้พบว่าคนส่วนใหญ่คิดว่าระบบการช่วยเหลือ (Help Online) มีส่วนช่วยในการใช้โปรแกรม อยู่ในระดับ **ปานกลาง** คือ 50%

ด้านความสวยงามของเมนู ตัวหนังสือ มีส่วนทำให้โปรแกรมน่าสนใจในการใช้งาน

มาก = 33%

ปานกลาง = 67%

น้อย = 0%

จากการทดสอบได้พบว่าคนส่วนใหญ่คิดว่าโปรแกรมมีความสวยงามของเมนู ตัวหนังสือ อยู่ในระดับ **ปานกลาง** คือ 67%

ด้านรูปแบบการทำงานโดยรวมของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

มาก = 50%

ปานกลาง = 50%

น้อย = 0%

จากการทดสอบได้พบว่าคนส่วนใหญ่คิดว่ารูปแบบการทำงานโดยรวมของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับ **ปานกลาง** คือ รูปแบบการทำงานโดยรวมอยู่ในระดับ **มาก** 50% กับ รูปแบบการทำงานโดยรวมอยู่ในระดับ **ปานกลาง** 50%

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการสอบถามการใช้งานของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญได้ข้อสรุป ดังนี้คือ

ด้านพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพอยู่ในระดับ **ปานกลาง**

ด้านระบบการช่วยเหลือ (Help Online) ของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นจัดอยู่ในระดับ **ปานกลาง**

ด้านความสวยงามของเมนู ตัวหนังสือ มีส่วนทำให้โปรแกรมน่าสนใจในการใช้งานนั้นอยู่ในระดับ **ปานกลาง**

ด้านรูปแบบการทำงานโดยรวมของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นจัดอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการประเมินผลจากผู้ให้ทั่วไปส่วนใหญ่เห็นว่า โปรแกรมมี การทำงานทั้งทางด้านของเนื้อหาความรู้ ด้านระบบการช่วยเหลือ ความสวยงามของตัวโปรแกรม และการทำงานโดยรวมของโปรแกรมนั้นจัดอยู่ในระดับปานกลาง



บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ สามารถสรุปผลการศึกษาซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ผลสรุปการศึกษา วิเคราะห์ผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมต่อไปในอนาคต โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพนั้น มีวัตถุประสงค์ในการนำเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศ มาช่วยให้คำปรึกษาเบื้องต้นต่อการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะให้คำปรึกษาในการวินิจฉัยสภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งคำแนะนำในการแก้ไขและสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งมีรายละเอียดผลสรุปการศึกษาดังนี้

5.1.1 การพัฒนาระบบ

โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถให้คำปรึกษาในการวินิจฉัยสภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย ได้มาจากการซักถามลักษณะทางกายภาพที่พบของผู้ใช้ และยังสามารถปรับปรุงส่วนของฐานความรู้ให้มีความสมบูรณ์และเหมาะสมได้ ซึ่งส่วนประกอบหลักของการใช้งานโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1) ส่วนของผู้ใช้ทั่วไป

เป็นส่วนสำหรับการใช้งานของผู้ใช้ ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้ใช้สามารถสื่อสารกับการทำงานของโปรแกรม โดย

โปรแกรมจะทำการคัดเลือกคำถาม เพื่อซักถามให้ผู้ใช้ตอบคำถาม โดยที่ลักษณะคำถามคำตอบเป็นแบบปิด ซึ่งผู้ให้จะต้องตอบคำถามจากโปรแกรม จนกระทั่งโปรแกรมรวบรวมข้อมูลต่างๆ ครบ ก็จะแสดงผลสรุปการวินิจฉัยการทำงานของระบบบำบัดให้กับผู้ใช้

สามารถสรุปผลการสังเกตทางกายภาพ ว่ากระบวนการทำงานอยู่ในสภาพที่ปกติหรือไม่

เมื่อพบปัญหาสามารถเชื่อมโยงสู่การนำเสนอรายละเอียดของปัญหา ประกอบด้วยชื่อของปัญหา สาเหตุของการเกิดปัญหา คำแนะนำในการแก้ไขปัญหานั้น

2) ส่วนของผู้ปรับปรุงระบบ

เป็นส่วนสำหรับการใช้งานของผู้ปรับปรุงระบบ ในการเพิ่มเติม หรือแก้ไขปรับปรุงความรู้ต่างๆ ในโปรแกรม โดยผู้ปรับปรุงระบบสามารถ

เพิ่ม/ลบ/แก้ไข ลักษณะทางกายภาพที่สังเกตพบจากอุปกรณ์ต่างๆ ในการบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ

เพิ่ม/ลบ/แก้ไข กฎคำถามและตัวเลือก

เพิ่ม/ลบ/แก้ไข ปัญหาและคำแนะนำ

เพิ่ม/แก้ไข รายชื่อของสาเหตุ

เพิ่ม/ลบ/แก้ไข สาเหตุของปัญหา

เพิ่ม/แก้ไข รายชื่อของแนวทางแก้ไข

เพิ่ม/ลบ/แก้ไข แนวทางแก้ไขเฉพาะสาเหตุ

ดังนั้น โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของกระบวนการการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ ที่พัฒนาขึ้นมาสามารถให้คำปรึกษาเบื้องต้นกับผู้ใช้เกี่ยวกับสภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย รวมถึงคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาและสาเหตุของการเกิดปัญหา และสามารถที่จะปรับปรุงความรู้ที่เป็นฐานความรู้ภายในโปรแกรมให้มีความเหมาะสมกับการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในโปรแกรมใหม่

5.1.2 ผลการทดสอบระบบการทำงานของโปรแกรมโดยใช้แบบสอบถาม

การทดสอบระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของกระบวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ นั้นได้ทำการทดสอบกับกลุ่มบุคคล 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งมีประสบการณ์ทางด้านระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระยะเวลาประมาณ 5 ปี กับกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป เป็นผู้มีความรู้ด้านระบบบำบัดน้ำเสียและคอมพิวเตอร์ ซึ่งกลุ่มนี้ไม่ได้เน้นประสบการณ์การทำงาน สามารถสรุปผลได้ดังนี้คือ

จากการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญนั้นส่วนใหญ่ปรากฏว่า โปรแกรมมีการทำงานทั้งทางด้านของเนื้อหาในส่วนของฐานความรู้ ด้านการวินิจฉัยปัญหา และแนวทางแก้ไขอยู่ในระดับปานกลาง

ส่วนการประเมินผลจากผู้ทั่วไปส่วนใหญ่ปรากฏว่า โปรแกรมมีการทำงานทั้งทางด้านของเนื้อหาความรู้ ด้านระบบการช่วยเหลือ ความสวยงามของตัวโปรแกรม และการทำงานโดยรวมของโปรแกรมนั้นจัดอยู่ในระดับปานกลาง

5.2 วิจัยรณผลการศึกษา

การวิจัยรณผลการศึกษา จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามลำดับขั้นตอนของการพัฒนาคือ จากโครงสร้างการออกแบบ การพัฒนาระบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 โครงสร้างการออกแบบ

○ การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในลักษณะนี้จะมุ่งเน้นการแก้ปัญหาเบื้องต้นที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์บำบัดน้ำเสีย โดยโปรแกรมจะทำหน้าที่คล้ายผู้เชี่ยวชาญ ในการให้คำปรึกษาจากลักษณะทางกายภาพที่ผู้ใช้งานสังเกตได้จากระบบบำบัด เพื่อวินิจฉัยสภาพการทำงานของระบบเบื้องต้น และให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหา พร้อมทั้งสาเหตุและข้อแก้ไขสำหรับแต่ละสาเหตุ ดังนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญนี้จึงมีความสามารถในการปรับแต่งฐานข้อมูลภายในโปรแกรมให้มีลักษณะง่ายสะดวก โดยที่ไม่จำเป็นต้องแก้ไขต้นแบบของโปรแกรมแต่อย่างใด ดังรายละเอียดดังนี้

1. การพัฒนาฐานความรู้ของโปรแกรม โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้น มีความรู้ในการวินิจฉัยสภาพการทำงานพร้อมทั้งข้อแนะนำในการแก้ไข ซึ่งความรู้ที่อยู่ภายในโปรแกรมเป็นความรู้ที่ถูกกำหนดและจำลองมาจากแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญ สามารถแก้ไข ปรับปรุง ส่วนของฐานความรู้ให้มีความทันสมัยได้ แต่ความรู้ที่เพิ่มเข้ามาภายในโปรแกรมนั้นมาจากการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม ซึ่งไม่ใช่เกิดจากการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองของโปรแกรม แต่ความรู้ที่เพิ่มเติมขึ้นมาในภายหลังก็มาจากการจำลองแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญ นั่นคือการเรียนรู้ของระบบโปรแกรมผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งต้องอาศัยการป้อนข้อมูลที่จะเป็นฐานความรู้ที่สมบูรณ์ในอนาคต

2. กลไกการตอบคำถาม โปรแกรมสามารถจัดลำดับของการซักถามลักษณะทางกายภาพที่ผู้ใช้งานสังเกตได้ โดยสร้างเป็นกฎคำถามที่มีความเชื่อมโยงกับข้อมูลอื่นๆ ภายในฐานข้อมูล และมีลำดับของการซักถามซึ่งจำลองมาจากแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลจากการซักถามผู้ใช้ โปรแกรมจะนำมาพิจารณาเพื่อบอกถึงสภาพการทำงานของระบบบำบัดในเบื้องต้น พร้อมทั้งคำแนะนำในการแก้ไขเบื้องต้น

5.2.2 การพัฒนาระบบ

เครื่องมือที่นำมาใช้พัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ คือ โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ (Interface) ต่าง ๆ รวมทั้งการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

ส่วนทางด้านการพัฒนาฐานข้อมูลนั้น ใช้ โปรแกรม Microsoft Access 97 มาช่วยในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น กฎคำถาม ปัญหา สาเหตุ และข้อแนะนำเบื้องต้นเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ การเชื่อมโยงของข้อมูลจะอาศัยคีย์ในแต่ละตาราง ดังนั้นหากผู้ใช้ต้องการปรับปรุงฐานความรู้ จึงจำเป็นต้องจำคีย์ของแต่ละข้อมูล การป้อนข้อมูลของคีย์ที่ผิดพลาดจะมีผลทำให้โปรแกรมไม่สามารถทำงานตอบสนองตามที่ผู้ปรับปรุงระบบต้องการได้

ส่วนการพัฒนา กฎคำถามนั้น ได้ใช้โปรแกรม ESIE WIN มาช่วยในการจำลองแนวการสอบถามและการเชื่อมโยงของกฎแต่ละข้อให้มีความสมบูรณ์และมีความสัมพันธ์กันแต่ละกฎคำถาม

การสร้างระบบช่วยเหลือนั้น ใช้โปรแกรม HTML Help Workshop เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโดยแต่ละส่วนของบทช่วยเหลือจะบ่งบอกถึงแนวทางการใช้งานของโปรแกรมอย่างละเอียด นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถเลือกจากโปรแกรมวิธีใช้ (หรือโดยการกด F1) ได้อีกด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ ควรจะมีการพัฒนาและปรับปรุงทางด้านต่างๆ ดังนี้

1. ในส่วนของผู้ปรับปรุงระบบ โดยเฉพาะฟอร์มการเพิ่มกฎ และฟอร์มการเลือกกฎนั้น ควรมีการพัฒนารูปแบบให้ใช้งานง่ายและเข้าใจให้ดีกว่าเดิม เพราะผู้ใช้จะสับสนการใส่ข้อมูลต่างๆ ในฟอร์มการเพิ่มกฎ และฟอร์มการเลือกกฎ

2. ในส่วนของการพัฒนาโปรแกรม โดยเฉพาะการติดต่อกับฐานข้อมูลกับตัวโปรแกรม ควรเลือกที่เป็นพื้นฐานมากที่สุด ไม่ควรเลือกตัวที่เพิ่มขึ้นมากับตัวเสริม (Service pack) เพราะจะมีปัญหาเวลาจะทำตัวโปรแกรมให้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปไฟล์ EXE เนื่องจากโปรแกรมช่วยเหลือด้านการติดตั้งโปรแกรมนั้นจะไม่มีตัวเสริม (Service pack) ติดมาพร้อมกับโปรแกรม ซึ่งทำให้เกิดปัญหาเวลาทำไฟล์การติดตั้ง

3. ผู้ใช้โปรแกรมควรมีพื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมหรือวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีส่วนช่วยให้เข้าใจรูปแบบการทำงานของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญได้อย่างรวดเร็ว
4. ในส่วนของผู้ปรับปรุงระบบในโปรแกรมนั้น ถ้ามีการพัฒนาส่วนของฐานความรู้โดยการแสดงเส้นทางของกฎคำถามคำตอบ ก็จะเป็นตัวเสริมในการสร้างความเข้าใจให้กับผู้ปรับปรุงระบบ
5. ในส่วนของการเสนอแนะแนวทางแก้ไขของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญควรมีคำตอบที่หลากหลายในการให้คำตอบกับผู้ใช้
6. สำหรับการพัฒนาโปรแกรมต่อไปในอนาคต โปรแกรมควรมีการเจาะลึกถึงการทำงานของระบบทางเครื่องกลและทางไฟฟ้า รวมทั้งชนิดรูปแบบต่างๆ ของอุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเสนอแนะแนวทางแก้ไข



รายการอ้างอิง

1. การป้องกันและแก้ไขมลพิษในเมือง. เพื่อสิ่งแวดล้อม THE GREEN 2539; 22: 57-68.
2. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ [online] Available from :
http://www.ncsdb.go.th/Interesting_menu/progress_plan9/Index.html
 [Access 2000 Mar 20].
3. Kenneth C. Laudon, Jane P. Laudon. Management information system :
 Organization and technology. 4th ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc; 1996.
4. Charles Parker, Thomas Case. Management information system: strategy and
 action. 2nd ed. Wastsonville(CA): McGraw-Hill BookCo; 1993.
5. Elaine Rich, Kevin Knight. Artificial intelligence. 2rd ed. Singapore; 1991.
6. ดร.วิลาศ ววงค์ และ บุญเจริญ ศิริเนาวกุล. ระบบผู้เชี่ยวชาญ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ :
 วีซี การพิมพ์ ;2535.
7. Richard Forsyth. Expert Systems : Principles and case studies. New York :
 Chapman and Hall ; 1984.
8. Efraim Turban. Decision support and expert systems : Management support
 systems. New York : Eastern Illinois University ; 1993.
9. ชีระ พิรุณรัตน์. DeResCo เขียนโปรแกรม ERP ไม่ใช่เรื่องยาก ตอน : ใส่สมองให้โปรแกรม.
 Windows magazine 2544; 95 : 215.
10. Deborah D. Wolfram, Teresa J. Dear, Craig S. Galbraith. Expert Systems : For
 the technical professional. United State: John Wiley & Sons, Inc; 1987.
11. James P. Ignizio. Introduction to Expert Systems: The development and
 implementation of rule-based expert systems. Singapore: McGraw-Hill
 BookCo; 1991.
12. เกียรติศักดิ์ อุดมสินโรจน์. วิศวกรรมกรรมการจัดน้ำเสีย เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มิตรนรา
 การพิมพ์ ; 2535.
13. นิमित วิสุทธีรังษีอุไร, อุษณีย์ อุยะเสถียร, ลือพล ปุณณกันต์, ชุตินธร มุลทองน้อย. การบำบัดน้ำ
 เสียและวิธีวิเคราะห์. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ : มหาวิทยาลัยมหิดล; 2533.
14. เกศินี พงษ์ศิริถิลา. ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยและการรักษาอาการอันเนื่องมาจากพิษพิษใน

- ประเทศไทย. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)] บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2539.
15. พิพัฒน์ ทองศรี. ระบบผู้เชี่ยวชาญโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจำแนกวงศ์ปลาไทย. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)] บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2543.
16. สรินดา คุณทวีทรัพย์. ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์อาหาร. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)] บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2543.
17. เรืองเดช พวงพรหม. การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการควบคุมฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรม. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)] บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2541.
18. สีนินาฏ ศรีสนั่น. การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อควบคุมการทำงานของกระบวนการตะกอนเร่ง. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)] บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2543.
19. วัชรารักษ์ สุริยาภิวัฒน์. สถิติเบื้องต้นและการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2529.
20. ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ จงจินต์ ผลประเสริฐ. ปริมาณความต้องการบุคลากรด้านการจัดการคุณภาพน้ำในประเทศไทย. การประชุมวิชาการระดับชาติ สวสท'36 เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ. กรุงเทพมหานคร : หจก. ไฟน์อาร์ต พับลิชชิง, 2536

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้โปรแกรม

ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ

1. วิธีการใช้งาน

โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นโปรแกรมที่วินิจฉัยสภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการแก้ไขเบื้องต้น นอกจากนี้ผู้ปรับปรุงระบบสามารถปรับปรุงเพิ่มเติมความรู้ให้กับโปรแกรมในภายหลังได้ โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขโครงสร้างของโปรแกรม ซึ่งแบ่งเมนูการใช้งานออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนของผู้ใช้ทั่วไป ผู้ปรับปรุงระบบ และวิธีใช้ เมื่อเปิดใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ โปรแกรมจะปรากฏหน้าจอหลัก ดังภาพ ก-1



ภาพที่ ก-1 หน้าจอหลักของโปรแกรม

สามารถแบ่งตามประเภทของการใช้งานออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. ส่วนของผู้ใช้ทั่วไป
2. ส่วนของผู้ปรับปรุงระบบ

3. ส่วนของระบบช่วยเหลือ

ส่วนของผู้ใช้ทั่วไป

เป็นส่วนที่ให้คำปรึกษาให้กับผู้ใช้ ในการสอบถามผู้ใช้จากสิ่งที่สังเกตพบจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ โปรแกรมจะทำการวินิจฉัยว่าสิ่งที่สังเกตพบนั้นได้ก่อให้เกิดปัญหากับการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียหรือไม่ รวมถึงคำแนะนำเบื้องต้นในการแก้ไขปัญหา สาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาและข้อแก้ไขสำหรับในแต่ละสาเหตุ

ส่วนของผู้ใช้ทั่วไปประกอบด้วยรายการย่อย

- รายการวินิจฉัยปัญหา
- รายการปัญหาและคำแนะนำ
- รายการ สาเหตุและข้อแนะนำ
- รายการ สรุปผลการซักถาม
- รายการเครื่องพิมพ์
- รายการ จบการทำงาน

ดังรายละเอียดการทำงานของแต่ละรายการดังนี้

รายการวินิจฉัยปัญหา

เป็นรายการที่จะรวบรวมคำตอบจากผู้ใช้ ที่ได้จากการซักถามสิ่งที่ผู้ใช้สังเกตทางกายภาพที่พบจากระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อนำมาวินิจฉัยว่าก่อให้เกิดปัญหาขึ้นกับการทำงานของกระบวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ

ผู้ใช้สามารถเข้าสู่รายการวินิจฉัยปัญหาได้ด้วย 2 วิธีคือ

1. คลิกเลือกที่เมนูบาร์ผู้ใช้ทั่วไป และเลือกรายการวินิจฉัยปัญหา
2. คลิกที่ไอคอน รูป 

โปรแกรมจะปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ ก-2



ลำดับ	รายละเอียด
2	เครื่องคิดและเครื่องบด
3	การกำจัดกากหมัก

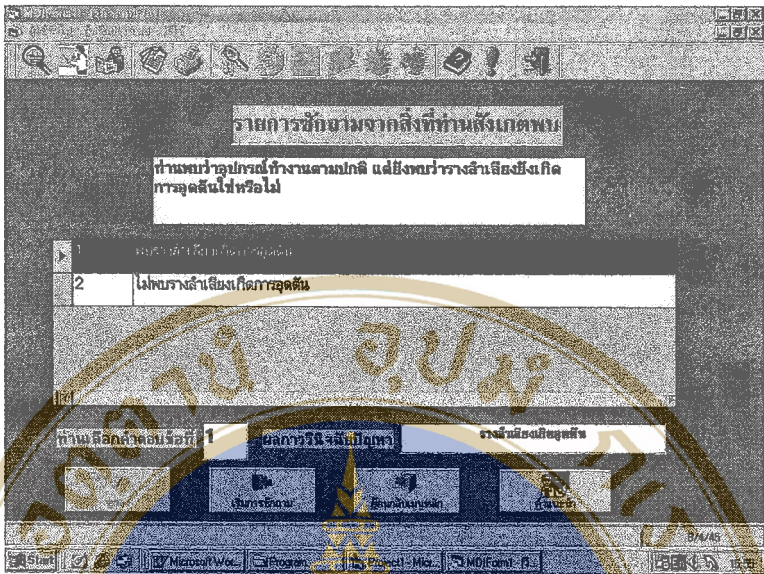
สถานะ: 1 ผลการวินิจฉัยปัญหา วิจัยปัญหา

Buttons: [ปุ่ม] [ปุ่ม] [ปุ่ม] [ปุ่ม]

Statusbar: Microsoft Word - Ap... C:\Program... \Program - Microsoft... MDIForm1 - 1.0

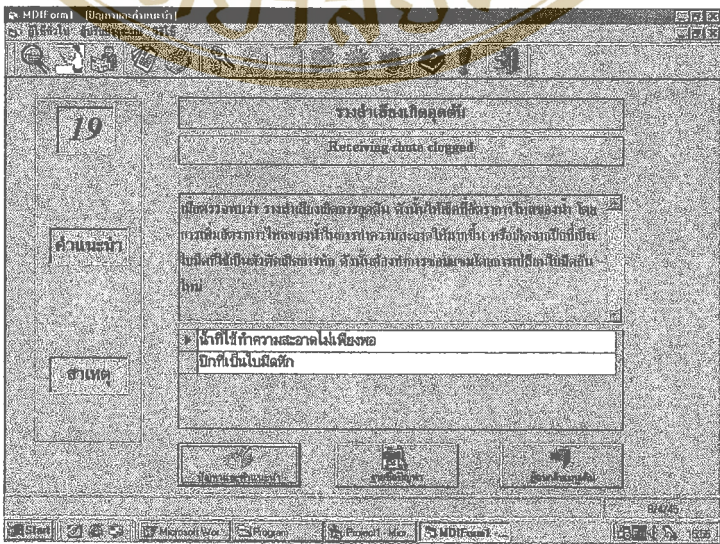
ภาพที่ ก-2 เริ่มต้นรายการซักถามสิ่งที่ใช้สังเกตพบ

ผู้ใช้งานจะต้องเลือกคำตอบ โดยการคลิกเลือกยังข้อคำตอบที่ผู้ใช้งานต้องการ เมื่อเลือกแล้วกดปุ่ม **ตกลง** เพื่อส่งข้อซักถามในลำดับต่อไป แต่หากต้องการยุติการวินิจฉัยก็ให้กดปุ่ม **ปิดแฟ้ม** โคนภายในส่วนของ **Statusbar** จะปรากฏรายละเอียดวิธีการใช้งานภายในหน้าจอดังกล่าว ซึ่งรายละเอียดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการเคลื่อนที่ของเคอร์เซอร์ จนกระทั่งหมดข้อซักถาม โปรแกรมจะทำการรวบรวมคำตอบจากผู้ใช้แล้วบอกถึงผลสรุปของการวินิจฉัย ว่าการทำงานของกระบวนการระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพอยู่ในสภาพปกติ หรือมีปัญหาเกิดขึ้นกับระบบหรือไม่ ผลของการวินิจฉัยจะปรากฏใน **TextBox** ดังภาพที่ ก-3



ภาพที่ ก-3 การแสดงผลการวินิจฉัยของโปรแกรม

จากภาพข้างต้น โปรแกรมได้ทำการวินิจฉัยว่าเกิดปัญหา รายงานการอุดตัน ขึ้นกับระบบ ผู้ใช้สามารถคลิกดูคำแนะนำสำหรับปัญหาดังกล่าวขึ้นได้ โดยคลิกที่ปุ่ม คำแนะนำ ซึ่งโปรแกรมจะทำการเชื่อมโยงสู่ปัญหาและคำแนะนำ ปราบกฏหน้าจอปัญหาและคำแนะนำขึ้น ดังภาพที่ ก-4 หากไม่ต้องการทราบคำแนะนำสามารถเลือกกดปุ่ม ปิดแฟ้ม เพื่อยุติการวินิจฉัยปัญหาหรือกดปุ่ม เริ่มการซักถาม เพื่อเริ่มการซักถามจากโปรแกรมอีกครั้งแล้วนำไปสู่การวินิจฉัยปัญหาใหม่



ภาพที่ ก-4 หน้าจอปัญหาและคำแนะนำ

หน้าจอนี้จะแสดง รายละเอียดของปัญหา ซึ่งประกอบด้วย ชื่อของปัญหาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ คำแนะนำในการแก้ไข และสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าว คำแนะนำในการแก้ไขเป็นคำแนะนำเบื้องต้นให้กับผู้ใช้ หรือผู้ใช้สามารถเลือกรายชื่อของสาเหตุที่ต้องการทราบข้อแก้ไขเฉพาะที่มีต่อสาเหตุนั้นๆ ได้ โดยการคลิกให้ขึ้นแถบคำเลือกที่รายการชื่อสาเหตุที่ต้องการทราบ โปรแกรมจะทำการเชื่อมโยงสู่ ข้อแก้ไขเฉพาะต่อสาเหตุนั้น ปรากฏดังภาพที่ ก-5



ภาพที่ ก-5 หน้าจอเมนูสาเหตุและคำแนะนำ

ภายในหน้าจอสาเหตุ/ ข้อแนะนำดังกล่าวจะปรากฏรายละเอียดของสาเหตุประกอบด้วยชื่อ และข้อแก้ไขต่อสาเหตุนั้น จากหน้าจอดังกล่าว เมื่อผู้ใช้กดปุ่มปิดแฟ้ม โปรแกรมจะย้อนกลับสู่หน้าจอที่แล้วของปัญหาและคำแนะนำ ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกรายชื่อสาเหตุอื่นของปัญหา เพื่อเชื่อมโยงถึงข้อแก้ไขเฉพาะต่อสาเหตุนั้นได้ หรือเลือกกดปุ่ม รายชื่อสาเหตุ เพื่อเลือกรายชื่อสาเหตุที่ต้องการทราบข้อแก้ไขเฉพาะ

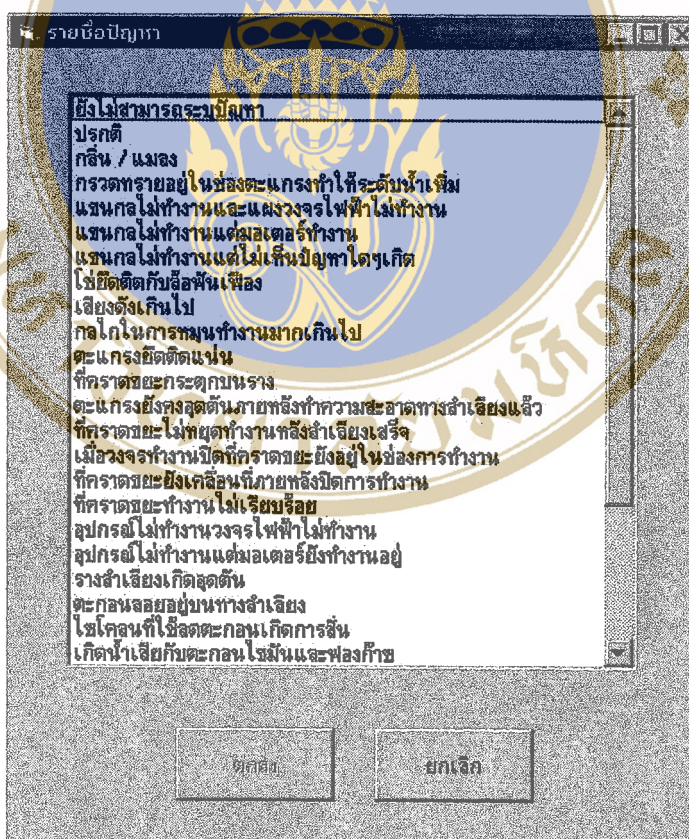
ตัวอย่าง เมื่อโปรแกรมสรุปผลการวินิจฉัยปัญหาว่า รางลำเลียงเกิดการอุดตัน ผู้ใช้กดปุ่มคำแนะนำ เพื่อทราบถึงคำแนะนำเบื้องต้น และเลือกสาเหตุ น้ำที่ใช้ทำความสะอาดไม่เพียงพอ เมื่อทราบข้อแก้ไขเบื้องต้น ดังภาพข้างต้น เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม ปิดแฟ้ม โปรแกรมจะย้อนกลับสู่หน้าจอปัญหา รางลำเลียงเกิดการอุดตัน ผู้ใช้สามารถเลือกสาเหตุอื่นๆ ที่ก่อให้เกิด รางลำเลียงเกิดการอุดตัน เพื่อทราบข้อแก้ไขเฉพาะได้ เช่น สาเหตุ ปีกที่เป็นใบมีดหัก เป็นต้น

รายการปัญหาและคำแนะนำ

รายการแสดงรายละเอียดของปัญหา คำแนะนำในการแก้ไข และสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา ผู้ใช้สามารถเข้าสู่รายการดังกล่าวด้วย 2 วิธีการ คือ

1. กดเลือกเมนูส่วนของผู้ใช้ แล้วเลือกปัญหาและคำแนะนำ
2. คลิกที่ไอคอน 

เมื่อโปรแกรมเข้าสู่รายการปัญหาและคำแนะนำ ดังภาพที่ ก-4 ผู้ใช้สามารถค้นหาปัญหา เพื่อต้องการทราบคำแนะนำสำหรับการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ โดยการคลิกที่ปุ่ม รายชื่อของปัญหา จะปรากฏหน้าจอย่อย รายชื่อของปัญหา ดังภาพที่ ก-6 ปัจจุบันมีรายชื่อปัญหาทั้งหมด 30 ปัญหา



ภาพที่ ก-6 แสดงรายชื่อของปัญหา

ที่ผู้ใช้สามารถเลือกดูรายชื่อของปัญหา แล้วคลิกเลือกปัญหา จากนั้นกดปุ่ม ตกลง โปรแกรมจะเชื่อมโยงปัญหา/คำแนะนำ และสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหานั้น ปรากฏแสดงให้ผู้ใช้ได้เห็น หรือกดปุ่ม ยกเลิก เมื่อต้องการยุติการค้นหาปัญหา นอกจากนี้หากต้องการพิมพ์รายงานปัญหาพร้อมคำแนะนำให้ผู้ใช้กดปุ่ม ปัญหาและคำแนะนำ

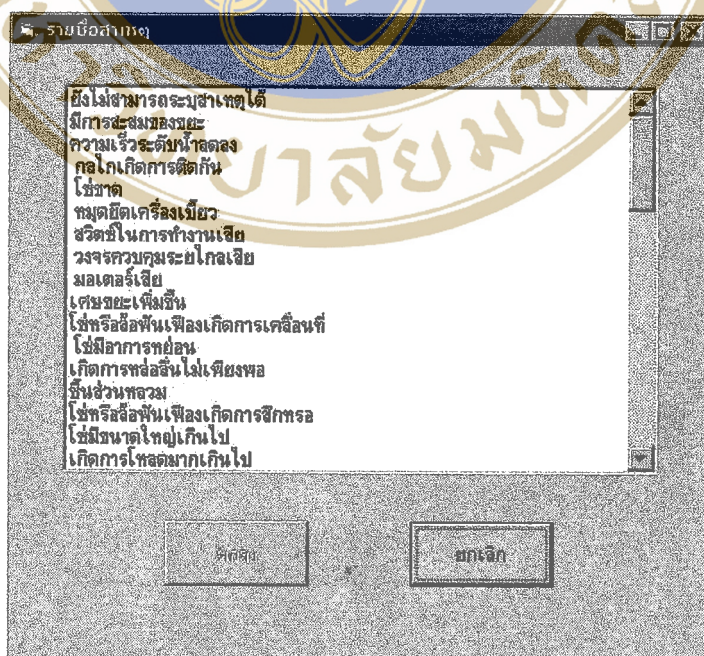
รายการสาเหตุและข้อแนะนำ

รายการแสดงสาเหตุและข้อแก้ไขสำหรับสาเหตุต่างๆ

ผู้ใช้สามารถเข้าสู่รายการสาเหตุและข้อแนะนำ ด้วย 2 วิธีการคือ

1. คลิกที่เมนูผู้ใช้ทั่วไป แล้วเลือกรายการย่อย สาเหตุและข้อแนะนำ
2. คลิกที่ไอคอน 

โปรแกรมจะเปิดหน้าจอสาเหตุและข้อแนะนำ ปรากฏแสดงดังภาพที่ ก-5 ผู้ใช้สามารถค้นหารายชื่อของสาเหตุได้ โดยการกดปุ่ม รายชื่อสาเหตุ ซึ่งจะปรากฏหน้าจอย่อยสำหรับการค้นหารายชื่อสาเหตุ ดังภาพที่ ก-7 ปัจจุบันมีรายชื่อสาเหตุทั้งหมด 57 สาเหตุ



ภาพที่ ก-7 แสดงรายชื่อของสาเหตุ

เมื่อผู้ใช้ได้รายชื่อของสาเหตุแล้ว ให้ทำการคลิกที่ชื่อของสาเหตุนั้น จากนั้นให้กดปุ่ม ตกลง เพื่อโปรแกรมจะทำการเชื่อมโยง ค้นหารายชื่อของสาเหตุนั้นพร้อมข้อแก้ไขปรากฏแสดงให้ผู้ใช้ได้ทราบ หรือหากต้องการยกเลิกค้นหาก็ให้กดปุ่ม ยกเลิก

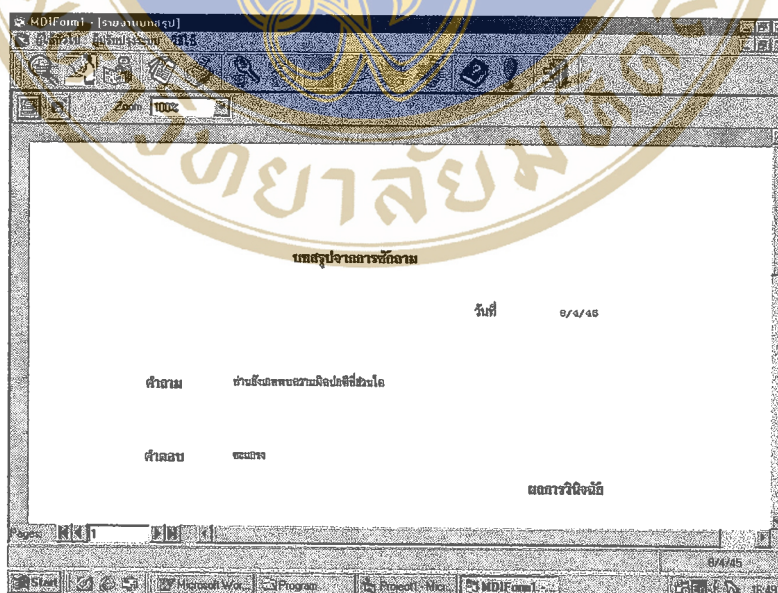
รายการ สรุปผลการซักถาม

รายการแสดงผลของการซักถามสิ่งที่ผู้ใช้สังเกตพบจากการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ พร้อมผลสรุปของการวินิจฉัยปัญหาจากโปรแกรม แสดงในรูปแบบของรายงานออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ และสามารถเลือกให้รายงานผลออกทางเครื่องพิมพ์ได้ รายการดังกล่าวจะสามารถทำงานได้ต่อเมื่อผู้ใช้ตอบข้อซักถาม และ โปรแกรมทำการสรุปผลการวินิจฉัยปัญหาเรียบร้อยแล้ว

ผู้ใช้สามารถเข้าสู่รายการ สรุปผลการซักถาม ได้ 2 วิธีคือ

1. เลือกเมนูผู้ใช้ทั่วไป เลือกรายการย่อย สรุปผลการซักถาม
2. กดที่ไอคอน 

เมื่อผู้ใช้เข้าสู่รายการจะปรากฏ หน้ากระดาษรายงาน ดังภาพที่ ก-8



ภาพที่ ก-8 รายงานสรุปผลการซักถาม

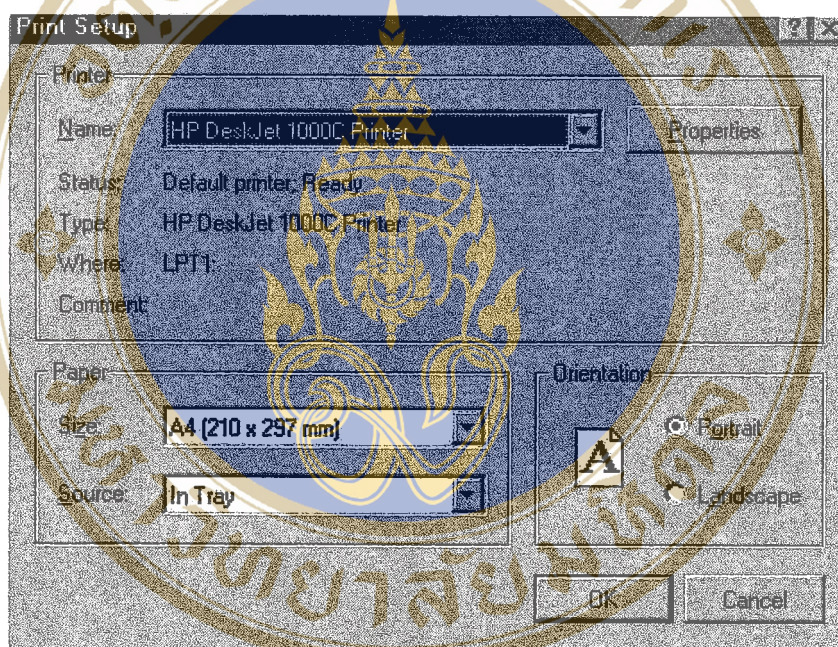
รายงานจะประกอบด้วยรายละเอียดของ วันที่พิมพ์ คำถามของโปรแกรม คำตอบจากผู้ใช้ ผลการวินิจฉัยปัญหา และหน้าที่พิมพ์ จากหน้าจอแสดง สรุปผลการซักถามของโปรแกรมกับผู้ใช้

รายการเครื่องพิมพ์

รายการแสดงลักษณะของเครื่องพิมพ์ที่ใช้ ขนาดและรูปแบบการวางกระดาษรายงาน
ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่รายการเครื่องพิมพ์ ด้วย 2 วิธีคือ

1. เลือกรายการส่วนของผู้ใช้ แล้วเลือกการย่อย เครื่องพิมพ์
2. คลิกที่ไอคอน 

หน้าจอเครื่องพิมพ์ จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ดังภาพที่ ก-9



ภาพที่ ก-9 การติดตั้งรายละเอียดของเครื่องพิมพ์

1. คุณสมบัติของเครื่องพิมพ์ แสดงสถานะ ประเภทของเครื่องพิมพ์ ลักษณะทางกราฟฟิคของเครื่องพิมพ์
2. ขนาดและแหล่งที่มาของกระดาษที่จะใช้ในการพิมพ์
3. รูปแบบของการวางกระดาษเพื่อใช้พิมพ์

ทั้ง 3 ส่วนของรายการย่อย เครื่องพิมพ์ ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปดูยังรายการต่างๆ เพื่อแก้ไขให้เหมาะสมกับการทำงานได้ เมื่อทำการปรับปรุงคุณลักษณะของเครื่องพิมพ์และกระดาษเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม OK เพื่อขึ้นขั้นตอนการเปลี่ยนรูปแบบ หรือกดปุ่ม Cancel เพื่อยกเลิกการทำรายการ เครื่องพิมพ์

รายการจบการทำงาน

เมนูยุติการทำงานของโปรแกรม

ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่รายการ จบการทำงาน เพื่อยุติการทำงานและออกจากระบบด้วย 2 วิธีคือ

1. คลิกที่เมนูผู้ใช้ทั่วไป เลือก จบการทำงาน
2. คลิกที่ไอคอน



ส่วนของผู้ปรับปรุงระบบ

เป็นส่วนที่เก็บฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีความสำคัญต่อการทำงานโปรแกรมเป็นอย่างมาก ผู้ที่จะสามารถเข้าสู่การทำงานในส่วนนี้ได้ จำเป็นต้องมีการศึกษาโครงสร้างวิธีการจัดเก็บข้อมูล และรายละเอียดของข้อมูล เพื่อให้เข้าใจ ก่อให้เกิดประโยชน์ในการปรับปรุงฐานความรู้ให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ และโปรแกรมสามารถทำงานได้สมบูรณ์หลังจากมีการเปลี่ยนแปลง

รายการย่อยในส่วนผู้ปรับปรุงระบบประกอบด้วย

- รายการ รหัสผ่าน
- รายการ เปลี่ยนรหัสผ่าน
- รายการ สร้างและแก้ไข

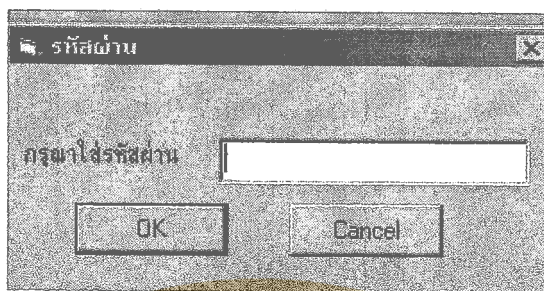
รายการรหัสผ่าน

โปรแกรมทำครีดิตรผู้ที่จะสามารถเข้าทำงานในส่วนดังกล่าวได้ โดยผู้ที่ต้องการปรับปรุงระบบจะต้องใส่รหัสผ่าน หากรหัสผ่านถูกต้องจึงจะสามารถเข้าใช้งานในส่วนดังกล่าวได้

ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่รายการ รหัสผ่านได้ วิธีคือ

1. คลิกเลือกที่เมนู ผู้ปรับปรุงระบบ แล้วเลือกรายการ รหัสผ่าน
2. คลิกที่ไอคอน

โปรแกรมจะเข้าสู่รายการรหัสผ่าน ปรากฏหน้าจอดังภาพที่ ก-10



ภาพที่ ก-10 แสดงหน้าจอการใส่รหัส

ผู้ปรับปรุงระบบจะต้องใส่รหัสผ่านลงในช่องว่าง จากนั้นให้กดปุ่ม OK ถ้ารหัสผ่านถูกต้องหน้าจอนี้จะปิดตัวเองลง และผู้ใช้จะสามารถเข้าสู่รายการแก้ไข เพื่อแก้ไขและปรับปรุงฐานความรู้ได้ แต่ถ้ารหัสผ่านไม่ถูกต้องโปรแกรมจะปรากฏกล่องข้อความแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทราบ ดังภาพที่ ก-11



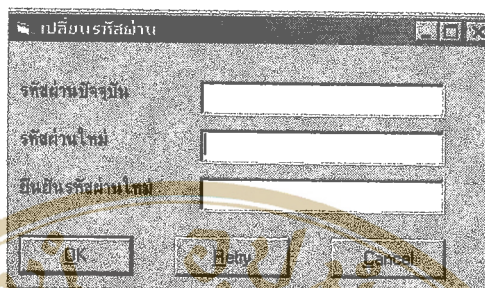
ภาพที่ ก-11 กล่องข้อความเตือนเมื่อผู้ใช้ใส่รหัสผ่านไม่ถูกต้อง

ผู้ใช้กดปุ่ม OK เพื่อรับทราบคำเตือน โปรแกรมจะย้อนกลับสู่หน้าจอรหัสผ่านอีกครั้ง ให้ผู้ใช้ใส่รหัสผ่านใหม่อีก แต่หากต้องการยกเลิกการใส่รหัสให้กดปุ่ม Cancel หมายถึงผู้ใช้ไม่สามารถเข้าทำงานในส่วนของการปรับปรุงระบบได้ (รหัสเดิมของโปรแกรมเป็น 22)

รายการ เปลี่ยนรหัสผ่าน

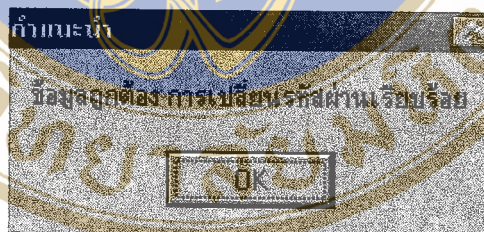
รายการที่ให้ผู้ใช้ปรับปรุงระบบสามารถแก้ไขรหัสผ่านได้ ตามความต้องการ

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถเข้าสู่รายการเปลี่ยนรหัสผ่านได้ เพียงวิธีเดียวคือ คลิกเลือกที่เมนูผู้ปรับปรุงระบบ เลือกรายการเปลี่ยนรหัสผ่าน โปรแกรมจะดึงรายการเปลี่ยนรหัสผ่าน ขึ้นปรากฏบนจอภาพที่ ก-12



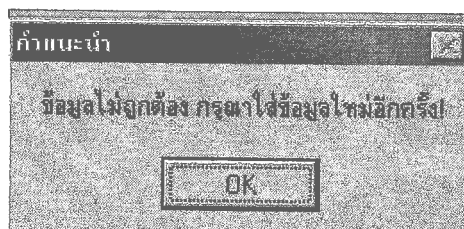
ภาพที่ ก-12 การเปลี่ยนรหัสผ่าน

ผู้ปรับปรุงระบบต้องใส่ข้อมูลให้ครบทุกช่อง นั่นคือ รหัสผ่านปัจจุบันที่ใช้อยู่ รหัสผ่านใหม่ และยืนยันรหัสผ่านใหม่นั้นอีกครั้ง รหัสผ่านใหม่ที่ใช้ต้องการเปลี่ยนจะต้องมีจำนวนไม่เกิน 10 ตัวอักษร จากนั้นกดปุ่ม OK ถ้าข้อมูลที่ผู้ปรับปรุงระบบใส่ให้กับโปรแกรมถูกต้อง โปรแกรมจะปรากฏข้อความแสดงดังภาพที่ ก-13 ให้ผู้ใช้ทราบว่า การเปลี่ยนรหัสผ่านเรียบร้อย และรหัสจะถูกเปลี่ยนเป็นรหัสผ่านใหม่ทันที



ภาพที่ ก-13 กล่องข้อความแสดงการเปลี่ยนรหัสผ่านถูกต้อง

แต่ถ้าข้อมูลที่ให้กับโปรแกรมไม่ถูกต้อง โปรแกรมจะแสดงกล่องข้อความเตือนดังภาพที่ ก-14 ถึงการผิดพลาดดังกล่าว



ภาพที่ ก-14 กล่องข้อความเตือนถึงความผิดพลาดในการเปลี่ยนรหัส

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถใส่ข้อมูลใหม่ได้ โดยการปุ่ม Retry แต่หากต้องการยุติการทำงานของรายการดังกล่าวก็ให้กดปุ่ม Cancel โปรแกรมจะยุติการเปลี่ยนรหัสผ่าน นั่นคือการเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านใหม่ไม่สำเร็จ

รายการแก้ไขและปรับปรุงกฎ

ประกอบด้วยรายการย่อย 5 รายการคือ

- รายการปรับปรุงลักษณะอาการจากสิ่งที่สังเกตพบ
- รายการปรับปรุงกฎคำถาม
- รายการปรับปรุงปัญหา และคำแนะนำ
- รายการปรับปรุงปัญหา และสาเหตุ
- รายการปรับปรุงสาเหตุและ ข้อแก้ไข

รายการปรับปรุงลักษณะอาการจากสิ่งที่สังเกตพบ

เมนูสำหรับการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพที่สังเกตพบจากระบบบำบัดน้ำเสีย แบ่งแยกได้ 3 แบบ คือ ตะแกรง เครื่องตัดและบด การกำจัดตะกอนหนัก

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถเข้าสู่รายการ ปรับปรุงลักษณะอาการฯ ได้ 2 วิธี

1. ทำรายการรหัสผ่าน จากนั้นเข้าสู่เมนูผู้ปรับปรุงระบบ เลือกรายการย่อยแก้ไขและปรับปรุงกฎ แล้วเลือกรายการย่อย อาการ
2. ทำรายการรหัสผ่าน คลิกไอคอน 

โปรแกรมเข้าสู่รายการปรับปรุงอาการ ปรากฏดังจอภาพที่ ก-15

ลำดับการสังเกต	ลักษณะการสังเกต	หมายเหตุ
1	1	ปกติ
1	2	ปกติ
1	3	ปกติ
1	4	ปกติ
1	5	ปกติ
1	6	ปกติ
1	7	ปกติ
1	8	ปกติ
1	9	ปกติ
1	10	ปกติ
1	25	ปกติ

ภาพที่ ก-15 รายการปรับปรุงอาการที่สังเกตพบ

ผู้ปรับปรุงระบบ สามารถดำเนินการปรับปรุงฐานความรู้เรื่องลักษณะทางกายภาพที่สังเกตพบได้ดังนี้

1. เลือกประเภทของอุปกรณ์ที่ทำการสังเกตจาก DataCombo Box
2. เมื่อต้องการเพิ่มลักษณะที่สังเกตพบ
 - 2.1 กดปุ่ม เพิ่มข้อมูล ใส่รายละเอียดข้อมูลลงในตาราง ประกอบด้วย
 - หมายเลขอุปกรณ์ 1 = ตะแกรง 2 = เครื่องตัดและบด 3 = การกำจัดตะกอนหนัก
 - ลำดับที่ของการสังเกต ระวังอย่าให้หมายเลขซ้ำกับของเดิมที่มีอยู่ สามารถตรวจสอบได้ โดยการเลือกที่ละถึง เพื่อดูลำดับของการสังเกตที่มีอยู่แล้ว
 - ลักษณะของการสังเกตทางกายภาพที่ค้นพบ
 - 2.2. กดปุ่ม บันทึกข้อมูล เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาใหม่
 - 2.3. กดปุ่ม ยกเลิก เมื่อต้องการยกเลิกการเพิ่มข้อมูลและย้อนกลับสู่ข้อมูลเดิม
3. เมื่อต้องการการแก้ไขข้อมูลเดิม
 - 3.1 คลิกใน Datagrid เลือกการรายการข้อมูลที่ต้องการแก้ไข
 - 3.2 แก้ไขข้อมูล

3.3 กดปุ่ม บันทึกข้อมูล หลังทำการแก้ไขเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือกดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการแก้ไขรายการ

4. เมื่อต้องการลบรายการลักษณะอาการที่สังเกตพบ

4.1 คลิกเลือกรายการของอาการที่ต้องการลบ ในDatagrid

4.2 กดปุ่ม ลบข้อมูล เพื่อยืนยันการทำรายการ

4.3 หรือ กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการทำรายการ

หมายเหตุ เนื่องด้วยการจัดเก็บข้อมูลเป็นแบบ Relation Database ข้อมูลของรายการอาการที่สังเกตพบจะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับรายการของข้อมูลกฎคำถามและคำตอบ ซึ่งนั่นคือการลบรายการอาการที่สังเกตพบจะมีผลทำให้กฎคำถาม และคำตอบที่เกี่ยวข้องกับรายการดังกล่าวถูกลบไปทันที ฉะนั้นผู้ปรับปรุงจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบเกี่ยวกับการลบรายการ เพื่อเป็นการป้องกันระบบเบื้องต้น โปรแกรมจะไม่อนุญาตให้ผู้ปรับปรุงระบบทำการลบรายการข้อมูลเดิมของโปรแกรมที่มีอยู่เดิมได้ โดยโปรแกรมจะแสดงกล่องข้อความเตือน ดังภาพที่ ก-16



ภาพที่ ก-16 กล่องข้อความเตือน ผู้ใช้ไม่สามารถลบข้อมูลได้เนื่องจากเป็นข้อมูลเดิมของระบบ

แต่ผู้ปรับปรุงจะสามารถทำการลบรายการเฉพาะที่ผู้ปรับปรุงได้ใส่เพิ่มเข้าไปภายหลังนี้ได้เท่านั้น

รายการปรับปรุงกฎคำถาม

เมนูสำหรับการปรับปรุงกฎคำถาม คำตอบและผลของการวินิจฉัย

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถเข้าสู่รายการปรับปรุงกฎคำถาม ด้วย 2 วิธีคือ

1. ทำรายการรหัสผ่าน จากนั้นเข้าสู่เมนูผู้ปรับปรุงระบบ เลือกการข้อย่อย แก้ไขและปรับปรุงกฎ แล้วเลือกรายการข้อย่อย กฎคำถาม
2. ทำรายการรหัสผ่าน คลิกไอคอน 

หน้าจอการปรับปรุงกฎคำถาม มีลักษณะดังภาพที่ ก-17

MDIForm1 - [โปรแกรมแก้ไข]

ชื่อผู้ใช้งาน:

รหัสผ่าน:

ลำดับที่ของกรมการแพทย์:
 ลำดับที่ของหน่วยงานสาธารณสุข:

ลำดับที่	จำนวน	ประเภท	รายละเอียดของอาการ	ลำดับที่ต่อไป
1	1	0	อาการ	2
1	2	0	อาการ	25
1	3	0	อาการ	25

บันทึก:

ค้นหา:

5/7/15

ภาพที่ ก-17 การปรับปรุงกฎคำถาม

ภายในหน้าจอจะประกอบด้วยรายละเอียดของ กฎคำถาม และคำตอบ

รายละเอียดของกฎคำถาม

- กฎข้อที่ หมายถึง รายละเอียดคำถาม
- รายละเอียดของกฎ หมายถึง รายละเอียดคำถาม
- ลำดับที่ของการสังเกต หมายถึง ลำดับที่ของการสังเกตที่อ้างถึงในรายการปรับปรุงลักษณะอาการ หากไม่มีลำดับที่ของการสังเกตที่ต้องการ ผู้ปรับปรุงจะต้องไปทำการเพิ่มอาการดังกล่าวที่ เมนูรายการปรับปรุงอาการก่อน
- ลักษณะทางกายภาพที่สังเกต หมายถึง รายละเอียดของอาการ ซึ่งจะต้องมีรายละเอียดตรงกับ ลำดับที่ของการสังเกตดังที่อ้างไว้ เช่น ลำดับที่ของการสังเกต เท่ากับ 1 ลักษณะทางกายภาพที่สังเกต เท่ากับ กลืน

รายละเอียดของคำตอบ

- กฎข้อที่ หมายถึง ลำดับของกฎคำถาม
- ตัวเลือกที่ หมายถึง ลำดับของตัวเลือกในกฎคำถาม
- รายละเอียดของตัวเลือก หมายถึง รายละเอียดของคำตอบ
- ลำดับกฎต่อไป หมายถึง ลำดับของกฎคำถามต่อไป ที่จะถูกดึงขึ้นมาถามเมื่อผู้ใช้เลือกคำตอบดังกล่าว หากตัวเลือกภายในกฎคำถามนี้เป็นจุดสุดท้ายของการตอบได้กับผู้ใช่ ลำดับกฎต่อไป จะเท่ากับ ศูนย์

- ปัญหาที่ หมายถึง ลำดับที่ของปัญหา ซึ่งเป็นคำตอบของการวินิจฉัย ในกรณีที่การวินิจฉัยยังไม่สิ้นสุด ปัญหาที่ จะเท่ากับ ศูนย์ หมายถึง ยังไม่สามารถระบุผลของการวินิจฉัยได้ ผู้ปรับปรุงสามารถเลือกดูลำดับที่ของปัญหาที่ต้องการได้จากเมนู ปัญหาและคำแนะนำ

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถทำรายการปรับปรุงกฎคำถาม ได้ดังรายละเอียด

1. เมื่อต้องการเพิ่มกฎคำถามใหม่

1.1 กดปุ่ม เพิ่มกฎ หน้าจอของการเพิ่มกฎคำถามใหม่จะถูกเรียกขึ้นมา ดังภาพที่

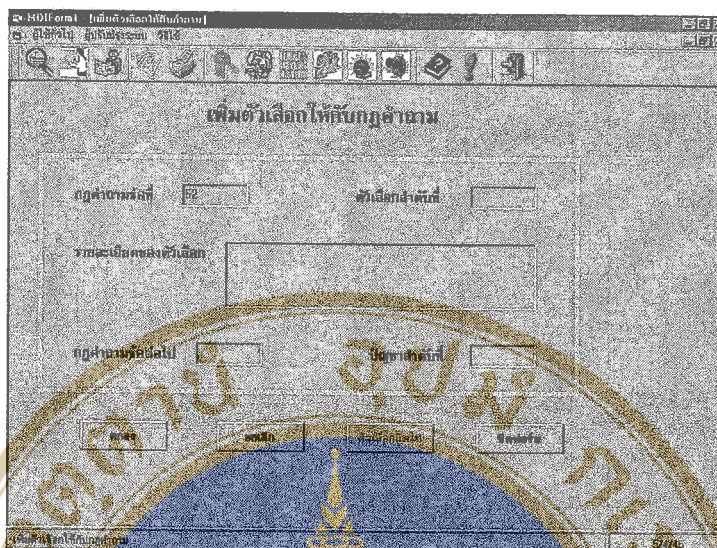
ก-18 ผู้ใช้จะต้องใส่รายละเอียดของข้อมูล ให้ครบถ้วน

ภาพที่ ก-18 การเพิ่มกฎคำถามใหม่

ประกอบด้วยกฎลำดับที่ รายละเอียดของกฎคำถาม และลักษณะทางกายภาพที่สังเกต โดยผู้ใช้สามารถเลือกได้จาก อุปกรณ์ที่ผู้ใช้สังเกต และลักษณะที่มีได้ในแต่ละอุปกรณ์ เป็นข้อมูลให้กับโปรแกรม

1.2 กดปุ่ม ตกลง เพื่อยืนยันการเพิ่มกฎคำถาม หรือ ยกเลิก เพื่อยกเลิกการทำรายการเพิ่มกฎคำถาม

1.3 เมื่อยืนยันการเพิ่มกฎคำถามแล้ว ผู้ปรับปรุงระบบสามารถเพิ่มตัวเลือกให้กับกฎคำถาม โดยการกดปุ่ม เพิ่มตัวเลือก หรือเลือกกดปุ่ม ปิดฟอร์ม เพื่อกลับสู่หน้าจอหลักของการปรับปรุงกฎคำถาม ในกรณีที่ต้องการเพิ่มตัวเลือก โดยการกดปุ่ม เพิ่มตัวเลือก หน้าจอการทำรายการเพิ่มตัวเลือกจะปรากฏดังภาพที่ ก-19



ภาพที่ ก-19 การเพิ่มตัวเลือกให้กับกฎคำถามใหม่

- 1.3.1 ผู้ปรับปรุงระบบจะต้องใส่ข้อมูลลงในทุกช่องว่าง
 - 1.3.2 กดปุ่ม ตกลง เพื่อยืนยันการเพิ่มตัวเลือก หรือกดปุ่ม ยกเลิก หากต้องการยกเลิกการทำรายการ
 - 1.3.3 กดปุ่ม ตัวเลือกถัดไป เมื่อต้องการเพิ่มตัวเลือกในลำดับต่อไปให้กับกฎคำถาม
 - 1.3.4 กดปุ่ม ปิดฟอรัม เพื่อกลับสู่หน้าจอรายการ ปรับปรุงกฎคำถาม
2. เมื่อต้องการเพิ่มตัวเลือก ให้กับกฎคำถามที่มีอยู่ภายในระบบแล้ว
 - 2.1 กดปุ่ม เพิ่มตัวเลือก ตารางของตัวเลือกจะทำการเพิ่มที่ เพื่อรองรับการกรอกข้อมูล
 - 2.2 ใส่ข้อมูลลงในช่องตารางให้ครบถ้วน
 - 2.3 กดปุ่ม แก้ไขข้อมูล เพื่อยืนยันการเพิ่มตัวเลือก
 - 2.4 กดปุ่ม ยกเลิก หากต้องการยกเลิกการทำรายการ และหน้าจอจะกลับสู่ข้อมูลหลักเริ่มต้นในกฎคำถามที่ 1
 3. เมื่อต้องการแก้ไขกฎคำถาม และคำตอบ
 - 3.1 คลิกยังส่วนของข้อมูลที่ต้องการแก้ไข
 - 3.2 กดปุ่ม แก้ไขข้อมูล เพื่อยืนยันการแก้ไขข้อมูล
 - 3.3 กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการแก้ไข
 4. เมื่อต้องการลบกฎคำถาม **

4.1 เลือกกฎคำถาม ที่ต้องการจะลบ

4.2 กดปุ่ม ลบกฎ โปรแกรมจะทำการถามอีกครั้งเพื่อยืนยันการทำงาน

5. เมื่อต้องการลบตัวเลือก **

5.1 คลิกให้เกิดแถบคำสั่งข้อของตัวเลือกที่ต้องการลบ

5.2 กดปุ่ม ลบตัวเลือก โปรแกรมจะทำการถามอีกครั้งกับผู้ปรับปรุงระบบเพื่อยืนยันการทำงาน

หมายเหตุ ** เนื่องจากการจัดเก็บข้อมูลเป็นแบบ Relational Database ตารางของกฎคำถาม คำตอบ และปัญหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน การลบกฎคำถาม หรือเลือกลบคำตอบบางข้อออก จะทำให้มีผลกระทบต่อเส้นทางการเชื่อมโยงสู่ผลการวินิจฉัย ดังนั้นการลบรายการกฎคำถามหรือคำตอบใด ผู้ปรับปรุงควรพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อเป็นการป้องกันโปรแกรมเบี่ยงต้น ผู้ปรับปรุงระบบจะไม่สามารถลบข้อมูลของกฎคำถาม แลคำตอบเดิมที่มีอยู่ก่อนหน้านี้ได้ โดยแสดงกล่องข้อความเตือนถึงการไม่อนุญาตให้กระทำการลบได้ ดังภาพที่ ก-16 แต่โปรแกรมจะอนุญาตให้ผู้ปรับปรุงระบบจะสามารถดำเนินการลบกฎคำถาม และคำตอบที่ผู้ปรับปรุงได้สร้างขึ้นในภายหลังได้เท่านั้น

6. เมื่อต้องการปิดหน้าต่างการทำงาน การปรับปรุงกฎคำถาม

6.1 กดปุ่ม ปิดฟอร์ม เพื่อกลับสู่เมนูหลัก

การแก้ไขกฎและการเชื่อมต่อของกฎ

เมื่อเรา เพิ่มกฎ และตัวเลือก ขึ้นมาใหม่

ในกรณีของ ตะแกรง ให้ทำการแก้ไข ใน รายละเอียดของคำตอบซึ่งเป็นตารางแสดง หัวข้อ

กฎ ตัวเลือกที่ ปัญหาที่ รายละเอียดของตัวเลือก ลำดับกฎต่อไป

ให้ทำการเชื่อมต่อตัวที่กฎข้อที่ 24 ตัวเลือกที่ 2 จากนั้นให้เปลี่ยนค่าของปัญหาที่ 12 ไปเป็น

ปัญหาที่ 0 และแก้ลำดับกฎต่อไปเป็น กฎที่เราได้สร้างขึ้นมาใหม่

ในกรณีของ เครื่องตัดและเครื่องบด ทำเหมือนกับในกรณีของตะแกรง แต่ให้ทำการเชื่อมต่อ

ที่ กฎข้อที่ 28 ตัวเลือกที่ 2 และแก้ลำดับกฎต่อไปเป็น กฎที่เราได้สร้างขึ้นมาใหม่

ในกรณีของ การกำจัดตะกอนหนัก ทำเหมือนกับในกรณีของตะแกรง แต่ให้ทำการเชื่อมต่อ

ที่ กฎข้อที่ 51 ตัวเลือกที่ 1 จากนั้นเปลี่ยนค่าของปัญหาที่ 30 ไปเป็นปัญหาที่ 0 และ

แก้ลำดับกฎต่อไปเป็น กฎที่เราได้สร้างขึ้นมาใหม่

รายการปรับปรุงปัญหาเชื่อมโยงคำแนะนำ

เมนูการเพิ่มเติม แก้ไข และลบ รายชื่อของปัญหา รายละเอียดของคำแนะนำในการแก้ไขปัญหา

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถเข้าสู่รายการปรับปรุงปัญหาเชื่อมโยงคำแนะนำด้วย 2 วิธีคือ

1. ทำรายการรหัสผ่าน จากนั้นเข้าสู่เมนูผู้ปรับปรุงระบบ เลือกการข้อย่อย แก้ไขและปรับปรุงกฎแล้วเลือก รายการข้อย่อย ปัญหา/คำแนะนำ
2. ทำรายการรหัสผ่าน คลิกไอคอน 

หน้าจอการปรับปรุงปัญหาเชื่อมโยงคำแนะนำ มีลักษณะดังภาพที่ ก-20



ภาพที่ ก-20 การปรับปรุงปัญหาและคำแนะนำ

ประกอบด้วยรายละเอียด

- ลำดับที่ของปัญหา หมายถึง ลำดับเลขที่ของปัญหา
- ปัญหา หมายถึง ชื่อภาษาไทยของปัญหา
- ชื่อของปัญหา/อังกฤษ หมายถึง ชื่อภาษาอังกฤษของปัญหา
- คำแนะนำในการแก้ไข หมายถึง รายละเอียดของคำแนะนำเบื้องต้นในการแก้ไข

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของรายการได้ดังนี้

1. เมื่อต้องการเพิ่มปัญหาใหม่

1.1 กดปุ่ม เพิ่มข้อมูล หน้าจอจะปรากฏช่องว่างให้ผู้ปรับปรุงได้ใส่รายละเอียด โดยจะต้องใส่ให้ครบทุกช่อง ระวางการเติมลำดับที่ของปัญหาว่าซ้ำกับปัญหาเดิมที่มีอยู่ก่อนหรือไม่

1.2 กดปุ่ม บันทึกข้อมูล เพื่อยืนยันการเพิ่มรายละเอียดของปัญหาใหม่เข้าสู่ระบบ

1.3 กดปุ่ม ยกเลิก เมื่อต้องการยกเลิกการทำรายการ

2. เมื่อต้องการแก้ไขรายละเอียดของปัญหา

2.1 เลือกลำดับที่ของปัญหา ที่ต้องการแก้ไขข้อมูล

2.2 คลิกยังส่วนที่ต้องการแก้ไข ทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลตามต้องการ

2.3 กดปุ่ม บันทึกข้อมูล เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดของปัญหา

2.4 กดปุ่ม ยกเลิก เมื่อต้องการยกเลิกการทำรายการ

3. เมื่อต้องการลบปัญหา

3.1 เลือกลำดับที่ของปัญหาที่ต้องการลบออกจากโปรแกรม

3.2 กดปุ่ม ลบข้อมูล โปรแกรมจะถามอีกครั้งเพื่อยืนยันการทำงาน แต่ผู้ปรับปรุงระบบจะไม่สามารถลบ รายละเอียดของปัญหาที่มีอยู่ของโปรแกรมได้ นอกจากรายละเอียดของปัญหาที่ผู้ปรับปรุงระบบสร้างขึ้นในภายหลัง

4. เมื่อต้องการยุติการทำรายการ

4.1 กดปุ่ม ปิดฟอร์ม เพื่อยุติการทำงานในหน้าจอ การปรับปรุงปัญหาเชื่อมโยงคำแนะนำ

รายการปรับปรุงสาเหตุ

เมนูการปรับปรุงรายชื่อของสาเหตุที่ก่อให้เกิดในแต่ละปัญหา

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถเข้าสู่รายการปรับปรุงสาเหตุด้วย 2 วิธี คือ

1. ทำรายการรหัสผ่าน จากนั้นเข้าสู่เมนูผู้ปรับปรุงระบบ เลือกรายการย่อย แก้ไขและปรับปรุงกฎ แล้วเลือกรายการย่อย ปัญหา/สาเหตุ

2. ทำรายการรหัสผ่าน คลิกไอคอน





จำนวนข้อปัญหา	จำนวนข้อสงสัย	จำนวนข้อสงสัย
6	7	253253253253253253
6	8	253253253253253253

ภาพที่ ก-21 แสดงการปรับปรุงสาเหตุของปัญหา

ภายในหน้าจอ ดังภาพที่ ก-21 รายการปรับปรุงสาเหตุ ประกอบด้วยรายละเอียด

- กรองเลือกรายชื่อของปัญหา
- ปุ่มแสดงรายละเอียดของสาเหตุที่ก่อให้เกิดให้ปัญหา
- ตารางแสดงความสัมพันธ์ของปัญหาและสาเหตุ

ลำดับที่ปัญหา หมายถึง ลำดับที่ของปัญหา ซึ่งจะต้องมีลำดับตรงกับลำดับที่ของปัญหาที่อ้างถึงในรายการปรับปรุงปัญหาเชื่อมโยงคำแนะนำ
เช่น ลำดับที่ปัญหา เท่ากับ 2

ชื่อของปัญหา เท่ากับ กลิ่น/แมลง

ลำดับที่ของสาเหตุ หมายถึง ลำดับที่ของสาเหตุ ซึ่งจะต้องมีลำดับตรงกับลำดับที่ของสาเหตุที่อ้างถึงในตารางแสดงรายละเอียดของสาเหตุ โดยผู้ปรับปรุงระบบสามารถเรียกดูรายละเอียดของสาเหตุ ได้โดยการกดปุ่ม รายละเอียดสาเหตุ

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา หมายถึง ชื่อภาษาไทยของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา
ซึ่งจะต้องมีรายละเอียดตรงกับ ลำดับที่ของสาเหตุ

เช่น ลำดับที่ของสาเหตุ เท่ากับ 1

สาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา เท่ากับ การสะสมของขยะ

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถดำเนินการทำรายการภายในหน้าจอนี้ได้ดังนี้

1. เมื่อต้องการเพิ่มสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา

1.1 กดเลือกรายชื่อปัญหา

1.2 กดปุ่ม เพิ่มข้อมูล ตารางจะทำการเพิ่มช่องว่างให้ผู้ปรับปรุงระบบได้ใส่ข้อมูล
ข้อมูลลำดับที่ของปัญหา (ต้องตรงกับชื่อของปัญหา) ข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุที่
ใส่ต้องตรงกับลำดับและรายละเอียดที่อ้างถึงในตารางแสดงรายละเอียดสาเหตุ
หากเป็นสาเหตุใหม่ที่ยังไม่เคยปรากฏใน ตารางแสดงรายละเอียดสาเหตุ จะ
ต้องทำการเพิ่มรายชื่อสาเหตุใหม่ ในตารางสาเหตุก่อน

1.3 กดปุ่ม บันทึกข้อมูล เพื่อยืนยันการเพิ่มรายชื่อสาเหตุให้กับปัญหา

1.4 กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการทำรายการเพิ่มรายชื่อของสาเหตุ

2. เมื่อต้องการลบรายชื่อสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา

2.1 กดเลือกรายชื่อปัญหา

2.2 คลิกแถบคำสั่งบนข้อมูลของสาเหตุที่ต้องการลบออกจากรฐานความรู้

2.3 กดปุ่ม ลบข้อมูล เพื่อให้โปรแกรมดำเนินการ

หากผู้ปรับปรุงระบบต้องการดูรายละเอียดของสาเหตุ สามารถให้โปรแกรมดำเนินการได้
โดยการกดปุ่ม รายละเอียดของสาเหตุ จะปรากฏหน้าจอแสดงรายละเอียดของสาเหตุดัง

ภาพ ก-22

HDIForm1 - [รวบรวมข้อมูล]

ใช้กับ: ใช้กับโปรแกรม วิโรจน์

ตารางแสดงรายละเอียดของสาเหตุ

ลำดับของสาเหตุ	ชื่อของสาเหตุ(ภาษาไทย)	ชื่อของสาเหตุ
1	มีการสะสมของอะ	Accumulate
2	ความเร็วจะเกินกำหนด	Flow velocity
3	กลไกเกิดการขัดข้อง	Jammed me
4	โซ่ขาด	Broken drive
5	พวงมาลัยชำรุด	Broken shaft
6	สลักโซ่ไม่ทำงาน	Broken link
7	วงแหวนของโซ่ชำรุด	Failed remo
8	มอเตอร์ชำรุด	Failed moto
9	เศษขยะที่ติด	Material bui
10	ใส่รหัสผิดหรือการตั้งค่าผิด	Misoperation
11	ไม่มีสายพาน	Too little ch
12	เกิดการพังทลายไม่ชัดเจน	Bad design

เพิ่มรายการ ล้าง ยกเลิก บันทึก

โปรแกรมแสดงรายละเอียดของสาเหตุในเครื่อง

5/4/45

ภาพที่ ก-22 การปรับปรุงรายละเอียดของสาเหตุ

ประกอบด้วย

ลำดับที่ของสาเหตุ หมายถึง ลำดับเลขที่ของสาเหตุ
 รายชื่อของสาเหตุ(ภาษาไทย) หมายถึง ชื่อภาษาไทยของสาเหตุ
 รายชื่อของสาเหตุ(ภาษาอังกฤษ) หมายถึง ชื่อภาษาอังกฤษของสาเหตุ

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถ

1. เพิ่มรายชื่อสาเหตุใหม่ได้ โดย
 - 1.1 กดปุ่ม เพิ่มข้อมูล ตารางจะทำการเพิ่มช่องว่างให้ผู้ปรับปรุงระบบได้เพิ่มข้อมูล
 - 1.2 กดปุ่ม บันทึกข้อมูล เพื่อยืนยันการทำรายการ
 - 1.3 กดปุ่ม ยกเลิก เมื่อต้องการยกเลิกการทำรายการ
2. แก้ไขรายละเอียดของสาเหตุ
 - 2.1 คลิกไปยังช่องรายการของข้อมูลที่ต้องการแก้ไข
 - 2.2 กดปุ่ม บันทึกข้อมูล เพื่อยืนยันการทำรายการ
 - 2.3 กดปุ่ม ยกเลิก เมื่อต้องการยกเลิกการทำรายการ
3. ปิดเพิ่มการทำงาน

กดปุ่ม ปิดฟอร์ม เพื่อยกเลิกการทำงานของหน้าจอแสดงรายละเอียดสาเหตุ และกลับสู่รายการปรับปรุงสาเหตุ

เนื่องด้วยตารางข้อมูลของสาเหตุมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับตารางปัญหา แบบ many to many ดังนั้นการอนุญาตให้ลบรายละเอียดของสาเหตุ ในหน้าจอนี้จะทำให้มีผลกระทบต่อข้อมูล

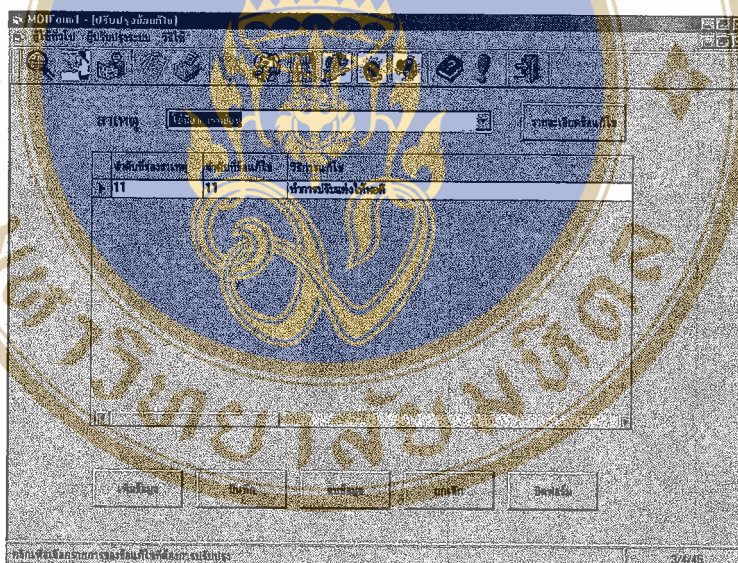
โดยรวมทั้งหมด หน้าจอแสดงรายละเอียดของสาเหตุจึงมีเพียงการอนุญาตให้เพิ่มสาเหตุใหม่ และแก้ไขข้อมูลได้เท่านั้น

รายการปรับปรุงข้อแก้ไข

เมนูการปรับปรุงรายชื่อของข้อแก้ไขสำหรับสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถเข้าสู่รายการปรับปรุงข้อแก้ไขด้วย 2 วิธีคือ

1. ทำรายการรหัสผ่าน จากนั้นเข้าสู่เมนูผู้ปรับปรุงระบบ เลือกการขอย่อย แก้ไข และปรับปรุงกฎ แล้วเลือกการขอย่อย สาเหตุ/การแก้ไข
2. ทำรายการรหัสผ่าน คลิกไอคอน 



ภาพที่ ก-23 การปรับปรุงข้อแก้ไขสำหรับสาเหตุ

ภายในหน้าจอภาพที่ ก-23 รายการปรับปรุงข้อแก้ไข ประกอบด้วยรายละเอียด

-กล่องเลือกรายชื่อสาเหตุ

-ปุ่มแสดงรายละเอียดของข้อแก้ไข

-ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและข้อแก้ไข ประกอบด้วย

-ลำดับที่ของสาเหตุ หมายถึง ลำดับที่ของสาเหตุ ซึ่งจะต้องมีลำดับตรงกับลำดับที่ของสาเหตุที่อ้างถึงในรายการปรับปรุงสาเหตุ และรายการแสดงรายละเอียดของสาเหตุ

เช่น ลำดับที่ของสาเหตุ เท่ากับ 1

ชื่อของสาเหตุ เท่ากับ มีการสะสมของขยะ

-ลำดับที่ข้อแก้ไข หมายถึง ลำดับที่ของข้อแก้ไข ซึ่งจะต้องมีลำดับตรงกับลำดับที่ของข้อแก้ไขที่อ้างถึงในตารางแสดงรายละเอียดของข้อแก้ไข โดยผู้ปรับปรุงระบบสามารถเรียกดูรายละเอียดของข้อแก้ไข ได้โดยการกดปุ่ม รายละเอียดข้อแก้ไข

-วิธีการแก้ไข หมายถึง รายละเอียดของข้อแก้ไข ซึ่งจะต้องมีรายละเอียดตรงกับลำดับที่ของข้อแก้ไข

เช่น ลำดับที่ข้อแก้ไข เท่ากับ 1

วิธีการแก้ไข เท่ากับ ให้เคลื่อนย้ายเศษขยะออกไป

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถดำเนินการทำรายการภายในหน้าจอนี้ได้ดังนี้

1. เมื่อต้องการเพิ่มข้อแก้ไขสำหรับสาเหตุ

1.1 กดเลือกรายชื่อของสาเหตุ

1.2 กดปุ่ม เพิ่มข้อมูล ตารางจะทำการเพิ่มช่องว่างให้ผู้ปรับปรุงระบบได้ใส่ข้อมูล คือ ข้อมูลลำดับที่ของสาเหตุ(ลำดับต้องตรงกับชื่อของสาเหตุ) ข้อมูลเกี่ยวกับข้อแก้ไขที่ใส่ต้องตรงกับลำดับและรายละเอียดที่อ้างถึงในตารางแสดงรายละเอียดข้อแก้ไข หากเป็นข้อแก้ไขใหม่ที่ยังไม่เคยปรากฏในตารางแสดงรายละเอียดข้อแก้ไข จะต้องทำการเพิ่มรายชื่อข้อแก้ไขใหม่ ในตารางแสดงรายละเอียดข้อแก้ไขก่อน

1.3 กดปุ่ม บันทึกข้อมูล เพื่อยืนยันการเพิ่มรายชื่อข้อแก้ไขสำหรับสาเหตุ

1.4 กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการทำรายการเพิ่มข้อแก้ไข

2. เมื่อต้องการลบรายชื่อข้อแก้ไข

2.1 กดเลือกรายชื่อสาเหตุ

2.2 คลิกแถบด้านล่างบนข้อมูลของข้อแก้ไขที่ต้องการลบออกจากฐานความรู้

2.3 กดปุ่ม ลบข้อมูล เพื่อให้โปรแกรมดำเนินการ

หากผู้ปรับปรุงระบบต้องการดูรายละเอียดของข้อแก้ไข สามารถให้โปรแกรมดำเนินการได้ โดยการกดปุ่ม รายละเอียดของข้อแก้ไข จะปรากฏหน้าจอแสดงรายละเอียดของข้อแก้ไขดังภาพที่ ก-24

ข้อแก้ไข	รายละเอียดข้อแก้ไข
1	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
2	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
3	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
4	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
5	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
6	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
7	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
8	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
9	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
10	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
11	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
12	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด
13	แก้ไขรายการแก้ไขข้อผิดพลาด

เพิ่มข้อมูล บันทึก ยกเลิก ปิดฟอร์ม

ภาพที่ ก-24 การปรับปรุงรายละเอียดข้อแก้ไข

ผู้ปรับปรุงระบบสามารถ

1. เพิ่มรายชื่อข้อแก้ไขใหม่ได้ โดย
 - 1.1 กดปุ่ม เพิ่มข้อมูล ตารางจะทำการเพิ่มช่องว่างให้ผู้ปรับปรุงระบบได้เพิ่มข้อมูล
 - 1.2 กดปุ่ม บันทึกข้อมูล เพื่อยืนยันการทำรายการ
 - 1.3 กดปุ่ม ยกเลิก เมื่อต้องการยกเลิกการทำรายการ
2. แก้ไขรายละเอียดของข้อแก้ไข
 - 2.1 คลิกไปยังช่องรายการของข้อมูลที่ต้องการแก้ไข
 - 2.2 กดปุ่ม บันทึกข้อมูล เพื่อยืนยันการทำรายการ
 - 2.3 กดปุ่ม ยกเลิก เมื่อต้องการยกเลิกการทำรายการ
3. ปิดเพิ่มการทำงาน

กดปุ่ม ปิดฟอร์ม เพื่อยกเลิกการทำงานของหน้าจอแสดงรายละเอียดสาเหตุ และกลับสู่รายการปรับปรุงสาเหตุ

เนื่องด้วยตารางข้อมูลของข้อแก้ไขมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับตารางสาเหตุแบบ many to many ดังนั้นการอนุญาตให้ลบรายละเอียดข้อแก้ไข ในหน้าจอนี้จะทำให้มีผลกระทบต่อข้อมูลโดย

รวมทั้งหมด หน้าจอแสดงรายละเอียดของข้อแก้ไขจึงมีเพียงการอนุญาตให้เพิ่มข้อแก้ไขใหม่ และแก้ไขข้อมูลได้เท่านั้น

ส่วนของระบบช่วยเหลือ

ส่วนของระบบช่วยเหลือ ประกอบด้วยรายการย่อย

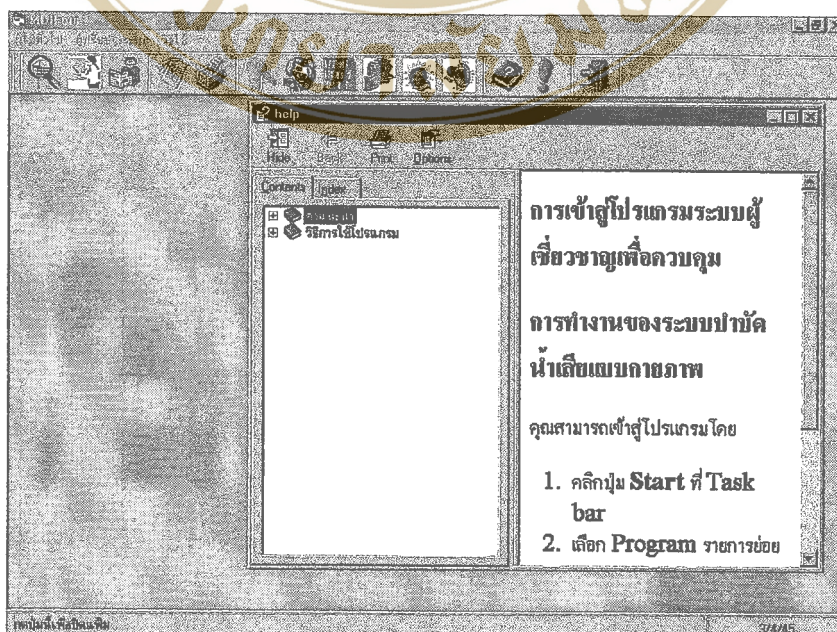
- รายการ วิธีใช้โปรแกรม
- รายการ เนื้อหา
- รายการ เกี่ยวกับโปรแกรม

รายการวิธีใช้โปรแกรม

เมนูระบบช่วยเหลือผู้ใช้ เพื่อการเข้าใจในการใช้งานโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วยรายละเอียด หน้าทีในแต่ละเมนู ส่วนประกอบของเมนู และวิธีการใช้งาน

ผู้ใช้สามารถเข้าสู่รายการวิธีใช้โปรแกรมได้ 3 วิธีคือ

1. เลือกเมนูวิธีใช้ เลือกรายการย่อย วิธีใช้โปรแกรม
2. คลิกที่ไอคอน 
3. กดปุ่ม F1



ภาพที่ ก-25 วิธีการใช้โปรแกรม

ปรากฏหน้าจอเมนูวิธีการใช้โปรแกรม ดังภาพที่ ก-25 ประกอบด้วยการใช้งานใน 2 รูปแบบคือ

1. การเรียนรู้วิธีการใช้งานโดยเลือกหัวข้อจาก TabContent
2. การเรียนรู้วิธีการใช้งานโดยใช้คำสำคัญ(Key Word) ในการค้นหาสิ่งที่ต้องการศึกษา)

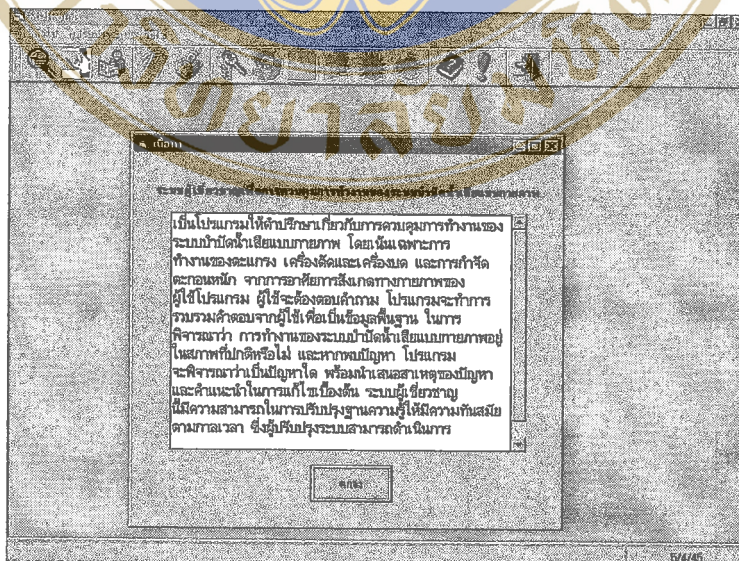
รายการเนื้อหา

เมนูแสดงรายละเอียดของเนื้อหาที่บรรจุอยู่ภายในโปรแกรม ลักษณะและหน้าที่การทำงานของโปรแกรม

ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่รายการ เนื้อหา ได้ 2 วิธีคือ

1. เลือกที่เมนู วิธีใช้ เลือกรายการย่อย เนื้อหา
2. กดปุ่ม F2

ปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ ก-26 บทนำ แสดงรายละเอียดของเนื้อหา ลักษณะและหน้าที่ของโปรแกรม หลังจากที่ใช้ รับทราบรายละเอียดแล้วให้กดปุ่ม OK เพื่อปิดหน้าจอการทำงานของเมนูเนื้อหา



ภาพที่ ก-26 แสดงรายละเอียดของเนื้อหาและขอบเขตของโปรแกรม

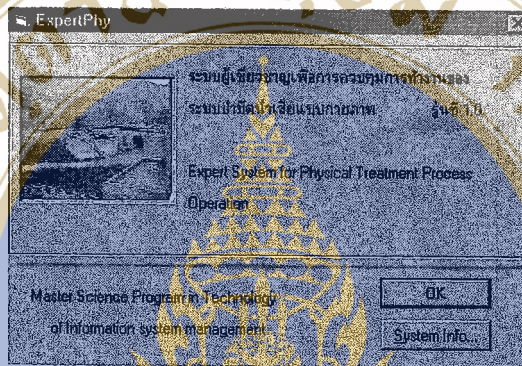
รายการเกี่ยวกับโปรแกรม

เมนูแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรม

ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ รายการเกี่ยวกับโปรแกรมได้ 2 วิธีคือ

1. เลือกเมนูวิธีใช้ เลือกรายการย่อย เกี่ยวกับโปรแกรม
2. คลิกที่ไอคอน 

ปรากฏหน้าจอแสดงรายละเอียดของโปรแกรมดังภาพที่ ก-27



ภาพที่ ก-27 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรม

หน้าจอจะประกอบด้วยรายละเอียด ชื่อของโปรแกรม ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ผู้พัฒนาโปรแกรม และสังกัด

ผู้ใช้สามารถเลือกทำการรายการ ได้ดังนี้

1. กดปุ่ม OK เมื่อรับทราบข้อมูลของโปรแกรมและ ให้เมนูเกี่ยวกับโปรแกรม ยุติการทำงาน
2. กดปุ่ม System Info เพื่อแสดงรายละเอียดของระบบ ทั้งในส่วน ฮาร์ดแวร์ องค์กรประกอบของระบบ และส่วนของซอฟต์แวร์

2. อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการใช้งานโปรแกรม

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติดังนี้

1. มีระบบปฏิบัติการ Windows 95 หรือสูงกว่า
2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ตั้งแต่ รุ่น Pentium 166 MMX ขึ้นไป
3. ขนาดเนื้อที่ว่างบน Hard Disk อย่างน้อย 34 MB
4. ความละเอียดหน้าจอ 800 x 600 pixels

3. การติดตั้งระบบ

โปรแกรมจะถูกบรรจุอยู่ในแผ่น CD จำนวน 1 แผ่น การติดตั้งระบบจะต้องทำการติดตั้งที่ C:\ ExpertPhy เท่านั้น โดยเรียกไฟล์ Setup.exe จากแผ่น CD จากนั้นระบบจะทำการติดตั้งให้ผู้ใช้งานตอบรับและยืนยันการทำงาน จนกระทั่งโปรแกรมติดตั้งเสร็จเรียบร้อย ผู้ใช้สามารถเรียกใช้งานโปรแกรมได้จาก ไอคอน ExpertPhy ที่ปรากฏอยู่บน Desktop หรือเลือกภายใต้ Program Menu ชื่อ Physical Treatment Project



ภาคผนวก ข

การสร้างกฎคำถาม

กฎคำถามเป็นส่วนที่รวบรวมแหล่งความรู้ที่ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ ดังนั้นรูปแบบของกฎคำถามจะเป็นแบบโครงสร้างต้นไม้เชื่อมโยงกันไปในแต่ละกฎคำถาม โดยมีทั้งคำถาม คำตอบ และแนวทางแก้ไข ดังนั้นผู้ปรับปรุงระบบต่อไปสามารถจะศึกษาโครงสร้างเหล่านี้เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงต่อไปในอนาคต

ตะแกรง

คำถามข้อที่ 1 ท่านพบความผิดปกติที่ส่วนใดในระบบบำบัดน้ำเสีย

A ตะแกรง

คำถามข้อที่ 2 ท่านสังเกตพบว่าบริเวณตะแกรงมีกลิ่นเหม็นและแมลงวันตอมหรือไม่

A พบ

ตอบ กลิ่น/แมลง

B ไม่พบ

คำถามข้อที่ 3 ท่านสังเกตพบว่าอัตราการไหลของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

A เปลี่ยนแปลง

คำถามข้อที่ 4 อัตราการไหลของน้ำ เพิ่มขึ้น ลดลง เท่าเดิม

A เพิ่มขึ้น

ตอบ

B เท่าเดิม

ตอบ

C ลดลง

ตอบ

B ไม่พบความเปลี่ยนแปลง



คำถามข้อที่ 5 ท่านพบว่าการทำงานของแขนกลมีสิ่งผิดปกติหรือไม่

A มี

คำถามข้อที่ 6 เมื่อท่านสังเกตพบว่าแขนกลไม่ทำงาน และเมื่อตรวจสอบวงจรไฟฟ้าพบว่าทำงานเป็นปกติหรือไม่

A ปกติ

คำถามข้อที่ 7 เมื่อตรวจสอบวงจรไฟฟ้าทำงานปกติ และส่วนการทำงานของมอเตอร์ทำงานเหมือนเดิมหรือไม่

A เหมือนเดิม

คำถามข้อที่ 8 เมื่อท่านพบว่าแขนกลไม่ทำงานแต่มอเตอร์ทำงานปกติ ท่านพบชิ้นส่วนเหล่านี้ทำงานผิดปกติหรือไม่

A ใช่

B หมุดยึดเครื่อง

C สวิตช์

D ไม่พบปัญหาใดๆ

B ไม่เหมือนเดิม

B ไม่ปกติ

B ไม่มี

คำถามข้อที่ 9 เมื่อแขนกลทำงานปกติ เวลาเดินเครื่องท่านพบว่ามีเสียงดังมากหรือไม่

A มีเสียงดัง

คำถามข้อที่ 10 เมื่อเวลาเดินเครื่องเกิดเสียงดังผิดปกติ ท่านสังเกตเห็นสิ่งผิดปกติของการทำงานของโซ่และล้อฟันเฟืองหรือไม่

A ตรวจสอบแล้วพบสิ่งผิดปกติ

คำถามข้อที่ 11 สิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นมีลักษณะอาการดังต่อไปนี้หรือไม่

A โซ่หรือล้อฟันเฟืองเคลื่อนออกนอกแกน

B โซ่มีอาการหย่อน

C โซ่หรือล้อฟันเฟืองเกิดการสึกหรอ

D โซ่มีขนาดใหญ่เกินไป

B ตรวจสอบแล้วไม่ผิดปกติ

B ไม่มีเสียงดัง

คำถามข้อที่ 12 เมื่อการเดินเครื่องเป็นปกติ ท่านสังเกตการลำเลียงวัตถุเป็นอย่างไร

A ทำงานเป็นปกติ

คำถามข้อที่ 13 ท่านสังเกตว่าการทำงานของที่คราดขยะมีสิ่งผิดปกติหรือไม่

A มี

คำถามข้อที่ 14 เมื่อพบสิ่งผิดปกติ ท่านสังเกตเห็นที่คราดขยะมีการทำงานดังต่อไปนี้

A ที่คราดขยะมีอาการกระตุก

คำถามข้อที่ 15 เมื่อพบที่คราดขยะมีอาการกระตุก ท่านพบว่าไซท์ที่ใช้ขับเคลื่อนที่คราดขยะมีปัญหาหรือไม่

A พบปัญหา

B ไม่พบปัญหา

คำถามข้อที่ 16 เมื่อท่านพบปัญหาที่คราดขยะมีอาการกระตุก ยังพบสิ่งผิดปกติว่า ทางลำเลียงแห้งหรือ ทางลำเลียงมีสิ่งสกปรก

A ทางลำเลียงนั้นแห้ง

B ทางลำเลียงมีสิ่งสกปรก (ตัวอักษรสีแดงหมายถึง กรณีนี้แยกออกเป็นประเด็น)

B ที่คราดขยะเคลื่อนที่ไม่หยุด

คำถามข้อที่ 17 ที่คราดขยะเคลื่อนที่ไม่หยุดจะเกิดขึ้นภายหลังปิดการทำงาน หรือ มีการลำเลียงวัตถุเสร็จแล้ว

A มีการลำเลียงวัตถุเสร็จแล้ว

คำถามข้อที่ 18 เนื่องจากที่คราดขยะเคลื่อนที่ไม่หยุดมีสาเหตุเกิดจากสวิตซ์ในการทำงาน ท่านสังเกตสวิตซ์ทำงานเป็นปกติหรือไม่

A ทำงานเป็นปกติ

B ไม่ทำงาน

B ภายหลังปิดการทำงาน

คำถามข้อที่ 19 เมื่อปิดการทำงานแล้ว ที่คราดขยะยังเคลื่อนที่ไม่หยุด ท่านสังเกตว่า มอเตอร์หยุดทำงาน ด้วยหรือไม่

A ไม่หยุดทำงาน

B หยุดทำงาน

C ทำงานเสร็จแล้วที่คราดขยะยังอยู่ในช่องการทำงาน

คำถามข้อที่ 20 เมื่อท่านทำงานเสร็จแล้ว แต่ที่คราดขยะยังอยู่ในช่องการทำงาน ท่านสังเกตพบว่า ลักษณะอาการผิดปกติดังต่อไปนี้หรือไม่

A โซ่ที่ใช้ขับเคลื่อนชาร์ด

B มีวัตถุขัดขวางการเคลื่อนที่ของที่คราดขยะ

D ทำงานไม่เรียบร้อย

คำถามข้อที่ 21 เมื่อที่คราดขยะ ปรากฏว่าทำงานได้ไม่เรียบร้อย ท่านสังเกตพบสิ่งผิดปกติดังต่อไปนี้หรือไม่

A แขนกลเกิดการโค้งงอ

B โซ่มีอาการหย่อน

C แขนกลเสียศูนย์ ขาดการปรับแต่ง

B ไม่มี

คำถามข้อที่ 22 ที่คราดขยะทำงานปกติ แต่ท่านสังเกตว่าตะแกรงเกิดการอุดตันหรือไม่ ภายหลังจากทำความสะอาดทางลำเลียงแล้ว

A พบ

คำถามข้อที่ 23 เมื่อท่านตรวจสอบว่าตะแกรงเกิดการอุดตัน ท่านสังเกตพบลักษณะอาการดังนี้

A ที่คราดขยะทำงานไม่เพียงพอ

B พื้นที่คราดขยะ กวาดไม่โดนส่วนของเศษขยะ

B ไม่พบ

B ทำงานผิดปกติ

คำถามข้อที่ 24 จากการที่ท่านสังเกตเห็นว่าการทำงานผิดปกติ ท่านสังเกตพบ สิ่งผิดปกติเหล่านี้หรือไม่

A มีวัตถุอยู่มากบนทางลำเลียงทำให้ทำงานหนักมากเกินไป

B ทางลำเลียง ลำเลียงไม่สะดวก เนื่องจากไม่มีการหล่อลื่น

C ทางลำเลียงวัตถุมีการเสียศูนย์

D โซ่หรือล้อฟันเฟืองเกิดการสึกกร่อน

เครื่องตัดและเครื่องบด

คำถามข้อที่ 25 ท่านสังเกตว่าเครื่องตัดและเครื่องบด ทำงานปกติดีหรือไม่

A ปกติ

คำถามข้อที่ 26 ท่านพบว่าอุปกรณ์ทำงานตามปกติ แต่ยังพบว่ารางลำเลียงยังเกิดการอุดตัน ใ้หรือไม่

A พบว่ารางลำเลียงเกิดการอุดตัน

B ไม่พบรางลำเลียงเกิดการอุดตัน

B ไม่ปกติ

คำถามข้อที่ 27 เมื่อท่านพบว่าอุปกรณ์ไม่ทำงาน ท่านยังพบว่าวงจรไฟฟ้าไม่ทำงานด้วยใช่หรือไม่

A ใช่

B ไม่ใช่

คำถามข้อที่ 28 เมื่อท่านพบว่าอุปกรณ์ไม่ทำงานและตรวจสอบพบว่า มอเตอร์ยังคงทำงาน ใ้หรือไม่

A ใช่

B ไม่ใช่

เครื่องกำจัดตะกอนหนัก

คำถามข้อที่ 29 ท่านพบตะกอนขนาดเล็ก ลอยอยู่บนทางลำเลียงหรือไม่

A พบ

คำถามข้อที่ 30 ท่านสังเกตการทำงานของตัวรวบรวมตะกอนทำงานอย่างไร

A ทำงานรวดเร็วเกินไป

B ทำงานช้าเกินไป

B ไม่พบ

คำถามข้อที่ 31 ท่านสังเกตว่าการทำงานของไซโคลนที่ใช้ลดตะกอนนั้นทำงานอย่างไร

A เกิดการสั่น

คำถามข้อที่ 32 ท่านพบสิ่งกีดขวางอยู่บนช่องทางของไซโคลน หรือไม่

A พบ

คำถามข้อที่ 33 ท่านสังเกตเห็นสิ่งกีดขวางอยู่บนช่องทางขึ้นหรือช่องทางลง

A ช่องทางขึ้น

B ช่องทางลง

B ไม่พบ

B ไม่พบการสั่น

คำถามข้อที่ 34 ท่านพบแก๊สไข่น้ำ (ไฮโดรเจนซัลไฟด์) เกิดขึ้นในห้องกำจัดตะกอน หรือไม่

A พบ

B ไม่พบ

คำถามข้อที่ 35 ท่านตรวจสอบพบตะกอนหนักจำนวนมากในห้องกำจัดตะกอนหรือไม่

A พบ

คำถามข้อที่ 36 ตะกอนหนักส่วนใหญ่จมน้ำอยู่ในห้องกำจัดตะกอนหนักใช่หรือไม่

A ใช่

B ไม่ใช่

คำถามข้อที่ 37 ท่านสังเกตพบอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านห้องกำจัดตะกอนหนักช้าลง ใช่หรือไม่

A ใช่

B ไม่ใช่

คำถามข้อที่ 38 ตะกอนหนักที่เกิดขึ้น ท่านได้ตรวจสอบว่า การทำงานของโซ่ลำเลียง ทำงานได้ปกติหรือไม่

A ปกติ

B ไม่ปกติ

B ไม่พบ

คำถามข้อที่ 39 ท่านสังเกตพบว่ามีกรล่อยของวัตถุในห้องกำจัดตะกอนหนักหรือไม่

A พบ

B ไม่พบ

คำถามข้อที่ 40 ท่านสังเกตว่าตะกอนหนักที่เคลื่อนย้ายออกมามีสีเทาและมีกลิ่นของกรดไขมัน หรือไม่

A ตรวจพบ

คำถามข้อที่ 41 ท่านสังเกตความดันในห้องไซโคลนปรับตรงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

A ตรงตามเกณฑ์

คำถามข้อที่ 42 ท่านสังเกตพบว่ามีอัตราการไหลของอากาศภายในห้องมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

A เปลี่ยนแปลง

B ไม่เปลี่ยนแปลง

คำถามข้อที่ 43 ค่าความเร็วในห้องกำจัดตะกอนมีค่าสูงหรือต่ำ

A สูง

B ต่ำ

B ไม่ตรงตามเกณฑ์

B ไม่พบ

คำถามข้อที่ 44 ท่านสังเกตพบว่าการหมุนเวียนอากาศในห้องกำจัดตะกอนหนักลดลง หรือไม่

A ลดลง

B ไม่ลดลง

คำถามข้อที่ 45 เมื่อท่านพบว่าการหมุนเวียนของอากาศปกติ แล้วท่านสังเกตว่า อัตราการฟื้นตัวของตะกอน เป็นอย่างไร

A ต่ำ

คำถามข้อที่ 46 เมื่ออัตราการฟุ้งของตะกอนต่ำ ท่านพบว่าบริเวณด้านล่างของห้องมีการฟุ้งของตะกอนหรือไม่

A เกิดการฟุ้งของตะกอน

B ไม่เกิดการฟุ้งของตะกอน

คำถามข้อที่ 47 ท่านไม่พบการเกิดการฟุ้งของตะกอน อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อัตราการฟุ้งของตะกอนต่ำ แต่ท่านตรวจพบสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้ หรือไม่

A เติมอากาศมากเกินไป

B การกักพักไม่เพียงพอ

B ปกติ

คำถามข้อที่ 48 ท่านพบน้ำล้นออกมาจากห้องกำจัดตะกอนหนัก

A พบ

B ไม่พบ

คำถามข้อที่ 49 ในห้องกำจัดตะกอนหนัก ท่านพบน้ำเสีย คราบไขมัน และฟองก๊าซ

A พบ

คำถามข้อที่ 50 จากการตรวจสอบ ท่านพบว่าสาเหตุเกิดจากสไลด์จ์ หรือการทำงานของเครื่อง

A สไลด์จ์

B เครื่องมีปัญหา

B ไม่พบ

คำถามข้อที่ 51 เมื่อทำการเคลื่อนย้าย ตะกอนหนักที่พบส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอะไร

A ตอบ

ภาคผนวก ค

เรื่อง ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
เรียน

ด้วยกระผม นายวิโรจน์ เหล่าบุศย์อนันต์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ (การจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร) คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล มีความประสงค์จะประเมินผลการทำงานของ โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพด้วยแบบสอบถามที่แนบมาด้วย เพื่อนำข้อมูลจากแบบสอบถามมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา ENIM 698 : Research M.Sc.Thesis

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิโรจน์ เหล่าบุศย์อนันต์)
ผู้วิจัย

แบบสอบถาม

ชื่อ _____ นามสกุล _____ อายุ _____ ปี
 เพศ _____ คุณวุฒิการศึกษา _____ สาขา _____
 ประสบการณ์การทำงาน _____ ปี

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

1. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อความครบถ้วนของเนื้อหาในส่วนของฐานความรู้ในโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ
 - ก. เนื้อหาครบถ้วนเหมาะสม
 - ข. บางส่วนของเนื้อหาต้องปรับปรุง
2. การทำงานของโปรแกรมในส่วนการวินิจฉัยของระบบผู้เชี่ยวชาญตรงกับแนวคิดของท่านมากน้อยเพียงใด
 - ก. มาก
 - ข. ปานกลาง
 - ค. น้อย
3. การทำงานของโปรแกรมในส่วนของแนวทางแก้ไขของระบบผู้เชี่ยวชาญตรงกับข้อเท็จจริงในทางปฏิบัติมากน้อยเพียงใด
 - ก. มาก
 - ข. ปานกลาง
 - ค. น้อย

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม (สำหรับผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย)

1. โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นมามีส่วนช่วยให้มีความเข้าใจในการดูแลระบบบำบัดเสียทางด้านกายภาพดีขึ้นหรือไม่
 - ก. มากขึ้น
 - ข. เหมือนเดิม
 - ค. น้อยลง
2. ท่านคิดว่าระบบการช่วยเหลือของโปรแกรม (Help Online) มีส่วนช่วยเหลือให้ท่านมีความเข้าใจได้มากน้อยเพียงใด
 - ก. มาก
 - ข. ปานกลาง
 - ค. น้อย
3. ท่านคิดว่าการแสดงของโปรแกรมในส่วนต่างๆ เช่น เมนู การเลือกคำถาม การตอบคำถาม ความชัดเจนและความสวยงามของตัวหนังสือ มีส่วนช่วยให้ท่านมีความสนใจในการใช้โปรแกรมได้มากน้อยเพียงใด
 - ก. มาก
 - ข. ปานกลาง
 - ค. น้อย

4. ท่านคิดว่าลักษณะและรูปแบบการทำงานโดยรวมของโปรแกรมเป็นอย่างไร

ก. ดี ข. ปานกลาง ค. น้อย

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ (ทั้งผู้เชี่ยวชาญและผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย)

1. โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนามานี้มีข้อดีและข้อเสีย ที่ท่านต้องการเสนอแนะมีอะไรบ้าง

บ้าง

2. ข้อเสนอแนะด้านอื่นๆ

The logo of Sakon Nakhon Rajabhat University is a circular emblem. It features a central blue circle containing a golden stupa-like structure with a flame-like base. This central element is surrounded by a white ring with four small floral motifs. The outermost ring is gold and contains the university's name in Thai script: 'ราชภัฏนครพนม' at the top and 'มหาวิทยาลัยนครพนม' at the bottom.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ

นายวิโรจน์ เหล่าบุศณันันต์

วัน เดือน ปีเกิด

20 มกราคม 2516

สถานที่เกิด

จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

ประวัติการศึกษา

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, พ.ศ. 2535-2539

วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2540-2545

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

(เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)

ที่อยู่

79/4-5 ถนนรามอินทรา แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน

กรุงเทพมหานคร 10220

โทร. 02-5215820

Executive Summary

EXPERT SYSTEM FOR PHYSICAL TREATMENT PROCESS OPERATION.

By Viroj Laobudanan

Abstract

The purpose of this study was to develop an expert system for personal use on physical wastewater treatment operation problem by creating knowledge base. Advising and counseling to users in the operation of wastewater treatment have been proven helpful and efficient. This study selected Screening Comminution and Grit Removal in Physical unit operations. Operators of the program were divided into 2 groups. The first one was for general users to use as a general application and the other was for developers to update the knowledge base in expert system.

The program contains knowledge base about cause of problems and solutions that occurred in screening, shredding and grinding, and grit removal. Knowledge was extracted from an expert who understand the problem solving activity and was developed into a knowledge base. The knowledge base was presented in questionnaire form and then a conclusion was made about the condition of physical treatment process operation with suggestions to user. Major Tools for development were Microsoft Access 97 and Microsoft Visual Basic 6.0.

Test expert system was divided into 2 groups : general users and human expert. Results of the expert indicated that detail in knowledge base, diagnose problem, and problem solving was in moderate level. Results of general users indicated that detail of content, help online system, attractive and overview of program was in moderate level. However, if the program was updated in developer part ,such as updating data and type of physical unit operation, it would be more complete.

1. Introduction

Presently, water pollution is increasingly impact to living standard of human life. Thailand Development Research Institute indicated that canals in Bangkok become wastewater drainage canal and flow into Chaophaya River(1). Controlling wastewater pollution is a difficult work. Besides law and regulation in controlling of wastewater, management and protection schemes are essential. Therefore, wastewater treatment projects in urban and rural were introduced

The study of Panswad and Polprasert (20) found that human resource development for water quality management in Thailand should be improved extremely. Their study presented the result of surveying and prediction of human resource requirement for water quality management in Thailand. It is found that junior technicians are highly required to operate wastewater treatment plant. In monitoring of wastewater treatment, the requirement is scientist, engineer, senior technician and junior technician respectively. From the study they recommended to resolve human resource problem by increasing in training of personal supervise of wastewater treatment plant.

Expert system is a set of programs that manipulate encoded knowledge to solve problems in a specialized domain that normally required human expertise. Development of expert system for physical treatment process operation is a path for application adds environmental problem to computer technology. This is able to solve for lack of water quality personal management. Expert system can be helpful for users to solve the complex problem that is poorly to understand and cannot be handled effectively by conventional systems.

1.2 Objectives of study

- 1) To create knowledge base of expert system to in operating physical treatment process.
- 2) To develop application of expert system for helping in decision making on physical treatment process problem.
- 3) Conduct expert system technology as device for personal learning.

1.3 Scope of study

Develop an Expert System for physical treatment operation comprises knowledge about physical treatment process such as detail of operation, observes and problem, resolve by knowledge to consist screening, shredding and grinding, and grits removal. The developed system will be used to advise in answer questions and counseling to personnel.

1.4 Benefit

- 1) An expert system given an advice to the user on physical treatment process
- 2) Knowledge and understanding in problem solving on physical treatment process to user.

2. Review of literature

Main literature review comprises:

- 1) Expert System
- 2) Physical treatment process unit
- 3) Research and document to be related

2.1 Expert System

Expert System is an applicable program that collected various knowledge from human expert to solve a specific problem using reasoning process and directly reply corrected answer to user. The way that expect system does, is similarly that the user receive an advice from the expert.

2.2 Physical treatment process unit

2.2.1 Screening

Screening is the first step in physical wastewater treatment. It used to screen out big solid waste such as, wood, leaves, or plastic bags from wastewater. This procedure takes the untreated wastewater passed through screen. It normally has clear openings smaller than 1-2 inch (25 mm) that small solid can remove from the flow wastewater. This step screen can protect pumps from damage or clog by rags and large objects.

2.2.2 Shredding and grinding

The shredding and grinding was fixed screens. The objective of this instrument is cutting and eliminating the various size of solid waste in wastewater to be a small one, and remove continuously to the wastewater treatment plant.

2.2.3 Grit Removal

Grit is the type of sand, gravel, cinders or other heavy solid materials that have high specific gravity. They may be subsided in wastewater whenever the velocities is low.

Grit will be necessary eliminated from wastewater so as to prevent problem as follows:

- 1) To protect the damage of mechanical equipment from abrasion and accompanying abnormal weir.
- 2) To reduce the formation of heavy deposits in pipelines, channels, and conduits.
- 3) To reduce the frequency of digester cleaning caused by excessive accumulations of grit.
- 4) To reduce formation of heavy deposits in reactor and settle basin.

3. Materials and Methods

Development of an expert system composed several steps as follows:

3.1 Research Step

3.1.1 Study and collect data

This step was the review of process of physical wastewater treatment, by collecting data, text and document researches. Those were composed:

- Physical treatment process unit characteristic
- Principle of physical treatment process unit
- Factor affecting operation
- Troubleshooting

Next step took all knowledge to create the knowledge base.

3.1.2 Developed an expert system

3.1.2.1 Tools

Tools to develop an expert system were composed:

Compiler application

Major tool to develop an expert system was Microsoft Visual basic 6.0.

Database application

Major tool to develop database was Microsoft Access 97.

3.1.2.2 Knowledge Base

Use data in 3.1.1 to create rule-base system. Knowledge composed cause of problem, and resolve of problem.

3.1.2.3 Diagnose

Knowledge base was created on skillful and decision of human expert to analyse operation wastewater treatment problem. If the problem occurs, the solutions are solved by the system.

3.1.2.4 Interface

This step designed interface between users and expert system for easy use and understands to users.

3.1.2.5 Test and improvement

This step is to search the defect of the program and to revise program correctly by testing. The human expert will examine detail of the program to match that real operating condition.

3.1.3 Test expert system with users

This step, users who persons have computer skill and wastewater treatment experience was questioned, using questionnaire to overview of program.

3.1.4 Assessment and prepare user's guide

This step, data from question in 3.1.3 was analyzed by using statistical method.

3.1.5 Summary and Recommendation

This step summarized result and recommendation to develop a more perfect expert system.

3.2 Equipment of experiment

3.2.1 Hardware

Microcomputer AT or Compatible

- CPU (Pentium 166 MMX)
- RAM 64 MB
- Harddisk 2.1 gigabyte

- Mouse PS/2 or Com portable
- VGA Card Ram 2 MB

Printer

3.2.2 Software

- Operation system (windows95 or windows 98)
- Microsoft Visual Basic 6.0
- Internet Explorer 5.0 and Html Help Workshop
- Microsoft Access 97

3.2.3 Questionnaire

Detail of questionnaire about overview of program, use program, understand of user to expert system.

4. Result

Developed expert system divided into 2 sections: knowledge base development, and interface part.

4.1 Knowledge base development and database system

Knowledge base in the program was collected from textbook and research document. Data was arranged in a series structure tree. Next step is creating the rule-base and the reply section. Then, insert all knowledge in tables of database.

4.1.1 Knowledge base development

Data was collected to develop knowledge which was composed physical observe characteristic, problem of advice in resolve problem and cause of problem. Data was arranged in a series hierarchical structure.

4.1.2 Database structure

Database structure is a stored data part and inference engine part. Characteristic of database type was relational. Data was collected in the form of table, which is related to other table. Designed data must follow the database structure. Microsoft Access 97 is used as a tool to develop the database.

4.1.3 Relationship

A relational table stored a collection of related entities. Therefore, tables may be treated as independent units, but independent tables within the database may be related to one another. Consequently, any change in table within the database may be effect to one another table.

4.2 User Interface

User interface was developed to communicate between user and the program. This part comprises user interface, and inference engine. Development user interface divided into 2 parts depending on the objective of uses, such as a general user and an administrator.

4.3 Assessment questionnaire about expert system

○ Assessed questionnaire of the expert system are divided into 2 groups: the first was for general users to use a general application, and the other was for human experts on operating wastewater treatment for updating the knowledge base and general application in expert system.

4.3.1 General User

General user was the person who has on knowledge on operating of wastewater treatment and computer.

Results from general users indicated that detail of content, help online system, attractive, and overview of program were in moderate level.

4.3.2 Human experts about operating wastewater treatment

The experts on operating wastewater treatment must have knowledge and experience at least 5 years in operating of physical wastewater treatment.

Results from the experts indicated that detail in knowledge base, diagnose problem and problem solving were in moderate level.

5. Conclusion and recommendation

5.1 Conclusion

Developed expert system for physical treatment process operation has achieved goal to advise and resolve problems on operating of physical wastewater treatment unit. The system is able to advise and diagnoses the operation of the physical wastewater treatment including advice in resolve and cause in wastewater treatment operation.

5.2 Discussion

Discussion was divided into 2 parts, designed structure and development of the system.

○ Designed structure

1. Knowledge was collected, defined and copied from a human expert. Developer can update knowledge base. It is the expert who is able to update new knowledge the program can not learn itself. Learning procedure of the program came from the input data of human expert.

2. Program prepared question in order as same as a human expert. Program considered physical treatment unit operation and gave suggestions to the users.

Development of the system

1. Microsoft Visual Basic 6.0 is used to develop the system, such as, user interface, and database linking.
2. To develop database use Microsoft Access 97 was used to input data.
3. ESIE WIN was used to develop rule base system.
4. HTML Help Workshop was used to create help online systems.



5.3 Recommendation

1. On the Addrule menu and Choice menu should be developed for easy use, because users confused about input data in addrule form and choice form.
2. In administrator part. If knowledge base is developed by display way of rule base, then it will help users to understand much better.
3. The connection way of questions should be added into the program
4. In further study, program should be made for mechanic and electrical section of the physical wastewater treatment.

