

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาวิธีการบำรุงรักษาของพนักงานในกองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล ซึ่งมีการถ่ายทอดความรู้จากการปฏิบัติงานจริง แต่ไม่มีการจัดทำเป็นตำราเพื่อไว้อ้างอิงหรือใช้ศึกษาทำให้องค์ความรู้ต่างๆ เหล่านี้จะสูญหายไปกับกับบุคคลเมื่อเกษียณอายุงานออกไป นอกเหนือการเรียนรู้จากการปฏิบัติแล้ว หน่วยงานยังมีการส่งพนักงานไปอบรมในหลักสูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะเน้นทฤษฎีการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่งความรู้เหล่านี้อยู่ในประเภทความรู้ชัดแจ้ง อีกทั้งเมื่อมีการหยุดซ่อมบำรุงรักษาตามวาระตามโรงไฟฟ้าต่างๆ หน่วยงานได้ส่งพนักงานเข้าร่วมเพื่อสังเกตประสบการณ์

สำหรับผลการวิจัย ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลตั้งแต่เริ่มดำเนินการวิจัยจนถึงขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งได้แยกออกเป็นหมวดหมู่เพื่อให้ง่ายต่อการสรุปผลและการนำไปประยุกต์ใช้ในการบำรุงรักษาอุปกรณ์และระบบสารสนเทศเพื่อการบำรุงรักษาดังนี้

4.1 ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูล

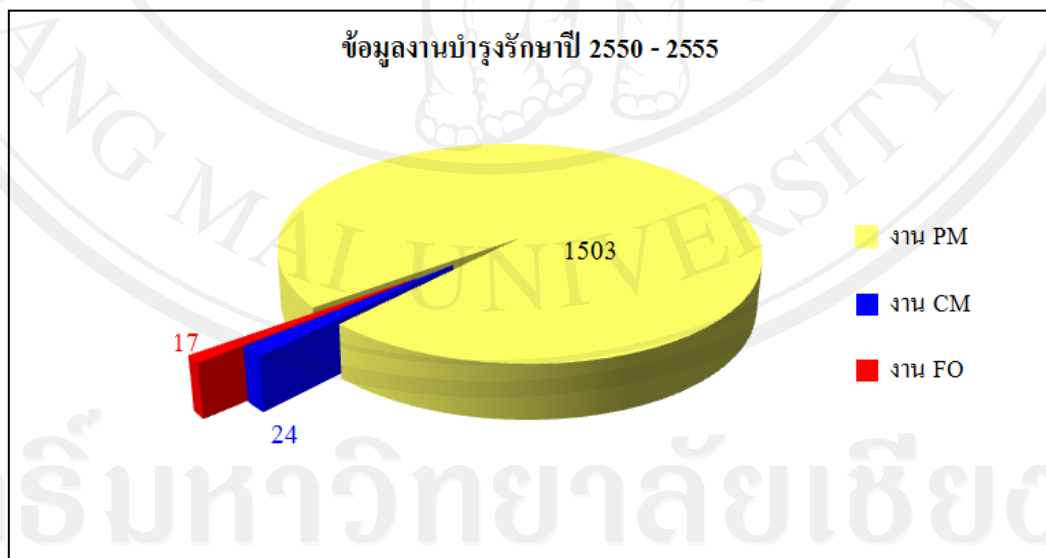
ผู้วิจัยแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าประวัติขัดข้องของอุปกรณ์จากแหล่งต่างๆ ส่วนที่สองเป็นข้อมูลจากการสัมภาษณ์และการสังเกตการทำงานโดยประวัติการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี 2550-2555 มีงานบำรุงรักษาอุปกรณ์ทั้งสิ้น 1544 รายการ โดยแบ่งเป็นงาน PM (Preventive Maintenance) จำนวน 1503 รายการ งาน CM (Corrective Maintenance) จำนวน 24 รายการ และงาน FO (Forced Outage) จำนวน 17 รายการ โดยลักษณะของการบำรุงรักษาทั้ง 3 ประเภทมีดังนี้

1. งาน PM (Preventive Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยมีการกำหนดระยะเวลาที่ชัดเจน ซึ่งรอบเวลาของการบำรุงรักษาอุปกรณ์แต่ละประเภทจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงาน ทั้งนี้ได้มีการเก็บสถิติการขัดข้องของอุปกรณ์เพื่อใช้อ้างอิงในการจัดทำแผน PM และมีการพิจารณาความเหมาะสมในทุกๆ ปี ลักษณะงานประเภทนี้จะเน้นการตรวจสอบสภาพทั่วไปโดยสังเกตจากสิ่งผิดปกติ

2. งาน CM (Corrective Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข กรณีที่อุปกรณ์เกิดการขัดข้องซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อการผลิต แต่สามารถแก้ไขโดยใช้เวลาไม่นาน โดยต้องมีการขอยุ่เครื่องเพื่อซ่อมบำรุง

3. งาน FO (Forced Outage) เป็นการบำรุงรักษาฉุกเฉินที่มีผลสืบเนื่องจากการขัดข้องของอุปกรณ์วิกฤต ซึ่งเมื่อเข้าไปตรวจสอบในเบื้องต้นแล้วพบว่าไม่สามารถแก้ไขให้สามารถกลับมาทำงานได้และต้องใช้เวลาในการซ่อมบำรุง โดยงานประเภทนี้จะส่งผลกระทบต่อแผนงานบำรุงรักษาตามวาระ ซึ่งโดยปกติจะมีการดำเนินงานทุกๆ 3 ปี หากมีงาน FO เกิดขึ้น จะทำให้มีการทบทวนแผนใหม่

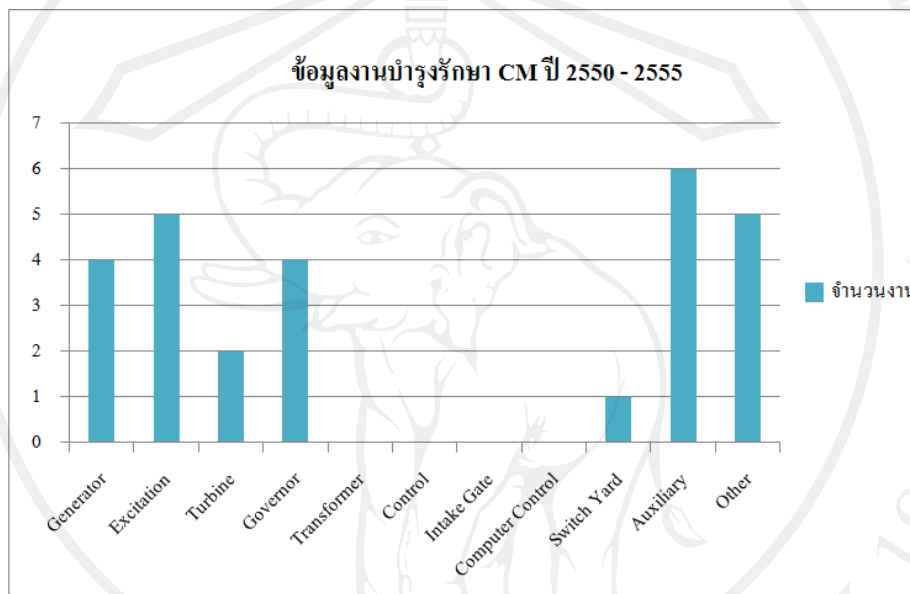
ซึ่งเมื่อพิจารณาข้อมูลการบำรุงรักษาระหว่างปี 2550 – 2555 ดังแสดงรูปที่ 4.1 จะพบว่ามีงาน PM เกิดขึ้นมากที่สุด เนื่องจากเงื่อนไขในเรื่องความพร้อมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวางแผนให้มีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ เพราะหากเกิดการขัดข้องก็จะส่งผลกระทบต่อรายได้ในส่วนของการจ่ายค่าความพร้อมจ่ายโดยคิดเป็นมูลค่าตามกำลังการผลิตติดตั้ง แผนงาน PM มีการกำหนดรอบเวลาในการตรวจสอบหลายช่วงด้วยกันได้แก่รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายปี ซึ่งแต่ละอุปกรณ์มีรอบการตรวจสอบที่แตกต่างกันซึ่งจะพิจารณาจากความถี่ของการขัดข้องและความสำคัญของอุปกรณ์ว่ามีผลกระทบต่อระบบผลิตมากน้อยเพียงใด



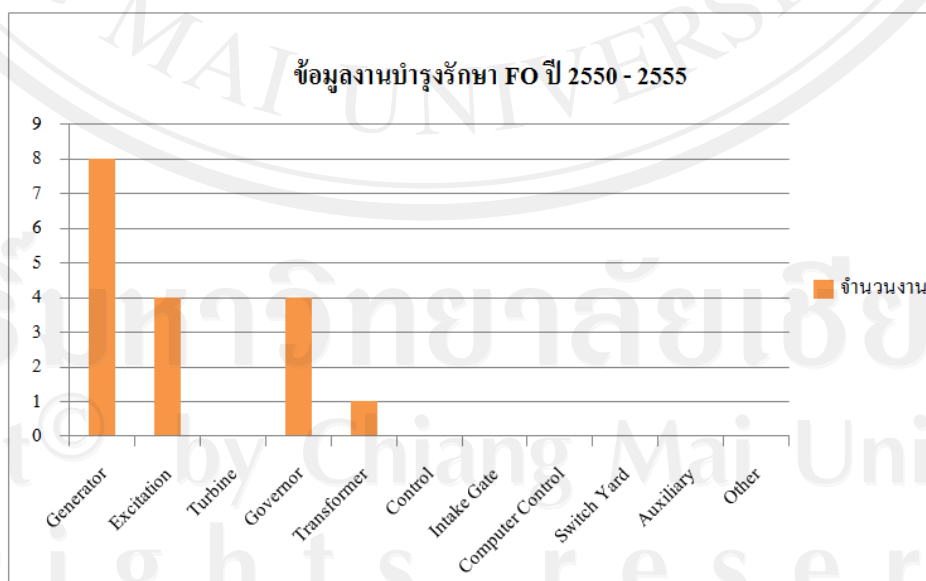
รูปที่ 4.1 ข้อมูลงานบำรุงรักษาปี 2550 – 2555

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่อโดยพิจารณางานบำรุงรักษาประเภท CM และ FO ซึ่งเมื่อพิจารณาข้อมูลตามอุปกรณ์แล้วพบว่าม้งาน CM ที่ Auxiliary มากที่สุด

รองลงมาเป็น Excitation, Turbine และ Governor ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 แต่เมื่อพิจารณา งานประเภท FO ซึ่งหากเกิดขึ้นแล้วต้องใช้เวลาในการซ่อมที่นานกว่าอีกทั้งส่งผลกระทบต่อ การผลิตในภาพรวม จะพบว่าอุปกรณ์ที่เกิดปัญหามากที่สุดคือ Excitation และ Generator ดังแสดงใน รูปที่ 4.3 ลักษณะของการขัดข้องส่วนใหญ่จะเป็นทางด้านไฟฟ้า ซึ่งมีหลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เพียงชั่วคราวโดยไม่สามารถระบุสาเหตุได้ เนื่องจากข้อมูลต่างๆอยู่ในเกณฑ์ปกติจึงไม่มีหลักฐานชี้ ชัดว่าปัจจัยใดที่ทำให้เกิดการขัดข้องขึ้น



รูปที่ 4.2 ข้อมูลงานบำรุงรักษา CM ปี 2550 – 2555



รูปที่ 4.3 ข้อมูลงานบำรุงรักษา FO ปี 2550 – 2555

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลอุปกรณ์ของโรงไฟฟ้าจากเอกสารและประวัติการซ่อมบำรุง พบว่ามีการแบ่งอุปกรณ์หลักออกเป็น 10 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การแบ่งรายการอุปกรณ์โรงไฟฟ้า

อุปกรณ์โรงไฟฟ้า	
Generator	Control
Excitation	Intake Gate
Turbine	Computer Control
Governor	Switch Yard
Transformer	Auxiliary

เมื่อได้ข้อมูลของรายการอุปกรณ์หลักแล้วผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการขัดข้องที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ซึ่งจะมีทั้งทางด้านไฟฟ้าและเครื่องกลโดยสามารถจำแนกลักษณะของการขัดข้องได้ตามตารางที่ 4.2 โดยลักษณะความเสียหายที่รวบรวมมาเป็นข้อมูลที่ใช้ร่วมกับทุกโรงไฟฟ้าแต่จะมีการปรับปรุงความหมายของความเสียหายให้สอดคล้องกับการใช้งานในโรงไฟฟ้าพลังน้ำและมีการเพิ่มเติมข้อมูลบางส่วนที่ยังไม่ครบถ้วน

ตารางที่ 4.2 รายการความเสียหายของอุปกรณ์โรงไฟฟ้า

อาการ / ความเสียหาย	ความหมาย
Short Circuiting	ลัดวงจร
Open Circuiting	เปิดวงจร
No Power / Voltage	ไม่มีไฟเข้า
Faulty Power / Voltage	กำลังไฟฟ้าหาย / แรงดันหาย
Earth / Insolation Fault	ลัดวงจรลง Ground / ฉนวนเสียหาย
Blackage / Plugged	อุดตัน
Contamination	มีสิ่งเจือปน
Misc. External Influence	ผลกระทบจากภายนอก
Control Failure	ระบบควบคุมผิดพลาด
No Signal / Indication / alarm	ไม่มีสัญญาณ
Faulty Signal / Indication / alarm	ส่งสัญญาณผิดพลาด

ตารางที่ 4.2 รายการความเสียหายของอุปกรณ์โรงไฟฟ้า (ต่อ)

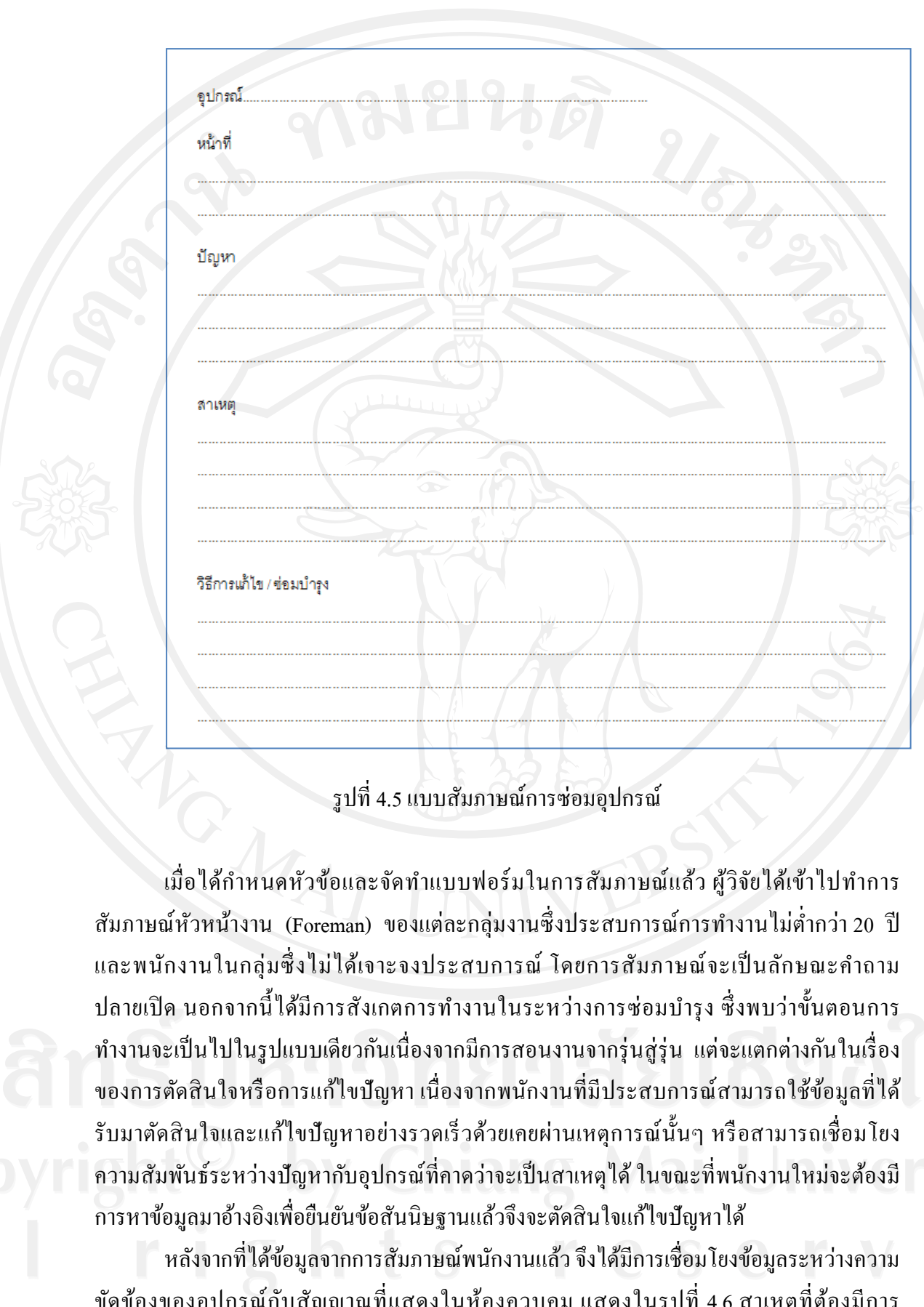
อาการ / ความเสียหาย	ความหมาย
Out of Adjustment	ไม่ได้ปรับค่า
Software Failure	ซอฟต์แวร์ขัดข้อง
Common Cause / Mode Failure	สาเหตุพื้นฐาน
Leakage	การรั่ว
Vibration	สั่นสะเทือน
Clearance / Alignment	ระยะห่าง, การวางแนว
Deformation	เปลี่ยนรูป, เสียรูป
Looseness	หลวม, คลายตัว
Sticking	ติด
General	ทั่วไป
No Cause Found	ไม่พบสาเหตุ
Combined Cause	หลายสาเหตุรวมกัน
Unknown	ไม่ทราบ
Cavitation	ฟองอากาศ / เกิดโพรง
Corrosion	การกัดกร่อน
Erosion	การกัดเซาะ
Wear	สึกหรอ
Breakage / Crack	แตก
Fatigue	ล้า
Overheat	ร้อนมากเกินไป
Burst	ระเบิด
Ratio Error / Error	อัตราส่วนผิดพลาด / ผิดพลาด
Mis-operation	ทำงานผิดพลาด
Abrasive	เสียดสี
Loudness	เสียงดัง

เมื่อได้ข้อมูลรายการของอุปกรณ์หลักและลักษณะการขัดข้องที่เกิดขึ้นแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการเชื่อมโยงข้อมูลของสองส่วนเข้าด้วยกันเพื่อชี้บ่งลักษณะของการขัดข้องที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.4

อุปกรณ์	การขัดข้อง														
	ชำรุด	ร้อน	สึก / ขาด	ไหม้	สั่น	เสียงดัง	เกิดรูพรุน	กัดกร่อน	ติด / ขัดตัว	Alignment	Clearance	Crack	แตกร้าว	เปลี่ยนรูป	Flow Low
Generator															
Jacking Oil Pump	/	/			/	/			/	/	/				
Check Valve Jacking Oil Pump	/								/			/			
Brake System	/		/						/						
Gen. Guide Bearing		/			/	/					/	/	/		
Gen. Thrust Bearing		/									/	/			
Gen. Oil Cooler	/	/					/	/							/
Gen. Air Cooler	/	/					/	/							/
Reducing Valve	/		/			/	/	/	/						/
Relief Valve	/					/	/	/	/						/
HP. Oil Lift Pump	/	/			/	/			/	/					
Check Valve Jacking Oil Pump	/								/						
Turbine															
Guide Vane	/						/	/			/	/	/	/	
Stay Vane							/	/				/			
Runner			/		/	/	/	/	/	/	/	/	/		
Spiral Case	/						/	/				/			

รูปที่ 4.4 การระบุอาการขัดข้องของอุปกรณ์

จากการที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลตามเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับรายการอุปกรณ์และการขัดข้องที่เกิดขึ้น อีกทั้งยังทำให้ทราบถึงสถิติในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่างๆ ในลำดับต่อไปผู้วิจัยได้จัดทำแบบฟอร์มสัมภาษณ์การขัดข้องของอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 โดยจะเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้แก่ รายชื่อของอุปกรณ์, การทำงาน, ปัญหาการขัดข้องของอุปกรณ์, การแก้ไข รวมทั้งข้อเสนอแนะหรือข้อจำกัดในการทำงาน ซึ่งข้อมูลที่ได้อาจมาจากเอกสารต่างๆ จะนำมาใช้ประกอบการสัมภาษณ์



อุปกรณ์	
หน้าที่	
ปัญหา	
สาเหตุ	
วิธีการแก้ไข / ช่อมบำรุง	

รูปที่ 4.5 แบบสัมภาษณ์การซ่อมอุปกรณ์

เมื่อได้กำหนดหัวข้อและจัดทำแบบฟอร์มในการสัมภาษณ์แล้ว ผู้วิจัยได้เข้าไปทำการสัมภาษณ์หัวหน้างาน (Foreman) ของแต่ละกลุ่มงานซึ่งประสบการณ์การทำงานไม่ต่ำกว่า 20 ปี และพนักงานในกลุ่มซึ่งไม่ได้เจาะจงประสบการณ์ โดยการสัมภาษณ์จะเป็นลักษณะคำถามปลายเปิด นอกจากนี้ได้มีการสังเกตการทำงานในระหว่างการซ่อมบำรุง ซึ่งพบว่าขั้นตอนการทำงานจะเป็นไปในรูปแบบเดียวกันเนื่องจากการสอนงานจากรุ่นสู่รุ่น แต่จะแตกต่างกันในเรื่องของการตัดสินใจหรือการแก้ไขปัญหา เนื่องจากพนักงานที่มีประสบการณ์สามารถใช้ข้อมูลที่ได้รับมาตัดสินใจและแก้ไขปัญหาอย่างรวดเร็วด้วยเหตุผลผ่านเหตุการณ์นั้นๆ หรือสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับอุปกรณ์ที่คาดว่าจะสาเหตุได้ ในขณะที่พนักงานใหม่จะต้องมีการหาข้อมูลมาอ้างอิงเพื่อยืนยันข้อสันนิษฐานแล้วจึงจะตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้

หลังจากที่ได้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์พนักงานแล้ว จึงได้มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างความขัดข้องของอุปกรณ์กับสัญญาณที่แสดงในห้องควบคุม แสดงในรูปที่ 4.6 สาเหตุที่ต้องมีการ

เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างกันเนื่องจากสัญญาณที่แสดงในห้องควบคุมจะเป็นสิ่งหนึ่งที่ช่วยให้พนักงานสามารถรู้ว่าอุปกรณ์ใดขัดข้อง โดยที่หน้าจอของสัญญาณมีลักษณะ ดังนี้

Generator Differential 1	Generator Overvoltage 2	Generator Neg Phase Sequence 3	Generator Minimum Earth Fault 4	Generator Stator Earth Fault 5	Generator Rotor Earth Fault 6	Dynamic Brake Overcurrent or Gen. Brk. Failure 7	Excitation Field Failure 8	Excitation Field Failure 9	Excitation Transformer Overcurrent 10	BB-1 Relay Operated 11	BB-2 Relay Operated 12
BB-3 Relay Operated 13	Protection DC/DC 1 & 2 Fault 14	Generator Guide Bearing Temp. HIGH 15	Generator Thrust Bearing Temp. HIGH 16	Generator Winding Temp. HIGH 17	Generator Rotor Temp. HIGH 18	Emergency Shutdown OPERATED 19	Emergency Stop Switch OPERATED 20	Emergency Stop Switch OPERATED 21	Mechanical Over-speed OPERATED 22	Gen. CB Air Pressure LOW 23	Gen. CB Insul. Gas Press. LOW 24
Generator Oil Pressure LOW 25	Unit CO-2 OPERATED 26	Generator Guide Bearing Temp. HIGH 27	Oil Press. Tank Oil Level LOW 28	Gen. & Turb. Shaft Vibration HIGH 29	Electronic Governor Trouble 30	Gov. Oil Reserv. Oil Level LOW 31	Intake Gate CLOSING 32	Relief Opt. Or Sudden Pressure 33	Buchholz Relay TRIP 34	Winding Temp. HIGH 35	Change Opt. Or Oil Level LOW 36
Lockout/R BB-TR 37	Transformer Differential 38	Transformer Overcurrent 39	Generator Undervoltage 40	Rotor Earth Fault 41	Excitation ALARM 42	Protection TEST 43	Switchgear PT FAULT 44	Power Supply FAULT 45	Unit Control Board MCB TRIP 46	Unit MCC Undervoltage 47	Unit MCC AC Feeder TRIP 48
Gen. Bearing Oil Standby Pump RUNNING 49	HP Oil Pump Pressure LOW 50	Generator Guide Bearing Temp. HIGH 51	Generator Thrust Bearing Temp. HIGH 52	Generator Bearing Oil Temp. HIGH 53	Generator Bearing Oil Level LOW 54	Generator Bearing Oil Flow LOW 55	Winding Temp. HIGH 56	Air Cooler CW Flow LOW 57	Generator Bearing Oil CW Flow LOW 58	Gen. & Turb. SHAFT Vibration HIGH 59	Phenol. Brake Air Pressure LOW 60
Turb. Bearing Oil Standby Pump RUNNING 61	Governor Oil Pressure LOW 62	Governor Oil Standby Pump RUNNING 63	Turbine Guide Bearing Temp. HIGH 64	Turbine Guide Bearing Oil Temp. HIGH 65	Guide Bearing Level LOW 66	Turbine Guide Bearing CW Flow LOW 67	Turbine Guide Bearing Oil Flow LOW 68	Obstruction 69	Generator CB FAULT 70	Dynamic Brake or Gen. DS FAULT 71	Gen. CB Insul. Gas Press. LOW 72
Uncomplete Start/Stop 73	Intake Gate TROUBLE 74	Unit CO-2 Undervoltage 75	Deviation HIGH 76	Control Oil Press. Tank Oil Level LOW 77	Gov. Oil Reserv. Level HIGH or LOW 78	Exc. AVR Made Manual ON 79	Unit Creep Detector OPERATED 80	Unit Sequence Detector OPERATED 81	Unit Sequence Controller TROUBLE 82	CO2 Leak 83	Sudden Pressure ALARM 84
GROUP LAMP 85	Winding or HV/LV Temp. HIGH 86	Oil Temp. Critical HIGH 87	KG1A Oil Temp. HIGH or FFB Heat DETECTED 88	KG1A Buchholz R. ALARM 89	KG1A Oil Level LOW or Rubber Bag ALARM 90	AC/DC Supply FAILURE 91		Turbine MANUAL 92	Line Charging TEST 93		PILOT LAMP 94

รูปที่ 4.6 หน้าจอควบคุมการเดินเครื่อง

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการประยุกต์ใช้หลักขั้นตอนของการจัดการความรู้ (Knowledge Management) มาใช้เพื่อจัดการความรู้เรื่องการบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ และพัฒนาระบบสารสนเทศให้เหมาะต่อการเผยแพร่และนำไปใช้งาน ซึ่งกรอบการทำงานตามหลักของการจัดการความรู้จะช่วยให้กำหนดขั้นตอนการทำงานให้มีระบบระเบียบมากขึ้น โดยเฉพาะกับงานที่เกี่ยวกับด้านการรวบรวมจัดการและเผยแพร่ความรู้

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

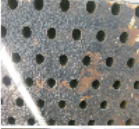
เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่างๆ มารวมกัน ทำให้ทราบว่าลักษณะการขัดข้องของอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นขณะเดินเครื่องจะเป็นอุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้า ลักษณะของการซ่อมบำรุงจะเป็นการเปลี่ยนใหม่คือเปลี่ยนอะไหล่ (Spare Part) มาใช้งานแทนเพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถเดินเครื่องได้ต่อไป หลังจากนั้นจึงนำอุปกรณ์ที่เสียมাত্রตรวจสอบว่าสามารถซ่อมแซมได้หรือไม่ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้มีการศึกษาอุปกรณ์ทางด้านเครื่องกลซึ่งจะมีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นส่วนใหญ่ โดยการทำงานของพนักงานบำรุงรักษามีการตรวจสอบอุปกรณ์ตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆจะมีเครื่องวัด (Measurement Instrument) สำหรับวัดค่าต่างๆ เช่นระดับน้ำมัน, อุณหภูมิ, ความดัน เป็นต้น จึงทำให้สามารถรู้สถานะของอุปกรณ์ได้ อีกทั้งยังมีจอควบคุมที่อยู่ในห้องควบคุมการเดินเครื่องซึ่งจะแสดงสถานะของอุปกรณ์และส่งสัญญาณเตือนเพื่อแจ้งการ

จัดซื้อของอุปกรณ์ นอกจากการตรวจสอบสถานะจากเครื่องมือวัดแล้วยังมีการใช้การสัมผัส การฟัง และกลิ่นที่ผิดปกติ โดยในบางอุปกรณ์จะมีการตรวจสอบการทำงานทุกวันเพื่อเตรียมความพร้อมของเครื่อง

นอกเหนือจากงาน PM แล้วข้อมูลที่ผู้วิจัยได้รับจากการสัมภาษณ์คือการทำงานช่วงหยุดซ่อมตามวาระ ซึ่งจะมีการถอดอุปกรณ์ออกมาตรวจสอบ จากการสัมภาษณ์พบว่าลักษณะการทำงานของหัวหน้างานและพนักงานใหม่มีความคล้ายคลึงกัน เนื่องจากการสอนงานจากรุ่นสู่รุ่นแต่มีบางกรณีที่พนักงานใหม่เสนอให้มีการปรับขั้นตอนทำงานซึ่งได้มีการทดลองปฏิบัติและเปรียบเทียบผลของการทำงานสุดท้ายจึงได้วิธีที่ดีที่สุด เมื่อสังเกตการทำงานจะพบว่าหัวหน้างานจะให้พนักงานใหม่ทำงานร่วมกับรุ่นพี่ที่มีประสบการณ์ โดยหัวหน้างานจะคอยแนะนำและให้ความช่วยเหลือ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการซ่อมของหัวหน้างานและพนักงานที่มีประสบการณ์จะใช้นเวลาน้อยกว่าเนื่องจากสามารถตัดสินใจในการแก้ปัญหาเบื้องต้นได้ดีกว่าเนื่องจากสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์แต่ละตัวรวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ที่เป็นสาเหตุของปัญหานั้นได้เป็นอย่างดี

4.3 การสรุปผลความรู้

หลังจากได้รวบรวมข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้มีการเรียบเรียงและจัดลำดับของข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้โดยมีการระบุรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นชื่อของอุปกรณ์หลักและอุปกรณ์ย่อย, หน้าที่การทำงานของอุปกรณ์นั้นโดยเน้นการอธิบายที่สรุปให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่าย, อาการเสียหรือการขัดข้องที่เกิดขึ้นหรือพบเจอบ่อยครั้ง, วิธีการซ่อมอุปกรณ์ตามอาการเพื่อให้สามารถกลับมาใช้งานได้เช่นเดิม, ขั้นตอนการดำเนินงาน, ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน, กำลังคน, ข้อเสนอแนะหรือข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน, รูปภาพของอุปกรณ์ในสภาพปกติและสภาพที่ผิดปกติ นอกจากนี้ยังสามารถแนบเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นแบบ (Drawing) หรือคลิปวิดีโอต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.7

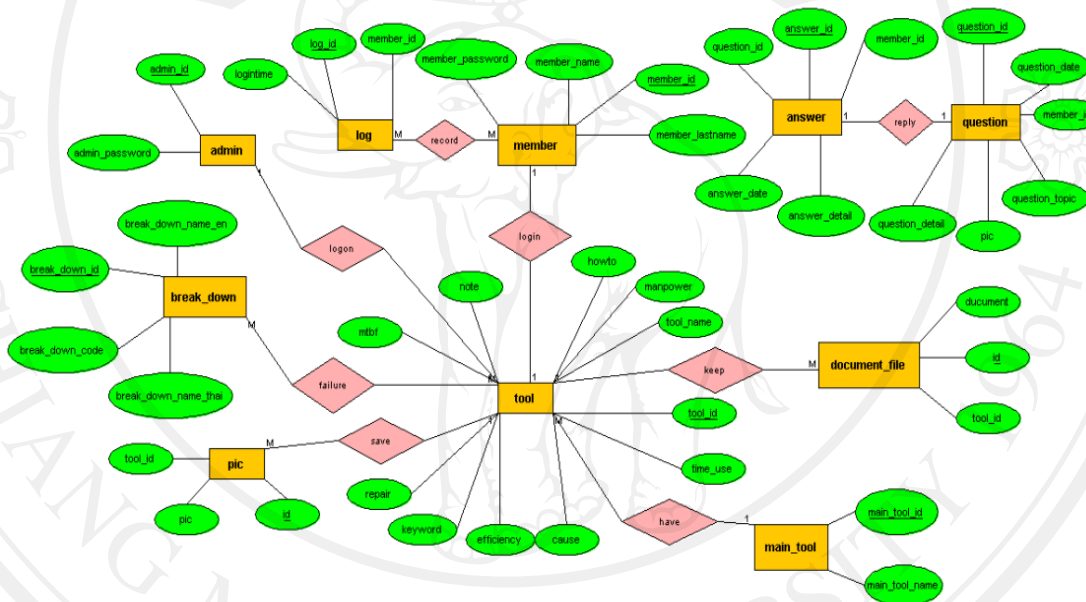
อุปกรณ์หลัก :	Generator
อุปกรณ์ย่อย :	Gen. Air Cooler
หน้าที่การทำงาน :	มีหน้าที่ระบายความร้อนของขดลวด Stator ของ Generator ซึ่งในขณะทำการผลิตกระแสไฟฟ้า ตามหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อหมุน Rotor ต่อกับ Stator จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องติดตั้ง Generator Air Cooler เพื่อรักษาอุณหภูมิของขดลวดโดยใช้น้ำหล่อเย็นเป็นตัวดึงความร้อนออกจากลมร้อน
อาการ/การขัดข้อง :	EX01 Blackage / Plugged : ลุดตัน
คำค้น :	ลุดตัน Generator Air Cooler CW Flow Low (57),
สาเหตุ :	การสะสมของตะกอนที่มากับน้ำ
วิธีการแก้ไข	ใช้แปรงลวดทำความสะอาด
ขั้นตอนการแก้ไข	1. ถอดฝาออก 2. ใช้แปรงทำความสะอาด โดยทำความสะอาดจากด้านล่างก่อน เพื่อง่ายต่อการทำความสะอาด 3. ล้างด้วยน้ำเปล่า 4. ใช้ลมเป่าจนแห้ง
ประสิทธิภาพ :	90
กำลังคน :	6
เวลาในการซ่อม :	2 ชั่วโมง
หมายเหตุ :	เวลาทำงานต่อ 1 ตัว
เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย :	3 ปี
รูปภาพสภาพปกติ :	
รูปภาพสภาพผิดปกติ :	
เอกสารแนบ :	Browse... Browse... Browse... Browse... Browse...
บันทึกข้อมูล	

รูปที่ 4.7 รายละเอียดการซ่อมบำรุงอุปกรณ์

4.4 จัดทำองค์ความรู้

การออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) โดยทั่วไปแล้วจะเริ่มต้นด้วยการสร้างอ็อร์ไดอะแกรม (Entity – Relationship: ER Diagram) โดยนำรายละเอียดที่รวบรวมได้จากความต้องการของผู้ใช้มาทำการวิเคราะห์และนำข้อมูลที่ได้มาสร้าง ER Diagram จากนั้นจึงทำการเปลี่ยนให้เป็นโครงสร้างแบบรีเลชัน (Relational Schemes) ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปแบบของตาราง

เมื่อได้ข้อมูลที่ครบถ้วนแล้วจึงมีการกำหนดเอนทิตี (Entity) ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสารสนเทศงานบำรุงรักษาทั้งหมดมาสร้างเป็น ER Diagram ได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ER Diagram ระบบสารสนเทศงานบำรุงรักษา

ER Diagram แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละเอนทิตี โดยเอนทิตีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสารสนเทศงานบำรุงรักษาทั้งหมด มีดังนี้

- เอนทิตีผู้ดูแลระบบ (Admin)
- เอนทิตีผู้ใช้งาน (Member)
- เอนทิตีการใช้งาน (Log)
- เอนทิตีอุปกรณ์หลัก (Main tool)
- เอนทิตีอุปกรณ์ย่อย (Tool)

- | | |
|--|-----------------------------------|
| | - เอนิตี้อาการขัดข้อง (Breakdown) |
| | - เอนิตีรูปภาพ (Pic) |
| | - เอนิตีเอกสาร (Document) |
| | - เอนิตีคำถาม (Question) |
| | - เอนิตีคำตอบ (Answer) |

ขั้นตอนต่อไปจึงได้มีการออกแบบฐานข้อมูลโดยมีการจัดทำตารางพจนานุกรมข้อมูลระบบสารสนเทศงานบำรุงรักษา ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางพจนานุกรมข้อมูลระบบสารสนเทศงานบำรุงรักษา

เพิ่มข้อมูล			ข้อมูล			
ชื่อ	ความหมาย	ชื่อ	ความหมาย	คีย์	ประเภท	ขนาด
Log	เพิ่มการใช้งานระบบ	log_id	ชื่อผู้ใช้งาน	คีย์หลัก	I	10
		member_id	รหัสผ่าน		C	50
		logintime	เวลาที่เข้าระบบ		D	8
Admin	เพิ่มการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ดูแลระบบ	admin_id	ชื่อผู้ดูแลระบบ	คีย์หลัก	C	50
		admin_password	รหัสผ่าน		C	50
Member	เพิ่มการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้งานระบบ	member_id	รหัสของพนักงาน	คีย์หลัก	C	50
		member_password	รหัสผ่าน		C	50
		member_name	ชื่อ		C	100
		member_lastname	นามสกุล		C	100
Main_tool	เพิ่มข้อมูลอุปกรณ์หลัก	main_tool_id	รหัสอุปกรณ์หลัก	คีย์หลัก	I	2
		main_tool_name	ชื่ออุปกรณ์หลัก		C	100
Break_down	เพิ่มข้อมูลอาการขัดข้อง	break_down_id	รหัสการขัดข้อง	คีย์หลัก	N	10
		break_down_code	โค้ดการขัดข้อง		C	10
		break_down_name_en	ชื่อการขัดข้อง(อังกฤษ)		C	0
		break_down_name_thai	ชื่อการขัดข้อง(ไทย)		C	0
หมายเหตุ		C = ข้อมูลเป็นตัวอักษร (Character) I = ข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) D = ข้อมูลเป็นวันทื่ (Date) T = ข้อมูลเป็นข้อความ (Text)				

- เอนิตี้อาการขัดข้อง (Breakdown) - เอนิตีรูปภาพ (Pic) - เอนิตีเอกสาร (Document) - เอนิตีคำถาม (Question) - เอนิตีคำตอบ (Answer) ขั้นตอนต่อไปจึงได้มีการออกแบบฐานข้อมูลโดยมีการจัดทำตารางพจนานุกรมข้อมูลระบบสารสนเทศงานบำรุงรักษา ตามตารางที่ 4.3 ตารางที่ 4.3 ตารางพจนานุกรมข้อมูลระบบสารสนเทศงานบำรุงรักษา <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">เพิ่มข้อมูล</th><th colspan="4">ข้อมูล</th></tr> <tr> <th>ชื่อ</th><th>ความหมาย</th><th>ชื่อ</th><th>ความหมาย</th><th>คีย์</th><th>ประเภท</th><th>ขนาด</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Log</td><td rowspan="3">เพิ่มการใช้งานระบบ</td><td>log_id</td><td>ชื่อผู้ใช้งาน</td><td rowspan="3">คีย์หลัก</td><td>I</td><td>10</td></tr> <tr> <td>member_id</td><td>รหัสผ่าน</td><td>C</td><td>50</td></tr> <tr> <td>logintime</td><td>เวลาที่เข้าระบบ</td><td>D</td><td>8</td></tr> <tr> <td rowspan="2">Admin</td><td rowspan="2">เพิ่มการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ดูแลระบบ</td><td>admin_id</td><td>ชื่อผู้ดูแลระบบ</td><td rowspan="2">คีย์หลัก</td><td>C</td><td>50</td></tr> <tr> <td>admin_password</td><td>รหัสผ่าน</td><td>C</td><td>50</td></tr> <tr> <td rowspan="4">Member</td><td rowspan="4">เพิ่มการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้งานระบบ</td><td>member_id</td><td>รหัสของพนักงาน</td><td rowspan="4">คีย์หลัก</td><td>C</td><td>50</td></tr> <tr> <td>member_password</td><td>รหัสผ่าน</td><td>C</td><td>50</td></tr> <tr> <td>member_name</td><td>ชื่อ</td><td>C</td><td>100</td></tr> <tr> <td>member_lastname</td><td>นามสกุล</td><td>C</td><td>100</td></tr> <tr> <td rowspan="2">Main_tool</td><td rowspan="2">เพิ่มข้อมูลอุปกรณ์หลัก</td><td>main_tool_id</td><td>รหัสอุปกรณ์หลัก</td><td rowspan="2">คีย์หลัก</td><td>I</td><td>2</td></tr> <tr> <td>main_tool_name</td><td>ชื่ออุปกรณ์หลัก</td><td>C</td><td>100</td></tr> <tr> <td rowspan="4">Break_down</td><td rowspan="5">เพิ่มข้อมูลอาการขัดข้อง</td><td>break_down_id</td><td>รหัสการขัดข้อง</td><td rowspan="5">คีย์หลัก</td><td>N</td><td>10</td></tr> <tr> <td>break_down_code</td><td>โค้ดการขัดข้อง</td><td>C</td><td>10</td></tr> <tr> <td>break_down_name_en</td><td>ชื่อการขัดข้อง(อังกฤษ)</td><td>C</td><td>0</td></tr> <tr> <td>break_down_name_thai</td><td>ชื่อการขัดข้อง(ไทย)</td><td>C</td><td>0</td></tr> <tr> <td colspan="7"> หมายเหตุ C = ข้อมูลเป็นตัวอักษร (Character) I = ข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) D = ข้อมูลเป็นวันปี (Date) T = ข้อมูลเป็นข้อความ (Text) </td></tr> </tbody> </table>		เพิ่มข้อมูล			ข้อมูล				ชื่อ	ความหมาย	ชื่อ	ความหมาย	คีย์	ประเภท	ขนาด	Log	เพิ่มการใช้งานระบบ	log_id	ชื่อผู้ใช้งาน	คีย์หลัก	I	10	member_id	รหัสผ่าน	C	50	logintime	เวลาที่เข้าระบบ	D	8	Admin	เพิ่มการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ดูแลระบบ	admin_id	ชื่อผู้ดูแลระบบ	คีย์หลัก	C	50	admin_password	รหัสผ่าน	C	50	Member	เพิ่มการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้งานระบบ	member_id	รหัสของพนักงาน	คีย์หลัก	C	50	member_password	รหัสผ่าน	C	50	member_name	ชื่อ	C	100	member_lastname	นามสกุล	C	100	Main_tool	เพิ่มข้อมูลอุปกรณ์หลัก	main_tool_id	รหัสอุปกรณ์หลัก	คีย์หลัก	I	2	main_tool_name	ชื่ออุปกรณ์หลัก	C	100	Break_down	เพิ่มข้อมูลอาการขัดข้อง	break_down_id	รหัสการขัดข้อง	คีย์หลัก	N	10	break_down_code	โค้ดการขัดข้อง	C	10	break_down_name_en	ชื่อการขัดข้อง(อังกฤษ)	C	0	break_down_name_thai	ชื่อการขัดข้อง(ไทย)	C	0	หมายเหตุ C = ข้อมูลเป็นตัวอักษร (Character) I = ข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) D = ข้อมูลเป็นวันปี (Date) T = ข้อมูลเป็นข้อความ (Text)						
เพิ่มข้อมูล			ข้อมูล																																																																																														
ชื่อ	ความหมาย	ชื่อ	ความหมาย	คีย์	ประเภท	ขนาด																																																																																											
Log	เพิ่มการใช้งานระบบ	log_id	ชื่อผู้ใช้งาน	คีย์หลัก	I	10																																																																																											
		member_id	รหัสผ่าน		C	50																																																																																											
		logintime	เวลาที่เข้าระบบ		D	8																																																																																											
Admin	เพิ่มการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ดูแลระบบ	admin_id	ชื่อผู้ดูแลระบบ	คีย์หลัก	C	50																																																																																											
		admin_password	รหัสผ่าน		C	50																																																																																											
Member	เพิ่มการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้งานระบบ	member_id	รหัสของพนักงาน	คีย์หลัก	C	50																																																																																											
		member_password	รหัสผ่าน		C	50																																																																																											
		member_name	ชื่อ		C	100																																																																																											
		member_lastname	นามสกุล		C	100																																																																																											
Main_tool	เพิ่มข้อมูลอุปกรณ์หลัก	main_tool_id	รหัสอุปกรณ์หลัก	คีย์หลัก	I	2																																																																																											
		main_tool_name	ชื่ออุปกรณ์หลัก		C	100																																																																																											
Break_down	เพิ่มข้อมูลอาการขัดข้อง	break_down_id	รหัสการขัดข้อง	คีย์หลัก	N	10																																																																																											
		break_down_code	โค้ดการขัดข้อง		C	10																																																																																											
		break_down_name_en	ชื่อการขัดข้อง(อังกฤษ)		C	0																																																																																											
		break_down_name_thai	ชื่อการขัดข้อง(ไทย)		C	0																																																																																											
หมายเหตุ C = ข้อมูลเป็นตัวอักษร (Character) I = ข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) D = ข้อมูลเป็นวันปี (Date) T = ข้อมูลเป็นข้อความ (Text)																																																																																																	

[illegible]

- เอนิตี้อาการขัดข้อง (Breakdown)
- เอนิตีรูปภาพ (Pic)
- เอนิตีเอกสาร (Document)
- เอนิตีคำถาม (Question)
- เอนิตีคำตอบ (Answer)

ขั้นตอนต่อไปจึงได้มีการออกแบบฐานข้อมูลโดยมีการจัดทำตารางพจนานุกรมข้อมูลระบบสารสนเทศงานบำรุงรักษา ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางพจนานุกรมข้อมูลระบบสารสนเทศงานบำรุงรักษา

เพิ่มข้อมูล			ข้อมูล			
ชื่อ	ความหมาย	ชื่อ	ความหมาย	คีย์	ประเภท	ขนาด
Log	เพิ่มการใช้งานระบบ	log_id	ชื่อผู้ใช้งาน	คีย์หลัก	I	10
		member_id	รหัสผ่าน		C	50
		logintime	เวลาที่เข้าระบบ		D	8
Admin	เพิ่มการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ดูแลระบบ	admin_id	ชื่อผู้ดูแลระบบ	คีย์หลัก	C	50
		admin_password	รหัสผ่าน		C	50
Member	เพิ่มการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้งานระบบ	member_id	รหัสของพนักงาน	คีย์หลัก	C	50
		member_password	รหัสผ่าน		C	50
		member_name	ชื่อ		C	100
		member_lastname	นามสกุล		C	100
Main_tool	เพิ่มข้อมูลอุปกรณ์หลัก	main_tool_id	รหัสอุปกรณ์หลัก	คีย์หลัก	I	2
		main_tool_name	ชื่ออุปกรณ์หลัก		C	100
Break_down	เพิ่มข้อมูลอาการขัดข้อง	break_down_id	รหัสการขัดข้อง	คีย์หลัก	N	10
		break_down_code	โค้ดการขัดข้อง		C	10
		break_down_name_en	ชื่อการขัดข้อง(อังกฤษ)		C	0
		break_down_name_thai	ชื่อการขัดข้อง(ไทย)		C	0

หมายเหตุ C = ข้อมูลเป็นตัวอักษร (Character) I = ข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer)
D = ข้อมูลเป็นวันปี (Date) T = ข้อมูลเป็นข้อความ (Text)

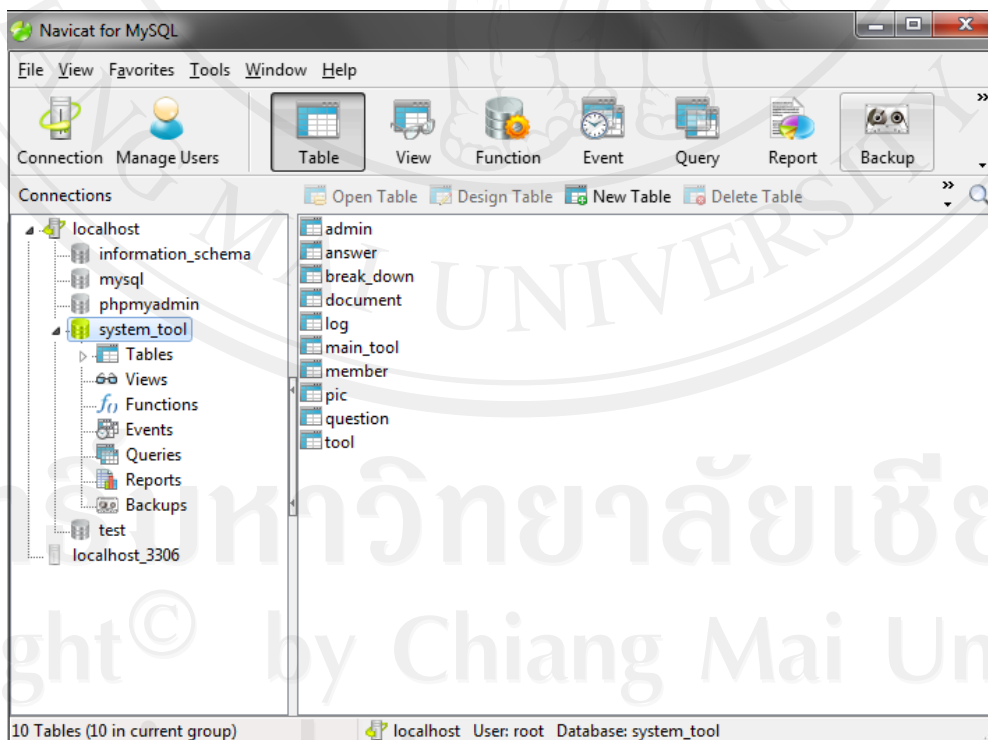
ตารางที่ 4.3 ตารางพจนานุกรมข้อมูลระบบสารสนเทศงานบำรุงรักษา (ต่อ)

เพิ่มข้อมูล			ข้อมูล			
ชื่อ	ความหมาย	ชื่อ	ความหมาย	คีย์	ประเภท	ขนาด
Tool	เพิ่มข้อมูล อุปกรณ์ย่อย	tool_id	รหัสอุปกรณ์ย่อย	คีย์หลัก	I	10
		main_tool_id	รหัสอุปกรณ์หลัก		I	2
		tool_name	ชื่ออุปกรณ์ย่อย		C	100
		break_down_id	รหัสการจัดซื้อ		I	5
		keyword	คำค้น		T	0
		cause	สาเหตุ		T	0
		howto	วิธีการแก้ไข		T	0
		repair	ขั้นตอนการแก้ไข		T	0
		efficiency	ประสิทธิภาพ		C	100
		manpower	กำลังคน		C	100
		time_use	เวลาในการซ่อม		C	100
		note	หมายเหตุ		T	0
		mtbf	เวลาเฉลี่ยระหว่างเสียหาย		C	100
		pic	รูปภาพ		C	50
		document	เอกสาร		C	50
Pic	เพิ่มเก็บรูปภาพ	id	รหัสรูปภาพ	คีย์หลัก	I	10
		pic	รูปภาพ		C	50
		tool_id	รหัสอุปกรณ์ย่อย		C	10
Document	เพิ่มเก็บเอกสาร	id	รหัสเอกสาร	คีย์หลัก	I	10
		document	เอกสาร		C	50
		tool_id	รหัสอุปกรณ์ย่อย		C	10
Question	เพิ่มข้อมูลคำถาม	question_id	รหัสคำถาม	คีย์หลัก	I	6
		question_topic	หัวข้อคำถาม		C	255
		question_detail	รายละเอียด		T	0
		member_id	รหัสของพนักงานผู้ถาม		C	50
		question_date	วันที่ถาม		D	8
		pic	รูปภาพ		C	50
หมายเหตุ C = ข้อมูลเป็นตัวอักษร (Character) I = ข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) D = ข้อมูลเป็นวันที่ (Date) T = ข้อมูลเป็นข้อความ (Text)						

ตารางที่ 4.3 ตารางพจนานุกรมข้อมูลระบบสารสนเทศงานบำรุงรักษา (ต่อ)

เพิ่มข้อมูล			ข้อมูล			
ชื่อ	ความหมาย	ชื่อ	ความหมาย	คีย์	ประเภท	ขนาด
Answer	เพิ่มข้อมูลคำตอบ	answer_id	รหัสคำตอบ	คีย์หลัก	I	6
		question_id	รหัสคำถาม		I	6
		member_id	รหัสของพนักงานผู้ตอบ		C	50
		answer_detail	รายละเอียด		T	0
		answer_date	วันที่ถาม		D	8
		pic	รูปภาพ		C	50
หมายเหตุ	C = ข้อมูลเป็นตัวอักษร (Character) I = ข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) D = ข้อมูลเป็นตัววันที่ (Date) T = ข้อมูลเป็นข้อความ (Text)					

หลังจากที่ได้มีการจัดทำตารางพจนานุกรมข้อมูลระบบสารสนเทศงานบำรุงรักษาซึ่งได้กำหนดเพิ่มข้อมูลโดยระบุความหมาย ประเภท และขนาดของข้อมูล จากนั้นจึงทำการสร้างฐานข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 10 ตาราง ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ฐานข้อมูล

1. ตาราง Log เป็นตารางที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการใช้งาน โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตารางข้อมูล Log

Name	Type	Length	Allow Null	Comment
log_id	int	10	No	ชื่อผู้ใช้งาน
member_id	varchar	50	No	รหัสผ่าน
logintime	timestamp	0	Yes	วันเวลาที่เข้าระบบ

2. ตาราง Admin เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของผู้ดูแลระบบ โดยจะทำหน้าที่รับข้อมูลกัลั่นกรอง และยืนยันความถูกต้องจากแหล่งข้อมูลต่างๆ แล้วจึงนำข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อเป็นองค์ความรู้ต่อไป ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้ประกอบไปด้วยหมายเลขประจำตัวผู้ดูแลระบบและรหัสผ่านผู้ดูแลระบบ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตารางข้อมูล Admin

Name	Type	Length	Allow Null	Comment
admin_id	varchar	50	No	หมายเลขประจำตัวผู้ดูแลระบบ
admin_password	varchar	50	No	รหัสผ่านผู้ดูแลระบบ

3. ตาราง Member เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของสมาชิก โดยจะใช้หมายเลขประจำตัวของพนักงานเป็น User ในการเข้าใช้งาน ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตารางข้อมูล Member

Name	Type	Length	Allow Null	Comment
member_id	varchar	50	No	หมายเลขประจำตัว
member_password	varchar	50	No	รหัสผ่าน
member_name	varchar	100	No	ชื่อ
member_lastname	varchar	100	No	นามสกุล

4. ตาราง Main Tool จะประกอบไปด้วยรายการของอุปกรณ์หลักที่มีการแสดงไว้ในตอนต้น เพื่อจัดหมวดหมู่ของอุปกรณ์ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ตารางข้อมูล Main Tool

Name	Type	Length	Allow Null	Comment
main_tool_id	varchar	int	2	รหัสอุปกรณ์หลัก
main_tool_name	varchar	varchar	100	ชื่ออุปกรณ์หลัก

5. ตาราง Breakdown เป็นตารางที่เก็บข้อมูลลักษณะความบกพร่องหรืออาการเสีย สาเหตุ และการแก้ไขปัญหา ซึ่งจะต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลกับตาราง Main Tool เพื่อให้ทราบว่าอุปกรณ์แต่ละตัวจะมีความเสียหายอย่างไร ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตารางข้อมูล Breakdown

Name	Type	Length	Allow Null	Comment
break_down_id	int	10	No	รหัสอาการ/การขัดข้อง
break_down_code	varchar	10	No	โค้ดอาการ/การขัดข้อง
break_down_name_eng	text	-	No	อาการ/การขัดข้อง(อังกฤษ)
break_down_name_thai	text	-	No	อาการ/การขัดข้อง(ไทย)

6. ตาราง Tool จะเป็นอุปกรณ์ย่อย ที่เป็นส่วนประกอบในอุปกรณ์หลัก เนื่องจากบางกรณี การขัดข้องที่เกิดขึ้นไม่จำเป็นต้องเกิดกับอุปกรณ์หลักเท่านั้น โดยตารางนี้จะมีการแบ่งกลุ่มอุปกรณ์ เช่นเดียวกันกับตาราง Main Tool และมีการเชื่อมโยงกันผ่านชื่อของอุปกรณ์หลัก สำหรับข้อมูลที่เก็บบันทึกมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตารางข้อมูล Tool

Name	Type	Length	Allow Null	Comment
tool_id	int	10	No	รหัสอุปกรณ์ย่อย
main_tool_id	int	2	No	รหัสอุปกรณ์หลัก
tool_name	varchar	100	No	ชื่ออุปกรณ์ย่อย
break_down_id	int	5	No	รหัสอาการ/การขัดข้อง

ตารางที่ 4.9 ตารางข้อมูล Tool (ต่อ)

Name	Type	Length	Allow Null	Comment
keyword	text	-	No	คำค้น
cause	text	-	No	สาเหตุ
repair	text	-	No	การแก้ไข
efficiency	varchar	100	No	ประสิทธิภาพ
manpower	varchar	100	No	กำลังคน
time_use	varchar	100	No	เวลาในการซ่อม
note	text	-	No	หมายเหตุ
mtbf	varchar	100	No	เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย
pic	varchar	50	No	รูปภาพ

7. ตาราง Pic เป็นตารางที่ใช้ในการเก็บรูปภาพที่ได้จากการบันทึกข้อมูลการซ่อม โดยมีรายละเอียดของข้อมูลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ตารางข้อมูล Pic

Name	Type	Length	Allow Null	Comment
id	int	10	No	รหัสรูปภาพ
pic	varchar	50	No	รูปภาพ
tool_id	varchar	10	No	รหัสอุปกรณ์ย่อย

8. ตาราง Document เป็นตารางที่ใช้ในการเก็บเอกสารที่ใช้อ้างอิงข้อมูลการซ่อม โดยมีรายละเอียดของข้อมูลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ตารางข้อมูล Document

Name	Type	Length	Allow Null	Comment
id	int	10	No	รหัสเอกสาร
document	varchar	50	No	เอกสาร
tool_id	varchar	10	No	รหัสอุปกรณ์ย่อย

9. ตาราง Question เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับ Webboard ซึ่งจะมีการสื่อสารสองทางระหว่างผู้ใช้งานเอง หรือผู้ใช้งานกับผู้ดูแลระบบ โดยมีการเก็บข้อมูลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ตารางข้อมูล Question

Name	Type	Length	Allow Null	Comment
question_id	int	6	No	รหัสคำถาม
question_topic	varchar	255	No	หัวข้อคำถาม
question_detail	text	-	No	รายละเอียด
member_id	varchar	50	No	รหัสของพนักงานผู้ถาม
question_date	datetime	-	No	วันที่ถาม
pic	varchar	50	No	รูปภาพ

10. ตาราง Answer เป็นการนำข้อมูลที่ต้องใช้ตอบคำถามของผู้ใช้งานที่ได้มาสอบถามจาก Webboard โดยผู้ดูแลระบบจะเป็นผู้นำเข้าข้อมูล ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ตารางข้อมูล Answer

Name	Type	Length	Allow Null	Comment
answer_id	int	6	No	รหัสคำตอบ
question_id	int	6	No	รหัสคำถาม
member_id	varchar	50	No	รหัสของพนักงานผู้ตอบ
answer_detail	text	-	No	รายละเอียด
answer_date	datetime	-	No	วันที่ตอบ
pic	varchar	50	No	รูปภาพ

เมื่อได้ข้อมูลแล้วจึงได้จัดทำสารสนเทศโดยใช้โปรแกรมแมโครมีเดีย ดรีมวีฟเวอร์ในการออกแบบ เนื่องจากจุดเด่นของโปรแกรมคือสามารถปรับแต่งหน้าตาของเว็บเพจผ่านหน้าจอแสดงผลทำให้ง่ายต่อการจัดทำและแก้ไข โดยโปรแกรมจะทำการแปลงรหัสคำสั่งให้เป็นภาษา HTML ให้เอง อีกทั้งยังสนับสนุนเว็บเพจที่เป็นภาษาไทยได้ดี และมีแถบเครื่องมือหรือแถบคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน แบ่งออกเป็นหมวดหมู่ จึงช่วยในการทำงานที่ดีขึ้น และรวดเร็วยิ่งขึ้น

สารสนเทศมีการออกแบบโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือส่วนของผู้ดูแล (Admin) ที่จะทำหน้าที่ในการปรับปรุงข้อมูล ส่วนของผู้ใช้งาน (User) ที่จะมีการค้นหาข้อมูล การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านทางเว็บบอร์ด โดยเริ่มต้นการใช้งานในรูปที่ 4.10 ผู้ใช้งานจะเข้าสู่ระบบด้วยหมายเลขประจำตัวและรหัสผ่านที่ได้กำหนดไว้ตอนสมัครสมาชิก หากมีผู้ที่เข้ามาใช้งานเป็นครั้งแรกจะต้องดำเนินการสมัครสมาชิกเพื่อกำหนดรหัสในการเข้าใช้งาน ทั้งนี้ข้อมูลของสมาชิกจะถูกเก็บไว้ในตาราง Member และการใช้งานจะถูกบันทึกในตาราง Log



รูปที่ 4.10 รูปแบบสารสนเทศ

หลังจากผู้ใช้งานได้ผ่านการตรวจสอบสิทธิ์ ระบบจะนำผู้ใช้งานเข้ามาในหน้าค้นหาข้อมูล ดังรูปที่ 4.11 โดยในหน้านี้จะมีเมนูให้เลือก 4 รายการคือ

1. ค้นหา ซึ่งใช้ในการสืบค้นข้อมูลด้านการบำรุงรักษา
2. เว็บบอร์ด เป็นส่วนที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นของผู้ใช้งาน
3. ข้อมูลสมาชิก เป็นการแสดงข้อมูลของสมาชิกที่ได้ระบุไว้ตอนสมัครครั้งแรก
4. Logout ใช้ในการออกจากระบบ

รูปที่ 4.11 การค้นหาข้อมูล

จากรูปที่ 4.11 จะเห็นว่าขั้นตอนในการค้นหาข้อมูลจะมี 2 ส่วนคือ ส่วนแรกผู้ใช้งานต้องทำการเลือกอุปกรณ์หลักก่อน ดังรูปที่ 4.12 หลังจาก que ผู้ใช้งานเลือกแล้วระบบจะทำการดึงข้อมูลของอุปกรณ์นั้น และส่วนที่สองผู้ใช้งานจะต้องระบุอาการเสีย โดยระบบจะดึงรายการที่มีคำกันตรงกับที่ผู้ใช้งานระบุลงไป เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เลือกใช้ตามความต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 4.13

รูปที่ 4.12 การเลือกอุปกรณ์

คีย์อาการเสีย

อุปกรณ์ Turbine

อาการ S

Spiral Case กร่อน
 Spiral Case เกิดรพุน

รูปที่ 4.13 การระบุอาการขัดข้อง

หลังจากที่ผู้ใช้งานทำการเลือกอุปกรณ์และระบุอาการแล้ว ระบบจะดึงข้อมูลมาแสดงให้ผู้ใช้งาน โดยรวมเอาวิธีการซ่อมทั้งหมดสำหรับอาการขัดข้องที่เกิดกับอุปกรณ์ชนิดนี้ ซึ่งจะเรียงลำดับจากวิธีการที่ทำให้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพสูงกว่ามาเป็นอันดับแรก หากมีกรณีที่มีประสิทธิภาพมีค่าเท่ากัน จะมีการนำชั่วโมงทำงานต่อคน (Man-hour) มาคิดโดยวิธีการที่ใช้ชั่วโมงทำงานต่อคนน้อยกว่าจะอยู่ในลำดับแรก ดังแสดงในรูปที่ 4.14

ผลการค้นหา
 อุปกรณ์หลัก : Turbine
 คำค้น : Spiral Case กร่อน
 ผลการประมวล :




รูปสภาพปกติ
รูปสภาพผิดปกติ

ลำดับ	วิธีการแก้ไข	เวลาในการซ่อม (ชั่วโมง)	พนักงานซ่อม (คน)	ประสิทธิภาพ (%)	ข้อเสนอแนะ	เอกสารอ้างอิง	ขั้นตอนการแก้ไข
1	การพ่นทราย	35 ชั่วโมง	5	95	เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีความเสียหายเป็นบริเวณกว้าง ซึ่งหลังจากการพ่นต้องมีการวัดความหนาของสีให้ได้ 120 ไมครอน ต้นทุนสูงกว่าแบบทา	-	ขั้นตอนการแก้ไข
2	ทาสี 2 ชั้น	35 ชั่วโมง	5	90	1. การทาสีเหมาะกับความเสียหายที่เกิดขึ้นไม่มาก เกิดเป็นบางตำแหน่ง 2. ลักษณะการทำงานเป็นพื้นที่อับอากาศ พนักงานจะต้องเป็นผู้ผ่านการตรวจสอบสภาพสำหรับการทำงานในที่อับอากาศ และจำเป็นต้องมีความปลอดภัยในการทำงาน	-	ขั้นตอนการแก้ไข

รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบวิธีการซ่อมบำรุง

ในหน้าเปรียบเทียบวิธีการซ่อมบำรุงผู้ใช้งานสามารถเข้าไปดูขั้นตอนการทำงานของแต่ละวิธีได้โดยการคลิกที่ขั้นตอนการแก้ไข ซึ่งจะปรากฏหน้ารายละเอียดของวิธีการซ่อมดังแสดงในรูปที่ 4.15

ทาสี 2 ชั้น




รูปสภาพปกติ รูปสภาพผิดปกติ

อุปกรณ์หลัก : Turbine
 อุปกรณ์ย่อย : Spiral Case
 หน้าที่การทำงาน : ส่งผ่านน้ำเข้าสู่กังหันน้ำ
 อาการ/การขัดข้อง : MT02 Corrosion : การกัดกร่อน
 ศาสน : Spiral Case กร่อน
 สาเหตุ : เกิดการเสียดสีระหว่างเศษทรายกับพื้นผิว
 เกิดการสัมผัสระหว่างน้ำกับพื้นผิว

ขั้นตอนการแก้ไข

1. ล้างด้วยน้ำเปล่า แรงดันไม่ต่ำกว่า 150 bar โดยฉีดจากตรงประตูไล่ไปตามทางเดิน
2. ทิ้งไว้ 1 วัน เพื่อให้พื้นผิวแห้ง
3. ตรวจสอบรอยต่างๆ
4. ทาสีสีก่อนรอยที่จะซ่อม
5. ทำการเชื่อม
6. ทำความสะอาดโดยใช้ลมแรงดัน 1 Bar
7. ใช้กระดาษขัดมัน เช็ดในจุดที่ซ่อม
8. ทาสี 2 ชั้น โดยการทำงานแต่ละครั้ง ต้องรอให้สีแต่ละชั้นแห้งสนิทก่อน จึงทำการทาสีชั้นต่อไป
9. ตรวจสอบความเรียบรอย

ประสิทธิภาพ : 90
 ค่าสังคม : 5
 เวลาในการซ่อม : 35 ชั่วโมง

หมายเหตุ : 1. การทาสีเหมาะสมกับความเสียหายที่เกิดขึ้นไม่มาก เกิดเป็นบางตำแหน่ง
 2. ลักษณะการทำงานเป็นพื้นที่อวกาศ พนักงานจะต้องเป็นผู้ที่ผ่านการตรวจสอบสภาพการทำงานในที่อวกาศ และจำเป็นต้องมีผู้ควบคุมงานคอยดูแลความปลอดภัยในการทำงาน

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย : 3 ปี
 เอกสารแนบ : [รายละเอียดการปฏิบัติงาน.pdf](#)

รูปที่ 4.15 รายละเอียดการซ่อมบำรุง

4.5 ประเมินผลและจัดทำรายงาน

หลังจากที่ได้มีการออกแบบและจัดทำสารสนเทศเพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ด้านบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้แก่พนักงานผู้วิจัยได้มีการประเมินคุณภาพของสารสนเทศโดยให้มีการทดลองการใช้งานจริง และให้พนักงานตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานโดยมีวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบเกี่ยวกับเนื้อหาที่แสดงในสารสนเทศว่ามีความครบถ้วนสมบูรณ์และรูปแบบของสารสนเทศง่ายต่อการศึกษาหรือไม่ โดยการแบ่งการประเมินออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

4.5.1 กลุ่มพนักงานที่เป็นหัวหน้างาน มีการประเมิน 4 หัวข้อดังนี้

1. การออกแบบ

- 1.1 เว็บไซต์มีความสวยงาม
- 1.2 ใช้งานได้ง่าย
- 1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและพื้นหลัง

2. เนื้อหา

- 2.1 ความครบถ้วนของเนื้อหา
- 2.2 การจัดหมวดหมู่ของเนื้อหา

2.3 การเรียงลำดับของเนื้อหา

2.4 เนื้อหาเป็นประโยชน์

2.5 ความซ้ำซ้อนของเนื้อหา

2.6 ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

3. การเชื่อมโยงของข้อมูล

3.1 ข้อมูลเชื่อมโยงถูกต้อง

3.2 เนื้อหามีความสัมพันธ์กัน

4 การนำไปใช้งาน

4.1 ผู้ปฏิบัติงานใหม่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง

4.2 ข้อมูลบนเว็บไซต์มีผลทำให้ผู้ปฏิบัติงานใหม่ปฏิบัติงานได้รวดเร็วขึ้น

4.3 ข้อมูลบนเว็บไซต์มีผลทำให้ผู้ปฏิบัติงานใหม่มีความเชี่ยวชาญมากขึ้น

4.5.2 กลุ่มพนักงานใหม่ มีการประเมิน 6 หัวข้อดังนี้

1. การออกแบบ

1.1 เว็บไซต์มีความสวยงาม

1.2 ใช้งานได้ง่าย

1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและพื้นหลัง

2. เนื้อหา

2.1 ความครบถ้วนของเนื้อหา

2.2 การจัดหมวดหมู่ของเนื้อหา

2.3 การเรียงลำดับของเนื้อหา

2.4 เนื้อหาเป็นประโยชน์

2.5 ความซ้ำซ้อนของเนื้อหา

2.6 ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

3. การเชื่อมโยงของข้อมูล

3.1 ข้อมูลเชื่อมโยงถูกต้อง

3.2 เนื้อหามีความสัมพันธ์กัน

4. การนำไปใช้งาน

4.1 ข้อมูลตรงความต้องการของผู้ใช้

4.2 ข้อมูลนำเสนอเข้าใจง่าย

4.3 ข้อมูลสามารถนำไปต่อยอดได้

5. ปฏิสัมพันธ์

5.1 ติดต่อกับเว็บไซต์ได้ง่าย เช่น E-mail

5.2 สามารถแสดงความคิดเห็นได้

6. ระยะเวลา

6.1 การแสดงผลของเนื้อหา

6.2 แสดงผลของรูปภาพ

6.3 การแสดงข้อมูลจากการสืบค้น (Search)

โดยมีเกณฑ์การวัดความพึงพอใจดังตารางที่ 4.14 แบ่งการความพึงพอใจออกเป็นออกเป็น 5 ระดับ โดยมีการสำรวจความพึงพอใจของหัวหน้างานทั้งหมด 6 คน และพนักงานใหม่จำนวน 6 คน เป็นตัวแทนของพนักงานแต่ละกลุ่มและนำผลลัพธ์ทั้งหมดของผู้ตอบแบบสอบถามทุกคน นำมารวมกันในแต่ละหัวข้อการประเมินและหาค่าเฉลี่ยออกมาซึ่งผลการประเมินของหัวหน้างาน และพนักงานใหม่ในทุกหัวข้อมีความเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ 4 ทั้งหมด

ตารางที่ 4.14 เกณฑ์วัดผลความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

เกณฑ์	ความหมาย (คะแนน)
มากที่สุด	ผู้ที่มีความพึงพอใจในระดับที่ดีมาก (5)
มาก	ผู้ที่มีความพึงพอใจในระดับที่ดี (4)
ปานกลาง	ผู้ที่มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง (3)
น้อย	ผู้ที่มีความพึงพอใจในระดับพอใช้ (2)
น้อยที่สุด	ผู้ที่มีความพึงพอใจในระดับที่ควรปรับปรุง (1)

ในการสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มหัวหน้างาน มีการกำหนดหัวข้อในการประเมิน 4 หัวข้อ ได้แก่ การออกแบบ, เนื้อหา, การเชื่อมโยงข้อมูล และการนำไปใช้งาน สำหรับวัตถุประสงค์ในการสำรวจกลุ่มหัวหน้างานเพื่อให้ทราบถึงความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่ได้บันทึกในระบบสารสนเทศ โดยผลการประเมินของทุกหัวข้อมีความเฉลี่ยสูงกว่า 4 ซึ่งอยู่ในระดับที่ดี โดยการนำไปใช้งานมีความเฉลี่ยสูงสุด คิดเป็น 93.33 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าหัวหน้างานมีความเชื่อมั่นว่าสารสนเทศมีผลทำให้การบำรุงรักษามีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับผลการประเมินแสดงในตารางที่ 4.15

ตาราง 4.15 ผลการประเมินความพึงพอใจของหัวหน้างาน

หัวข้อประเมิน	ผลการประเมิน	เปอร์เซ็นต์
1. การออกแบบ	4.06	81.11
1.1 เว็บไซต์มีความสวยงาม	4.00	80.00
1.2 ใช้งานได้ง่าย	4.33	86.67
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและพื้นหลัง	3.83	76.67
2. เนื้อหา	4.14	82.78
2.1 ความครบถ้วนของเนื้อหา	4.00	80.00
2.2 การจัดหมวดหมู่ของเนื้อหา	4.00	80.00
2.3 การเรียงลำดับของเนื้อหา	4.00	80.00
2.4 เนื้อหาเป็นประโยชน์	4.83	96.67
2.5 ความเข้าใจของเนื้อหา	3.50	70.00
2.6 ความน่าเชื่อถือของข้อมูล	4.50	90.00
3. การเชื่อมโยงของข้อมูล	4.00	80.00
3.1 ข้อมูลเชื่อมโยงถูกต้อง	4.00	80.00
3.2 เนื้อหามีความสัมพันธ์กัน	4.00	80.00
4. การนำไปใช้งาน	4.67	93.33
4.1 ผู้ปฏิบัติงานใหม่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง	4.50	90.00
4.2 ข้อมูลบนเว็บไซต์มีผลทำให้ผู้ปฏิบัติงานใหม่ปฏิบัติงานได้รวดเร็วขึ้น	4.83	96.67
4.3 ข้อมูลบนเว็บไซต์มีผลทำให้ผู้ปฏิบัติงานใหม่มีความเชี่ยวชาญมากขึ้น	4.67	93.33

สำหรับการสำรวจในกลุ่มพนักงานใหม่ มีการเพิ่มเติมหัวข้อการประเมินอีก 2 ข้อ คือการปฏิสัมพันธ์และระยะเวลาการตอบสนองของสารสนเทศ เนื่องจากผู้วิจัยต้องการเก็บข้อมูลในเรื่องของการใช้งานซึ่งกลุ่มพนักงานใหม่จะเป็นกลุ่มผู้ใช้งานหลักในการค้นคว้าหาข้อมูลในระบบ

สารสนเทศ โดยผลการประเมินสรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของการเชื่อมโยงข้อมูลมากที่สุด รองลงมา คือการออกแบบและปฏิสัมพันธ์ ตามลำดับ จากการสำรวจทำให้พบว่าพนักงานใหม่ซึ่งยังไม่มี ความเข้าใจในตัวอุปกรณ์มากนักได้ให้น้ำหนักคะแนนในส่วนจากรูปแบบสารสนเทศและความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจของพนักงานใหม่ แสดงในตารางที่ 4.16

ตาราง 4.16 ผลการประเมินความพึงพอใจของพนักงานใหม่

หัวข้อประเมิน	ผลการประเมิน	เปอร์เซ็นต์
1. การออกแบบ	4.11	82.22
1.1 เว็บไซต์มีความสวยงาม	4.17	83.33
1.2 ใช้งานได้ง่าย	4.33	86.67
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและพื้นหลัง	3.83	76.67
2. เนื้อหา	3.78	75.56
2.1 ความครบถ้วนของเนื้อหา	3.83	76.67
2.2 การจัดหมวดหมู่ของเนื้อหา	4.00	80.00
2.3 การเรียงลำดับของเนื้อหา	3.67	73.33
2.4 เนื้อหาเป็นประโยชน์	4.17	83.33
2.5 ความซ้ำซ้อนของเนื้อหา	3.00	60.00
2.6 ความน่าเชื่อถือของข้อมูล	4.00	80.00
3. การเชื่อมโยงของข้อมูล	4.25	85.00
3.1 ข้อมูลเชื่อมโยงถูกต้อง	4.17	83.33
3.2 เนื้อหามีความสัมพันธ์กัน	4.33	86.67
4. การนำไปใช้งาน	4.00	80.00
4.1 ข้อมูลตรงความต้องการของผู้ใช้	4.00	80.00
4.2 ข้อมูลนำเสนอเข้าใจง่าย	4.00	80.00
4.3 ข้อมูลสามารถนำไปต่อยอดได้	4.00	80.00

ตาราง 4.16 ผลการประเมินความพึงพอใจของพนักงานใหม่ (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	ผลการประเมิน	เปอร์เซ็นต์
5. ปฏิสัมพันธ์	4.08	81.67
5.1 ติดต่อกับเว็บไซต์ได้ง่าย เช่น e-mail	4.17	83.33
5.2 สามารถแสดงความคิดเห็นได้	4.00	80.00
6. ระยะเวลา	3.89	77.78
6.1 การแสดงผลของเนื้อหา	3.33	66.67
6.2 แสดงผลของรูปภาพ	4.33	86.67
6.3 การแสดงข้อมูลจากการสืบค้น (search)	4.00	80.00