การออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

นางสาวพรรณภา พรหมจันทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGN OF PIPING MATERIAL SPECIFICATION AIDED SYSTEM

Miss Pannapa Prommajan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ
โดย	นางสาวพรรณภา พรหมจันทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โอฬาร กิตติธีรพรชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โอฬาร กิตติธีรพรชัย)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร. นันท์ บุญยฉัตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พรรณภา พรหมจันทร์ : การออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ (DESIGN OF PIPING MATERIAL SPECIFICATION AIDED SYSTEM) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. โอฬาร กิตติธีรพรชัย, 110 หน้า.

ตลอดทศวรรษที่ผ่านมาบริษัทก่อสร้างเฉพาะทางที่รับผิดชอบทั้งงานออกแบบทางวิศวกรรม งานจัดซื้อและงานก่อสร้าง หรือบริษัทอีพีซี ได้รับความนิยมในการก่อสร้างที่สมัยใหม่และซับซ้อน เช่น โรงกลั่นน้ำมันและโรงงานปิโตรเคมี ด้วยลักษณะงานและความผิดพลาดในจุดใดจุดหนึ่งส่งผลกระทบอย่างต่อเนื่องต่อโครงการทางบริษัทอีพีซีจึงต้องพัฒนาการติดต่อสื่อสารเพื่อให้มั่นใจว่าการบริการรวดเร็วปราศจากข้อผิดพลาดตั้งแต่การออกแบบจนกระทั่งถึงการก่อสร้าง งานวิจัยนี้นำเสนอกรณีศึกษาของแผนกระบบท่อของบริษัทอีพีซีแห่งหนึ่งที่มีการแก้ไขข้อกำหนดของวัสดุท่อบ่อยครั้งเนื่องจากข้อผิดพลาด โดยการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของการแก้ไขงานระบุว่าข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากบุคลากรของแผนกอาทิเช่น พิมพ์ผิด คำนวณผิด และละเลย วิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาความผิดพลาดของมนุษย์ดังกล่าวได้อย่างเป็นระบบคือการใช้ระบบสารสนเทศที่รวมข้อมูลมาตรฐานการออกแบบ รหัสวัสดุและลักษณะของวัสดุเข้าไว้ด้วยกัน ระบบช่วยเหลือการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อดังกล่าวทำงานบนเครือข่ายสื่อสารภายในของบริษัทและถูกพัฒนาขึ้นจากการรวบรวมข้อกำหนดของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและเอกสารที่เกี่ยวข้อง หลังจากที่ได้ออกแบบความสัมพันธ์และการไหลของข้อมูลแล้วทางผู้วิจัยได้ทดสอบระบบช่วยเหลือการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อกับโครงการก่อสร้างที่อยู่ในระยะดำเนินการออกแบบ ผลการทดสอบพบว่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยความผิดพลาดเฉลี่ยของโครงการลดลงจาก 5.36 เหลือ 0.20 นอกจากนี้ระบบดังกล่าวยังช่วยลดเวลาการสร้างรหัสวัสดุและลดความซ้ำซ้อนของการป้อนข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558

5670937521 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: ENGINEERING PROCUREMENT AND CONSTRUCTION (EPC), PIPING MATERIAL SPECIFICATION, DATA QUALITY

PANNAPA PROMMAJAN: DESIGN OF PIPING MATERIAL SPECIFICATION AIDED SYSTEM. ADVISOR: ASST. PROF. ORAN KITTITHREERAPRONCHAI, Ph.D., 110 pp.

For several decades, a specialized construction company that is responsible for engineering, procurement and construction (EPC) has become popular in modern and complex building structures such as gas refineries and chemical plants. To ensure its seamless services from design to fabrication, an EPC company requires constant communication between departments because any errors could have cascading effects that may delay a project. This article presents a case study of a piping department that experienced many material coding revisions resulted from errors. The preliminary data indicated that the majority of errors are derived from an internal material team, particularly typo, miscalculation, and ignorance. One systematic way to reduce and prevent these human errors is to employ an information system that integrates designing standards, engineering codes, and characteristic of materials. Having identified the stakeholder, the web-based intranet system was internally developed by gathering requirements and reviewing related documents. After the entity diagram and data flow diagram were established, the developing team validated the information system with several construction projects that were in the design stage. The implementation of the information system showed that the percentage of piping material error was reduced from 5.36 to 0.20. Furthermore, the system also streamlines the coding process and eliminates the redundancy of data.

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โอฬาร กิตติธีรพรชัย ซึ่งมอบความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณอาจารย์ประธานกรรมการ และกรรมการสอบที่ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นต่างๆทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากขึ้น

นอกจากนี้ ขอขอบคุณผู้บริหาร ผู้ร่วมจัดทำโครงการและเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่เสียสละเวลาให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลทดลองระบบ รวมทั้งหัวหน้างานที่เข้าใจและให้โอกาสในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งคอยให้กำลังใจและสนับสนุนให้ผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญรูป ..... ฎ

สารบัญตาราง ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 การหาสาเหตุของปัญหา 2

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 4

1.4 ขอบเขตงานวิจัย 4

1.5 ผลที่ได้รับ 5

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ 5

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 การผลิตซอฟต์แวร์ (Software Process) 7

2.1.1 แบบจำลองกระบวนการผลิตซอฟต์แวร์ (Software Process Model) 8

2.2 วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ (Human Factor Engineering) 11

2.2.1 สาเหตุความผิดพลาดของมนุษย์ 11

2.2.2 แนวทางในการลดความผิดพลาดของมนุษย์ 12

2.3 คุณภาพข้อมูล 13

2.3.1 ความหมายและความสำคัญของคุณภาพข้อมูล 13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.3.2 มิติคุณภาพของข้อมูล 13
2.3.3 การวัดคุณภาพข้อมูล (Measuring Data Quality) 14
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
บทที่ 3 สภาพปัจจุบันและการวิเคราะห์ปัญหา 18
3.1 บริษัทกรณีศึกษา 18
3.2 แผนผังองค์กร 19
3.3 ขั้นตอนการทำงานของแผนกวางแผนผังและระบบท่อ 23
3.4 ขั้นตอนการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อและการสร้างรหัสในการสั่งซื้อวัสดุท่อ 25
3.5 การเก็บข้อมูลความผิดพลาดในการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 29
3.5.1 วิธีการนับจำนวนความผิดพลาด 29
3.5.2 การจำแนกข้อมูลความผิดพลาด 29
3.6 การวัดคุณภาพข้อมูล (Measuring Data Quality) 33
3.6.1 ความผิดพลาดจำแนกตามลักษณะ 33
3.6.2 ความผิดพลาดจำแนกตามส่วนประกอบ 34
3.7 แนวทางในการลดความผิดพลาดของข้อมูล 35
3.8 ความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา 38
3.9 โครงสร้างองค์กรของการออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 42
บทที่ 4 การรวบรวมความต้องการการใช้งานระบบ 43
4.1 แหล่งข้อมูลของความต้องการใช้งานระบบ 43
4.2 เก็บข้อมูลความต้องการการใช้ระบบ 43
4.2.1 การสัมภาษณ์ผู้ใช้ระบบ 43
4.2.2 การสัมภาษณ์ผู้บริหาร 45
4.2.3 การศึกษาระบบที่ใช้ในปัจจุบัน 46

หน้า

4.2.4 การศึกษาจากเอกสาร 46
4.3 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ 47
4.3.1 ฐานข้อมูล 47
4.3.2 ส่วนของข้อกำหนดของวัสดุท่อ 48
4.3.3 ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ 52
บทที่ 5 การออกแบบระบบฐานข้อมูล 54
5.1 แบบจำลองกระบวนการ (Process Modeling) 54
5.1.1 แผนภาพบริบท (Context Diagram) 54
5.1.2 แผนภาพระดับที่ 0 56
5.1.3 แผนภาพระดับที่ 1 59
5.2 แบบจำลองข้อมูล (Data Modeling) 65
5.3 การออกแบบระบบ (System design) 66
5.3.1 ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล 66
5.3.2 การออกแบบหน้ากระดาษและรายงาน 74
5.3.3 การออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน 76
บทที่ 6 การทดสอบการใช้ระบบ 83
6.1 การทดสอบการใช้ระบบ 83
6.1.1 การทดสอบหน่วยย่อยของระบบ 83
6.1.2 การทดสอบการทำงานร่วมกัน 85
6.1.3 การทดสอบทั้งระบบ 86
6.1.4 การทดสอบเพื่อการยอมรับระบบ 86
6.2 การจัดทำเอกสารและการฝึกอบรม 87
6.2.1 การจัดทำเอกสาร 87

หน้า

6.2.2 การฝึกอบรม 87
6.3 การใช้งานโปรแกรม 88
6.3.1 การสร้างรายชื่ออักษรย่อ 90
6.3.2 การสร้างรายชื่อของของเหลวและดัชนี 90
6.3.3 การสร้างประเภทของวัสดุ 91
6.4 ผลการทดสอบระบบ 92
6.4.1 ผลการทดสอบขั้นแอลฟา 92
6.4.2 ผลการทดสอบขั้นบีตา 93
บทที่ 7 สรุปผลการดำเนินการวิจัย 97
7.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย 97
7.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 99
7.2.1 ปัญหาที่พบในการดำเนินงานวิจัย 99
7.2.2 ข้อเสนอแนะ 99
รายการอ้างอิง 101
ภาคผนวก ก เอนทิตีและแอตทริบิวต์ระบบช่วยเหลือการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 104
ภาคผนวก ข หัวข้อในการเก็บความต้องการใช้ระบบ 107
ภาคผนวก ค รูปประกอบการอบรม 108
ภาคผนวก ง แผนภาพ E-R หลังการออกแบบระบบ 109
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 110

สารบัญรูป

รูปที่ 1-1 เปอร์เซ็นต์การแก้ไขงานในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 4
รูปที่ 2-1 แบบจำลองแบบน้ำตก 8
รูปที่ 2-2 แบบจำลองน้ำตกแบบประยุกต์ 9
รูปที่ 2-3 แบบจำลองแบบค่อยเพิ่มขึ้น (Burke, 2013) 10
รูปที่ 2-4 แบบจำลองแบบวนซ้ำ (Munassar & Govardhan, 2010) 10
รูปที่ 3-1 จำนวนโครงการที่ได้รับงานและโครงร่างเสนอโครงการปี พ.ศ.2554-2557 18
รูปที่ 3-2 โครงสร้างการปฏิบัติงานบริษัทกรณีศึกษา 20
รูปที่ 3-3 โครงสร้างการปฏิบัติงานในโครงการของแผนกวางแผนผังและระบบท่อ 21
รูปที่ 3-4 ขั้นตอนการทำงานของโครงการในปัจจุบัน 23
รูปที่ 3-5 ตัวอย่างรูปไอโซเมตริก 24
รูปที่ 3-6 ขั้นตอนการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อและการสร้างรหัสในการสั่งซื้อวัสดุ 25
รูปที่ 3-7 ตัวอย่างประเภทของวัสดุท่อ 26
รูปที่ 3-8 ตัวอย่างการนับจำนวนความผิดพลาด 29
รูปที่ 3-9 ตัวอย่างการเลือกข้อมูลกรอกผิดจากมาตรฐาน (E1) 30
รูปที่ 3-10 ตัวอย่างการพิมพ์ผิด (E2) 30
รูปที่ 3-11 ตัวอย่างการแก้ไขงานไม่ครบถ้วน (E3) 31
รูปที่ 3-12 ตัวอย่างการคำนวณความหนาของท่อผิด (E4) 31
รูปที่ 3-13 ตัวอย่างการข้อมูลไม่ครบทุกช่อง (E5) 31
รูปที่ 3-14 ตัวอย่างการการคัดลอกและวาง (E6) 32
รูปที่ 3-15 Box Plot เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากมนุษย์ 34
รูปที่ 3-16 แนวทางในการลดการเกิดลักษณะความผิดพลาด 36

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 3-17 โครงสร้างองค์กรของการออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 42
รูปที่ 4-1 ขั้นตอนการสัมภาษณ์ผู้ใช้ระบบ 44
รูปที่ 5-1 แผนภาพบริบทของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 55
รูปที่ 5-2 แผนภาพระดับที่ 0 ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 57
รูปที่ 5-3 แผนภาพระดับที่ 1 กระบวนการที่ 1 ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ..... 60
รูปที่ 5-4แผนภาพระดับ 1 กระบวนการที่ 2 ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ..... 62
รูปที่ 5-5 แผนภาพระดับที่ 1 กระบวนการที่ 3 ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ..... 63
รูปที่ 5-6 แผนภาพ E-R ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ..... 65
รูปที่ 5-7 รายละเอียดในเอนทิตี MaterialEngineering..... 67
รูปที่ 5-8 รายละเอียดในเอนทิตี MaterialLeader 67
รูปที่ 5-9 รายละเอียดในเอนทิตี PipingSpecSystem 67
รูปที่ 5-10 รายละเอียดในเอนทิตี MasterData..... 68
รูปที่ 5-11 รายละเอียดในเอนทิตี CodeStructure..... 68
รูปที่ 5-12 รายละเอียดในเอนทิตี MasterSTD..... 69
รูปที่ 5-13 รายละเอียดในเอนทิตี ProjectSpecification..... 69
รูปที่ 5-14 รายละเอียดในเอนทิตี PipingSpecification..... 69
รูปที่ 5-15 รายละเอียดในเอนทิตี PipingMaterialClassification 70
รูปที่ 5-16 รายละเอียดในเอนทิตี PipingClass 70
รูปที่ 5-17 รายละเอียดในเอนทิตี CodeDescription..... 71
รูปที่ 5-18 รายละเอียดในเอนทิตี Report..... 71
รูปที่ 5-19 รายละเอียดในเอนทิตี Abbreviation 71
รูปที่ 5-20 รายละเอียดในเอนทิตี GeneralNote 72
รูปที่ 5-21 รายละเอียดในเอนทิตี ValveTable..... 72

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 5-22 รายละเอียดในเอนทิตี BranchTable 72
รูปที่ 5-23 รายละเอียดในเอนทิตี ReducerTable 73
รูปที่ 5-24 รายละเอียดในเอนทิตี Gasket 73
รูปที่ 5-25 รายละเอียดในเอนทิตี BoltTable 73
รูปที่ 5-26 รายละเอียดในเอนทิตี RefDWG 74
รูปที่ 5-27 การออกแบบหน้ากระดาษแบบที่ 1 75
รูปที่ 5-28 การออกแบบหน้ากระดาษแบบที่ 2 75
รูปที่ 5-29 หน้าจอ Sign in 77
รูปที่ 5-30 หน้าจอProject Specification 77
รูปที่ 5-31 หน้าจอส่วนข้อกำหนดของวัสดุท่อ 79
รูปที่ 5-32 หน้าจออักษรย่อ 79
รูปที่ 5-33 หน้าจอประเภทของวัสดุท่อ 79
รูปที่ 5-34 หน้าจอประเภทท่อแต่ละประเภท 80
รูปที่ 5-35 หน้าจอหมายเหตุทั่วไป 80
รูปที่ 5-36 หน้าจอรายการวาล์ว 80
รูปที่ 5-37 หน้าจอปะเก็น 81
รูปที่ 5-38 หน้าจอตารางท่อแยก 81
รูปที่ 5-39 หน้าจอตารางท่อลด 81
รูปที่ 5-40 หน้าจอตารางสลักเกลียว 81
รูปที่ 5-41 หน้าจอรูปอ้างอิง 81
รูปที่ 5-42 หน้าจอส่วนของรายงาน 82
รูปที่ 6-1 การเชื่อมโยงของกระบวนการทำงานระบบย่อย 85
รูปที่ 6-2 ขั้นตอนการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อด้วยระบบ 89

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 6-3 ขั้นตอนการสร้างรายชื่ออักษรย่อ 90

รูปที่ 6-4 ขั้นตอนการสร้างรายชื่อของของเหลวและดัชนี 91

รูปที่ 6-5 ขั้นตอนการสร้างประเภทของวัสดุ 92

รูปที่ 6-6 ตัวอย่างรหัสไม่ตรงกับรายละเอียดท่อ 93

รูปที่ 6-7 แผนภูมิแบบกล่องของเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากมนุษย์ก่อนและหลังใช้ระบบ 94

รูปที่ ค-1 ตัวอย่างการอบรมการใช้ระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 108

รูปที่ ค-2 ตัวอย่างการอบรมการใช้ระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 108

รูปที่ ง-1 แผนภาพ E-R หลังการออกแบบระบบ 109

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1-1 รายละเอียดของโครงการตัวอย่าง 5 โครงการ 2
ตารางที่ 3-1 สัดส่วนการให้บริการลูกค้าแต่ละกลุ่มในช่วงปี พ.ศ. 2554-2557 หน่วย: ล้านบาท 19
ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างการใช้กฎของระบบท่อในการสร้างรหัสในการสั่งซื้อวัสดุ 28
ตารางที่ 3-3 จำนวนของผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยของโครงการ 28
ตารางที่ 3-4 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบและลักษณะความผิดพลาด 32
ตารางที่ 3-5 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดโครงการตัวอย่าง จำแนกตามลักษณะ 33
ตารางที่ 3-6 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดโครงการตัวอย่าง จำแนกตามส่วนประกอบ 35
ตารางที่ 3-7 ความเป็นไปได้ในการแก้ไขความผิดพลาดจากการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 39
ตารางที่ 4-1 การเก็บข้อมูลและความต้องการของผู้ใช้ระบบ 45
ตารางที่ 4-2 สรุปนโยบายจากผู้บริหาร 45
ตารางที่ 4-3 ลักษณะการทำงานของระบบที่ใช้ในปัจจุบัน 46
ตารางที่ 4-4 แสดงความต้องการของระบบฐานข้อมูล 47
ตารางที่ 4-5 ความต้องการในการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ 49
ตารางที่ 4-6 ความต้องการในส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ 52
ตารางที่ 5-1 แนวคิดในการออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน 76
ตารางที่ 6-1 แผนการทดสอบระบบย่อยของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 83
ตารางที่ 6-2 รายละเอียดของโครงการทดสอบ 5 โครงการ 87
ตารางที่ 6-3 บันทึกการอบรมระบบช่วยการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 88
ตารางที่ 6-4 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดโครงการทดสอบ จำแนกตามลักษณะความผิดพลาด 93
ตารางที่ 6-5 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ลดลงหลังใช้ระบบ จำแนกตามลักษณะความผิดพลาด 94
ตารางที่ 6-6 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของโครงการทดสอบ จำแนกตามส่วนประกอบ 95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6-7 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ลดลงหลังใช้ระบบเมื่อจำแนกตามประเภทของวัสดุ 95

ตารางที่ ก-1 เอนทิตีและแอตทริบิวต์งระบบช่วยเหลือการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ 104

ตารางที่ ข-1 หัวข้อในการสัมภาษณ์การเก็บความต้องการใช้งานระบบจากวิศวกรวัสดุ..... 107

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา วัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัย ผลที่ได้รับ ประโยชน์ที่ได้รับและขั้นตอนดำเนินงานวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ตลอดทศวรรษที่ผ่านมา บริษัทก่อสร้างเฉพาะทางที่รับผิดชอบทั้งงานออกแบบทางวิศวกรรม งานจัดซื้อและงานก่อสร้าง (Engineering Procurement and Construction: EPC) หรือบริษัทอีพีซี ได้รับความนิยมในการก่อสร้างโรงงานขนาดใหญ่ ที่มีลักษณะเฉพาะในการก่อสร้าง เช่น โรงกลั่นน้ำมัน และโรงงานปิโตรเคมี ผู้ว่าจ้างนิยมก่อสร้างลักษณะดังกล่าวเพราะงบประมาณทั้งโครงการคงที่ทั้งยังมีผู้รับผิดชอบรายเดียวทำให้การส่งมอบงานในแต่ละส่วนชัดเจนและช่วยทำให้โครงการสำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด นอกจากนี้การที่ความรับผิดชอบในโครงการเป็นของบริษัทอีพีซีที่ทุกขั้นตอนทำให้สามารถมั่นใจคุณภาพของงานก่อสร้างและความสอดคล้องระหว่างงานออกแบบและงานก่อสร้าง บริษัทอีพีซีเองก็มีสัดส่วนกำไร (Profit Margin) สูงกว่าบริษัทก่อสร้างทั่วไปเนื่องจากเป็นโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะจำเพาะ ต้องการความรู้ ประสบการณ์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อน

ด้วยลักษณะของงานและความผิดพลาดในจุดใดจุดหนึ่งส่งผลกระทบอย่างต่อเนื่องต่อโครงการก่อสร้างและส่งผลกระทบอย่างรุนแรงกับผู้ว่าจ้างในด้านระยะเวลาก่อสร้างและงบประมาณ บริษัทอีพีซีจึงให้ความสำคัญกับการสื่อสารภายในองค์กรและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการติดต่อสื่อสารให้มั่นใจว่าการบริการรวดเร็ว ข้อมูลถูกต้อง ภายในระยะเวลาที่กำหนด ปราศจากข้อผิดพลาดตั้งแต่การออกแบบจนกระทั่งถึงการก่อสร้าง งานวิจัยนี้นำเสนอกรณีศึกษาของแผนกระบบท่อของบริษัทอีพีซีแห่งหนึ่งซึ่งรับผิดชอบในจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อเพื่อใช้ในออกแบบ 3 มิติและการสั่งซื้อวัสดุในงานก่อสร้าง โดยแผนกดังกล่าวประสบปัญหาคุณภาพข้อมูลนำเข้าทำให้มีการแก้ไขข้อกำหนดของวัสดุท่อบ่อยครั้งเนื่องจากข้อผิดพลาด

1.2 การหาสาเหตุของปัญหา

เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาเป็นการรับงานที่อยู่ในรูปแบบของโครงการ ดังนั้นหลังจากส่งมอบโครงการจะมีการประเมินผลการทำงานของโครงการ ซึ่งการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อก็เป็นส่วนหนึ่งที่มีผลการประเมินออกมาว่า มีการแก้ไขงานบ่อยครั้งและส่งผลต่องานอื่นๆ ส่งผลกระทบต่อการสั่งซื้อวัสดุท่อ กล่าวคือ เมื่อนำข้อมูลจากข้อกำหนดของวัสดุท่อที่มีความผิดพลาดไปใช้ในการสั่งซื้อวัสดุท่อ ทำให้วัสดุท่อผิดไปจากที่ต้องการ ทำให้ต้องมีการออกแบบใหม่ สั่งซื้อวัสดุท่อใหม่ ซึ่งในบางอุปกรณ์มีระยะเวลาในผลิตและขนส่งยาวนาน จึงเกิดการล่าช้าในการก่อสร้าง ไม่สามารถส่งมอบโครงการได้ตามกำหนด ถูกปรับตามข้อสัญญา ส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของบริษัท นอกจากนี้ วัสดุและอุปกรณ์ที่สั่งซื้อมาแล้วไม่ได้ใช้ ถือเป็นค่าใช้จ่ายส่วนเกินด้วย

จากผลกระทบที่กล่าวมาข้างต้น บริษัทกรณีศึกษาจึงต้องการทราบสาเหตุการแก้ไขงานที่เกิดขึ้น ในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อและต้องการลดการแก้ไขนั้นลง จึงทำการสุ่มเพื่อตรวจสอบการแก้ไขที่เกิดขึ้นในข้อกำหนดของวัสดุท่อ โดยสุ่มโครงการจากทั้งหมดที่เคยทำในอดีตมา 5 โครงการ ดังตารางที่ 1-1 รายละเอียดของแต่ละโครงการ ได้แก่ จำนวนของวิศวกรวัสดุ ระยะเวลาของโครงการ ขนาดของโครงการซึ่งแบ่งตามระยะเวลาของโครงการ ชั่วโมงการทำงานของโครงการ และชนิดของอุตสาหกรรม

ตารางที่ 1-1 รายละเอียดของโครงการตัวอย่าง 5 โครงการ

โครงการ	จำนวนวิศวกรวัสดุ	ระยะเวลา (เดือน)	ขนาดโครงการ	ชั่วโมงการทำงาน (ชม.)	กลุ่มอุตสาหกรรม
A	2	3	เล็ก	900	ปิโตรเคมี
B	4	12	กลาง	7200	ปิโตรเคมี
C	2	12	กลาง	3600	ปิโตรเคมี
D	5	15	ใหญ่	11250	อื่นๆ
E	6	24	ใหญ่	21600	อื่นๆ

จากตารางที่ 1-1 แสดงรายละเอียดของโครงการทั้ง 5 โครงการ โดยโครงการ A เป็นโครงการขนาดเล็ก มีจำนวนวิศวกรวัสดุ 2 คน จัดอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โครงการ B และC เป็นโครงการขนาดกลาง มีจำนวนวิศวกรวัสดุ 2-4 คน จัดอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และโครงการ D และE มีจำนวนวิศวกรวัสดุ 5-6 คน จัดอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมอื่นๆ (โครงการดักจับคาร์บอนและถลุงแร่ ตามลำดับ) จากข้อมูลดังกล่าวสังเกตได้ว่า จำนวนของวิศวกรวัสดุ ระยะเวลาของโครงการ ชั่วโมงงาน จะแปรผันไปตามขนาดของโครงการ โดยไม่ขึ้นอยู่กับกลุ่มของอุตสาหกรรม

ในการเก็บข้อมูลสามารถจำแนกสาเหตุของการแก้ไขข้อกำหนดของวัสดุท่อได้จากรายการการเปลี่ยนแปลง (Deviation List) ซึ่งบันทึกการแก้ไขงานเพื่อแจ้งให้กับผู้ว่าจ้างทราบว่ามีการเปลี่ยนแปลงการใช้วัสดุของท่อของโครงการ ซึ่งสามารถสรุปเป็นสาเหตุการแก้ไขงานได้ 4 สาเหตุ เมื่อจำแนกตามผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการ ดังนี้

- การแก้ไขงานจากวิศวกรวัสดุ เป็นการแก้ไขงานที่เกิดจากความผิดพลาดของมนุษย์ การตรวจสอบไม่มากพอ หรือวิธีการทำงานที่ส่งผลทำให้เกิดความผิดพลาด โดยอาจตรวจสอบพบการแก้ไขงานด้วยตัวเอง หรือวิศวกรออกแบบผู้นำข้อกำหนดของวัสดุท่อไปใช้งานมีข้อเสนอแนะในการแก้ไข

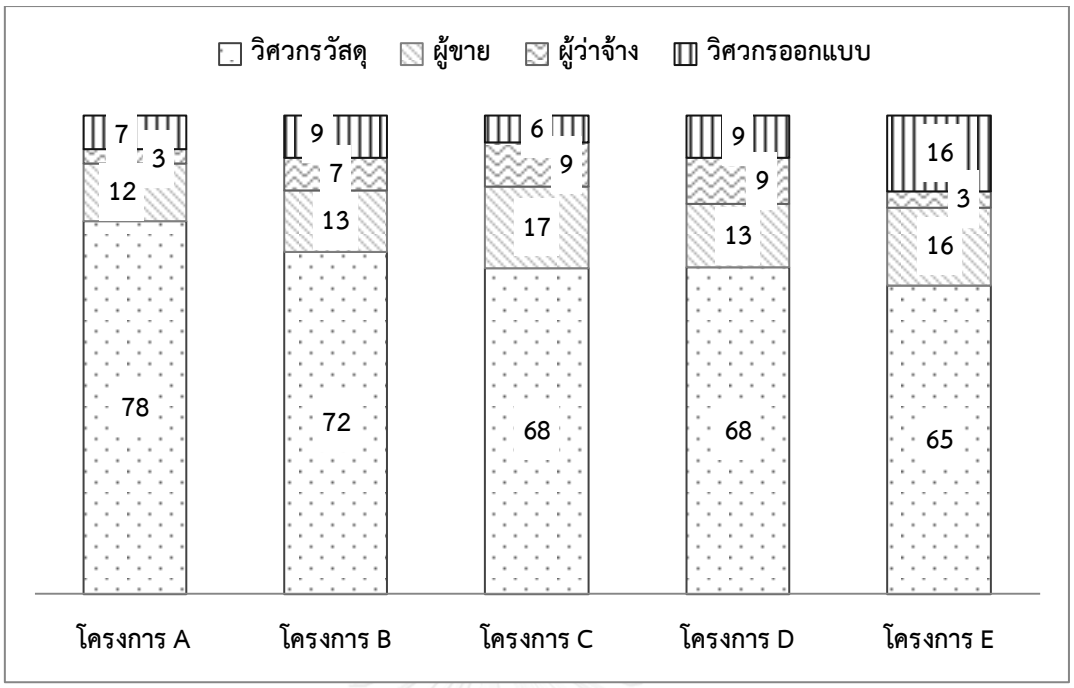
- การแก้ไขงานจากผู้ขาย เช่น ผู้ขายมีวัสดุไม่ตรงตามต้องการจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนรายละเอียด หรืออาจต้องเปลี่ยนผู้ขายรายใหม่ ซึ่งทำให้ต้องแก้ไขข้อมูลของวัสดุท่อตามผู้ขายสินค้าที่บริษัทสั่งซื้อของด้วย

- การแก้ไขงานจากผู้ว่าจ้าง ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างต้องการให้แก้ไขข้อกำหนดของวัสดุท่อ

- การแก้ไขงานจากการออกแบบ ในบางครั้ง ข้อกำหนดของวัสดุท่อ มีความขัดแย้งหรือไม่สามารถนำไปออกแบบได้จริง จึงต้องมีการแก้ไขตามงานที่จะสามารถออกแบบได้

และเมื่อวิเคราะห์สาเหตุทั้ง 4 ซึ่งเป็นความผิดพลาดของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของข้อมูล โดยการแก้ไขงานจากวิศวกรวัสดุเป็นสาเหตุที่เกิดขึ้นภายในของการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อที่สามารถปรับปรุงและแก้ไขกระบวนการทำงานเพื่อลดการแก้ไขงานที่เกิดขึ้นได้ ส่วนการแก้ไขงานจากผู้ขาย การแก้ไขงานจากผู้ว่าจ้าง และการแก้ไขงานจากการออกแบบ เป็นสาเหตุที่เกิดขึ้นภายนอกกระบวนการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อของแผนก จึงไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลกระบวนการทำงานต่างๆได้

หลังจากทำการเก็บข้อมูลการแก้ไขงานจากโครงการตัวอย่างทั้ง 5 โครงการ พบว่าสาเหตุการแก้ไขข้อกำหนดของวัสดุท่อ ดังแสดงในรูปที่ 1-1



รูปที่ 1-1 เปอร์เซ็นต์การแก้ไขงานในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

จากรูปที่ 1-1 พบว่า สาเหตุที่ก่อให้เกิดการแก้ไขงานมากที่สุด เกิดจากวิศวกรวัสดุ มีเปอร์เซ็นต์การแก้ไขงานมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมุ่งเป้าไปยังสาเหตุจากวิศวกรวัสดุซึ่งเป็นสาเหตุภายในและมักจะเกิดจากความผิดพลาดของมนุษย์

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ออกแบบและพัฒนาระบบที่ช่วยในการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1. การออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อช่วยลดความผิดพลาดจากมนุษย์

2. ทดลองระบบฐานข้อมูลกับโครงการที่มีขนาดเล็กหรือขนาดกลาง และกำลังอยู่ระหว่างดำเนินการ มีระยะเวลาในช่วงการออกแบบ (Design Stage) ของโครงการ 0-6 เดือน

3. ในขั้นตอนการทำงาน ของบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วิศวกรวัสดุท่อ และวิศวกรออกรหัสจะเป็นเพียงการทดลองทำงานโดยยังไม่มีผลต่อโครงสร้างการทำงานจริง

4. ระบบฐานข้อมูลเป็นระบบงานบนเว็บ (Web Application) มีการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายภายในองค์กร (Intranet)

5. ท่อและอุปกรณ์ท่อ ได้แก่ ท่อ หน้าแปลน ข้องอ ข้อลด ข้อต่อ ท่อสามทาง ท่อลด ฝาครอบ ฝาอุด ปะเก็น สลักเกลียวและแป้นเกลียว และวาล์ว

1.5 ผลที่ได้รับ

1. ระบบฐานข้อมูลช่วยในการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ที่สามารถช่วยลดความผิดพลาดของมนุษย์ในการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อลง

2. แผนภาพสายงาน (Flow Diagram) การทำงานของระบบการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. มีระบบฐานข้อมูลของการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อที่เป็นศูนย์กลางในการรวบรวมข้อมูลให้ทุกคนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำมาใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว

2. ลดขั้นตอนและระยะเวลาการทำงานลงให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ใช้จำนวนผู้เชี่ยวชาญในการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อน้อยลง หรือผู้เชี่ยวชาญสามารถดูแลงานอื่นๆได้มากขึ้น

4. ช่วยในการตรวจสอบข้อผิดพลาด มีการบันทึกข้อมูลการแก้ไขและการอัพเดตข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลข้อผิดพลาดในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

ในขั้นตอนนี้จะทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้น เพื่อหาสาเหตุของการแก้ไขงานที่เกิดขึ้น โดยทำการตรวจนับการแก้ไขงานที่มีการแก้ไขในแต่ละครั้งที่มีการส่งไปยังแผนกที่เกี่ยวข้อง

2. เก็บข้อมูลและความต้องการของผู้ใช้งาน

- การศึกษาจากเอกสาร (Document Review) เริ่มต้นด้วยการศึกษาข้อมูลจากเอกสารรายงานข้อกำหนดของวัสดุท่อ ส่วนประกอบของรายงาน รูปแบบของรายงาน ตามมาตรฐานของบริษัท

- การสัมภาษณ์แบบกลุ่ม เป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) ประเด็นในการสัมภาษณ์ คือ ลักษณะการใส่ข้อมูล การแสดงผลและความต้องการอื่นๆจะเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญวิศวกรวัสดุ

• การสัมภาษณ์รายแบบตัวต่อตัว เป็นการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เพื่อรายละเอียดที่ต้องการเพิ่มเติม หรือมีปัญหาขัดข้อง จะมีการเข้าไปสอบถามจากวิศวกรวัสดุรายบุคคลตามความรับผิดชอบของวิศวกรวัสดุนั้นๆ

3. การออกแบบและเขียนระบบฐานข้อมูล

ขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลความต้องการของผู้ใช้เป็นจุดเริ่มต้นการออกแบบของระบบ โดยมีเล่มรายงานที่ต้องนำออกเพื่อส่งงานเป็นปลายทางในการออกแบบ เมื่อพิจารณาแล้ว สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

• ระบบฐานข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลต้นฉบับ (Master Data) มาตรฐานต้นฉบับ (Master Standard)

• การออกแบบรูปแบบและรายงาน

• การออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

4. ทดสอบระบบว่าตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานหรือไม่

โดยจะแบ่งการทดลองระบบออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

• การทดสอบหน่วยย่อยของระบบ

• การทดสอบการทำงานร่วมกัน

• การทดสอบทั้งระบบ

• การทดสอบเพื่อการยอมรับระบบ

5. ปรับปรุงและแก้ไขข้อผิดพลาด

นำข้อบกพร่องและความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้งานมาปรับปรุงให้ระบบดีขึ้น ข้อมูลมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การผลิตซอฟต์แวร์ (Software Process)

ซอฟต์แวร์ คือ ชุดคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และเอกสารประกอบ ซอฟต์แวร์มี 2 ลักษณะคือ พัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานภายในองค์กร และพัฒนาขึ้นเพื่อการค้า

กระบวนการผลิตซอฟต์แวร์ ประกอบไปด้วยกิจกรรมพื้นฐาน 4 กิจกรรม (ธนิต เกตแก้ว, 2548) ได้แก่

1. การกำหนดคุณสมบัติซอฟต์แวร์ (Software Specification) เป็นขั้นตอนในการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น นำมาวิเคราะห์ความต้องการของระบบ และกำหนดความต้องการของระบบ หน้าที่ซอฟต์แวร์ และระบุข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนพัฒนาซอฟต์แวร์

2. การออกแบบและสร้างซอฟต์แวร์ (Software Design and Implementation) เป็นการสร้างและพัฒนาซอฟต์แวร์ให้ตรงกับข้อกำหนดความต้องการ การใช้งาน โดยการออกแบบแบ่งเป็น การออกแบบเชิงตรรกะ (Logical Design Phase) และการออกแบบเชิงกายภาพ (Physical Design Phase)

3. การทวนสอบซอฟต์แวร์ (Software Validation) กิจกรรมนี้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของซอฟต์แวร์ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นได้ตรงกับความต้องการของลูกค้า แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

- การทดสอบหน่วยย่อยของระบบ (Unit Testing)
- การทดสอบการทำงานร่วมกัน (Integration Testing)
- การทดสอบทั้งระบบ (System Testing)
- การทดสอบเพื่อการยอมรับระบบ (Acceptance Testing)

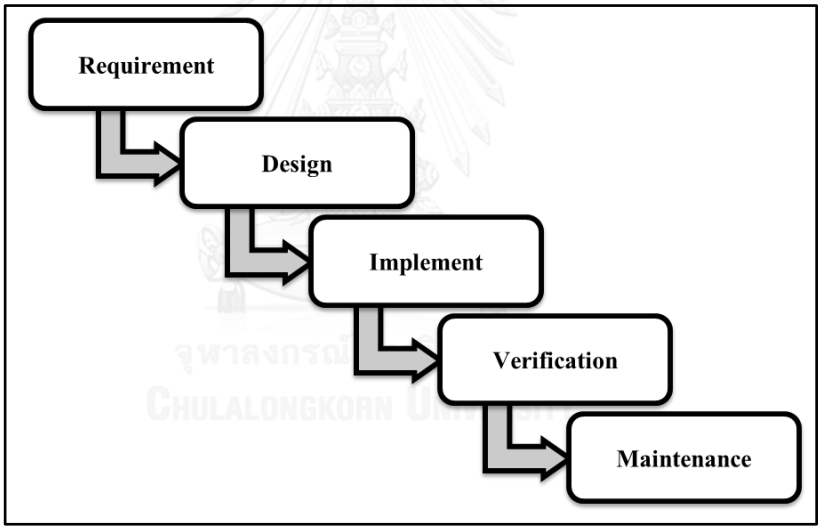
4. การวิวัฒนาการของซอฟต์แวร์ (Software Evolution) ในทางปฏิบัติ เมื่อซอฟต์แวร์ใช้งานได้ระยะหนึ่งแล้ว ผู้ใช้หรือลูกค้าอาจมีความต้องการเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงความต้องการบางอย่าง ดังนั้นขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์ ต้องมีการเตรียมเพื่อจัดการกับเหตุการณ์ที่คาดหมายว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต

2.1.1 แบบจำลองกระบวนการผลิตซอฟต์แวร์ (Software Process Model)

การจำลองภาพของกระบวนการผลิตซอฟต์แวร์ เป็นแผนภาพที่แสดงถึงรูปแบบการดำเนินงานในรูปแบบที่แตกต่างกัน แต่ละรูปแบบจะมีจุดเด่นและความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้งาน ได้แก่

• แบบจำลองแบบน้ำตก (Waterfall Model)

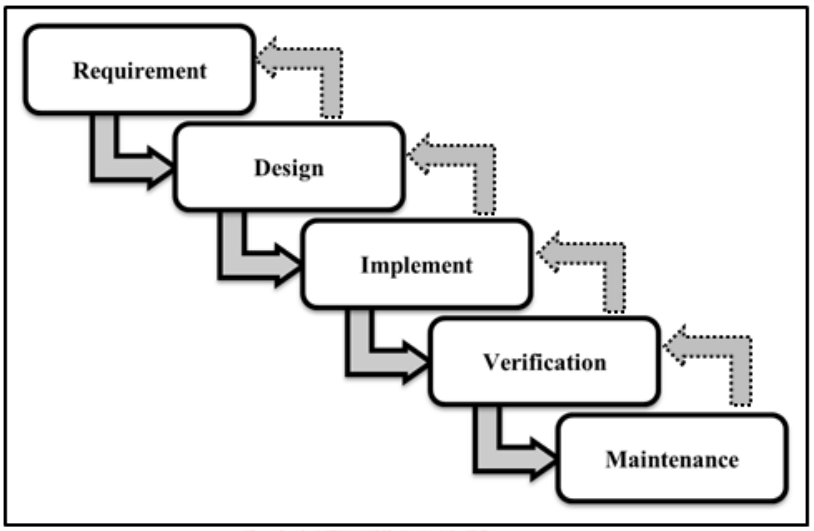
แบบจำลองแบบน้ำตก เรียกได้ว่าเป็นวงจรชีวิตแบบดั้งเดิม ซึ่งหมายถึง แบบระเบียบวิธีเรียงลำดับเป็นระบบในการพัฒนาซอฟต์แวร์ แต่ละขั้นตอนจะเริ่มได้ก็ต่อเมื่อได้ทำขั้นตอนก่อนหน้านี้เสร็จเรียบร้อยและจะไม่สามารถย้อนกลับไปทำขั้นตอนก่อนหน้านี้อีก จึงเปรียบลักษณะการทำเสมือนน้ำตกที่ไหลจากที่สูงไปที่ต่ำ ไม่มีการไหลย้อนกลับทิศทางจากที่ต่ำไปที่สูง ดังรูปที่ 2-1 (ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล & เจษฎาพร ยุทธนวิบูลย์ชัย, 2549)



รูปที่ 2-1 แบบจำลองแบบน้ำตก

ข้อดีของรูปแบบการผลิตซอฟต์แวร์แบบน้ำตก คือ แบ่งงานยากให้เป็นงานที่เล็กง่ายต่อการจัดการ มีการกำหนดผลิตภัณฑ์ที่ต้องส่งมอบในแต่ละงานอย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ตาม แบบน้ำตก มีข้อจำกัด คือ ลูกค้าเห็นและทดลองใช้ซอฟต์แวร์ ก็ต่อเมื่อถึงขั้นตอนสุดท้าย หากเกิดความผิดพลาดไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ได้ จึงได้มีแบบจำลองแบบน้ำตก ที่สามารถย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าเพื่อแก้ไขความผิดพลาดหรือเพื่อต้องการความชัดเจน

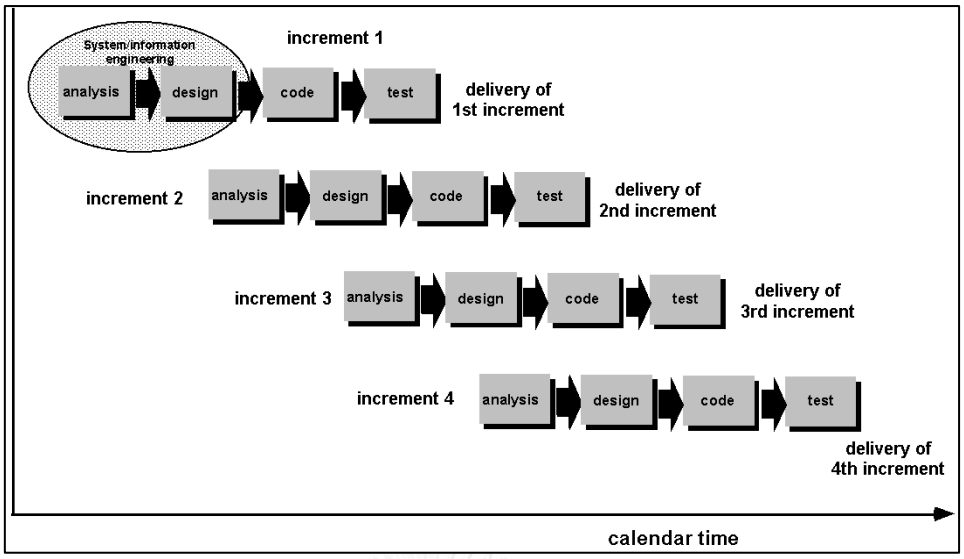
เรียกว่า แบบจำลองน้ำตกแบบประยุกต์ (Adapted Waterfall Model) จากรูปที่ 2-2 แสดงการย้อนกลับด้วยลูกศรย้อนกลับขึ้นด้านบน



รูปที่ 2-2 แบบจำลองน้ำตกแบบประยุกต์

• แบบจำลองแบบค่อยเพิ่มขึ้น (Incremental Process Model)

แบบจำลองแบบค่อยเพิ่มขึ้น (The Incremental Model) มีการแบ่งงานเป็นส่วนๆ ตามความต้องการที่สลับซับซ้อนหรือเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยแต่ละส่วนจำทำตารกระบวนการพื้นฐานจนครบแล้ววนทำซ้ำเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ระบบที่ครบถ้วน ทำให้สามารถปรับเพิ่มความต้องการได้ตลอด ดังรูปที่ 2-3

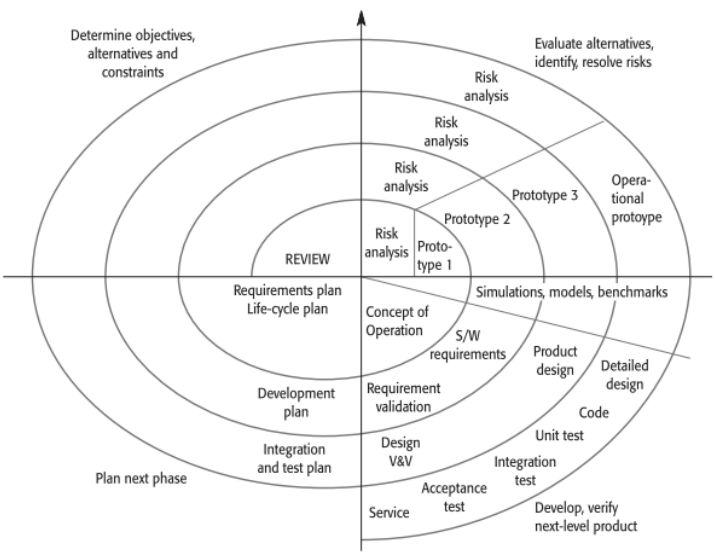


รูปที่ 2-3 แบบจำลองแบบค่อยเพิ่มขึ้น (Burke, 2013)

• <u>แบบจำลองแบบวนซ้ำ</u> (Spiral Process Model)

แบบจำลองแบบวนซ้ำ พัฒนามาจากแบบจำลองแบบน้ำตก มีลักษณะเป็นก้นหอยวนซ้อนกัน โดยนำความเสี่ยงมาเป็นแนวคิดในการพัฒนาระบบของโครงการที่อาจเกิดความล้มเหลว มีการนำเสนอต่อลูกค้าเป็นระยะเพื่อนำคำแนะนำของลูกค้าแล้วนำกลับมาปรับปรุง ดังรูปที่ 2-4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2-4 แบบจำลองแบบวนซ้ำ (Munassar & Govardhan, 2010)

2.2 วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ (Human Factor Engineering)

วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ คือ การศึกษาและทำความความเข้าใจมนุษย์ถึงลักษณะและวิธีการปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์กับโลกรอบตัว และมีการนำข้อมูลเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ ระบบ อุปกรณ์ต่างๆเพื่อความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการใช้งาน เช่น เครื่องมือในการทำงาน งาน กระบวนการ และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เป็นต้น โดยมีแนวคิดสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ ปัจจัยมนุษย์ (Human Factor) ความผิดพลาดของมนุษย์ (Human Error) วิทยาศาสตร์ปัจจัยมนุษย์ (Human Factor Science) และการออกแบบปัจจัยมนุษย์ (Human Factor Design) ซึ่งในการศึกษานี้ให้ความสำคัญกับความผิดพลาดของมนุษย์ (Human Error) (น้องนุช ภูมิสนธิ์, 2555)

ความผิดพลาดของมนุษย์ คือ พฤติกรรรมที่มากกว่าหรือน้อยกว่าเกณฑ์ที่สามารถรับได้ ซึ่งพฤติกรรมเหล่านั้นล้วนเกิดจากมนุษย์ทั้งสิ้น โดยธรรมชาติของมนุษย์ มีลักษณะสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ ความซับซ้อน ความหลากหลาย และมีไดนามิกส์ เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะไม่สามารถกลับมาเป็นเหมือนเดิมได้ (Yang & Li, 2011)

2.2.1 สาเหตุความผิดพลาดของมนุษย์

• การขาดความรู้ ทักษะหรือความสามารถในการทำงาน (Lack of Knowledge, Skill, or Ability) เกิดจากการไม่ได้รับฝึกอบรมที่เพียงพอก่อนการทำงาน การฝึกฝนที่ไม่มากพอให้เกิดการเรียนรู้ของร่างกาย ไม่เกิดความชำนาญ หรือไม่มีการประเมินระดับความรู้ความสามารถว่ายังคงอยู่ที่ระดับเดิมหรือไม่

• อาการหลงผิด (Mental Error) คือ การเผลอและการพลาด ซึ่งทั้งสองอาการแตกต่างกันสภาวะการตัดสินใจ หากเป็นการเผลอ ผู้ปฏิบัติงานจะขาดภาวการณ์ตัดสินใจตัดสินใจโดยไม่รู้ตัว เกิดขึ้นได้ทั้งกับคนที่มีประสบการณ์และไม่มีประสบการณ์ ส่วนอาการพลาด ผู้ปฏิบัติงานมีภาวะในการตัดสินใจ แต่การตัดสินใจนั้นผิด

• การได้รับรู้ความรู้สึกมากเกินไป (Sensory Overload) เป็นผลกระทบจากการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งความผิดพลาดนี้ขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน หากได้รับการกระตุ้นประสาทสัมผัสใดๆ มากเกินไป อาจทำให้เกิดอาการที่เรียกว่า Sensory Overload ซึ่งจะทำให้การรับรู้ มีปัญหาและนำไปสู่ความผิดพลาดในการทำงาน

• ข้อผิดพลาดในกระบวนการวิศวกรรม (Mechanical Process Errors) งานบางอย่างมีความยากลำบากในการปฏิบัติโดยตัวของมันเองและมีความเสี่ยงที่จะเกิดความผิดพลาดได้ง่าย แม้การเรียนรู้และฝึกฝนก็สามารถเกิดความผิดพลาดขึ้นได้

• สิ่งรบกวนการทำงานภายนอก (Distraction) เป็นสาเหตุจากสภาพแวดล้อมภายนอกที่มีผลกระทบต่อสภาวะจิตใจและประสาทสัมผัสของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ความพลุกพล่าน วุ่นวายจอแจ

• ความจดจำลดลง (Lack of Memory) คือ การทำงานที่ต้องใช้ความทรงจำมากๆ จนทำให้ความสามารถในการจดจำลดลง สมองเกิดความล้าก็อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้หลงลืมได้ง่ายและนำไปสู่การเกิดความผิดพลาดได้เช่นกัน

• ขาดการควบคุมอารมณ์ (Loss of Emotional Control) ความโกรธ ความเศร้าเสียใจ ความริษยา และความกลัว เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปฏิบัติงานได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ

2.2.2 แนวทางในการลดความผิดพลาดของมนุษย์

จากสาเหตุของความผิดพลาดพบว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดความผิดพลาดของมนุษย์ คือ ลักษณะส่วนบุคคลที่เป็นปัจจัยภายใน และสภาพแวดล้อมในการทำงานซึ่งเป็นปัจจัยภายนอก เช่น ลักษณะการทำงาน เครื่องมือ และสภาพแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นอาจมาจาก วิธีการทำงานที่ไม่ถูกต้อง การสื่อสารที่ผิดพลาดระหว่างบุคคล พนักงานได้รับการฝึกอบรมที่ไม่เพียงพอ เกิดความขัดแย้งที่เกี่ยวกับพนักงาน เครื่องมือที่ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ และอุปกรณ์ที่ออกแบบมาไม่มีประสิทธิภาพ

ดังนั้น แนวทางในการแก้ไขปัญหาจึงต้องแก้ไขจากทั้งตัวบุคคล โดยการคัดเลือกบุคคลากรเพื่อเข้าทำงานให้มีความเหมะสมกับงาน หรือการมอบหมายงานที่เหมาะกับบุคคลากรนั้นๆ รวมทั้งมีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในกระบวนการทำงานซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความผิดพลาดของมนุษย์ขึ้นด้วย

2.3 คุณภาพข้อมูล

2.3.1 ความหมายและความสำคัญของคุณภาพข้อมูล

ข้อมูลเป็นพื้นฐานที่สำคัญขององค์กร ข้อมูลที่มีคุณภาพย่อมทำให้กิจกรรมต่างๆในองค์กรมีประสิทธิภาพตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม มีผู้ให้ความหมายของคุณภาพข้อมูลไว้หลายประเด็น เช่น ความหมายของคำว่า “คุณภาพข้อมูล” คือ ข้อมูลที่มีคุณภาพสูงพอที่จะใช้ในการดำเนินงานตัดสินใจและวางแผน หรือในประเด็นที่มองถึงการนำไปใช้งานว่าคุณภาพข้อมูล คือ ข้อมูลที่เหมาะสมกับการใช้งานและตรงตามวัตถุประสงค์โดยผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างถูกต้องด้วย

โดยปกติแล้วบริษัทส่วนใหญ่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการดำเนินธุรกิจมักจะมีความเชื่อมั่นในคุณภาพของข้อมูลที่ระบบทำการประมวลผลหรือทำการเก็บข้อมูลไว้ จะมีบริษัทจำนวนน้อยมากที่จะมีขั้นตอนหรือระบบที่จะตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลแต่อย่างไรก็ดีในหลายๆ ระบบก็ยังคงมีข้อมูลที่ไม่มีคุณภาพ หรือข้อมูลที่ผิดพลาดอยู่ได้ ข้อมูลที่ไม่มีคุณภาพเป็นเหตุผลหลักของความล้มเหลวในการสร้างคลังข้อมูล เนื่องจากเมื่อข้อมูลไม่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้ ผู้ใช้ก็จะหมดความเชื่อมั่นต่อคลังข้อมูล และอาจจะไม่ใช่งานคลังข้อมูลอีก เมื่อผู้ใช้หมดความเชื่อมั่นไปแล้วจะเป็นการยากมากที่จะเรียกความมั่นใจเหล่านั้นกลับมา ดังนั้นเมื่อเราทราบว่าในระบบมีข้อมูลที่ไม่สะอาดอยู่ เราจะต้องหาระดับของความไม่สะอาดของข้อมูลว่าเป็นเช่นไร จากนั้นพยายามหาวิธีการหรือขั้นตอนวิธีที่จะทำความสะอาดข้อมูล

2.3.2 มิติคุณภาพของข้อมูล

คุณภาพของข้อมูลระบุได้จากมิติคุณภาพของข้อมูล (สุกัญญา เรืองสุวรรณ, 2553) ดังนี้

- ความถูกต้องของข้อมูล (Accuracy) เป็นเรื่องที่สำคัญต่อการแสดงคุณภาพของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูลหรือข้อมูลที่ปราศจากข้อผิดพลาด คลาดเคลื่อน หมายถึงขอบเขตที่ข้อมูลถูกต้องเชื่อถือได้ ข้อมูลที่ไม่ถูกต้องนี้เป็นสาเหตุหลักของปัญหาอื่นๆที่จะตามมา

- ความสอดคล้อง (Consistency) เป็นเรื่องรองลงมาที่คนให้ความสำคัญ โดยรูปแบบและเนื้อหาของข้อมูลในการกรอกจะต้องเหมือนกันในทุกแหล่งข้อมูล เช่น ถ้าเราทำการเก็บรหัสสินค้า ABC ในแหล่งข้อมูลหนึ่งๆ เป็น 1234 ดังนั้น รหัสของสินค้า ABC ในแหล่งข้อมูลอื่นๆ จะต้องใช้รหัส 1234 ด้วย เป็นต้น

- ความครบถ้วนสมบูรณ์ (Completeness) คือ ข้อมูลไม่ขาดหาย กว้างและลึกพอสำหรับการใช้งานตามที่ผู้ใช้ต้องการ เช่น ข้อมูลอีเมลของลูกค้าขาดหายไปอาจเป็นไปได้สอง

ความหมายคือ ลูกค้าคนนั้นไม่มีอีเมลซึ่งไม่มีผลกระทบกับความครบถ้วนสมบูรณ์ แต่ถ้าลูกค้ามีอีเมลแต่ไม่ได้กรอกลงไปถือว่าความครบถ้วนสมบูรณ์ต่ำ

• ความทันต่อการใช้งานหรือทันเวลา (Timeliness) หมายถึง ข้อมูลเป็นปัจจุบันเพียงพอต่อการใช้งานหรือมีข้อมูลทันต่อการใช้งานทุกครั้งตามที่ผู้ใช้ต้องการ

• ความเกี่ยวข้องกัน (Relevancy) หมายถึง ข้อมูลนั้นสามารถนำไปใช้ได้กับงานที่ทำอยู่ภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลา งบประมาณและเทคโนโลยีของกิจกรรม

2.3.3 การวัดคุณภาพข้อมูล (Measuring Data Quality)

ในการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลที่เก็บมา และการคำนวณดัชนีชี้วัดคุณภาพ อาจทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะ และโอกาสของความผิดพลาดคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นบางเรื่องก็เป็นเรื่องยากที่จะตรวจสอบได้ แต่หลายๆ เรื่องก็อาจทำได้ด้วยการตรวจสอบโดยตรงกับตัวข้อมูลและการบริหารจัดการข้อมูลภายในพื้นที่จัดเก็บข้อมูล โดยสูตรที่ใช้คำนวณอัตราผิดพลาดคือ

$$\text{อัตราผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนค่าที่ผิดพลาดที่พบ}}{\text{จำนวนค่าข้อมูลที่ตรวจสอบทั้งหมด}}$$

การพบข้อผิดพลาดคลาดเคลื่อน เราจะยอมรับอัตราผิดพลาดคลาดเคลื่อน (Error Rate) ที่ระดับใดขึ้นอยู่กับผู้ดำเนินการวิจัย ทั้งนี้คงเป็นไปได้ยากที่จะไม่พบข้อผิดพลาดคลาดเคลื่อนเลย คำตอบที่เราจะพบในโครงการวิจัยต่างๆ ก็จะต่างกันออกไป ค่าผิดพลาดคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ที่มักจะพบในแผนการบริหารจัดการข้อมูล (Data Management Plan) บางครั้งก็อาจกำหนดแยกระหว่าง ค่าข้อมูลที่สำคัญ (Critical Field) กับค่าข้อมูลทั่วๆ ไป ที่ไม่สำคัญนักกับผลสรุปของงานวิจัย โดยอาจกำหนดให้มีอัตราผิดพลาดที่รับได้ของค่าข้อมูลที่สำคัญที่ระดับ 0-10/10,000 และอัตราผิดพลาดที่รับได้ของค่าข้อมูลที่ไม่สำคัญนัก ที่ระดับ 20-100/10,000 เป็นต้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้างแบบอีพีซี ที่รับจ้างออกแบบ จัดหาอุปกรณ์และก่อสร้าง โดยในแผนกวางแผนผังและระบบท่อจำเป็นต้องมีคู่มือที่ใช้ในการออกแบบงานระบบท่อและสร้างรหัสในการสั่งซื้อของ ซึ่งบริษัทกรณีศึกษาเรียกคู่มือนี้ว่า “ข้อกำหนดของวัสดุท่อ” ภายในประกอบไปด้วยข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของวัสดุท่อ อุปกรณ์ท่อต่างๆ ซึ่งต้องนำข้อมูลรายละเอียดท่อเหล่านี้มาแปลงเป็นรหัสในการสั่งซื้อของ หากข้อมูลเหล่านี้มีคุณภาพไม่ดีก็จะส่งผลก่อการแปลงเป็นรหัสของวัสดุท่อได้ (Lucas, 2010) ทำการศึกษาการจัดการคุณภาพข้อมูลของบริษัทและอธิบายผลผลกระทางด้านต้นทุนที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่ไม่มีคุณภาพ โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

- ต้นทุนจากกระบวนการที่ผิดพลาด เช่น พิมพ์อีเมล์ผิดทำให้ส่งของผิดพลาด
- ข้อมูลไม่ครบถ้วนและต้องทำงานซ้ำ เช่น ส่งอีเมล์ไม่ครบ
- ค่าเสียโอกาส (การสูญเสียรายได้และการขาดรายได้) เช่น ความไม่แม่นยำในการกรอกข้อมูลลูกค้า ทำให้การส่งรายการโปรโมชั่นพิเศษไปไม่ถึงลูกค้าทำให้ลูกค้าไม่ทราบข้อมูลโปรโมชั่นรายได้ของบริษัทจึงลดลง

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษามิติของคุณภาพ โดยมิติของคุณภาพที่ผู้วิจัยให้ความสำคัญได้แก่ ความถูกต้องของข้อมูล ความสอดคล้องของข้อมูล ความครบถ้วนของข้อมูล ความทันต่อการใช้งานของข้อมูลและความเกี่ยวข้องกันข้องข้อมูล และเพื่อเพิ่มคุณภาพของข้อมูลให้ดีขึ้น

บริษัทต่างๆ ต่างก็มีวิธีในการจัดการกับข้อมูล บริษัทกรณีศึกษาก็เช่นกัน ที่ผ่านมาได้มีการจัดการข้อมูลด้วยการเก็บข้อมูลของวัสดุท่อ รายละเอียดของท่อและรหัสในการสั่งซื้อของในรูปแบบของไฟล์ .xlsl หรือ ไมโครซอฟต์เอ็กเซล และไฟล์ .mdb หรือไมโครซอฟต์แอ๊กเซส โดยมีการกำหนดรหัสและความหมายของรหัส เรียกว่า “กฎของระบบท่อ” เช่นเดียวกับงานวิจัยเรื่อง Design and improvement of the material coding standardization for power group enterprise (Xiong et al., 2010) ที่ทำการออกแบบและพัฒนามาตรฐานรหัสของวัสดุของบริษัทในกลุ่มพลังงาน การสร้างรหัสของวัสดุ เป็นกระบวนการในการเปลี่ยนเอกลักษณ์ธรรมชาติของวัสดุนั้นๆ โดยใช้ระบบสัญลักษณ์เพื่อให้สามารถระบุและนำไปให้ประโยชน์กับทั้งคอมพิวเตอร์และง่ายต่อการทำความเข้าใจของคน การแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างเป็นปัจจุบัน และข้อมูลมีความแม่นยำสูง ถึงแม้ว่าข้อมูลจะมีความหลากหลายและซับซ้อนในการติดต่อสื่อสาร นั่นหมายความว่า การจัดทำรหัสของวัสดุสามารถช่วยให้ข้อมูลมีคุณภาพในแง่ของความแม่นยำ ดังนั้น การศึกษาเรื่องนี้จึงได้นำเสนอความสำคัญและการจัดการสร้างรหัสสำหรับบริษัทในกลุ่มพลังงานที่มีปัญหาในระบบสารสนเทศที่ต้องทำการส่งต่อข้อมูลวัสดุท่อระหว่างสำนักงานใหญ่กับส่วนของโรงงานเพื่อพัฒนาระบบให้มีการออกแบบอย่างถูกต้อง

ระบบมีความเสถียร ทั้งนี้ต้องใช้เวลาและงบประมาณน้อยที่สุด จึงเลือกใช้ระบบการจัดการวัสดุที่ชื่อว่า Material Classification and Coding (MC&C) มีฟังก์ชันในการสร้างมาตรฐานเฉพาะ สำหรับการจัดการวัสดุ รหัสมีความเป็นหนึ่งเดียว เป็นตัวเลขที่มีเอกลักษณ์สำหรับวัสดุและสามารถหลีกเลี่ยงความซ้ำซ้อนของการเก็บข้อมูลสำหรับวัสดุตัวเดียวกัน หลีกเลี่ยงข้อมูลที่ผิดพลาดของการใส่ข้อมูลเอง และเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพของการจัดการวัสดุและรหัสที่ตายตัวถูกใส่ในระบบ ช่วยขัดขวางการโกงของการจัดการวัสดุ เป็นต้น หลังจากนำระบบนี้มาปรับใช้และพัฒนาพบว่าสามารถจัดการและควบคุมข้อมูลวัสดุทั้งหมดได้จำเพาะเจาะจงและแม่นยำ เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการวัสดุของบริษัทได้

แต่อย่างไรก็ตามบริษัทกรณีศึกษายังไม่มีการใช้ระบบการจัดการดังกล่าว แต่ก็มีงานวิจัยเรื่องฐานข้อมูลอุปกรณ์งานระบบท่อ (เฉลิมพล บุตรทา, 2554) ที่จัดทำเครื่องมือช่วยในการรวบรวมอุปกรณ์ระบบท่อจากโปรแกรมไมโครซอฟแอ็กเซส (Microsoft Access) เพื่อลดระยะเวลาและเพิ่มความถูกต้องในการทำงานรวบรวมอุปกรณ์ท่อซึ่งเป็นระบบเดียวกันกับที่บริษัทกรณีศึกษาใช้อยู่ แต่ก็ยังพบปัญหาในเรื่องของความผิดพลาดของมนุษย์อยู่เพราะเป็นการทำงานหลายขั้นตอน มีความผิดพลาดของการกรอกข้อมูล อาจทำให้เกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ข้อมูลไม่ถูกต้องและข้อมูลไม่ครบถ้วนได้

และเนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาต้องการสร้างระบบฐานข้อมูลเพื่อช่วยในการลดความผิดพลาดของมนุษย์ในจัดทำข้อกำหนดของวัสดุ ความผิดพลาดของมนุษย์สามารถแบ่งได้เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ ความผิดพลาดขณะปฏิบัติการ (Operation Errors) ความผิดพลาดในการประกอบ (Assembly Errors) ความผิดพลาดในการออกแบบ (Design Errors) ความผิดพลาดในการตรวจจับ (Inspection Errors) ความผิดพลาดในการติดตั้ง (Installation Errors) และความผิดพลาดในการบำรุงรักษา (Maintenance Errors) (Raouf, Duffuaa, Ben-Daya, Dhillon, & Liu, 2006) ความผิดพลาดที่บริษัทกรณีศึกษาต้องการลดเป็นความผิดพลาดขณะปฏิบัติการ ผลกระทบที่เกิดขึ้นอาจไม่รุนแรงเป็นอุบัติเหตุที่ส่งผลต่อชีวิต แต่ก็มีผลกระทบต่อต้นทุนและความน่าเชื่อถือของบริษัท ซึ่งได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเพื่อลดความผิดพลาดของมนุษย์ลงด้วยวิธีการต่างๆกัน และวิธีที่พบว่ามีการนำมาช่วยในการแก้ปัญหาคือการนำระบบสารสนเทศมาใช้ในการรวบรวมข้อมูล โดยคาดหวังว่าจะช่วยลดความผิดพลาดของมนุษย์ลงได้ เช่น

การศึกษาเรื่องการลดความผิดพลาดของมนุษย์ในการทำแบบจำลอง (Simulation) ของบริษัทเจเนอรัล มอเตอร์ (Chick, Sánchez, Ferrin, & Morrice, 1998) ที่ต้องการลดความผิดพลาดของจากมนุษย์ในขั้นตอนการทำแบบจำลองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องในการทำงาน โดยการใช้เว็บแอพลิเคชั่นเป็นฐานข้อมูลเชื่อมต่อกับโปรแกรมที่ใช้ในการทำแบบจำลองทั้ง 3 โปรแกรม

ได้แก่ Microsoft Visio, Simul8 และSpreadsheet-like เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการเข้าถึงและแก้ไขข้อมูล ในการศึกษานี้ได้ให้ข้อมูลว่า มีการพบความผิดพลาดของข้อมูลในขั้นตอนการรับข้อมูลจากลูกค้าและการรายงาน การแก้ปัญหาโดยพยายามทำให้การส่งข้อมูลต่างๆง่ายขึ้น ใช้ไฟล์ของไมโครซอฟเอ๊กซ์เซล (.xml) ในรูปแบบไฟล์กลางในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างลูกค้าและวิศวกรผ่านระบบเครือข่ายภายในองค์การ มีการปรับแก้หน้าจอแสดงผลให้มีการจำกัดจำนวนข้อมูลในการอัพโหลดจากลูกค้า มีการแจ้งเตือนหากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการอัพโหลดไฟล์จากระบบเครือข่ายภายในหรือจากลูกค้า ผลการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีดังกล่าว สามารถลดความผิดพลาดลงได้

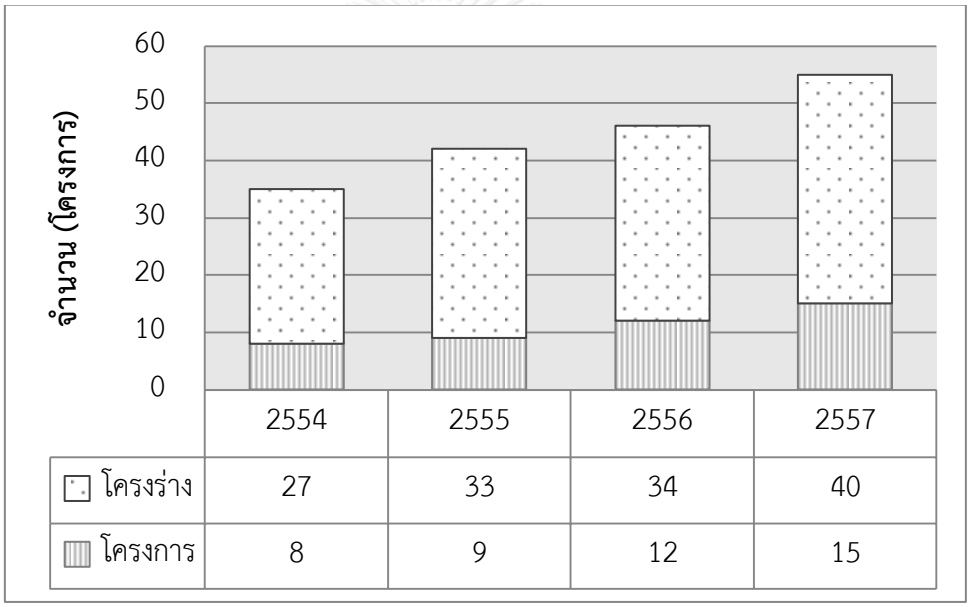
หรือการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการวิเคราะห์ความผิดพลาดของมนุษย์ในการปฏิบัติงานระบบเดินรถไฟ (San Kim, Baek, & Yoon, 2010) โดยให้ข้อมูลว่า 68% ของอุบัติเหตุทางรถไฟ รวมถึงการชนกันของรถไฟ รถไฟตกราง และไฟไหม้ (ที่เกี่ยวกับระบบรถไฟ) ที่เกิดขึ้นในประเทศเกาหลี เกิดจากความผิดพลาดของมนุษย์ จึงได้ทำการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ ชื่อว่า Computer-Aided System for Human Analysis and Reduction (CAS-HEAR) เพื่อช่วยในการวิเคราะห์สาเหตุของความผิดพลาดและความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นๆ โดยมีการประเมินผลจากผู้มีประสบการณ์การทำงาน 5-10 ปี เกี่ยวข้องกับรถไฟ จำนวน 9 คน ให้ทดลองใช้ระบบและตอบแบบสอบถามการใช้งานพบว่า ระบบนี้มีความครอบคลุมและเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ความผิดพลาดจากมนุษย์ (San Kim et al., 2010)

จากแนวคิดในการใช้ระบบสารสนเทศเพื่อลดความผิดพลาดของข้อมูล บริษัทกรณีศึกษาจึงนำแนวคิดนี้ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการสร้างระบบฐานข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลของวัสดุท่อ รายละเอียดและรหัสของวัสดุท่อ ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบฐานข้อมูลวัสดุ (วรวิทย์ สุนทรพันธุ์, 2536) โดยทำเป็นโปรแกรมคำสั่ง (Command Program) บน dBase III Plus ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสอบถามรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับ วัสดุก่อสร้าง ตำแหน่งที่จะใช้งานวัสดุ ปริมาณวัสดุที่ต้องการใช้ ราคาวัสดุและกำหนดการใช้งานวัสดุ แต่มีการนำไปใช้ที่แตกต่างกัน เพราะบริษัทกรณีศึกษาใช้ระบบข้อมูลเพียงภายในองค์กร เพียงกลุ่มบุคคลที่มีสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูล และระบบงานบนเว็บ (Web Application) มีการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายภายในองค์กร (Intranet)

บทที่ 3
สภาพปัจจุบันและการวิเคราะห์ปัญหา

3.1 บริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทอีพีซี ให้บริการออกแบบและก่อสร้างโรงงานต่างๆ มากกว่า 200 โครงการ ในระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาจำนวนโครงการที่บริษัทให้บริการและทำโครงร่างเสนอโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2557 ในระยะเวลาเพียง 4 ปี บริษัทรับงานก่อสร้างกว่า 44 โครงการ ดังรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 จำนวนโครงการที่ได้รับงานและโครงร่างเสนอโครงการปี พ.ศ.2554-2557

นอกจากนี้ รูปที่ 3-1 ยังแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของจำนวนโครงการที่ได้รับงานและโครงร่างเสนอโครงการของบริษัทที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ แสดงถึงศักยภาพและการเจริญเติบโตในธุรกิจก่อสร้างของบริษัท รวมทั้งได้รับความไว้วางใจจากลูกค้า ทั้งเรื่องคุณภาพของงาน การออกแบบและการก่อสร้าง การส่งมอบงานได้ตามกำหนดการ และความปลอดภัยในการดำเนินงาน

ลูกค้ากลุ่มเป้าหมายของบริษัทฯ และบริษัทย่อยสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มอุตสาหกรรม คือ กลุ่มปิโตรเคมี กลุ่มพลังงาน และกลุ่มอื่นๆ โดยสัดส่วนการให้บริการแก่ลูกค้าแต่ละกลุ่มในช่วงปี พ.ศ. 2554 -2557 แสดงดังตารางที่ 3-1

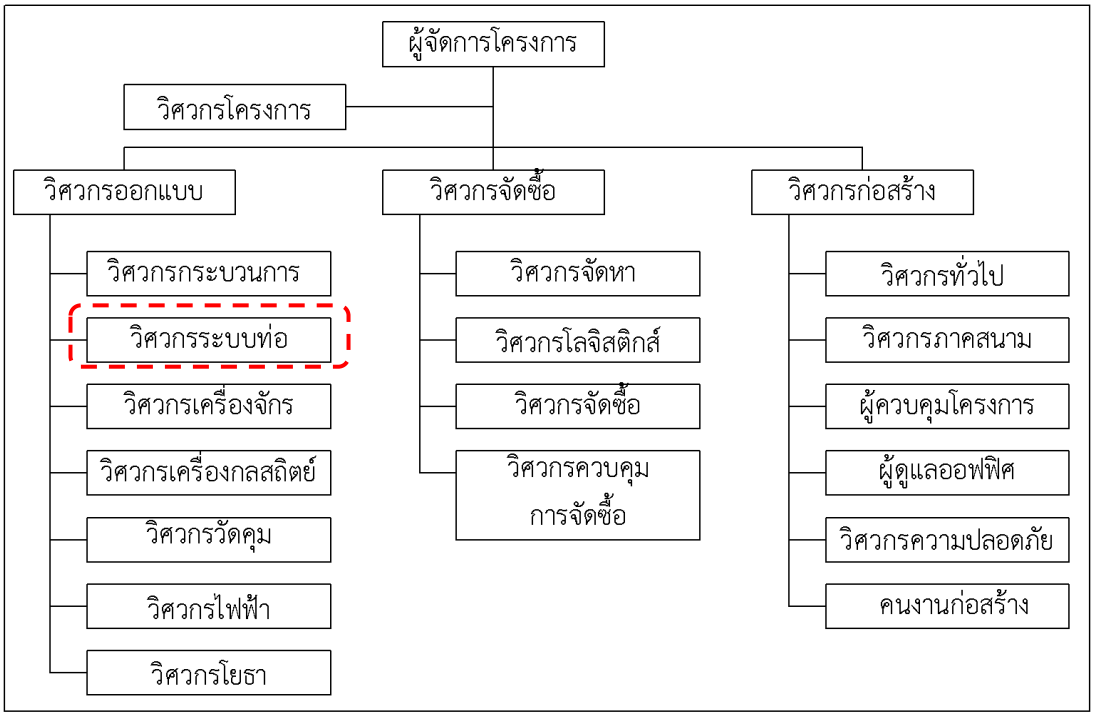
ตารางที่ 3-1 สัดส่วนการให้บริการลูกค้าแต่ละกลุ่มในช่วงปี พ.ศ. 2554-2557 หน่วย: ล้านบาท

กลุ่มอุตสาหกรรม	ปี 2554		ปี 2555		ปี 2556		ปี 2557	
	มูลค่า	เปอร์เซ็นต์	มูลค่า	เปอร์เซ็นต์	มูลค่า	เปอร์เซ็นต์	มูลค่า	เปอร์เซ็นต์
ปิโตรเคมี	5,925.56	66.61	9,896.73	87.13	10,139.45	65.67	11,358.30	100
พลังงาน	2,852.71	32.07	694.24	6.11	1,662.03	10.76	-	-
กลุ่มอื่นๆ	118.16	1.32	767.33	6.76	3,639.11	23.57	-	-
รวม	8,896.43	100	11,358.30	100	15,440.59	100	11,358.30	100

จากตารางที่ 3-1 แสดงให้เห็นมูลค่าของงานที่มีมูลค่าสูง เมื่อแบ่งกลุ่มลูกค้าเป็น 3 กลุ่ม พบว่ากลุ่มที่สร้างรายได้ให้แก่บริษัทมากที่สุด คือกลุ่มปิโตรเคมี ซึ่งสร้างมูลค่าในปี พ.ศ. 2557 มากถึง 11,358.30 ล้านบาท คิดเป็น 100.00% ของมูลค่ารายได้ทั้งหมดของปีนี้ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มปิโตรเคมีเป็นกลุ่มรายได้หลักของบริษัท และเมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มของการเจริญเติบโตด้านธุรกิจ บริษัทมีการเจริญเติบโตขึ้นเรื่อยๆจากที่ พ.ศ.2554-2557 ตามลำดับ

3.2 แผนผังองค์กร

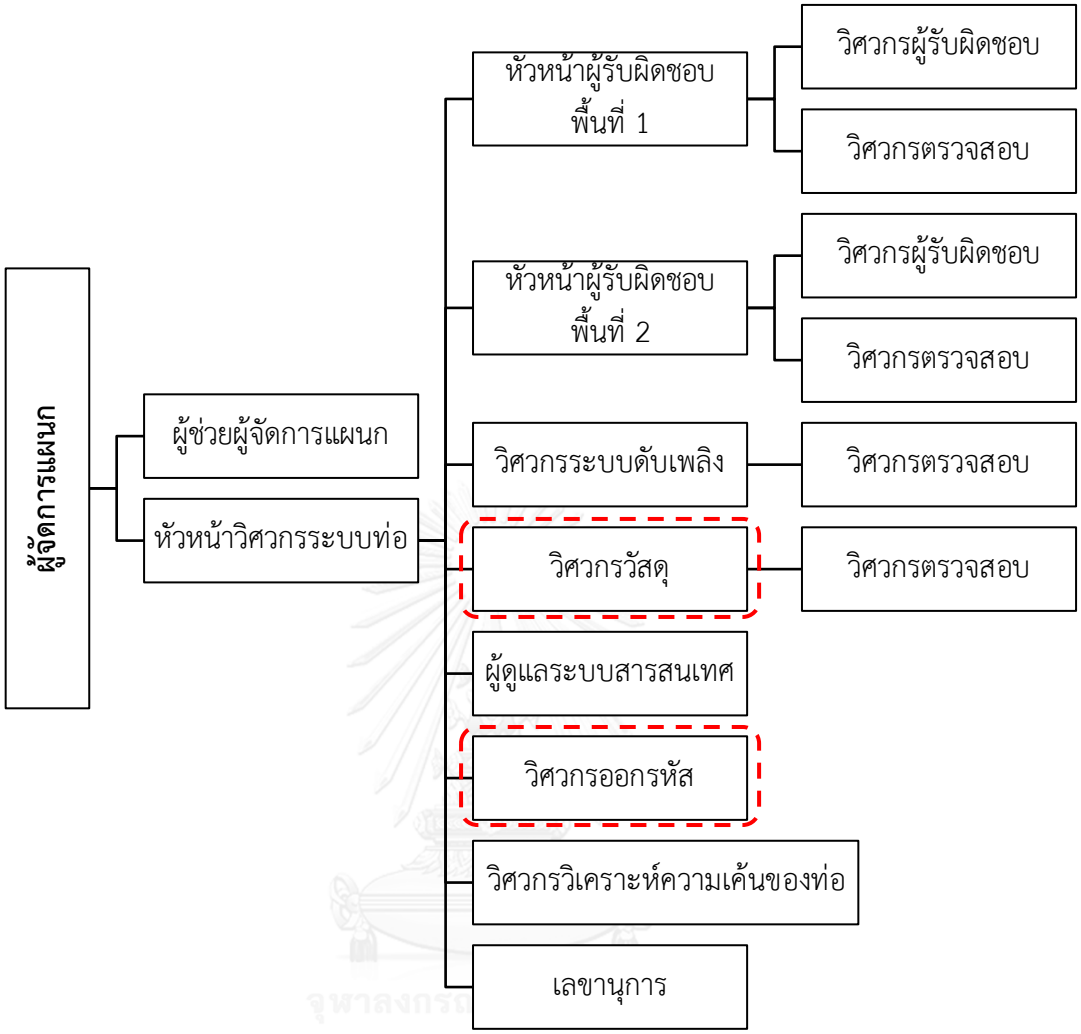
โครงสร้างขององค์กร แบ่งเป็นแผนก และจำแนกตามหน้าที่การทำงานได้ 3 สายงานหลัก คือ สายงานออกแบบทางด้านวิศวกรรม (Design Engineering) สายงานจัดซื้อจัดหา (Project Procurement) และสายงานการก่อสร้าง (Project Construction) ซึ่งทั้งหมดอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้จัดการโครงการ (Project Manager) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 โครงสร้างการปฏิบัติงานบริษัทกรณีศึกษา

จากรูปที่ 3-2 แผนกระบบท่ออยู่ในสายงานด้านวิศวกรรมออกแบบ ซึ่งถือได้ว่าเป็นแผนกที่มีความสำคัญในการออกแบบเพราะมีหน้าที่ในวางการแผนผังของโครงการ วางระบบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ด้วยระบบท่อ ดังนั้น ระบบท่อจึงเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างโรงงานสำหรับการให้บริการของบริษัทอีพีซี

แผนกระบบท่อมีการจัดสรรบุคคลากรตามหน้าที่ความรับผิดชอบในแต่ละโครงการโดยในหนึ่งโครงการจะอยู่ภายใต้การดูแลของผู้จัดการแผนก (Department Manager; DM) ผู้ช่วยผู้จัดการแผนก (Deputy Department Manager ; DDM) และหัวหน้าวิศวกร (Lead Engineer) ตามลำดับ สามารถแบ่งหน้าที่ของวิศวกรประจำโครงการได้ ดังรูปที่ 3-3



รูปที่ 3-3 โครงสร้างการปฏิบัติงานในโครงการของแผนกวางแผนผังและระบบท่อ

จากรูปที่ 3-3 โครงสร้างการปฏิบัติงานในโครงการของแผนกวางแผนผังและระบบท่อ พิจารณาตามหน้าที่ความรับผิดชอบ สามารถอธิบายรายละเอียดหน้าที่ของแต่ละตำแหน่งได้ ดังนี้

• หัวหน้าประจำพื้นที่1 และ2 (Lead Areawise1, 2) มีหน้าที่ดูแล แบ่งงานให้กับวิศวกรที่อยู่ในความรับผิดชอบ วางแผนผังของโครงการและออกแบบระบบท่อในพื้นที่ที่ตนเองรับผิดชอบ

• วิศวกรผู้รับผิดชอบ (Assigned Engineer) ทำหน้าที่ออกแบบและวางระบบท่อในพื้นที่ที่ตนเองรับผิดชอบ ภายใต้การดูแลของหัวหน้าประจำพื้นที่

• วิศวกรระบบดับเพลิง (Fire Fighting Engineer) มีความรู้เฉพาะทางเกี่ยวกับระบบดับเพลิง ทำการวางแผนระบบดับเพลิงและออกแบบระบบท่อที่ใช้ในการดับเพลิง

• กลุ่มงานวัสดุ (Material Team) มีความเชี่ยวชาญในเรื่องการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อที่มีการอ้างอิงถึงมาตรฐานการออกแบบและการผลิตท่อในอุตสาหกรรม มีหน้าที่จัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ จัดหาตัวแทนจำหน่ายท่อและอุปกรณ์ท่อ รวมทั้งการสั่งซื้อวัสดุที่เกี่ยวข้องกับระบบท่อด้วย ประกอบด้วย

- หัวหน้าวิศวกรวัสดุ ดูแลการทำงานของวิศวกรวัสดุ ตรวจสอบงาน ควบคุมเวลาในการทำโครงการ และตัดสินใจในเรื่องสำคัญ

- วิศวกรวัสดุ จัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ จัดหาผู้ขายท่อและอุปกรณ์ท่อ รวบรวมรายการสั่งซื้อวัสดุท่อ

- วิศวกรออกรหัส ทำหน้าที่ออกรหัสและรายละเอียดของวัสดุท่อ

• ผู้ดูแลระบบสารสนเทศ (IT Administrator) มีหน้าที่ดูและและจัดการการใช้โปรแกรม 3 มิติ ของแต่ละโครงการ สนับสนุนการทำงานของกลุ่มวิศวกรประจำพื้นที่

• วิศวกรออกรหัส (Material Code) มีหน้าที่สร้างรหัสและรายละเอียด (Description) ของวัสดุท่อจากข้อกำหนดของวัสดุท่อเพื่อใช้ในการสั่งซื้อวัสดุ

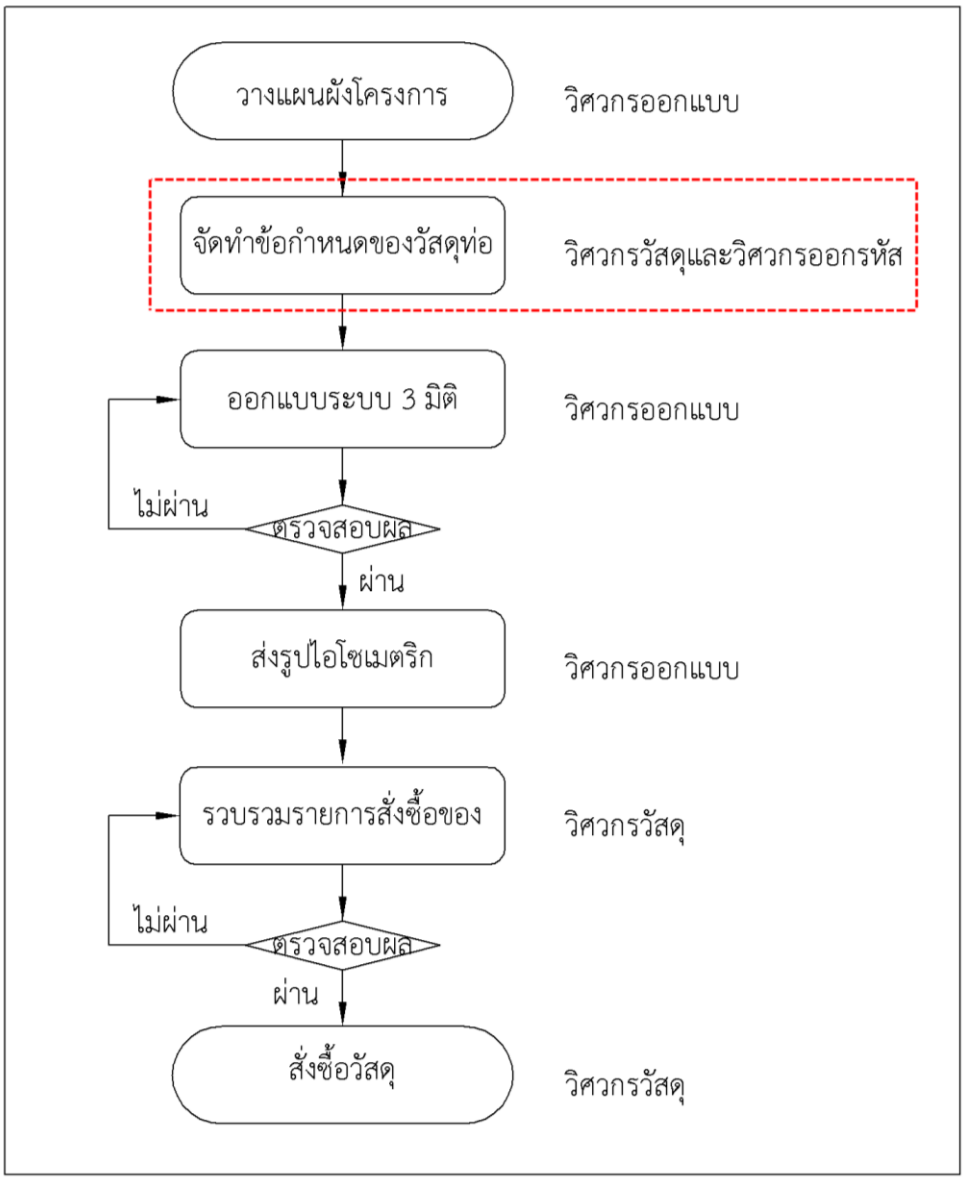
• วิศวกรวิเคราะห์ความเค้นของท่อ (Piping Stress Analysis Engineer) เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ความเสียหายของท่อที่เกิดจากความเครียดที่มีผลมาจากอุณหภูมิและความดัน

• เลขานุการ (Secretary) ดูแลงานเอกสาร

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 ขั้นตอนการทำงานของแผนกวางแผนผังและระบบท่อ

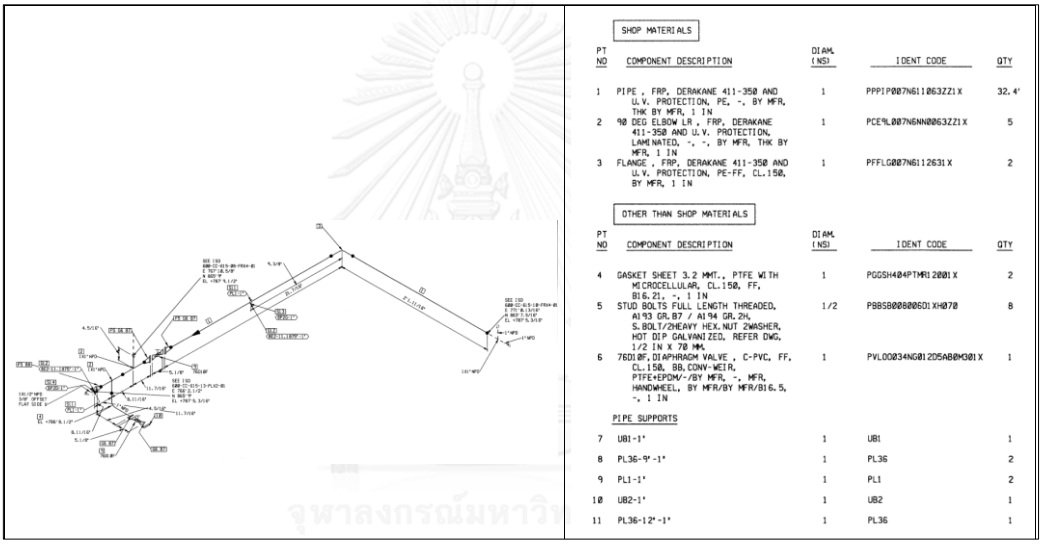
ในการเริ่มต้นทำโครงการหนึ่งๆ นั้น เมื่อบริษัทกรณีศึกษาได้รับงาน ทั้งที่เป็นโครงการที่ได้รับงานและโครงร่างเสนอโครงการ มีขั้นตอนการดำเนินงานแสดงดังรูปที่ 3-4



รูปที่ 3-4 ขั้นตอนการทำงานของโครงการในปัจจุบัน

จากรูปที่ 3-4 เมื่อได้รับความต้องการจากลูกค้า (Customer Requirement) วิศวกรประจำพื้นที่จะวางแผนผังของโครงการ (Plot Plan) และจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ส่วนวิศวกรวัสดุเริ่มทำข้อกำหนดของวัสดุท่อบนพื้นฐานของมาตรฐานสากลต่างๆ เช่น ASME (The American

Society of Mechanical Engineers), ANSI (American National Standard Institute), API (American Petroleum Institute) และอื่นๆ จากนั้นวิศวกรออกรหัสสร้างรหัสและรายละเอียดของท่อและอุปกรณ์ท่อต่างๆ เพื่อใช้ในการสั่งซื้อวัสดุและเบิกจ่ายวัสดุในงานก่อสร้าง ผู้ดูแลระบบสารสนเทศนำข้อมูลดังกล่าวจัดทำเป็นฐานข้อมูลในการออกแบบของโปรแกรมที่ช่วยในการออกแบบ 3 มิติ ส่วนวิศวกรประจำพื้นทราบข้อมูลพื้นฐานของท่อและทำการศึกษาการเดินของระบบท่อ (Piping Route Study) แล้วจึงนำไปออกแบบในโปรแกรมที่ช่วยในการออกแบบ 3 มิติ (3D Modeling) ทำให้ได้ รูปไอโซเมตริก (Isometric Drawing) เพื่อใช้ในการก่อสร้าง และจำนวนของวัสดุที่จะต้องสั่งซื้อ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3-5



SHOP MATERIALS

PT NO	COMPONENT DESCRIPTION	DIAM. (NS)	IDENT CODE	QTY
1	PIPE , FRP, DERAKANE 411-350 AND U.V. PROTECTION, PE, -, BY MFR, THK BY MFR, 1 IN	1	PPPIP007N611063ZZ1X	32.4'
2	90 DEG ELBOW LR , FRP, DERAKANE 411-350 AND U.V. PROTECTION, LAMINATED, -, -, BY MFR, THK BY MFR, 1 IN	1	PCE%.007N6NN0063ZZ1X	5
3	FLANGE , FRP, DERAKANE 411-350 AND U.V. PROTECTION, PE-FF, CL.150, BY MFR, 1 IN	1	PFFLG007N612631X	2

OTHER THAN SHOP MATERIALS

PT NO	COMPONENT DESCRIPTION	DIAM. (NS)	IDENT CODE	QTY
4	GASKET SHEET 3.2 MMT., PTFE WITH MICROCELLULAR, CL.150, FF, B16.21, -, 1 IN	1	PGGSH404PTMR12001X	2
5	STUD BOLTS FULL LENGTH THREADED, A193 GR.B7 / A194 GR.2H, S.BOLT/2HEAVY HEX.NUT 2WASHER, HOT DIP GALVANIZED, REFER DWG, 1/2 IN X 70 MM,	1/2	PBBSB00800601XH070	8
6	760108F,DIAPHRAGM VALVE , C-PVC, FF, CL.150, BB,CONV-WEIR, PTFE+EPDM/-/BY MFR, -, MFR, HANDWHEEL, BY MFR/BY MFR/B16.5, -, 1 IN	1	PVLOO034NG012D5AB0M301X	1

PIPE SUPPORTS

7	UB1-1"	1	UB1	1
8	PL36-9"-1"	1	PL36	2
9	PL1-1"	1	PL1	2
10	UB2-1"	1	UB2	1
11	PL36-12"-1"	1	PL36	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

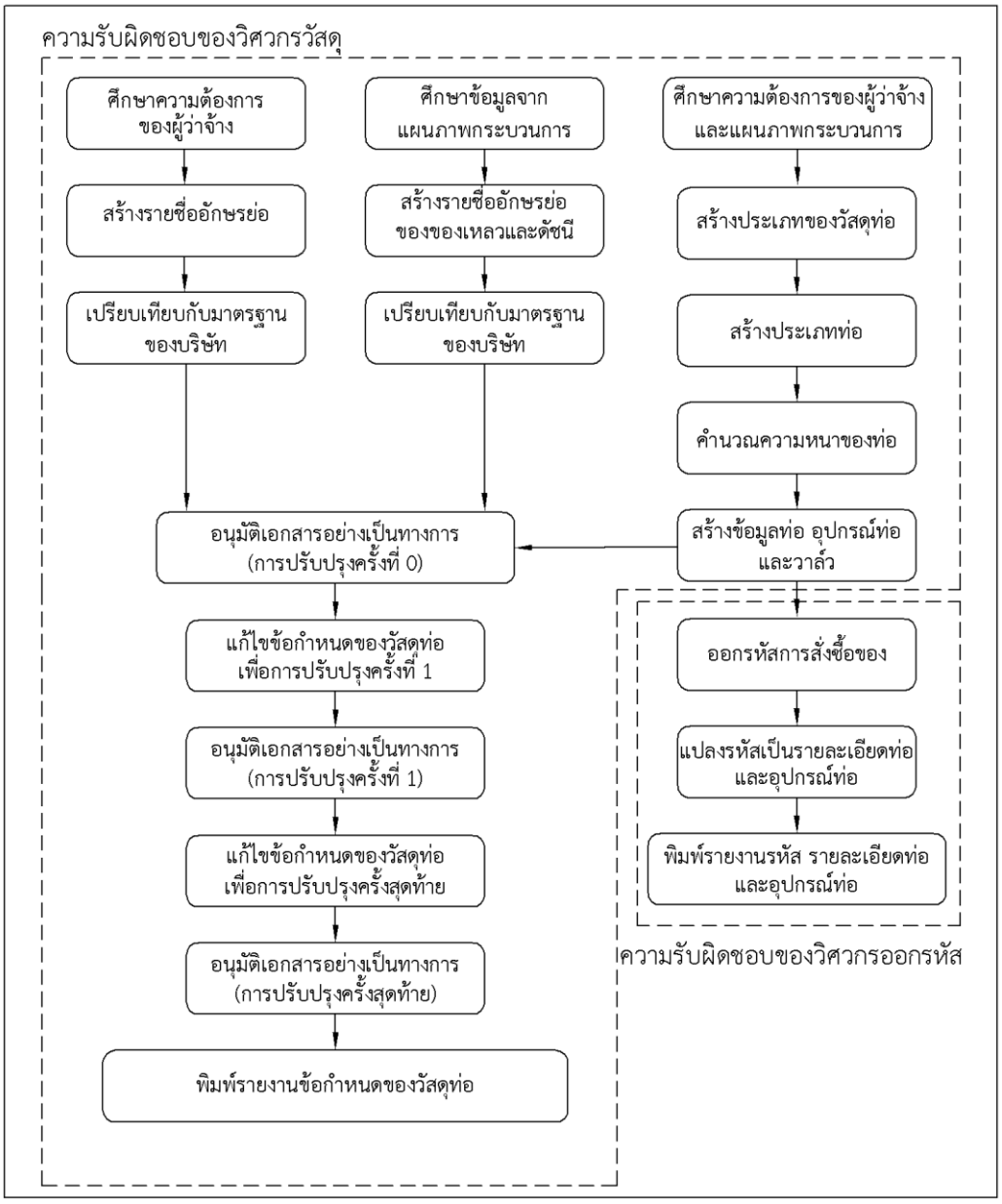
รูปที่ 3-5 ตัวอย่างรูปไอโซเมตริก

จากรูปที่ 3-5 เป็นตัวอย่างของรูปไอโซเมตริก ซึ่งเป็นเอกสารที่ใช้ในการก่อสร้าง โดยจะระบุขนาด รายละเอียดของท่อและอุปกรณ์ท่อ รหัสการสั่งซื้อและเบิกอุปกรณ์ และจำนวนที่ใช้ ซึ่งขั้นตอนในการทำรายละเอียดของท่อและอุปกรณ์ท่อ รหัสการสั่งซื้อและเบิกของนั้นจะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อถัดไป

3.4 ขั้นตอนการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อและการสร้างรหัสในการสั่งซื้อวัสดุท่อ

ข้อกำหนดของวัสดุท่อ คือ คู่มือเพื่อการเลือกใช้ท่อ อุปกรณ์ท่อและวัสดุท่อในการออกแบบระบบท่อ เป็นการกำหนดคุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์ท่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ว่าจ้างและผู้ผลิตอุปกรณ์ท่อที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ขั้นตอนการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อและการสร้างรหัสในการสั่งซื้อวัสดุ เป็นขั้นตอนที่มีความสัมพันธ์กัน โดยแบ่งขอบเขตของงานตามผู้รับผิดชอบคือ ส่วนที่เป็นงานของวิศวกรวัสดุและส่วนที่เป็นงานของวิศวกรออกรหัสได้ดังรูปที่ 3-6



รูปที่ 3-6 ขั้นตอนการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อและการสร้างรหัสในการสั่งซื้อวัสดุ

จากรูปที่ 3-6 แสดงขั้นตอนการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนย่อย ได้แก่

1. สร้างรายชื่ออักษรย่อ จากความต้องการของผู้ว่าจ้าง แล้วเปรียบเทียบกับมาตรฐานของบริษัท สรุปเป็นรายชื่ออักษรย่อ เพื่อให้เกิดเข้าใจความหมายของอักษรย่อนั้น

2. สร้างรายชื่ออักษรย่อสำหรับชื่อของเหลวและดัชนีประเภทของวัสดุท่อ โดยข้อมูลอักษรย่อของของเหลวจากแผนกกระบวนการ (Process Department) ในรูปแบบของแผนภาพการไหล (Flow Diagram) นำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานของแผนก

3. สร้างประเภทของวัสดุท่อและรายชื่อของวาล์ว เริ่มจากการสร้างประเภทของวัสดุท่อแต่ละชนิด นำข้อมูลที่ได้จากแผนกกระบวนการ เช่น อุณหภูมิและความดันที่ใช้ในการออกแบบ มาคำนวณความหนาของผนังท่อ ตรวจสอบว่า ผลที่คำนวณมาได้ตรงกับมาตรฐานหรือไม่

- ถ้าผลการตรวจสอบตรงตามมาตรฐาน จะเลือกขนาดของผนังท่อตามมาตรฐานนั้น
- ถ้าผลการตรวจสอบพบว่า ความหนาของผนังท่อยังไม่ได้มาตรฐาน จะทำการคำนวณใหม่ จนกว่าจะได้ค่าที่ตรงตามมาตรฐาน

จากนั้นจะข้อมูลของท่อที่ได้จากการคำนวณ ระบุรายละเอียดของท่อและอุปกรณ์ท่อลงไปในตาราง แสดงดังรูปที่ 3-7

SERVICE	EX 1: Service EX1			EX 2: Service EX2			
C.A.(mm)	1.5	150	DESIGN TEMP.(°F)	0	10	50	70
PWHT	No	RATING	DESIGN PRESS.	-	-	-	-
							EX1

NOM.SIZE(B)	MATERIAL	PRODUCT	END	WALL THK	NOTE	REF. TO
PIPE 1/2"-2"	CS,A106-Gr.B	SMLS	PE	SCH. 80	-	ASME B36.10M
ELBOW / TEE / REDUCER / CAP 1/2"-2"	CS,A105	-	SW	#3000	-	ASME B16.11
HALF COUPLING / FULL COUPLING 1/2"-2"	CS,A105	-	SW	#3000	-	ASME B16.11
PLUG 1/2"-2"	CS,A105	-	SCRD	#3000	-	ASME B16.11

NOM.SIZE(B)	MATERIAL	CLASS	TYPE-FACE	NOTE	REF. TO
FLANGE 1/2"-2"	CS,A105,SCH.	CL.150	SW-RF		ASME B16.5
BLIND FLANGE 1/2"-24"	CS,A105	CL.150	RF		ASME B16.5
BOLT ALL	A193-	CL.150	Stud Bolt, Semi-finished, Full Threaded length		ATTACHMENT-6
NUT ALL	A194	CL.150	Heavy Hexagonal Nut		ATTACHMENT-6

NOM.SIZE(B)	BODY/TRIM	CLASS	END	TYPE	NOTE	VALVE NO.	REF.TO
GATE VALVE 1/2"-2"	CS,A105/13Cr	CL.800	SW	BB-OS&Y	(1)	04G21W	BY MFR
GLOBE VALVE 1/2"-2"	CS,A105/13Cr	CL.800	SW	BB-OS&Y	(1)	04B21W	BY MFR
CHECK VALVE 1/2"-2"	CS,A105/13Cr	CL.800	SW	BC-SWING	(1)	04C21W	BY MFR
BUTTERFLY 2"-6"	DI,A395/304/EP	CL.125	WAFER	-	(1)	01F10I	BY MFR

General Note : 1.Example note1

ข้อมูลทั่วไป
ท่อและข้อต่อ
หน้าแปลน
วาล์ว
ข้อสังเกต

รูปที่ 3-7 ตัวอย่างประเภทของวัสดุท่อ

จากรูปที่ 3-7 สามารถแบ่งส่วนประกอบของข้อกำหนดของวัสดุท่อเป็น 5 ส่วน ได้แก่

• ข้อมูลทั่วไป (General Data) แสดงชื่อประเภทท่อ (Piping Name) การกัดกร่อนผิวท่อ (C.A.) อุณหภูมิและความดันในท่อ ของเหลวที่ไหลภายในท่อ (Service)

• ท่อและข้อต่อ (Pipe and Fitting) แสดงขนาด (Size) วัสดุ (Material) ชนิดปลายท่อ (End) ความหนาของท่อ (Wall THK) ข้อสังเกต (Note) และการอ้างอิงมาตรฐาน (Reference To)

• หน้าแปลน (Flange) แสดงขนาด (Size) วัสดุ (Material) ประเภท (Type) ข้อสังเกต (note) และการอ้างอิงมาตรฐาน (Reference To)

• วาล์ว (Valve) แสดงขนาด (Size) ชนิดตัววาล์ว (Body/Trim) ประเภทวาล์ว (Class) ชนิดปลายท่อ (End) ชนิดวาล์ว (Type) หมายเลขวาล์ว (Valve No.) ข้อสังเกต (Note) และการอ้างอิงมาตรฐาน (Reference To)

• ข้อสังเกต ประกอบด้วย ข้อสังเกตทั่วไปของประเภทท่อ (General Note) ตารางต่างๆ คือ ตารางท่อสามทาง ตารางท่อลด ตารางสลักเกลียว รวมถึงรูปอ้างอิงต่างๆด้วย

4. อนุมัติเอกสารอย่างเป็นทางการ โดยหัวหน้าวิศวกรวัสดุจะเป็นผู้เซ็นยินยอมเพื่อให้ข้อกำหนดของวัสดุท่อสามารถนำไปใช้ได้อย่างเป็นทางการ โดยในแต่ละครั้งจะมีการประทับตราลำดับการปรับปรุง เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการนำไปใช้ โดยลำดับในการปรับปรุงจะมี 3 ลำดับ ได้แก่

• การปรับปรุงครั้งที่ 0 (Rev.0) สำหรับครั้งแรกที่มีการอนุมัติเอกสาร หลังจากอนุมัติเอกสาร หากมีการแก้ไขที่เกิดขึ้นจาก วิศวกรวัสดุเอง หรือ ผู้ขาย ผู้ว่าจ้าง และวิศวกรออกแบบ จะสามารถแสดงการแก้ไขในการปรับปรุงลำดับถัดไป

• การปรับปรุงครั้งที่ 1 (Rev.1) หากมีการแก้ไขที่เกิดขึ้นจาก วิศวกรวัสดุเอง หรือผู้ขาย ผู้ว่าจ้าง และวิศวกรออกแบบ จะสามารถแสดงการแก้ไขในการปรับปรุงลำดับถัดไป

• การปรับปรุงสุดท้าย (Final Rev.) จะไม่สามารถทำการแก้ไขเอกสารได้ เพราะเป็นเอกสารที่เตรียมไว้สำหรับปิดโครงการ ต้องส่งเอกสารให้กับผู้ว่าจ้าง

5. ออกรหัสการสั่งซื้อวัสดุ โดยวิศวกรออกรหัสจะนำข้อกำหนดของวัสดุท่อเปลี่ยนเป็นรหัสและรายละเอียดของวัสดุ โดยอาศัยกฎของระบบท่อ (Piping Rule) แสดงตัวอย่างดังตารางที่ 3-2

Chulalongkorn University

ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างการใช้กฎของระบบท่อในการสร้างรหัสในการสั่งซื้อวัสดุ

ตำแหน่งรหัส	12	345	6	78	9(10)	(11)(12)	(13)	(14)(15)	(16)(17)	(18)(19)
ตัวอย่าง	PP	PIP	0	07	N6	11	0	63	ZZ	1X
ความหมาย	Group	Part	Sub Type	STD Dimension	Material	End	Product	Note	SCH1	Size

จากตารางที่ 3-2 แสดงตัวอย่างกฎของระบบท่อ ประกอบไปด้วย รหัสท่อซึ่งแต่ละหลักจะสื่อความหมายลักษณะเฉพาะของท่อและอุปกรณ์ท่อ ซึ่งอุปกรณ์ท่อแต่ละชิ้นจะมีรหัสและรายละเอียดของท่อเฉพาะชิ้นนั้นๆ

ในการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อและการสร้างรหัสในการสั่งซื้อวัสดุใช้โปรแกรมในการทำงานต่างกัน กล่าวคือ การทำข้อกำหนดของวัสดุท่อใช้โปรแกรมไมโครซอฟเอ็กซ์เซล ส่วนการสร้างรหัสในการสั่งซื้อวัสดุใช้โปรแกรมไมโครซอฟแอ๊กเซส เป็นการแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอนอย่างชัดเจน ในการทำงานแต่ละโครงการจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ และความรู้ นั่นคือวิศวกรวัสดุและวิศวกรออกรหัส โดยปัจจุบันมีความต้องการวิศวกรวัสดุและวิศวกรออกรหัสในแผนกประมาณ 50 คน จะมีการมอบหมายงานแต่ละโครงการ โดยความต้องการผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยของโครงการแสดงในตารางที่ 3-3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3-3 จำนวนของผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยของโครงการ

โครงการ	ระยะเวลาโครงการ (เดือน)	จำนวนผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ย กลุ่มงานวัสดุ (คน)	ชั่วโมงทำงานเฉลี่ย (ชั่วโมง)
โครงการขนาดเล็ก	0-6	2.7 ±1	1770±10
โครงการขนาดกลาง	7-12	2.5±1	3888±20
โครงการขนาดใหญ่	มากกว่า 13	4.1±2	12198±40

จากตารางที่ 3-3 แสดงความต้องการผู้เชี่ยวชาญของโครงการจำแนกตามตามระยะเวลาที่ใช้ในการทำโครงการเป็น 3 กลุ่มคือ โครงการขนาดเล็ก โครงการขนาดกลาง และโครงการขนาดใหญ่ พบว่า โครงการขนาดเล็กและขนาดกลางมีจำนวนผู้เชี่ยวชาญใกล้เคียงกัน แต่ระยะเวลาในการทำโครงการที่แตกต่างกัน ทำให้โครงการขนาดกลางมีชั่วโมงทำงานของผู้เชี่ยวชาญที่สูงกว่า ซึ่งส่งผลต่อค่าใช้จ่ายโครงการ หากสามารถลดความต้องการผู้เชี่ยวชาญของโครงการลง จะช่วยลดต้อนทุนของโครงการลง

3.5 การเก็บข้อมูลความผิดพลาดในการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

3.5.1 วิธีการนับจำนวนความผิดพลาด

การเก็บข้อมูลจากข้อกำหนดของวัสดุท่อ โดยเก็บจากเอกสารที่ผ่านการอนุมัติอย่างเป็นทางการของการปรับปรุงครั้งที่ 1 โดยเปรียบเทียบตำแหน่งความผิดพลาดกับการปรับปรุงครั้งที่ 0 เพื่อสังเกตลักษณะของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เพราะการปรับปรุงครั้งที่ 1 มาการแก้ไขงานมากที่สุดในการปรับปรุงแต่ละครั้งจะทำสัญลักษณ์แสดงตำแหน่งที่มีการแก้ไข พร้อมทั้งตัวเลขการปรับปรุงครั้งที่ไว้ โดยจะแสดงเฉพาะที่ถูกแก้ไขจากการปรับปรุงครั้งก่อนหน้าเท่านั้น ในการนับจำนวนความผิดพลาดจะนับตามตำแหน่งในการเติมข้อมูล แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3-8

NOM.SIZE(B)	MATERIAL	PRODUCT END		WALL THK	NOTE	REF. TO
PIPE (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1/2"-2"	CS,A53-Gr.B (Galv)	ERW	MNPT	SCH. 80		ASME B36.10M
3"-24" (8)	CS,A53-Gr.B (9)	ERW (10)	BE (11)	SCH. STD (12)	(13)	ASME B36.10M (14)

รูปที่ 3-8 ตัวอย่างการนับจำนวนความผิดพลาด

จากรูปที่ 3-8 พบว่า มีจำนวนความผิดพลาดทั้งหมด 14 ตำแหน่ง และที่มีการแก้ไขงานเกิดขึ้น 2 ตำแหน่ง เป็นต้น จึงนำไปหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเพื่อวัดคุณภาพของข้อมูล

3.5.2 การจำแนกข้อมูลความผิดพลาด

ในการเก็บข้อมูลความผิดพลาด ได้จำแนกข้อมูลความผิดพลาดเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ จำแนกตามลักษณะความผิดพลาด และจำแนกตามส่วนประกอบข้อกำหนดของวัสดุท่อ แสดงรายละเอียดดังนี้

จำแนกตามลักษณะความผิดพลาด

เพื่อตรวจสอบว่า ลักษณะความผิดพลาดใดที่เกิดขึ้นมากที่สุดและนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่ลักษณะนั้นๆ และนำไปใช้ในการออกแบบระบบฐานข้อมูล รวมทั้งใช้เป็นดัชนีในการวัดคุณภาพของข้อมูลด้วย โดยทำการเปรียบเทียบจากการปรับปรุงครั้งก่อนหน้า ว่าลักษณะการแก้ไขงานเป็นอย่างไร สามารถจำแนกลักษณะความผิดพลาดที่เกิดขึ้นทั้งหมด ได้ 7 ลักษณะ คือ

- การเลือกข้อมูลกรอกผิดจากมาตรฐาน (E1) เป็นลักษณะความผิดพลาดที่วิศวกรวัสดุเลือกมาตรฐานของท่อและอุปกรณ์ท่อผิด โดยมาตรฐานที่เลือกนั้นไม่ตรงกับอุปกรณ์ท่อนั้นๆ เกิดขึ้นในการกรอกมาตรฐานของวัสดุท่อในช่องอ้างอิงถึง (Ref. To) เท่านั้น แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3-9 อาจเกิดจากการขาดความรู้ สิ่งรบกวนการทำงานภายนอก หรือความจดจำลดลง

NOM.SIZE(B)	MATERIAL	PRODUCT	END	WALL THK	NOTE	REF. TO
PIPE						
1/2"-2"	CS,A53-Gr.B (Galv)	ERW	MNPT	SCH. 80		ASME B36.10M
3"-24"	CS,A53-Gr.B	ERW	BE	SCH. STD	1	ASME B36.10M

Rev.0 แสดงเป็น
ASME B16.11
ASME B16.11

รูปที่ 3-9 ตัวอย่างการเลือกข้อมูลกรอกผิดจากมาตรฐาน (E1)

- การพิมพ์ผิด (E2) เป็นลักษณะความผิดพลาดที่มีป้อนข้อมูลไม่ถูกต้องจากที่ต้องการ มักเกิดการแก้ไขเป็นตัวอักษร หรือเป็นคำที่เกิดขึ้นในการกรอกข้อมูลทั่วไป แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3-10 อาจเกิดจากการขาดความรู้ อาการหลงผิด หรือสิ่งรบกวนการทำงานภายนอก

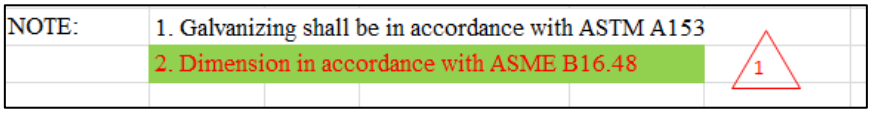
SERVICE	HWR: Hot Water Return N1 : Nitrogen (Normal Service)		HWS: Hot Water Supply PA : Plant Air		
C.A.(mm)	0.5	#150	DESIGN TEMP.(°F)	140	
PWHT	No	RATING	DESIGN PRESS. (Psig)	150	1

Rev.0 แสดงเป็น

DESIGN TEMP.(°F)	134
DESIGN PRESS. (Psig)	1150

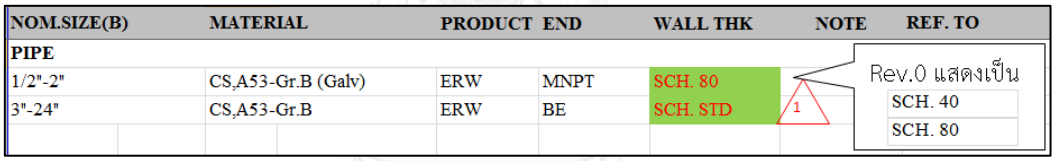
รูปที่ 3-10 ตัวอย่างการพิมพ์ผิด (E2)

• <u>แก้ไขงานไม่ครบถ้วน (E3)</u> เป็นลักษณะความผิดพลาดที่ต้องแก้ไขข้อความเดิมในหลายๆตำแหน่ง เกิดขึ้นที่ข้อสังเกต (Note) แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3-11 อาจเกิดจากอาการหลงผิด หรือสิ่งรบกวนการทำงานภายนอก



รูปที่ 3-11 ตัวอย่างการแก้ไขงานไม่ครบถ้วน (E3)

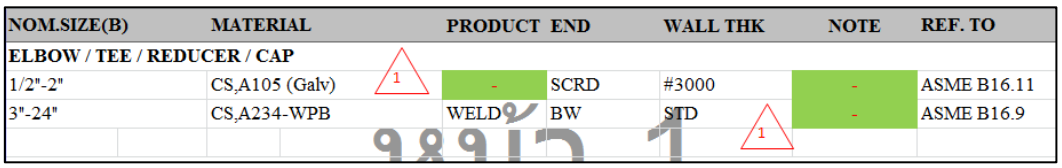
• <u>การคำนวณความหนาของท่อผิด (E4)</u> เป็นลักษณะความผิดพลาดที่วิศวกรวัสดุคำนวณขนาดความหนาของท่อไม่ถูกต้อง หากการคำนวณไม่ถูกต้อง การเลือกความหนาของท่อจะผิดพลาด ส่งผลต่ออุปกรณ์อื่นๆของท่อด้วย พบมากในส่วนของท่อและข้อต่อ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3-12 อาจเกิดจากการขาดความรู้ หรือข้อผิดพลาดในกระบวนการวิศวกรรม



รูปที่ 3-12 ตัวอย่างการคำนวณความหนาของท่อผิด (E4)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

• <u>ใส่ข้อมูลไม่ครบทุกช่อง (E5)</u> เป็นลักษณะความผิดพลาดที่พบช่องว่างหรือไม่พบข้อมูลในตำแหน่งนั้นๆ ซึ่งโดยปกติ หากไม่ต้องการใส่ข้อมูลจะแทนด้วยสัญลักษณ์ “-” สามารถเกิดขึ้นได้ในทุกส่วนของเอกสาร แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3-13 อาจเกิดจากอาการหลงผิด หรือสิ่งรบกวนการทำงานภายนอก



รูปที่ 3-13 ตัวอย่างการข้อมูลไม่ครบทุกช่อง (E5)

• <u>การคัดลอกและวาง (E6)</u> เป็นลักษณะความผิดพลาดที่ใส่ข้อมูลอุปกรณ์ท่อเกินความจำเป็น จึงมีการลบออกภายหลัง แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3-14 อาจเกิดจากอาการหลงผิด หรือสิ่งรบกวนการทำงานภายนอก

NOM.SIZE(B)	MATERIAL	PRODUCT END		WALL THK	NOTE	REF. TO
NIPPLE						
1/2"-2"	CS,A53-Gr.B (Galv)	ERW	MNPT x PE	SCH. 80	L=150 mm.	ASME B36.10M
~~1/2"-2"~~ 2	~~CS,A53-Gr.B (Galv)~~	~~ERW~~	~~MNPT x PE~~	~~SCH. 80~~	~~L=100 mm.~~	~~ASME B36.10M~~
~~1/2"-2"~~	~~CS,A53-Gr.B (Galv)~~	~~ERW~~	~~MNPT~~	~~SCH. 80~~	~~L=100 mm.~~	~~ASME B36.10M~~

รูปที่ 3-14 ตัวอย่างการการคัดลอกและวาง (E6)

• <u>อื่นๆ (E7)</u> เป็นลักษณะความผิดพลาดที่ไม่สามารถจำแนกในทั้ง 6 เหตุการณ์

<u>จำแนกตามส่วนประกอบ</u>

เพื่อตรวจสอบว่า ในแต่ละส่วนประกอบของข้อกำหนดของวัสดุท่อ เกิดความผิดพลาดในส่วนใดมากที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบระบบฐานข้อมูล รวมทั้งใช้เป็นดัชนีในการวัดคุณภาพของข้อมูลด้วย การแยกการเก็บข้อมูลตามส่วนประกอบของข้อกำหนดของวัสดุท่อ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ท่อและข้อต่อ หน้าแปลน วาล์ว และข้อสังเกต ซึ่งแต่ละส่วนประกอบอาจมีลักษณะความผิดพลาดทั้ง 7 ลักษณะ แสดงดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบและลักษณะความผิดพลาด

ส่วนประกอบ	ลักษณะความผิดพลาด						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1. ข้อมูลทั่วไป		●	●				
2. ท่อและข้อต่อ	●	●		●	●	●	
3. กลุ่มหน้าแปลน	●	●			●	●	
4. วาล์ว	●	●			●	●	
5. ข้อสังเกต		●	●			●	

3.6 การวัดคุณภาพข้อมูล (Measuring Data Quality)

จากข้อมูลความผิดพลาดในการแก้ไขงาน สามารถนำมาวิเคราะห์คุณภาพของข้อมูล โดยตัวบ่งชี้คุณภาพของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของข้อมูล เป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนข้อมูลที่ผิดพลาดที่พบต่อจำนวนค่าข้อมูลที่ตรวจสอบทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนค่าผิดพลาดที่พบ}}{\text{จำนวนค่าข้อมูลที่ตรวจสอบทั้งหมด}} \times 100$$

3.6.1 ความผิดพลาดจำแนกตามลักษณะ

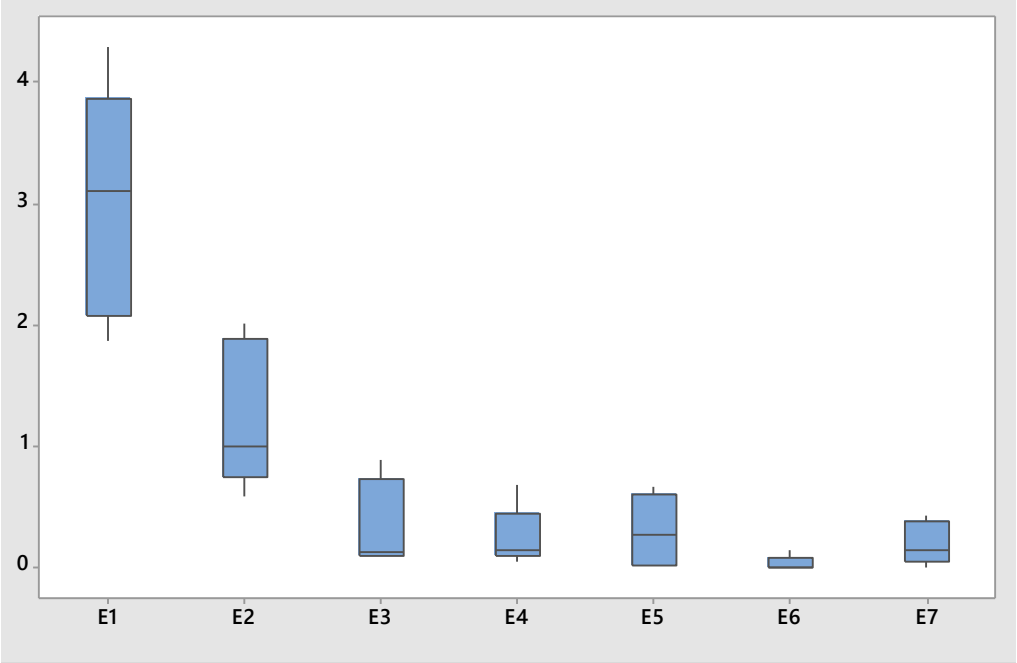
จากการเก็บข้อมูลความผิดพลาดข้างต้น สามารถหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของโครงการตัวอย่างทั้ง 5 โครงการแสดงดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดโครงการตัวอย่าง จำแนกตามลักษณะ

โครงการ	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
A	4.29	0.91	0.11	0.13	0.67	0.13	
B	2.27	0.59	0.56	0.20	0.03	0.02	0.34
C	3.10	2.01	0.88	0.67			0.42
D	1.87	1.75	0.12	0.05	0.27		0.14
E	3.45	1.00	0.09	0.12	0.52		0.10
ค่าเฉลี่ย	3.00	1.25	0.35	0.24	0.37	0.07	0.25
SD	0.96	0.60	0.35	0.25	0.28	0.08	0.15

จากตารางที่ 3-5 พบว่าเลือกข้อมูลกรอกผิดจากมาตรฐาน (E1) มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสูงที่สุดในทุกโครงการเนื่องจากมาตรฐานระบบท่อมีความหลากหลายอาจเกิดการสับสนในการเลือกใช้ นอกจากนี้อาจเกิดจากวิศวกรวัสดุขาดความรู้ สำหรับลักษณะพิมพ์ผิด (E2) มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดรองลงมา เนื่องจากขนาดของโครงการที่แตกต่างกันการวิเคราะห์ความผิดพลาดตามส่วนประกอบในข้อกำหนดจึงประยุกต์ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดในการวัดคุณภาพข้อมูล ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างจำนวนข้อมูลที่ผิดพลาดที่พบต่อจำนวนค่าข้อมูลที่ตรวจสอบทั้งหมด

นอกจากนั้น เมื่อพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบว่า การเลือกข้อมูลกรอกผิดจากมาตรฐาน (E1) และการพิมพ์ผิด (E2) มีการกระจายตัวมาก แสดงถึงคุณภาพของข้อมูลที่มีการกระจายตัวของข้อผิดพลาดมากเกินกว่า 50 ครั้ง ดังนั้น จึงนำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิแบบกล่อง (Box Plot) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและการกระจายของความผิดพลาดทั้ง 7 ข้อให้เห็นเปรียบเทียบกันอย่างชัดเจน แสดงผลดังรูปภาพที่ 3-15



รูปที่ 3-15 Box Plot เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากมนุษย์

จากรูปที่ 3-15 พบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการเลือกข้อมูลกรอกผิดจากมาตรฐาน (E1) มีค่ามากที่สุด และการกระจายของข้อมูลไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับการพิมพ์ผิด (E2) ที่มีช่วงของข้อมูลกว้าง ความผันแปรของข้อมูลสูง การกระจายของข้อมูลมาก ส่วนแก้ไขงานไม่ครบถ้วน (E3) ใส่ข้อมูลไม่ครบทุกช่อง (E4) และการคัดลอกและวาง (E6) มีค่าเฉลี่ยการกระจายของข้อมูลน้อย

3.6.2 ความผิดพลาดจำแนกตามส่วนประกอบ

ในการวัดคุณภาพข้อมูล ต้องการข้อมูลว่าตำแหน่งที่ทำให้เกิดการผิดพลาดมักเกิดที่ตำแหน่งใด เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาในส่วนนั้นได้ จึงทำการแยกการเก็บข้อมูลตามส่วนประกอบของข้อกำหนดของวัสดุท่อ ได้แก่ (1) ข้อมูลทั่วไป (2) ท่อและข้อต่อ (3) หน้าแปลน (4) วาล์ว และ(5) ข้อสังเกต เมื่อหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการกรอกข้อกำหนดของวัสดุท่อ แสดงดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดโครงการตัวอย่าง จำแนกตามส่วนประกอบ

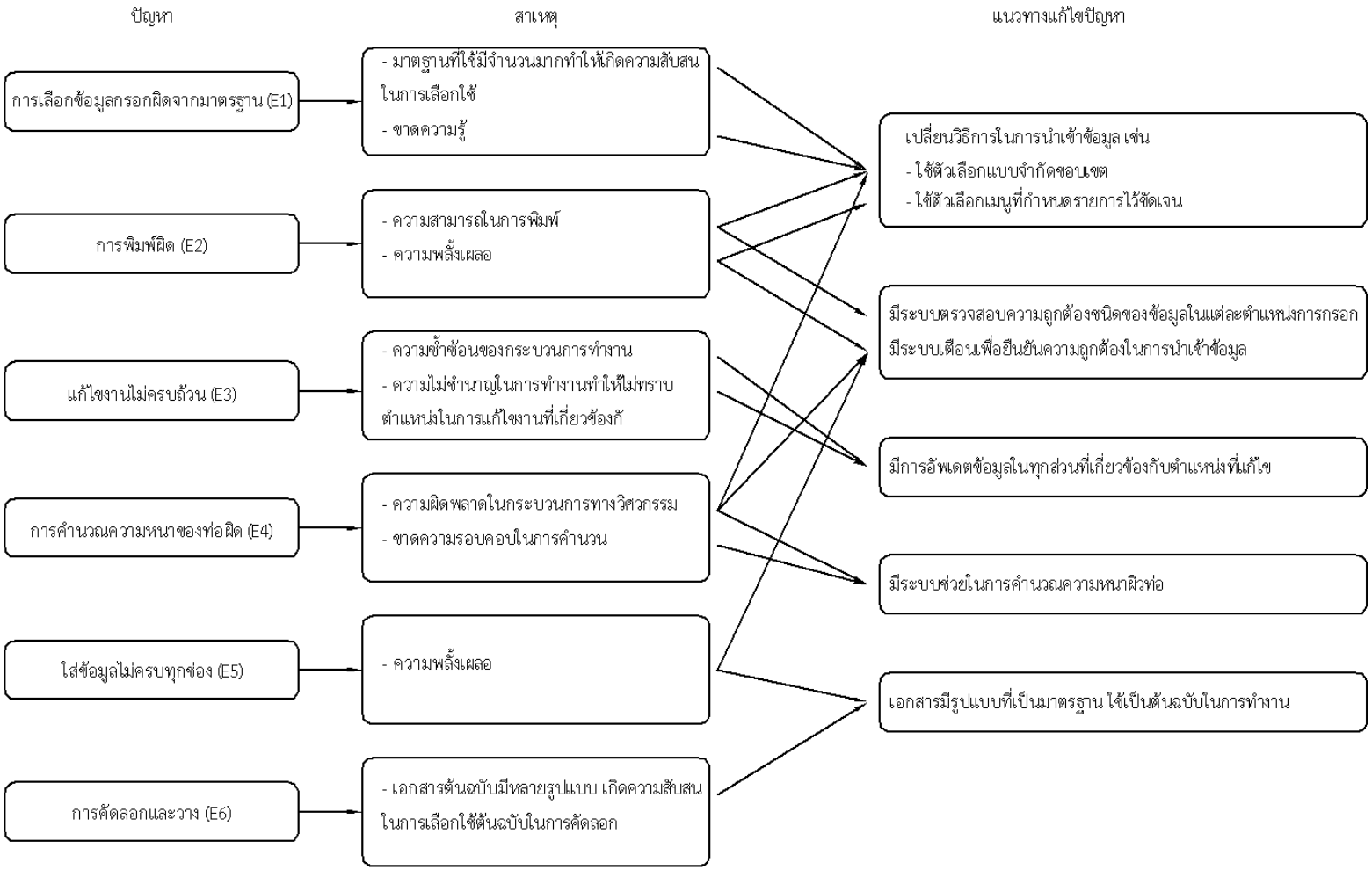
โครงการ	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด				
	1. ข้อมูลทั่วไป	2. ท่อและข้อต่อ	3. กลุ่มหน้าแปลน	4. วาล์ว	5. ข้อสังเกต
A	0.91	3.38	1.16	0.69	0.11
B	0.59	0.77	0.96	1.13	0.56
C	2.13	1.50	0.95	1.85	0.65
D	1.75	0.37	0.46	1.50	0.12
E	1.00	1.17	0.64	2.38	0.09
ค่าเฉลี่ย	1.28	1.44	0.83	1.51	0.30
SD	0.57	1.04	0.25	0.58	0.25

จากตารางที่ 3-6 พบว่า จุดที่มักเกิดความผิดพลาดขึ้นได้แก่ วาล์ว เพราะมีรายละเอียดมากว่าส่วนอื่นๆ จึงมักเกิดจากข้อผิดพลาดแบบ พิมพ์ผิด (E2) และเลือกข้อมูลกรอกผิดจากมาตรฐาน (E1) แต่อย่างไรก็ตามข้อผิดพลาดแบบ เลือกข้อมูลกรอกผิดจากมาตรฐาน (E1) สามารถเกิดได้ทั้งตำแหน่ง ท่อและข้อต่อ และกลุ่มหน้าแปลน ส่วนของข้อสังเกตมักมีความผิดพลาดแก้ไขงานไม่ครบถ้วนแต่ไม่มากนัก

3.7 แนวทางในการลดความผิดพลาดของข้อมูล

จากลักษณะความผิดพลาดทั้ง 7 ลักษณะ สามารถนำมาหาสาเหตุและแนวทางเพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในลักษณะต่างๆได้ แสดงดังรูปที่ 3-16 นี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3-16 แนวทางในการลดการเกิดลักษณะความผิดพลาด

จากรูปที่ 3.16 แสดงแนวทางในการลดการเกิดลักษณะความผิดพลาดแบบต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

• <u>การเลือกข้อมูลกรอกผิดจากมาตรฐาน</u> (E1)

สาเหตุ มาตรฐานที่ใช้มีจำนวนมากทำให้เกิดความสับสนในการเลือกใช้โดยเฉพาะกับผู้ที่ขาดความชำนาญ และการขาดความรู้ แนวทางในการป้องกันลักษณะความผิดพลาด คือเปลี่ยนวิธีการนำเข้าข้อมูลจากการพิมพ์ เป็นการใช้ตัวเลือกแบบจำกัดขอบเขต เช่น Drop Down list, Radio Bottom เป็นต้น

• <u>การพิมพ์ผิด</u> (E2)

สาเหตุ ความสามารถในการพิมพ์ของบุคคลที่ไม่เท่ากัน แนวทางในการป้องกันลักษณะความผิดพลาด คือ เปลี่ยนวิธีการนำเข้าข้อมูลจากการพิมพ์ เป็นการใช้ตัวเลือกแบบจำกัดขอบเขต เช่น Drop Down list, Radio Bottom เป็นต้น และมีระบบตรวจสอบความถูกต้องชนิดของข้อมูลในแต่ละตำแหน่งการกรอก

สาเหตุ ความพลั้งเผลอในการนำเข้าข้อมูล แนวทางในการป้องกันลักษณะความผิดพลาด คือ เปลี่ยนวิธีการนำเข้าข้อมูลจากการพิมพ์ เป็นการใช้ตัวเลือกเมนูที่กำหนดรายการไว้ชัดเจน

• <u>แก้ไขงานไม่ครบถ้วน</u> (E3)

สาเหตุ ความซ้ำซ้อนของกระบวนการทำงานและความไม่ชำนาญในการทำงานทำให้ไม่ทราบตำแหน่งในการแก้ไขงานที่เกี่ยวข้องกัน แนวทางในการป้องกันลักษณะความผิดพลาด คือ มีระบบตรวจสอบความถูกต้องชนิดของข้อมูลในแต่ละตำแหน่งการกรอกและมีระบบเตือนเพื่อยืนยันความถูกต้องในการนำเข้าข้อมูล

• <u>การคำนวณความหนาของท่อผิ</u>ด (E4)

สาเหตุ ความผิดพลาดในกระบวนการทางวิศวกรรมและขาดความรอบคอบในการคำนวณ แนวทางในการป้องกันลักษณะความผิดพลาด คือ เปลี่ยนวิธีการนำเข้าข้อมูลจากการพิมพ์เป็นการใช้ตัวเลือกแบบจำกัดขอบเขต เช่น Drop Down list, Radio Bottom เป็นต้น มีระบบเตือนเพื่อยืนยันความถูกต้องในการนำเข้าข้อมูล และมีระบบช่วยในการคำนวณความหนาผิวท่อ

• ใส่ข้อมูลไม่ครบทุกช่อง (E5)

สาเหตุ ความพลั้งเผลอ แนวทางในการป้องกันลักษณะความผิดพลาด คือ มีระบบเตือนเพื่อยืนยันความถูกต้องในการนำเข้าข้อมูล และเอกสารมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน ใช้เป็นต้นฉบับในการทำงาน

• การคัดลอกและวาง (E6)

สาเหตุ เอกสารต้นฉบับมีหลายรูปแบบ เกิดความสับสนในการเลือกใช้ต้นฉบับเพื่อการคัดลอก แนวทางในการป้องกันลักษณะความผิดพลาด คือ เอกสารมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน ใช้เป็นต้นฉบับในการทำงาน

3.8 ความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา

จากข้อมูลดังที่กล่าวมาของการแก้ไขงานระบุว่าข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากบุคลากรของแผนกอาทิเช่น พิมพ์ผิด คำนวณผิด และการละเลย เพื่อแก้ปัญหาความผิดพลาดของมนุษย์อย่างเป็นระบบและรองรับปริมาณงานโครงการก่อสร้างที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหานี้ ได้แก่

• การตรวจสอบงานก่อนที่จะมีการส่งไปยังผู้เกี่ยวข้องต่างๆ โดยปกติมีการตรวจสอบความถูกต้องของงานโดยวิศวกรวัสดุที่รับผิดชอบโครงการและวิศวกรตรวจสอบที่รับผิดชอบโครงการ ผ่านเอกสารการตรวจสอบ (Check Sheet) และเพื่อเพิ่มการตรวจสอบมากขึ้น ทางผู้วิจัยเสนอให้มีการตรวจสอบข้าม (Cross Check) โดยให้วิศวกรวัสดุที่ดูแลโครงการในพื้นที่ต่างๆ สลับกันตรวจสอบงานก่อนส่งงานไปยังหัวหน้าวิศวกร โดยใช้เอกสารการตรวจสอบเช่นเดิม

• การจ้างบริษัทภายนอกในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ แนวทางนี้ไม่ได้รับการสนับสนุนเพราะขัดแย้งกับนโยบายของบริษัทที่เป็นบริษัทอีพีซี กล่าวคือ บริษัทอีพีซีเป็นบริษัทที่รับงานอย่างครบวงจรทั้งการออกแบบ สั่งซื้อวัสดุและก่อสร้าง ดังนั้น การจ้างบริษัทจากภายนอกจึงขัดกับนโยบายบริษัท

• การจัดซื้อโปรแกรมสำเร็จรูป มีหลายๆบริษัทที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ แต่มีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น ลักษณะโปรแกรมที่ไม่จำเพาะเจาะจง ไม่สารถแก้ไขให้เป็นไปตามที่บริษัทต้องการได้ อีกทั้งการซื้อโปรแกรมเหล่านี้ มักจำกัดสิทธิ์ในการใช้งาน (License) และต้องเสียค่าสิทธิ์ในการใช้งานระยะยาว ทำให้เสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก เพิ่มต้นทุนของโครงการ

• การออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลขึ้นเอง ทำให้ได้ระบบฐานข้อมูลที่รวบรวมข้อมูลเฉพาะของบริษัท และตรงความต้องการ อีกทั้งเป็นการลงทุนเพียงครั้งเดียวคุ้มค่าต่อการใช้งานระยะยาว

เมื่อนำแนวทางทั้ง 4 มาศึกษาความเป็นไปได้เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและประโยชน์ที่ได้รับของด้านต่างๆ โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านดำเนินการ ด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์และด้านระยะเวลาดำเนินการ แสดงดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ความเป็นไปได้ในการแก้ไขความผิดพลาดจากการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

แนวทางแก้ไขปัญหา	ความเป็นไปได้
1. เพิ่มกระบวนการตรวจสอบ	<u>ด้านการดำเนินการ</u> - สามารถใช้ระบบเดิม - เพิ่มกระบวนการตรวจสอบสอบแบบข้าม - มีการทำเอกสารควบคุมการตรวจสอบข้าม <u>ด้านเทคนิค</u> - ใช้ทรัพยากรบุคคลและผู้เชี่ยวชาญเดิม - ใช้ระบบการทำงานเดิม <u>ด้านเศรษฐศาสตร์</u> - เนื่องจากเป็นการเพิ่มงานให้วิศวกรวัสดุ จึงต้องทำงานล่วงเวลา <u>ด้านระยะเวลาดำเนินการ</u> - เพิ่มระยะเวลาในการทำงาน ต้องทำงานล่วงเวลาเพื่อไม่ให้กระทบกับระยะเวลาของโครงการ

ตารางที่ 3-7 ความเป็นไปได้ในการแก้ไขความผิดพลาดจากการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ (ต่อ)

แนวทางแก้ไขปัญหา	ความเป็นไปได้
2. การจ้างบริษัทภายนอกในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ	<u>ด้านการดำเนินการ</u> - จ้างบริษัทภายนอก กระบวนการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อถูกยกเลิก - วิศวกรวัสดุจะถูกเปลี่ยนไปทำหน้าที่อื่นๆ หรือจ้างออก <u>ด้านเทคนิค</u> - มีการติดต่อกับบริษัทภายนอกที่ต้องรักษาความลับของเอกสารจึงต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยของเอกสารเพิ่ม เช่น ใช้โปแกรมที่กำหนดรหัสผ่าน เป็นต้น <u>ด้านเศรษฐศาสตร์</u> - มีค่าต้นทุนในการจ้างบริษัทภายนอกซึ่งมีมูลค่าสูง - มีค่าต้นทุนในการจ้างพนักงานออก ในกรณีที่จำนวนพนักงานเกินความต้องการ <u>ด้านระยะเวลาดำเนินการ</u> - สามารถควบคุมระยะเวลาในการดำเนินการได้ โดยระบุไว้ในสัญญาว่าจ้าง
3. การจัดซื้อโปรแกรมสำเร็จรูป	<u>ด้านการดำเนินการ</u> - เปลี่ยนการทำงานโดยเป็นไปตามขั้นตอนของโปรแกรมสำเร็จรูป <u>ด้านเทคนิค</u> - ใช้ทรัพยากรบุคคลเดิม แต่ต้องมีการอบรมการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป - โปรแกรมใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น - ต้องมีการติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญโปรแกรมจากภายนอก <u>ด้านเศรษฐศาสตร์</u> - เพิ่มต้นทุนโครงการแต่ละโครงการจากค่าลิขสิทธิ์ของโปรแกรมที่มีการคิดราคา 1 ลิขสิทธิ์ ต่อเดือน ต่อเครื่อง - มีค่าใช้จ่ายในการจัดอบรม <u>ด้านระยะเวลาดำเนินการ</u> - เท่าเดิม อาจมีล่าช้าในช่วงแรกที่เริ่มใช้โปรแกรม

ตารางที่ 3-7 ความเป็นไปได้ในการแก้ไขความผิดพลาดจากการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ (ต่อ)

แนวทางแก้ไขปัญหา	ความเป็นไปได้
4. การออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลขึ้นเอง	<u>ด้านการดำเนินการ</u> - เปลี่ยนการทำงานบางส่วนเพื่อให้สอดคล้องกับระบบที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น - ระบบถูกออกแบบและพัฒนาภายใต้เงื่อนไขและความต้องการของบริษัท <u>ด้านเทคนิค</u> - ใช้ทรัพยากรบุคคลเดิม - โปรแกรมใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น - ผู้ออกแบบเป็นพนักงานในบริษัท เมื่อเกิดการขัดข้องจึงสามารถแก้ไขได้ทันที - สามารถรวมระบบการทำงานกับระบบอื่นๆของบริษัทได้ <u>ด้านเศรษฐศาสตร์</u> - มีค่าใช้จ่ายเฉพาะในช่วงการออกแบบและพัฒนาระบบ - มีค่าใช้จ่ายค่าดำเนินการออกแบบ เช่น การจัดเพื่อเก็บความต้องการผู้ใช้งาน การจัดอบรม เป็นต้น <u>ด้านระยะเวลาดำเนินการ</u> - เท่าเดิม อาจมีล่าช้าในช่วงแรกที่เริ่มใช้โปรแกรม ช่วงทดสอบระบบ

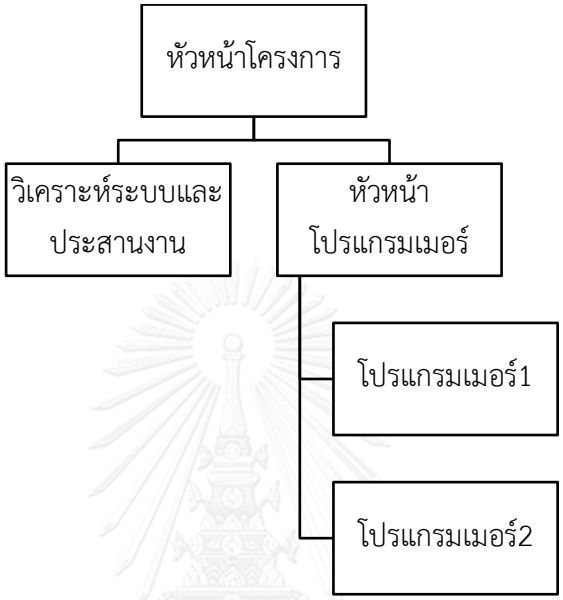
ซึ่งจากการพิจารณาความเป็นไปได้ตามเหตุผลข้างต้น ผู้บริหารและผู้วิจัยจึงเลือกการออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพราะสามารถใช้ทรัพยากรบุคคลในองค์กร ซึ่งมีความเชี่ยวชาญและคุ้นเคยกับโครงสร้างขององค์กร และระบบการทำงานภายในองค์อยู่แล้ว

ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ซึ่งเป็นระบบสารสนเทศภายในที่รวบรวมข้อมูลมาตรฐานการออกแบบ รหัสวัสดุ และลักษณะของวัสดุเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อช่วยลดการแก้ไขงานที่เกิดจากความผิดพลาดของมนุษย์ และคาดหวังว่าการทำงานจะสะดวกมากขึ้น ความต้องการผู้เชี่ยวชาญต่อโครงการลดลง ขั้นตอนการทำงานและลดเวลาในการทำงานลงด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.9 โครงสร้างองค์กรของการออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

ในการออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ต้องมีการจัดสรรบุคลากรช่วยสนับสนุนการทำงาน ซึ่งโครงสร้างองค์กรของการออกแบบระบบ แสดงดังรูปที่ 3-16



รูปที่ 3-17 โครงสร้างองค์กรของการออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

จากรูปที่ 3-17 โครงสร้างองค์กรของการออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อประกอบด้วย

- หัวหน้าโครงการ ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของโครงการให้อยู่ในระยะเวลาที่กำหนด รวมทั้งเป็นที่ปรึกษาในการออกแบบ
- วิเคราะห์และประสานงานระบบ ทำหน้าที่ในการรวบรวมความต้องการใช้ระบบ วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบระบบ ออกแนวความคิด ประสานงานระหว่างโปรแกรมเมอร์กับวิศวกรวัสดุ รวมทั้งจัดทำเอกสารคู่มือการใช้งานและจัดการอบรมการใช้งานระบบ
- หัวหน้าโปรแกรมเมอร์และโปรแกรมเมอร์ ทำหน้าที่เขียนโปรแกรม จัดการอบรมการใช้งานระบบ

บทที่ 4
การรวบรวมความต้องการการใช้งานระบบ

ในการออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ทางผู้วิจัยรวบรวมความต้องการการใช้ระบบเพื่อนำมาออกแบบระบบจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ผู้ใช้ระบบ ผู้บริหาร ระบบที่ใช้ในปัจจุบัน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ความต้องการการใช้งานระบบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 แหล่งข้อมูลของความต้องการใช้งานระบบ

ในการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจและเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีหลายแหล่งข้อมูล ซึ่งแต่ละแหล่งข้อมูลจะให้ข้อมูลและสารสนเทศที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องทำการเข้าถึงแหล่งข้อมูลให้ได้มากที่สุด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนมาช่วยในการวิเคราะห์ระบบให้เกิดความเข้าใจและได้ข้อสรุปของระบบอย่างถูกต้อง สามารถแบ่งเป็น 4 แหล่งใหญ่ๆ คือ

• ผู้ใช้ระบบ ประกอบไปด้วย หัวหน้าวิศวกรวัสดุ 10 คน วิศวกรวัสดุ 24 คน และวิศวกรออกรหัส 3 คน

• ผู้บริหาร เป็นแหล่งข้อมูลเชิงนโยบาย ว่าต้องการให้ระบบใหม่มีความสามารถในการทำงานอย่างไร โดยเฉพาะในการจัดการ วางแผน และควบคุมการจัดการข้อกำหนดของวัสดุท่อ ประกอบด้วย ผู้ช่วยผู้จัดการและผู้จัดการแผนก

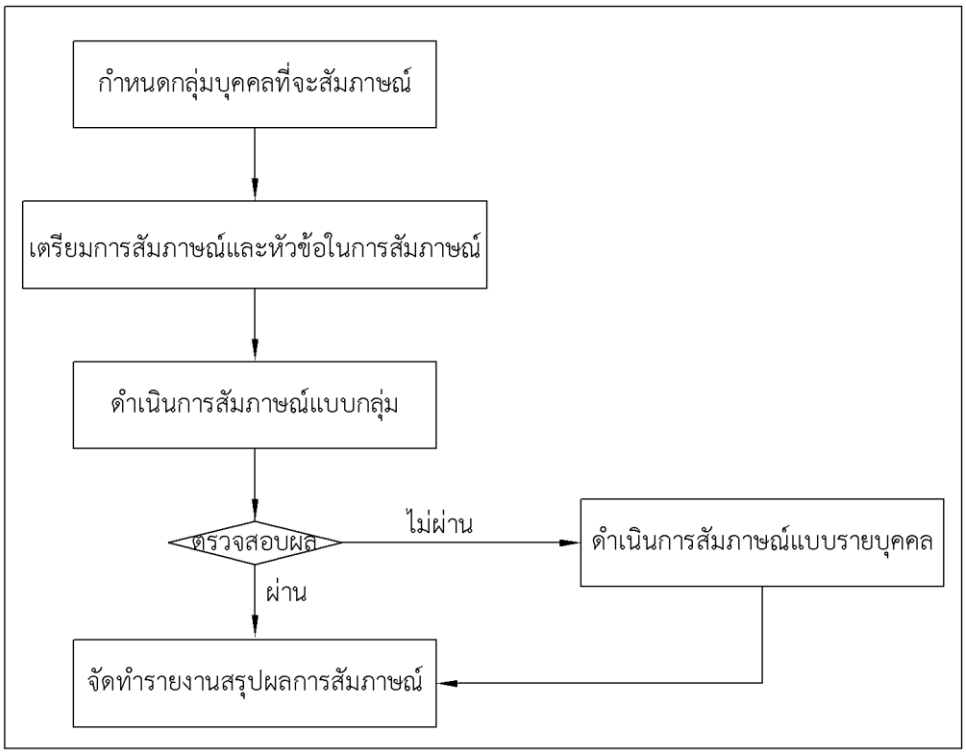
• ระบบที่ใช้ในปัจจุบัน ผู้วิจัยทำการการศึกษากระบวนการทำงานและผลลัพธ์ที่มี ในปัจจุบัน เพราะต้องมีการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบปัจจุบัน หากมีการนำระบบฐานข้อมูลใหม่มาใช้

• เอกสารที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ข้อกำหนดของวัสดุท่อ กฎของระบบท่อและมาตรฐานสากลต่างๆ

4.2 เก็บข้อมูลความต้องการการใช้ระบบ

4.2.1 การสัมภาษณ์ผู้ใช้ระบบ

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์แบบกลุ่ม เพราะมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาของผู้ให้ข้อมูลความต้องการ ซึ่งการสัมภาษณ์แบบกลุ่มเป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) (อรยา ปรีชาพานิช, 2557) ขั้นตอนการสัมภาษณ์ดังแสดงในรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 ขั้นตอนการสัมภาษณ์ผู้ใช้ระบบ

ในการสัมภาษณ์วิศวกรวัสดุและวิศวกรออกรหัสให้ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ขั้นตอนการทำงาน ความผิดพลาดที่มักเกิดขึ้นในการทำงาน ส่วนหัวหน้าวิศวกรจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับภาพรวมของระบบฐานข้อมูล และรายละเอียดอื่นๆที่นอกเหนือจากวิศวกรวัสดุและวิศวกรออกรหัสเพราะมีประสบการณ์และความรู้ในการทำงาน รวมทั้งความต้องการในการเข้าสู่ระบบ สามารถสรุปประเด็นในการสัมภาษณ์ คือ ความต้องการของระบบ แบ่งเป็นความต้องการของระบบฐานข้อมูล ความต้องการในการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ และความต้องการในส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ซึ่งหัวข้อในการสัมภาษณ์แสดงในภาคผนวก ข หลังจากการสัมภาษณ์แบบกลุ่ม มีการตรวจสอบผลการสัมภาษณ์และหากพบว่ามีข้อสรุปยังไม่แน่ชัด พบข้อสงสัย ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์แบบรายบุคคลเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติมตารางที่ 4-1 แสดงรายละเอียดกำหนดการในการเก็บข้อมูลของผู้ใช้ระบบ

ตารางที่ 4-1 การเก็บข้อมูลและความต้องการของผู้ใช้ระบบ

ครั้งที่	หัวข้อ	วันที่	เวลา	ผู้ถูกสัมภาษณ์
1	ระบบฐานข้อมูล	03 ธ.ค.57	13:00 – 17:00	- หัวหน้าวิศวกรวัสดุ - วิศวกรวัสดุ
2	การสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ	02 ม.ค .58	09:00 – 12:00	- หัวหน้าวิศวกรวัสดุ - วิศวกรวัสดุ - วิศวกรออกรหัส
3	ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน หน้ากระดาษและรายงาน	15 ก .พ.58	09:00 – 12:00	- หัวหน้าวิศวกรวัสดุ - วิศวกรวัสดุ

4.2.2 การสัมภาษณ์ผู้บริหาร

เป็นการสัมภาษณ์แบบรายบุคคล ใช้เวลาในการสัมภาษณ์ไม่มากเพราะ ผู้ช่วยผู้จัดการและผู้จัดการแผนกมีนโยบายความต้องการในการออกแบบข้อกำหนดของวัสดุท่อแล้ว มีรายละเอียดนโยบาย ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 สรุปนโยบายจากผู้บริหาร

เรื่อง	การอนุมัติให้ออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ
วันเริ่มโครงการ	: 01 พ .ย.2557
วันสิ้นสุดโครงการ	: 30 ก .ค.2558
ระยะเวลาจัดทำโครงการ	: 9 เดือน
บุคคลที่ความรับผิดชอบโดยตรง	- หัวหน้าโครงการ 1 คน - รองหัวหน้าโครงการ 1 คน - โปรแกรมเมอร์ 3 คน
บุคคลที่เกี่ยวข้อง	- หัวหน้าวิศวกรวัสดุ - วิศวกรวัสดุ - วิศวกรออกรหัส
อื่นๆ	ไม่มีนโยบายให้ทำงานล่วงเวลา

4.2.3 การศึกษาระบบที่ใช้ในปัจจุบัน

จากการศึกษาการทำงานของระบบที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งรายละเอียดกระบวนการทำงานได้แสดงอย่างละเอียดไว้ในบทที่ 3 รวมทั้งปัญหาที่พบและความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ แต่สามารถสรุปในเรื่องผู้ใช้งาน โปรแกรมที่ใช้ รูปแบบรายงาน และการเก็บข้อมูล ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ลักษณะการทำงานของระบบที่ใช้ในปัจจุบัน

ลักษณะการทำงาน	ระบบเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน
ผู้ใช้งาน	- หัวหน้าวิศวกรวัสดุ - วิศวกรวัสดุ - วิศวกรออกรหัส
โปรแกรมที่ใช้งาน	- ไมโครซอฟเอ๊กซ์เซล - ไมโครซอฟแอ็กเซส
รูปแบบรายงาน	หลากหลายแต่ใกล้เคียงกัน
การเก็บข้อมูล	- ในรูปแบบของอิเลคทรอนิกส์ไฟล์ เช่น .pdf .xlsl และ .mdb เก็บไว้ในระบบเซิร์ฟเวอร์ของบริษัท ทุกคนสามารถเปิดใช้งาน แก้ไขงานและลบได้ - ข้อมูลถูกเก็บไม่เป็นระเบียบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.4 การศึกษาจากเอกสาร

เริ่มต้นด้วยการศึกษาข้อมูลจากเอกสารรายงานข้อกำหนดของวัสดุท่อ ส่วนประกอบของรายงาน รูปแบบของรายงาน ตามมาตรฐานของบริษัท

- ข้อกำหนดของวัสดุท่อ
- กฎของระบบท่อ (Piping rule)
- มาตรฐาน (ASME API ANSI ASTM DIN JIS)
- การคำนวณความหนาของผิวท่อ

4.3 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

จากความต้องการการใช้ระบบที่ทำการรวบรวมจากแหล่งต่างๆดังที่กล่าวมาข้างต้น การสรุปความต้องการของผู้ใช้ โดยผ่านการประชุมและระดมความคิดของผู้วิจัยรวมทั้งผู้ใช้ระบบในทุกระดับ ในที่นี้จะกล่าวถึงความต้องการที่เป็นฟังก์ชัน (Function Requirement) เท่านั้น แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ฐานข้อมูล ข้อกำหนดของวัสดุท่อและส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 ฐานข้อมูล

เป็นการนำข้อมูลความต้องการจากการศึกษาเอกสารและการสัมภาษณ์ผู้ใช้ระบบเพื่อวิเคราะห์ว่า ฐานของมูลของระบบจะประกอบด้วยข้อมูลใดบ้างเพื่อให้ครอบคลุมความต้องการ ซึ่งการใช้ฐานข้อมูลในการเก็บมาตรฐานต่างๆ ช่วยลดความผิดพลาดของวิศวกรวัสดุที่อาจขาดความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานให้สามารถเลือกใช้มาตรฐานได้ถูกต้องมากขึ้น แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 แสดงความต้องการของระบบฐานข้อมูล

ชื่อระบบ	ระบบฐานข้อมูล
ชื่อฟังก์ชัน	ฐานข้อมูล
วันที่สรุปข้อมูล	03 ธันวาคม 2557
กลุ่มผู้ใช้	- หัวหน้าวิศวกรวัสดุ - วิศวกรวัสดุ
ความต้องการของระบบ	1. ระบบฐานข้อมูลของระบบท่ออ้างอิงมาตรฐานในการออกแบบ 2 มาตรฐาน ได้แก่ ASME B31.1 : Power Piping และ ASME B31.3 : Process Piping 2. เก็บข้อมูลของโครงการ ได้แก่ ชื่อโครงการ รหัสโครงการ ชนิดของโครงการ ลำดับการปรับปรุงและผู้ใช้งานปัจจุบัน 3. ข้อมูลที่ต้องการให้มีในระบบ ได้แก่ - อักษรย่อ (Abbreviation) ระบบจะต้องมีฐานข้อมูลต้นฉบับของอักษรย่อ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการสร้างรายชื่ออักษรย่อของแต่ละโครงการ - วัสดุพื้นฐาน (Basic material) ต้องรวบรวมวัสดุพื้นฐานที่มีใช้จากในอดีต และรวบรวมจากกฎของระบบท่อ

ตารางที่ 4-4 แสดงความต้องการของระบบฐานข้อมูล (ต่อ)

ความต้องการของระบบ	- ความหนามาตรฐานของผนังท่อ (Schedule) ทำการคำนวณจากมาตรฐาน โดยจะขึ้นอยู่กับมาตรฐานของโครงการว่าเป็น ASME B31.1 หรือ ASME B31.3 เพราะมีผลต่อตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณ - ขนาดท่อระบุ (Size : NPS) ขนาดของหน้าแปลน (Flange Rating) ชนิดของหน้าแปลน (Flange Facing) ปะเก็น (Gasket) ชนิดของวาล์ว (Valve Type) และหมายเลขทริม (Trim no.) วัสดุของตัวเรือนวาล์ว (Body & Bonnet Mat.) ให้อ้างอิงตามกฎของระบบท่อ หากมีข้อมูลที่ต้องใช้เพิ่มเติม สามารถเพิ่มได้โดยผู้ดูแลระบบเท่านั้น 4. ระบบหน่วย มี 2 ระบบ ได้แก่ - ระบบอังกฤษ - ระบบเมตริก 5. โครงสร้างของรหัสและรายละเอียดท่อ อ้างอิงตามกฎของระบบท่อเช่นกัน

4.3.2 ส่วนของข้อกำหนดของวัสดุท่อ

ในการรวบรวมความต้องการการใช้งานระบบ นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ และจากเอกสารที่ใช้ในปัจจุบันของข้อกำหนดของวัสดุท่อ เพื่อกำหนดฟังก์ชันในการทำงานของระบบฐานข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ความต้องการในการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ

ชื่อระบบ	ข้อกำหนดของวัสดุท่อ
ชื่อฟังก์ชัน	ข้อกำหนดของวัสดุท่อ
วันที่สรุปข้อมูล	02 มกราคม 2558
กลุ่มผู้ใช้	- หัวหน้าวิศวกรวัสดุ - วิศวกรวัสดุ
ความต้องการของระบบ	1. ข้อกำหนดของวัสดุท่อ ประกอบไปด้วย – รายชื่ออักษรย่อทั่วไป (Abbreviation General) ประกอบด้วย รายชื่ออักษรย่อสารในท่อ (Abbreviation Service) และดัชนีประเภทของวัสดุท่อ(Index of Piping Material) – ประเภทของวัสดุท่อ (Piping Material Classification) สามารถสร้างประเภทท่อได้โดย การสร้างใหม่ การคัดลอกจากโครงการอื่น หรือการนำเข้าอิเลคทรอนิกส์ไฟล์ – ข้อสังเกตทั่วไป (General Note) ที่อยู่ในข้อกำหนดของวัสดุท่อ และหน้าประเภทท่อ จะไม่สามารถใส่สัญลักษณ์ซ้ำกันได้ เช่น ในข้อกำหนดของวัสดุท่อมีสัญลักษณ์เป็นตัวหนังสือ (A), (B), (C) ดังนั้นในประเภทท่อจะต้องเป็นตัวเลข (1), (2), (3) เป็นต้น และต้องทำการสร้างข้อสังเกตไว้ก่อนที่จะสร้างประเภทท่อ เพื่อให้เลือกใช้ข้อสังเกตจากรายการข้อสังเกต เพื่อช่วยลดความผิดพลาดจากการแก้ไขงานไม่ครบ – รายชื่อวาล์ว (Valve List) จะรวบรวมเป็นรายชื่อวาล์วโดยอัตโนมัติจากการใส่ข้อมูลวาล์วในประเภทท่อแต่ละประเภท – รายชื่อปะเก็น/แพ็คกิ้ง (Gasket/Packing List) จะรวบรวมโดยอัตโนมัติจากการใส่ข้อมูลวาล์วในประเภทท่อแต่ละประเภท

ตารางที่ 4-5 ความต้องการในการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ (ต่อ)

ความต้องการของระบบ	– ตารางท่อแยก (Branch Table) และตารางท่อลด (Reducer Table) หลายตาราง สามารถเลือกและจัดกลุ่มให้แต่ละประเภทท่อสามารถใช้ตารางท่อสามทางแต่ละตัวเลือกได้ โดยแต่ละตัวเลือกมีได้หลายประเภทท่อ นอกจากนี้ในการใส่ข้อมูลใน ตารางท่อสามทาง จะมีการตรวจสอบกับมาตรฐานของท่อสามทางที่ได้จากกฎของระบบท่อด้วย – รูปอ้างอิง (Reference Drawing) และตารางรูปอ้างอิง (Table for Reference Drawing) ต้องทำการสร้างรูปอ้างอิงการจึงสามารถนำไปใช้ในประเภทท่อได้ – ตารางความหนาของผนังท่อ (Thickness Table (Table CAL.)) ได้จากการกรอกข้อมูลเพื่อคำนวณความหนาของผนังท่อในกาสร้างประเภทท่อ ซึ่งการที่ให้ระบบสามารถคำนวณความหนาของผนังท่อได้จะช่วยลดความผิดพลาดจากการคำนวณความหนาของท่อผิด – ตารางสลักเกลียว (Bolt Table) จะดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูลเพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยจะแสดงแบบแปลนของสลักเกลียวในหน้าแบบรูปอ้างอิงให้อัตโนมัติ แต่ถ้าต้องการสร้างตารางสลักเกลียวที่ไม่อิงตามระบบฐานข้อมูล จะต้องแจ้งผู้ดูแลระบบ (Admin) ให้สร้างตารางสลักเกลียวที่นอกเหนือจากมาตรฐานและอัพโหลดแบบแปลนใหม่เพื่อใช้เป็นแบบแปลนอ้างอิง 2. การพิมพ์รายงาน - สามารถเลือกพิมพ์รายงานของข้อกำหนดของวัสดุท่อในส่วนต่างๆ หรือทั้งหมด (ในรูปของไฟล์ .xlsและ .pdf) - สามารถพิมพ์รหัสของวัสดุท่อ (ในรูปของไฟล์ .xlsl และ.pdf)

ตารางที่ 4-5 ความต้องการในการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ (ต่อ)

ความต้องการของระบบ	3. การยอมให้ใช้งาน (User Permission) 3.1 ในแต่ละ โครงการ ผู้ใช้งาน จะได้รับอนุญาต ดังนี้ - ผู้ใช้งาน สามารถเข้าระบบเพื่อ ดูพิมพ์/รายงาน ได้พร้อมๆกันหลาย ผู้ใช้งาน - การเพิ่มผู้ใช้งานสามารถเข้าระบบเพื่อ : ลบ/แก้ไข/ลบ/แก้ไข/เพิ่ม ข้อมูลของแต่ละโครงการได้ทีละคน 3.2 ในการเข้าไปทำงานในแต่ละโครงการจะมีการยอมให้ใช้งานทั้งหมด 2 ข้อ คือ การดูและแก้ไข 4. การอนุมัติ 4.1 ผู้ที่สามารถอนุมัติเอกสารรายงานเป็น การแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 1, 2 หรือ 3 ได้แก่ หัวหน้าวิศวกรวัสดุเท่านั้น 4.2 หลังจากมีการอนุมัติเอกสารแล้ว จะไม่สามารถแก้ไขเอกสารนั้นได้ 4.3 เมื่อมีการแก้ไขเพิ่มเติม การแก้ไขจะถือเป็นเอกสารที่แก้ไขปรับปรุงในครั้งต่อไป โดยจะแสดงสัญลักษณ์ในการแก้ไขด้วยอักษรสีแดง มีตัวเลขครั้งที่แก้ไขกำกับไว้โดยอัตโนมัติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.3 ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้

เป็นส่วนสำคัญที่ใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ใช้ระบบ และยังเป็นส่วนที่นำข้อมูลความผิดพลาดที่จำแนกตามลักษณะและตามส่วนประกอบมาพิจารณาเพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นทั้ง 7 ลักษณะ แสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ความต้องการในส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้

ชื่อระบบ	ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)
ชื่อฟังก์ชัน	ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)
วันที่สรุปข้อมูล	15 กุมภาพันธ์ 2558
กลุ่มผู้ใช้	- หัวหน้าวิศวกรวัสดุ - วิศวกรวัสดุ - วิศวกรออกแบบ
ความต้องการของระบบ	1. การออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน ให้ใช้แบบฟอร์มของข้อกำหนดของวัสดุท่อของบริษัท เพราะผู้ใช้งานมีความคุ้นชินกับแบบฟอร์มดังกล่าว 2. มีการแสดงคำถามบนหน้าจอ และหากต้องการยืนยันข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่มีความครบถ้วนหรือไม่ให้ผู้ใช้มีโต้ตอบด้วยการตอบคำถาม โดยจะดำเนินการโต้ตอบแบบเรียงลำดับ ซึ่งผู้ใช้สามารตอบคำถามด้วยการคลิก 3. การนำเข้าข้อมูล • ลดการนำเข้าข้อมูลด้วยการพิมพ์ เพื่อลดความผิดพลาดของมนุษย์ • ใช้การนำเข้าข้อมูลในรูปแบบไฟล์จากเอกสารภายนอก โดยมีการกำหนดรูปแบบของไฟล์ที่สามารถนำเข้าข้อมูลได้ในรูปแบบของไฟล์ .xls • การควบคุมส่วนนำเข้าข้อมูล ในการป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ ต้องมีการตรวจสอบความผิดพลาดในการนำเข้าข้อมูล และมีการแจ้งเตือนหากเกิดความผิดพลาดขึ้น รูปแบบของการตรวจสอบ ได้แก่ • ตรวจสอบชนิดของข้อมูล เช่น ข้อมูลที่กรอกต้องเป็นตัวอักษรหรือตัวเลข • ตรวจสอบช่วงข้อมูล ว่าตัวเลขอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้หรือไม่

ตารางที่ 4-6 ความต้องการในส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ (ต่อ)

ความต้องการของระบบ	• ตรวจสอบว่ามีข้อมูลหรือไม่ โดยให้เติม ขีดกลาง (“-“) ในช่องว่าง เพื่อช่วยลดข้อผิดพลาดในการในการใส่ข้อมูลไม่ครบถ้วน 4. การบันทึกข้อมูล • มีหน้าจอที่ให้ผู้ใช้ยืนยันการบันทึกข้อมูลก่อนจะมีการบันทึก • หลังจากผู้ใช้ยืนยันให้บันทึกข้อมูล หรือมีการแก้ไขข้อมูล มีการบันทึกการแก้ไขไว้ในระบบ สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
การออกแบบระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ เป็นการรวบรวมข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งที่อยู่ในรูปแบบของอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์ เอกสารและหนังสือต่างๆเพื่อออกแบบและสร้างเป็นระบบฐานข้อมูลช่วยในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อเพื่อลดความผิดพลาดในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ในการออกแบบประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ แบบจำลองกระบวนการ (Process Modeling) การสร้างแบบจำลองข้อมูล (Data Modeling) และการออกแบบระบบ (System Design)

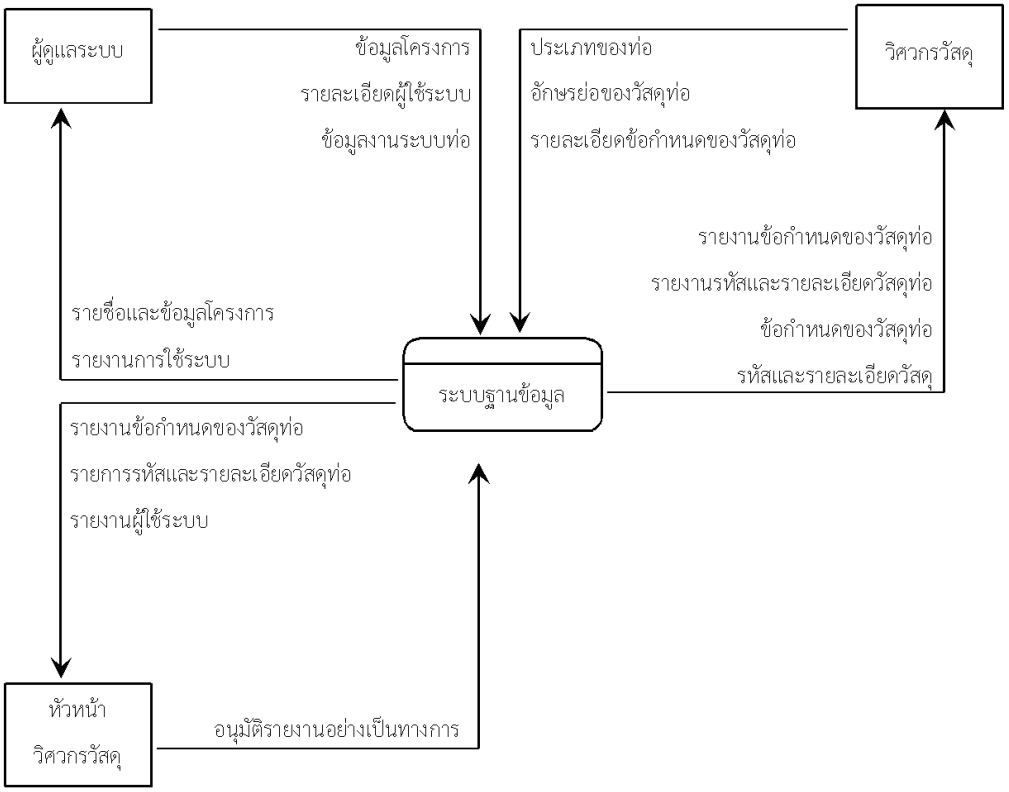
5.1 แบบจำลองกระบวนการ (Process Modeling)

หลังจากการเก็บข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งาน ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลดังกล่าวสร้างเป็นแบบจำลอง เพื่อนำเสนอลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบ แหล่งที่มาของข้อมูล และการนำข้อมูลไปใช้ แสดงในแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.1.1 แผนภาพบริบท (Context Diagram)

แผนภาพบริบท เป็นแผนภาพที่แสดงขอบเขตของระบบว่ามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมของระบบอย่างไร โดยไม่แสดงรายละเอียดของกระบวนการทำงานภายในระบบและแหล่งจัดเก็บข้อมูล แสดงดังรูปที่ 5.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5-1 แผนภาพบริบทของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

จากรูปที่ 5-1 พบว่า มีผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ (External Entity) ประกอบไปด้วย 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ วิศวกรวัสดุ และหัวหน้าวิศวกรวัสดุ แสดงรายละเอียด ดังนี้

• ผู้ดูแลระบบ เป็นผู้ส่งข้อมูลของโครงการ ข้อมูลรายละเอียดผู้ใช้ระบบรวมทั้งกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งานระบบ ข้อมูลงานของระบบท่อต่างๆที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ เข้าไปในระบบฐานข้อมูล และมีการขอใช้ข้อมูลรายชื่อและข้อมูลโครงการ รวมทั้งรายงานการใช้ระบบจากระบบฐานข้อมูล

• วิศวกรวัสดุ เป็นผู้ใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ โดย

• มีการส่งข้อมูลประเภทของวัสดุท่อ อักษรย่อของวัสดุและรายละเอียดข้อกำหนดของวัสดุท่อเข้าไปในระบบฐานข้อมูล เพื่อสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อเฉพาะของโครงการนั้นๆ

• มีการขอใช้ข้อมูลรายงานข้อกำหนดของวัสดุท่อ รายงานรหัสและรายละเอียดวัสดุท่อ ข้อกำหนดของวัสดุท่อ รหัสและรายละเอียดวัสดุท่อ

• หัวหน้าวิศวกรวัสดุ มีหน้าที่ในการติดตามความคืบหน้าของงานและการทำงานของวิศวกรวัสดุว่าเป็นไปตามแผนงานหรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของงาน เมื่องานเสร็จสมบูรณ์ในแต่ละระยะงาน หัวหน้าวิศวกรวัสดุจะต้องเป็นผู้อนุมัติรายงานอย่างเป็นทางการ โดย

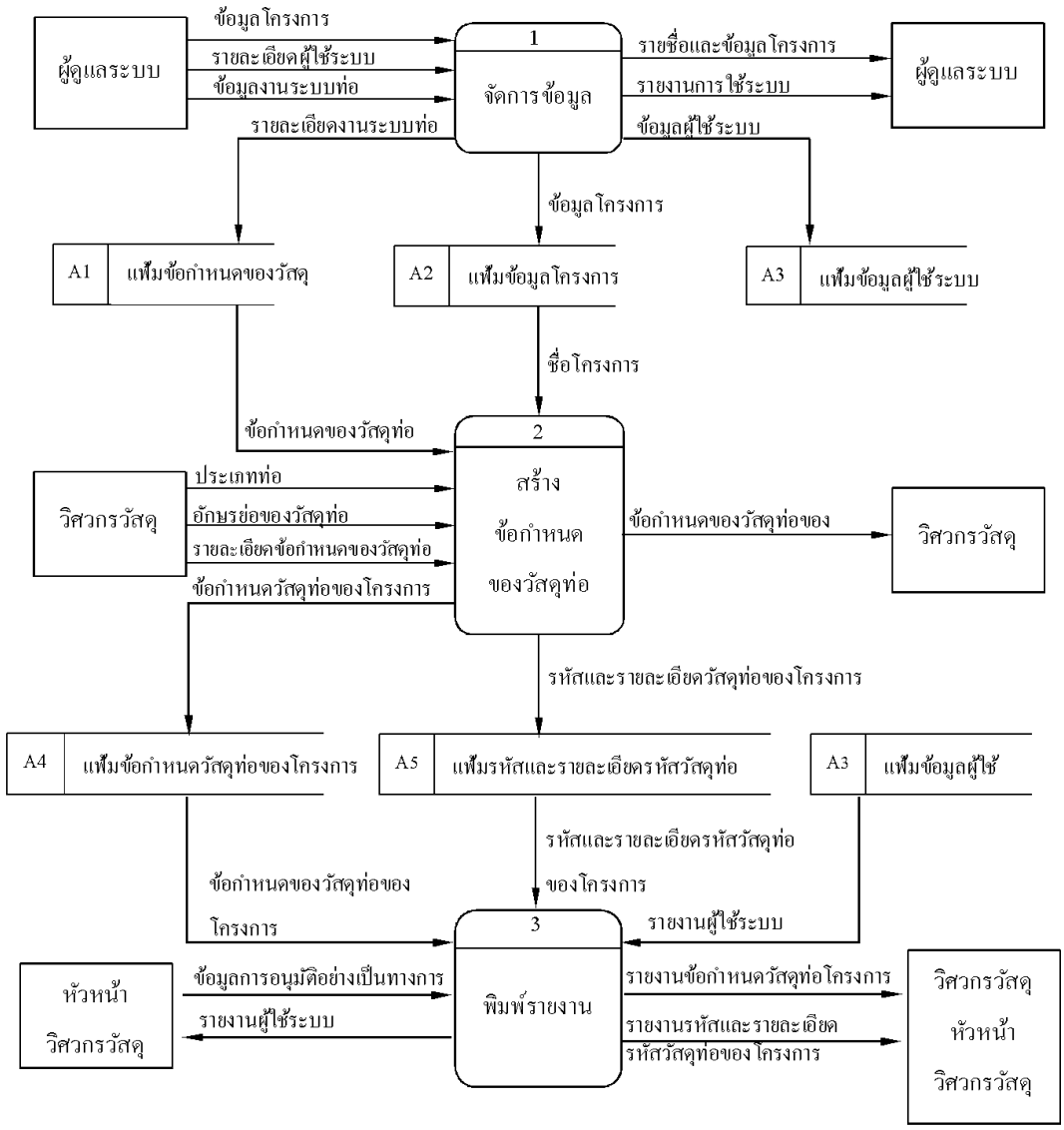
• มีการส่งข้อมูลการอนุมัติรายงานอย่างเป็นทางการ

• มีการเรียกใช้ข้อมูลรายงานข้อกำหนดของวัสดุท่อ รายงานรหัสและรายละเอียดของวัสดุท่อ และรายงานผู้ใช้ระบบ

5.1.2 แผนภาพระดับที่ 0

แผนภาพระดับที่ 0 แสดงถึงรายละเอียดของกระบวนการทำงานหลักของระบบว่ามีการประสานงานรับ-ส่งข้อมูลและสารสนเทศกับเอนทิตีภายนอกใดบ้าง นอกจากนั้น ยังแสดงถึงการเชื่อมโยงการทำงานระหว่างกระบวนการการทำงานต่างๆในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ แสดงดังรูปที่ 5-2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5-2 แผนภาพระดับที่ 0 ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

จากแผนภาพระดับที่ 0 ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่ จัดการข้อมูล สร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ และพิมพ์รายงาน

• กระบวนการที่ 1 จัดการข้อมูล

การจัดการข้อมูลเป็นการนำเข้าข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้เมื่อเริ่มดำเนินโครงการ โดยผู้ดูแลระบบจะเป็นผู้รับผิดชอบนำเข้าข้อมูลเหล่านี้

- ผู้ดูแลระบบนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องเข้าไปจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล ซึ่งข้อมูลได้แก่ ข้อมูลโครงการ รายละเอียดผู้ใช้ระบบ ข้อมูลงานระบบท่อ และดึงข้อมูล

รายชื่อและข้อมูลโครงการ รายงานการใช้ระบบเพื่อตรวจสอบสิทธิในการใช้ระบบ รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโครงการ

- ข้อมูลที่ได้จากการจัดการข้อมูล จะถูกเก็บเป็นแฟ้มข้อมูล ซึ่งได้แก่ แฟ้มข้อกำหนดของวัสดุท่อ แฟ้มข้อมูลโครงการและแฟ้มข้อมูลผู้ใช้ระบบ

• <u>กระบวนการที่ 2 สร้างข้อกำหนดของวัสดุ</u>

การสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อเป็นหน้าที่ของวิศวกรวัสดุ โดยวิศวกรวัสดุอาจมีได้มากกว่า 1 คน เพื่อรับผิดชอบส่วนต่างๆของข้อกำหนดวัสดุท่อ

ข้อมูลที่มีการนำเข้า ได้แก่

- ชื่อโครงการที่ต้องการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อโดยใช้ข้อมูลชื่อโครงการจากแฟ้มข้อมูลโครงการ

- ข้อกำหนดของวัสดุท่อของโครงการ ซึ่งได้แก่ ประเภทท่อ อักษรย่อของวัสดุท่อ และรายละเอียดของวัสดุท่อของโครงการ โดยใช้ข้อมูลข้อกำหนดของวัสดุท่อจากแฟ้มข้อกำหนดของวัสดุ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานในส่วนนี้ คือ

- ข้อกำหนดของวัสดุท่อของโครงการ ซึ่งถูกจัดเก็บในแฟ้มข้อกำหนดวัสดุท่อของโครงการ และถูกนำไปใช้โดยวิศวกรวัสดุเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

- รหัสและรายละเอียดรหัสวัสดุท่อของโครงการ ถูกจัดเก็บในแฟ้มรหัสและรายละเอียดรหัสวัสดุท่อของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

• <u>กระบวนการที่ 3 พิมพ์รายงาน</u>

การพิมพ์รายงาน เพื่อนำข้อกำหนดของวัสดุท่อส่งไปยังแผนกอื่นๆในรูปแบบของการตีพิมพ์ในกระดาษ ซึ่งต้องมีการยืนยันเอกสารว่าเป็นเอกสารที่เป็นทางการ

ข้อมูลที่มีการนำเข้า ได้แก่

- ข้อมูลการอนุมัติอย่างเป็นทางการจากวิศวกรวัสดุ เพื่อยืนยันว่าข้อกำหนดของวัสดุท่อถูกต้องครบถ้วน สามารถพิมพ์อย่างเป็นทางการส่งให้แผนกอื่นๆหรือผู้ว่าจ้างโครงการได้ หากมีการอนุมัติอย่างเป็นทางการแล้วเกิดการแก้ไขจะแสดงการแก้ไขในลำดับการปรับปรุงครั้งต่อไป

- ข้อกำหนดของวัสดุท่อของโครงการ ถูกดึงมาจากแฟ้มข้อกำหนดวัสดุท่อของโครงการเพื่อจัดรูปแบบตามต้องการ

- รหัสและรายละเอียดวัสดุท่อ ถูกดึงมาจากแฟ้มรหัสและรายละเอียดรหัสวัสดุท่อของโครงการเพื่อจัดรูปแบบตามต้องการ

- รายงานผู้ใช้ระบบ ถูกดึงข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลผู้ใช้งานโดยหัวหน้าวิศวกรวัสดุ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานในส่วนนี้ คือ

- รายงานข้อกำหนดของวัสดุท่อของโครงการ ถูกพิมพ์เป็นรายงานตามรูปแบบที่ต้องการ โดยวิศวกรวัสดุและหัวหน้าวิศวกรวัสดุ

- รายงานรหัสและรายละเอียดวัสดุท่อ โครงการ ถูกพิมพ์เป็นรายงานตามรูปแบบที่ต้องการ โดยวิศวกรวัสดุและหัวหน้าวิศวกรวัสดุ

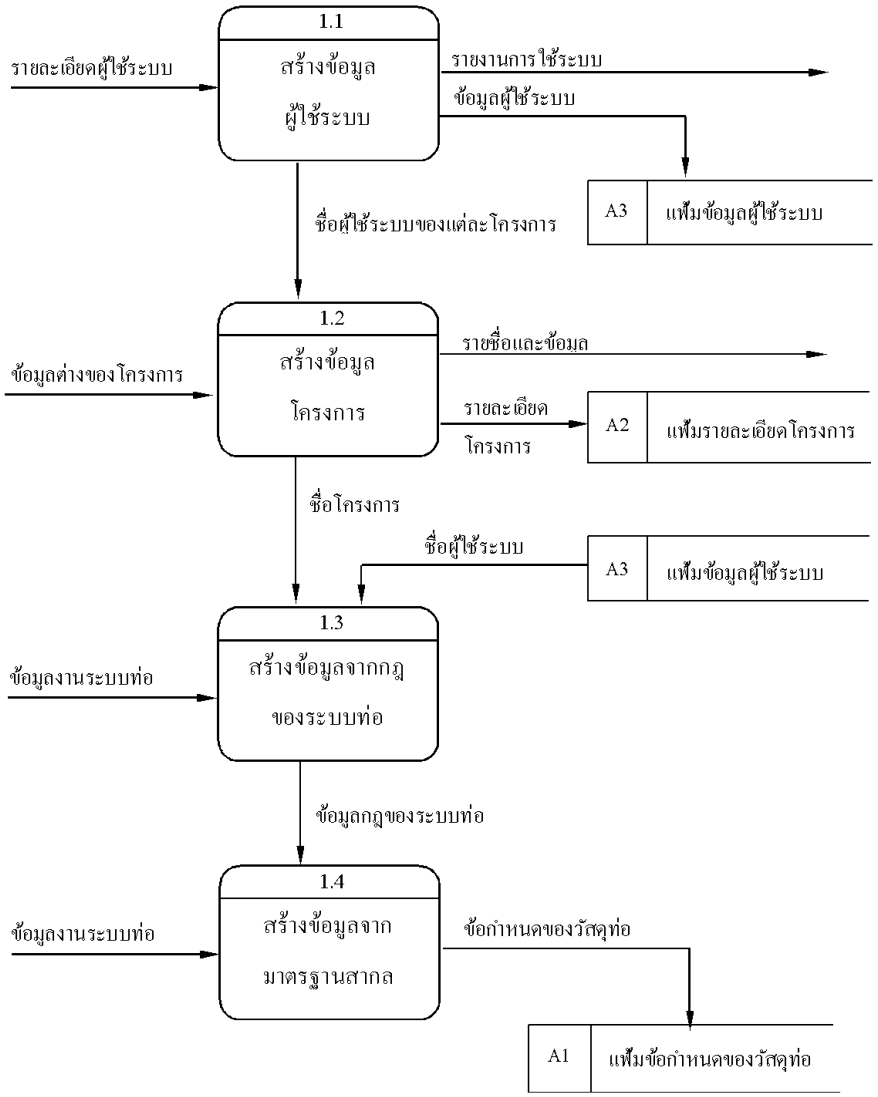
- รายงานผู้ใช้ระบบ เพื่อใช้ในการติดตามความคืบหน้าของการทำงานและพิมพ์ส่งรายงานประกอบการประเมินงานต่อไป

5.1.3 แผนภาพระดับที่ 1

แผนภาพระดับที่ 1 เป็นแผนภาพระดับล่างที่มีรายละเอียดย่อยลงไปเพื่อใช้อธิบายกระบวนการทำงานหนึ่งๆจากแผนภาพระดับที่ 0 ซึ่งแผนภาพระดับที่ 1 ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ดังแสดงต่อไปนี้

• <u>แผนภาพระดับที่ 1 กระบวนการที่ 1 จัดการข้อมูล</u>

เป็นการแสดงรายละเอียดของการจัดการข้อมูลของแผนภาพระดับที่ 0 ดังรูปที่ 5-3



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 5-3 แผนภาพระดับที่ 1 กระบวนการที่ 1 ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

จากรูปที่ 5-3 สามารถแบ่งกิจกรรมของของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อเป็นกิจกรรมย่อยได้ 4 กิจกรรม

- กระบวนการที่1.1 สร้างข้อมูลผู้ใช้ระบบ โดยการใส่รายละเอียดผู้ใช้ระบบเพื่อสร้างข้อมูลผู้ใช้ระบบ ได้ผลลัพธ์เป็นรายงานผู้ใช้ระบบ ข้อมูลผู้ใช้ระบบถูกเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลผู้ใช้ระบบ และชื่อผู้ใช้ระบบที่แบ่งตามโครงการจะถูกใช้ในขั้นตอนถัดไป

- กระบวนการที่ 1.2 สร้างข้อมูลโครงการ โดยการป้อนข้อมูลต่างๆของโครงการและนำชื่อผู้ใช้ระบบของแต่ละโครงการเพื่อเข้าถึงข้อกำหนดของวัสดุท่อของโครงการ และ

สร้างข้อมูลโครงการ ทำให้ได้ผลลัพธ์คือ รายชื่อและข้อมูลโครงการ รายละเอียดของโครงการที่ถูกเก็บในแฟ้มรายละเอียดโครงการ และชื่อโครงการถูกนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป

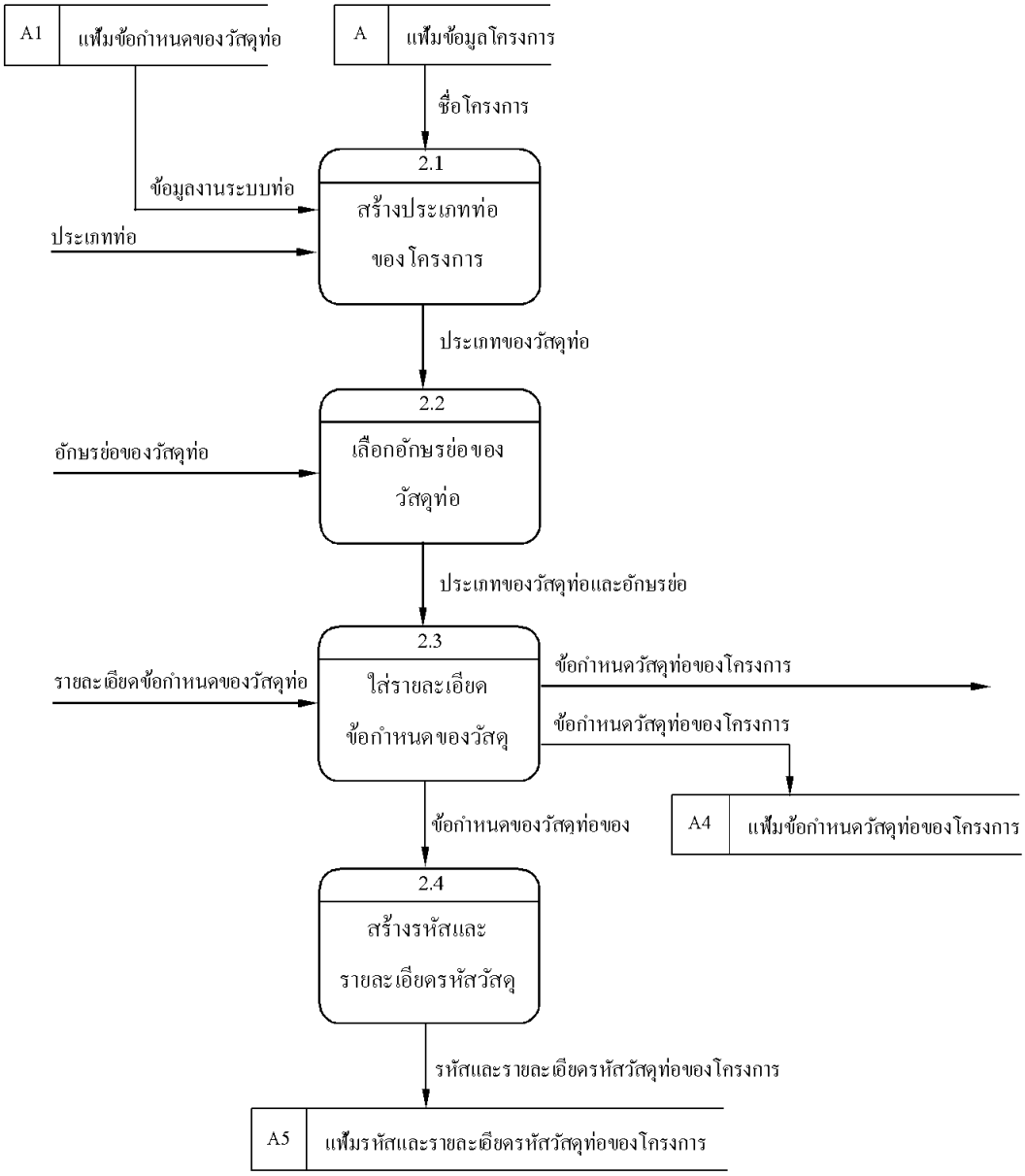
- กระบวนการที่ 1.3 สร้างข้อมูลจากกฎของระบบท่อ เป็นการสร้างข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อใช้เฉพาะข้อมูลที่จำเป็นของโครงการนั้นๆ โดยมีการดึงข้อมูลชื่อโครงการเพื่ออ้างอิงในการสร้างข้อมูล ร่วมกับชื่อผู้ใช้ระบบจากแฟ้มข้อมูลผู้ใช้ระบบ ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลกฎของระบบท่อของโครงการ

- กระบวนการที่ 1.4 สร้างข้อมูลมาตรฐานสากล โดยการเลือกข้อมูลมาตรฐานสากลและข้อมูลกฎของระบบท่อมาจับคู่กับมาตรฐานสากลต่างๆที่ใช้ในการอ้างอิง ให้ผลลัพธ์เป็นข้อกำหนดของวัสดุท่อที่ถูกจัดเก็บในแฟ้มข้อกำหนดของวัสดุท่อ

• แผนภาพระดับ 1 กระบวนการที่ 2 สร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ

เป็นการแสดงรายละเอียดของการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ ของแผนภาพระดับที่ 0 ดังรูปที่ 5-4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5-4แผนภาพระดับ 1 กระบวนการที่ 2 ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

จากรูปที่ 5-4 สามารถแบ่งกิจกรรมการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อเป็นกิจกรรมย่อยได้ 4 กิจกรรม ได้แก่

- กระบวนการที่ 2.1 สร้างประเภทท่อของโครงการ โดยเลือกชื่อโครงการจากแฟ้มข้อมูลโครงการ และเลือกข้อมูลประเภทท่อจากข้อกำหนดของวัสดุท่อเพื่อสร้างประเภทท่อของโครงการ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดของวัสดุท่อของโครงการ

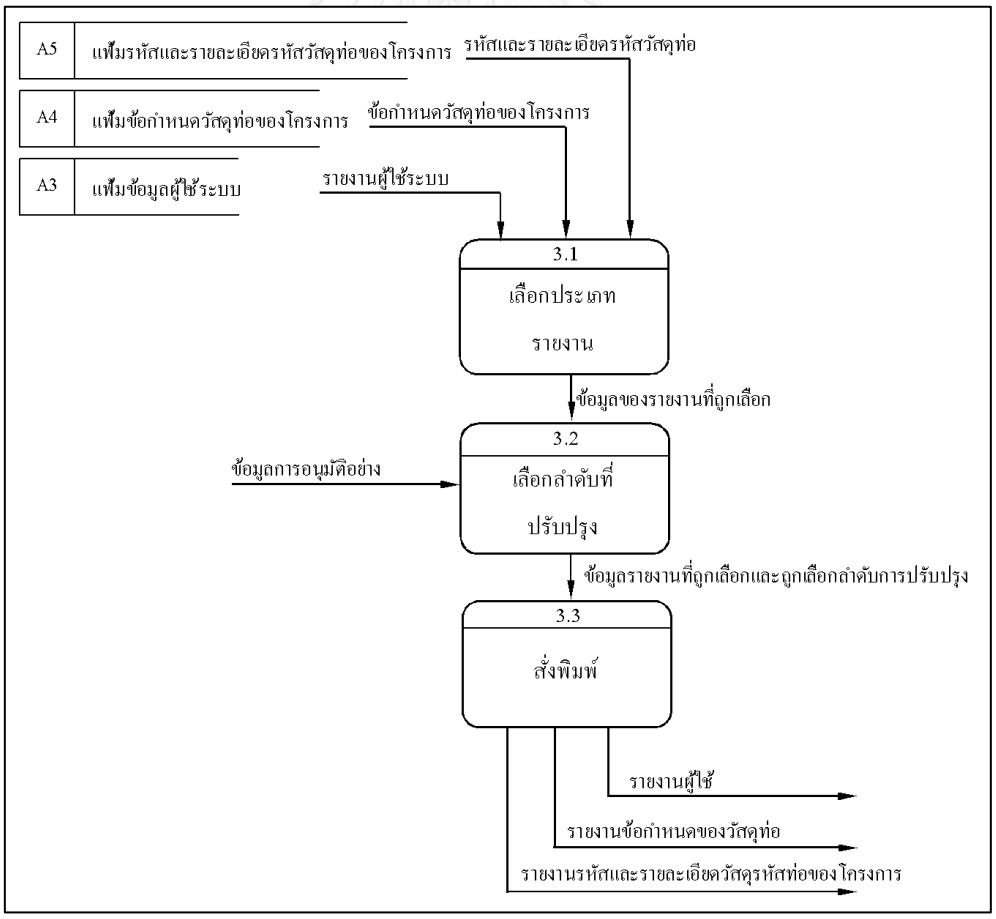
- กระบวนการที่ 2.2 สร้างอักษรย่อของวัสดุท่อ โดยเลือกอักษรย่อของวัสดุท่อจากประเภทของวัสดุท่อ ให้ผลลัพธ์เป็นประเภทท่อและอักษรย่อของโครงการ

- กระบวนการที่ 2.3 ใส่รายละเอียดข้อกำหนดของวัสดุท่อ โดยการเลือกรายละเอียดของข้อกำหนดของวัสดุท่อจากประเภทท่อและอักษรย่อของโครงการ ให้ผลลัพธ์เป็นข้อกำหนดของวัสดุท่อของโครงการซึ่งจะถูกเก็บไว้ในแฟ้มข้อกำหนดของวัสดุท่อของโครงการ นำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป และใช้งานโดยวิศวกรวัสดุ

- กระบวนการที่ 2.4 สร้างรหัสและรายละเอียดรหัสวัสดุท่อ จากข้อกำหนดของวัสดุท่อของโครงการจะถูกนำมาสร้างเป็นรหัสและรายละเอียดของวัสดุท่อโดยอัตโนมัติจากการเชื่อมโยงข้อมูลในระบบไว้ ผลลัพธ์ที่ได้คือรหัสและรายละเอียดรหัสวัสดุท่อของโครงการซึ่งถูกเก็บไว้ในแฟ้มรหัสและรายละเอียดรหัสวัสดุท่อของโครงการ

• แผนภาพระดับที่ 1 กระบวนการที่ 3 พิมพ์รายงาน

เป็นการแสดงรายละเอียดของการพิมพ์รายงานของแผนภาพระดับที่ 0 ดังรูปที่ 5-5



รูปที่ 5-5 แผนภาพระดับที่ 1 กระบวนการที่ 3 ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

- กระบวนการที่ 3.1 เลือกประเภทรายงาน จากแฟ้มรหัสและรายละเอียดรหัสวัสดุท่อ แฟ้มข้อกำหนดวัสดุท่อของโครงการและแฟ้มข้อมูลผู้ใช้ระบบ ถูกจัดเป็นเล่มรายงานโดยการเลือกประเภทของรายงาน ผลลัพธ์คือข้อมูลของรายงานที่ถูกเลือก

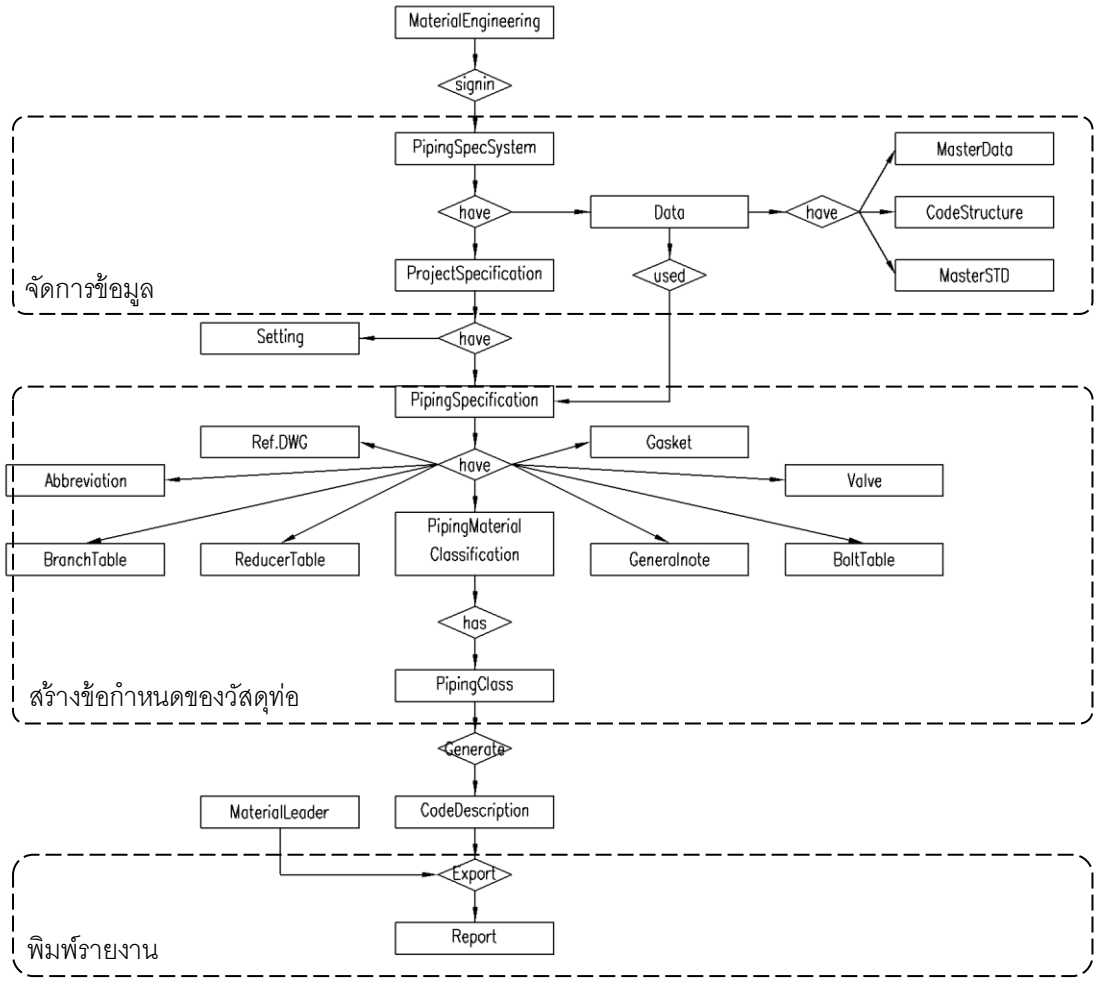
กระบวนการที่ 3.2 เลือกลำดับที่ปรับปรุง จากข้อมูลของรายงานที่ถูกเลือก ซึ่งมีหลายลำดับการปรับปรุงจากการอนุมัติอย่างเป็นทางการในแต่ละครั้ง จึงต้องทำการเลือกลำดับการปรับปรุงที่ต้องการพิมพ์ ผลลัพธ์ที่ได้คือ ข้อมูลรายงานที่ถูกเลือกและถูกเลือกลำดับการปรับปรุง

- กระบวนการที่ 3.3 สั่งพิมพ์ จากข้อมูลรายงานที่ถูกเลือกและถูกเลือกลำดับการปรับปรุงสั่งพิมพ์เป็นรายงานได้แก่ รายงานผู้ใช้ รายงานข้อกำหนดของวัสดุท่อ และรายงานรหัสและรายละเอียดรหัสท่อของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2 แบบจำลองข้อมูล (Data Modeling)

แบบจำลองข้อมูล (Data Modeling) ใช้เพื่ออธิบายโครงสร้างและคุณลักษณะของข้อมูล รวมไปถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลในระบบที่จะพัฒนา ซึ่งในที่นี้จะแสดงในรูปแบบของ แผนภาพ E-R ซึ่งเป็นแบบจำลองข้อมูลเชิงแนวคิด (Conceptual Data Modeling) ที่ออกแบบโดย Peter Chen (อรยา ปรีชาพานิช, 2557) แผนภาพ E-R ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ เอนทิตี (Entity) แอตทริบิวต์ (Attribute) และความสัมพันธ์ (Relationship) เมื่อนำเอนทิตีและแอตทริบิวต์สร้างเป็นแผนภาพ E-R โดยนำแบบจำลองกระบวนการและความต้องการการใช้ระบบมาเป็นแนวคิดในการออกแบบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อได้ดังรูปที่ 5-6



รูปที่ 5-6 แผนภาพ E-R ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

จากรูปที่ 5-6 สามารถแบ่ง แผนภูมิ E-R ได้ 3 ส่วนหลัก ตามที่ทำการเก็บข้อมูลความต้องการใช้งานระบบ ได้แก่

• การจัดการข้อมูล เป็นส่วนของระบบฐานข้อมูลที่รวบรวมข้อมูล กฎของระบบท่อ มาตรฐานสากลต่างไว้ รวมทั้งตารางความสัมพันธ์ที่ใช้ในการสร้างรหัสและรายละเอียดของวัสดุท่อ ซึ่งตรงกับแผนภาพบริบทระดับที่ 0 กระบวนการที่ 1

• การสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ เป็นส่วนที่ใช้ในการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อของโครงการขึ้นมา โดยนำข้อมูลความต้องการใช้ระบบเพื่อออกแบบและสัมพันธ์กับแผนภาพบริบทระดับที่ 0 กระบวนการที่ 2

• การพิมพ์รายงาน เป็นส่วนที่รวบรวมรายงานของข้อกำหนดของวัสดุท่อทั้งหมดไว้เพื่อพิมพ์เป็นเอกสารในการส่งงาน สัมพันธ์กับแผนภาพบริบทระดับที่ 0 กระบวนการที่ 3

หลังจากทำการออกแบบแผนภูมิ E-Rแล้ว จะนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการออกแบบระบบต่อไป

5.3 การออกแบบระบบ (System design)

การออกแบบระบบของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

• การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล เป็นการนำแผนภาพ E-R มาทำการปรับปรุงเพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลให้สามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลได้

• การออกแบบหน้ากระดาษและรายงาน เป็นการออกแบบส่วนประกอบของแบบหน้ากระดาษและรายงานซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนหัวกระดาษ เนื้อหา และส่วนท้ายรายงาน

• การออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ เป็นการออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานเพื่อการเตรียมสารสนเทศและการนำสารสนเทศนั้นไปใช้ด้วยการตอบโต้กับคอมพิวเตอร์

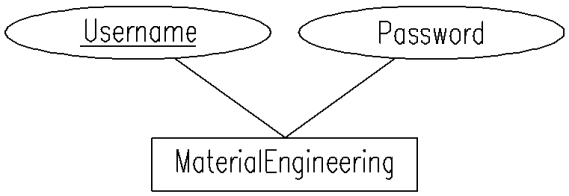
แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.1 ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล

จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจากหัวข้อที่ผ่านมา มีการแสดงเอนทิตีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบ ซึ่งเอนทิตีเหล่านี้ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ต่างๆเพื่อกำหนดคุณลักษณะของเอนทิตีและกำหนดคีย์หลัก (Key Attribute) ของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ดังตารางต่อไปนี้

• MaterialEngineering เป็นเอนทิตีของวิศวกรวัสดุเพื่อใช้ในการเข้าสู่ระบบ ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

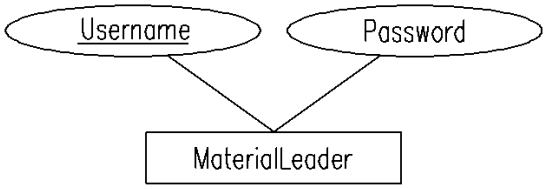
MaterialEngineering (Username, Password) แสดงดังรูปที่ 5-7



รูปที่ 5-7 รายละเอียดในเอนทิตี MaterialEngineering

• MaterialLeader เป็นเอนทิตีของหัวหน้าวิศวกรวัสดุเพื่อใช้ในการเข้าสู่ระบบ ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

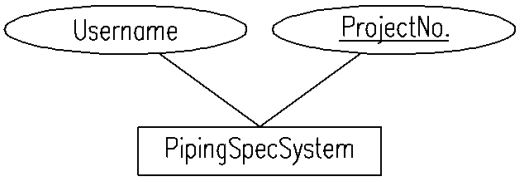
MaterialEngineering (Username, Password) แสดงดังรูปที่ 5-8



รูปที่ 5-8 รายละเอียดในเอนทิตี MaterialLeader

• PipingSpecSystem เป็นเอนทิตีหลักของระบบฐานข้อมูล ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ดังต่อไปนี้

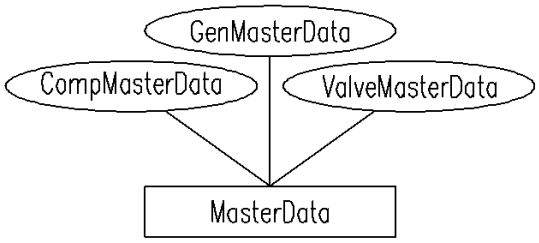
PipingSpecSystem (ProjectNo, Username) แสดงดังรูปที่ 5-9



รูปที่ 5-9 รายละเอียดในเอนทิตี PipingSpecSystem

• MasterData เป็นเอนทิตีข้อมูลต้นแบบที่ใช้ในระบบฐานข้อมูล ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ดังต่อไปนี้

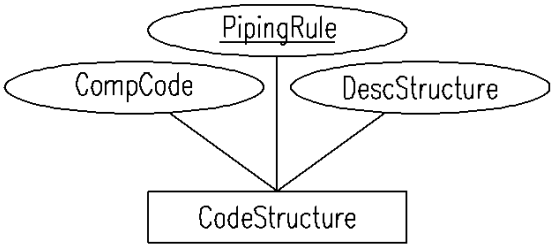
MasterData (CompMasterData, GenMasterData, ValveMasterData) แสดงดังรูปที่ 5-10



รูปที่ 5-10 รายละเอียดในเอนทิตี MasterData

• CodeStructure เป็นเอนทิตีในการสร้างรหัสและรายละเอียดของวัสดุท่อ ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

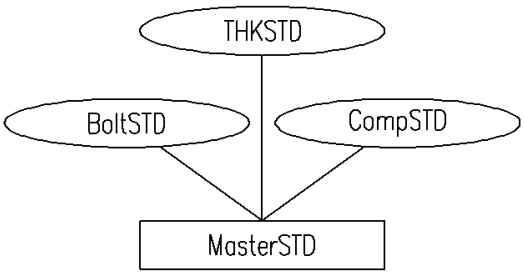
CodeStructure (PipingRule, CompCode, DescStructure) แสดงดังรูปที่ 5-11



รูปที่ 5-11 รายละเอียดในเอนทิตี CodeStructure

• MasterSTD เป็นเอนทิตีของมาตรฐานสากลที่นำมาใช้ในการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

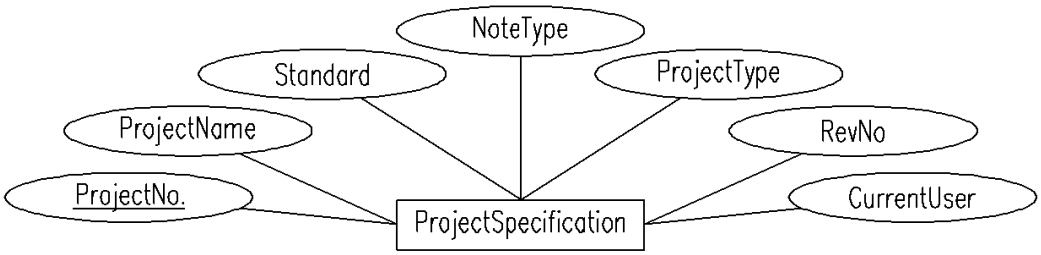
MasterSTD (BoltSTD, THKSTD, CompSTD) แสดงดังรูปที่ 5-12



รูปที่ 5-12 รายละเอียดในเอนทิตี MasterSTD

• ProjectSpecification เป็นเอนทิตีข้อกำหนดของโครงการแต่ละโครงการ ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

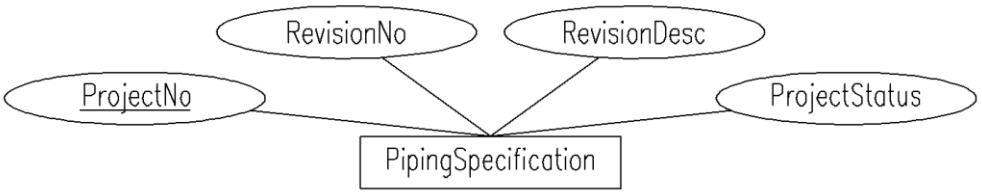
ProjectSpecification (ProjectNo, ProjectName, ProjectStandard, NoteType, ProjectType, RevisionNo, CurrentUser) แสดงดังรูปที่ 5-13



รูปที่ 5-13 รายละเอียดในเอนทิตี ProjectSpecification

• PipingSpecification เป็นเอนทิตีข้อกำหนดของวัสดุท่อของโครงการ ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

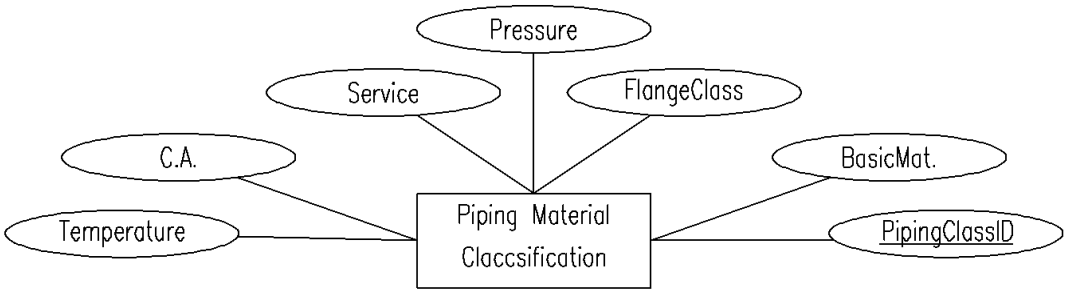
ProjectSpecification (ProjectNo, RevisionNo, RevisionDesc, ProjectStatus) แสดงดังรูปที่ 5-14



รูปที่ 5-14 รายละเอียดในเอนทิตี PipingSpecification

• PipingMaterialClassification เป็นเอนทิตีในการสร้างประเภทของวัสดุท่อ ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

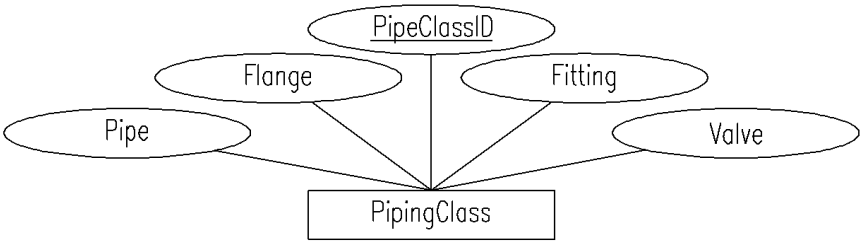
PipingMaterialClassification (PipingClassID, Pressure, CA, Service, Temperature, FlangeClass, BasicMat) แสดงดังรูปที่ 5-15



รูปที่ 5-15 รายละเอียดในเอนทิตี PipingMaterialClassification

• PipingClass เป็นเอนทิตีในการสร้างประเภทท่อ ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

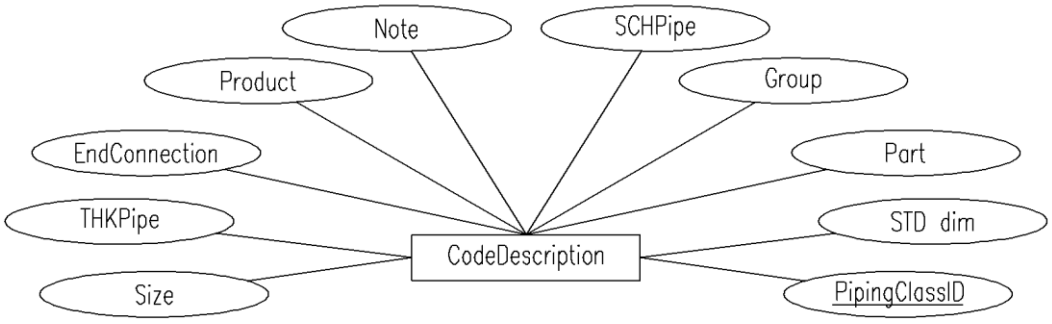
PipingClass (PipingClassID, Pipe, Flange, Fitting, Valve) แสดงดังรูปที่ 5-16



รูปที่ 5-16 รายละเอียดในเอนทิตี PipingClass

• CodeDescription เป็นเอนทิตีในการสร้างรหัสและรายละเอียดของววัสดุท่อ ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

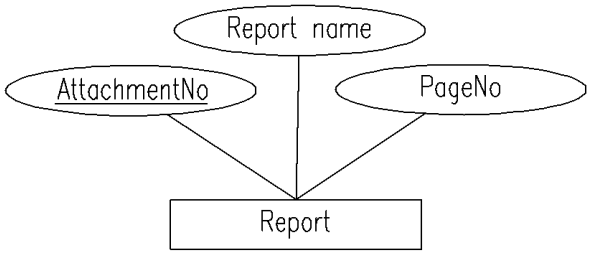
CodeDescription (PipingClass ID, Size, PipeTHK, EndConnection, Product, Note, PipeSCH, PipeGroup, Part, STDDim) แสดงดังรูปที่ 5-17



รูปที่ 5-17 รายละเอียดในเอนทิตี CodeDescription

• Report เป็นเอนทิตีในการพิมพ์รายงาน ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

Report (AttachmentNo, ReportName, PageNo) แสดงดังรูปที่ 5-16

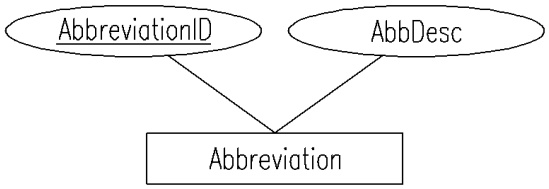


รูปที่ 5-18 รายละเอียดในเอนทิตี Report

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

• Abbreviation เป็นเอนทิตีของอักษรย่อ ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

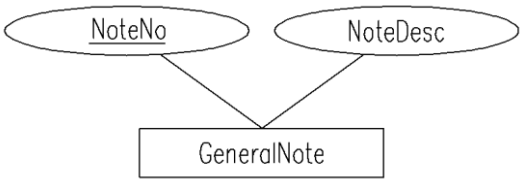
Abbreviation (AbbreviationID, AbbreviationDesc) แสดงดังรูปที่ 5-19



รูปที่ 5-19 รายละเอียดในเอนทิตี Abbreviation

• GeneralNote เป็นเอนทิตีของหมายเหตุทั่วไป ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

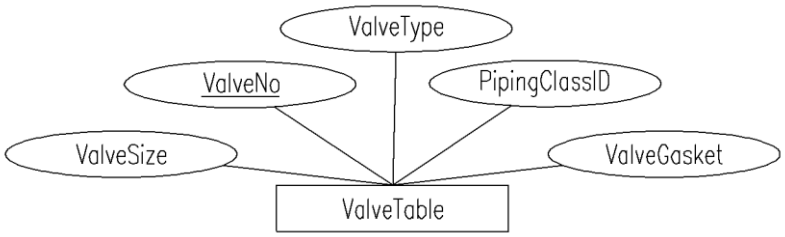
GeneralNote (NoteNo, NoteDesc) แสดงดังรูปที่ 5-20



รูปที่ 5-20 รายละเอียดในเอนทิตี GeneralNote

• ValveTable เป็นเอนทิตีของตารางของวาล์ว ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

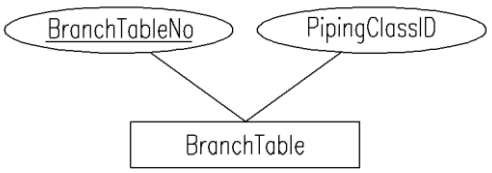
ValveTable (Valve No, ValveType, ValveSize, ValveGasket PipingClassID) แสดงดังรูปที่ 5-21



รูปที่ 5-21 รายละเอียดในเอนทิตี ValveTable

• BranchTable เป็นเอนทิตีของตารางท่อแยก ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

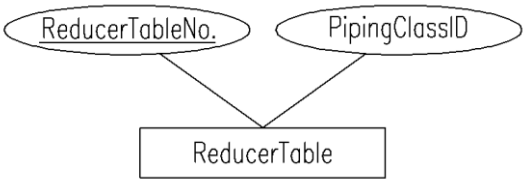
BranchTable (BranchTablNo, PipingClassID) แสดงดังรูปที่ 5-22



รูปที่ 5-22 รายละเอียดในเอนทิตี BranchTable

• ReducerTable เป็นเอนทิตีของตารางท่อลด ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

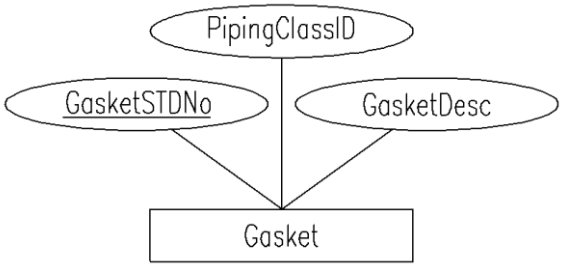
ReducerTable (ReducerTableNo, PipingClassID) แสดงดังรูปที่ 5-23



รูปที่ 5-23 รายละเอียดในเอนทิตี ReducerTable

• Gasket เป็นเอนทิตีของปะเก็น ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

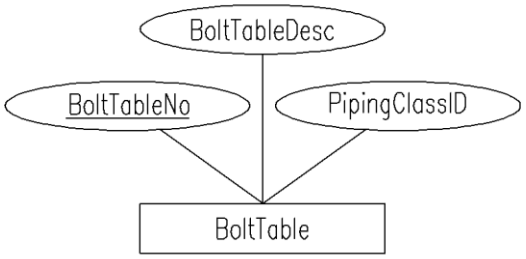
Gasket (GasketSTDNo, GasketDesc, PipingClassID) แสดงดังรูปที่ 5-24



รูปที่ 5-24 รายละเอียดในเอนทิตี Gasket

• BoltTable เป็นเอนทิตีของBolt ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

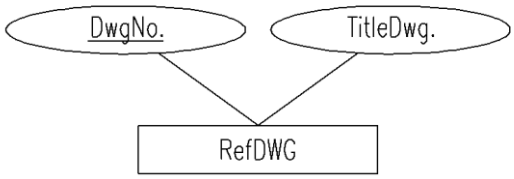
BoltTable (BoltTableNo, BoltTableDesc, PipingClassID) แสดงดังรูปที่ 5-25



รูปที่ 5-25 รายละเอียดในเอนทิตี BoltTable

• RefDWG เป็นเอนทิตีของรูปอ้างอิง ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

RefDWG (DwgNo, TitleDwg) แสดงดังรูปที่ 5-26



รูปที่ 5-26 รายละเอียดในเอนทิตี RefDWG

5.3.2 การออกแบบหน้ากระดาษและรายงาน

จากข้อมูลความต้องการของผู้ใช้และรูปแบบรายงานที่ใช้ในปัจจุบัน แล้วสรุปเป็นรูปแบบรายงานมาตรฐาน ประกอบด้วยเอกสารแนบ (Attachment) 10 รายการ ได้แก่

Attachment 1 - รายชื่ออักษรย่อทั่วไป (Abbreviation General)

Attachment 2 – รายชื่ออักษรย่อสารในท่อ (Abbreviation Service)

Attachment 3 – ดัชนีประเภทของวัสดุท่อ (Index of Piping Material classification)

Attachment 4 – ประเภทของวัสดุท่อ (Piping Material Classification)

Attachment 5 – หมายเหตุทั่วไป (General Note)

Attachment 6 – รายชื่อวาล์ว (Valve List)

Attachment 7 – รายชื่อปะเก็น/แพ็คกิ้ง (Gasket/Packing List)

Attachment 8 – ตารางท่อแยก (Branch Table)

Attachment 9 – ตารางท่อลด (Reducer Table)

Attachment 10

10.1 ตารางรูปอ้างอิง (Table for Reference Drawing)

10.2 ตารางความหนาของผนังท่อ (Thickness Table)

10.3 รูปอ้างอิง (Reference Drawing)

10.4 ตารางสลักเกลียว (Bolt Table)

ในการออกแบบหน้ากระดาษของรายงานจะทำการออกแบบส่วนหัวกระดาษและท้ายกระดาษ โดยสามารถแบ่งหน้ากระดาษรายงานได้ 2 แบบ ได้แก่

แบบที่ 1 รายละเอียดแสดงที่ส่วนหัวกระดาษ ประกอบไปด้วย ชื่อบริษัท ชื่อโครงการ หมายเลขโครงการ หมายเลขเอกสารแนบ ชื่อเอกสารแนบ ลำดับการปรับปรุง วันที่อนุมัติ และหมายเลขหน้า ส่วนท้ายกระดาษแสดงหมายเลขหน้า แสดงดังรูปที่ 5-27

รูปที่ 5-27 การออกแบบหน้ากระดาษแบบที่ 1

หน้ากระดาษแบบที่ 1 ใช้สำหรับ รายชื่ออักษรย่อทั่วไป รายชื่ออักษรย่อสารในท่อ ดัชนีประเภทของวัสดุท่อ ประเภทของวัสดุท่อ หมายเหตุทั่วไป รายชื่อวาล์ว รายชื่อปะเก็น/แพ็คกิ้ง ตารางท่อแยก ตารางท่อลด และ ตารางรูปอ้างอิง

แบบที่ 2 ใช้สำหรับรูปอ้างอิงต่างๆ รายละเอียดต่างๆจะถูกแสดงไว้ในส่วนท้ายกระดาษ ได้แก่ ชื่อบริษัท หมายเลขโครงการ ชื่อเอกสารแนบ ลำดับการปรับปรุง วันที่อนุมัติ และหมายเลขหน้า แสดงดังรูปที่ 5-28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5-28 การออกแบบหน้ากระดาษแบบที่ 2

หน้ากระดาษแบบที่ 2 ใช้สำหรับ ตารางความหนาของผนังท่อ รูปอ้างอิง และตารางสลักเกลียว

5.3.3 การออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน

จากข้อมูลความต้องการของผู้ใช้และการสัมภาษณ์ สามารถนำมาออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานโดยมีแนวความคิดของการออกแบบ ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 แนวคิดในการออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน

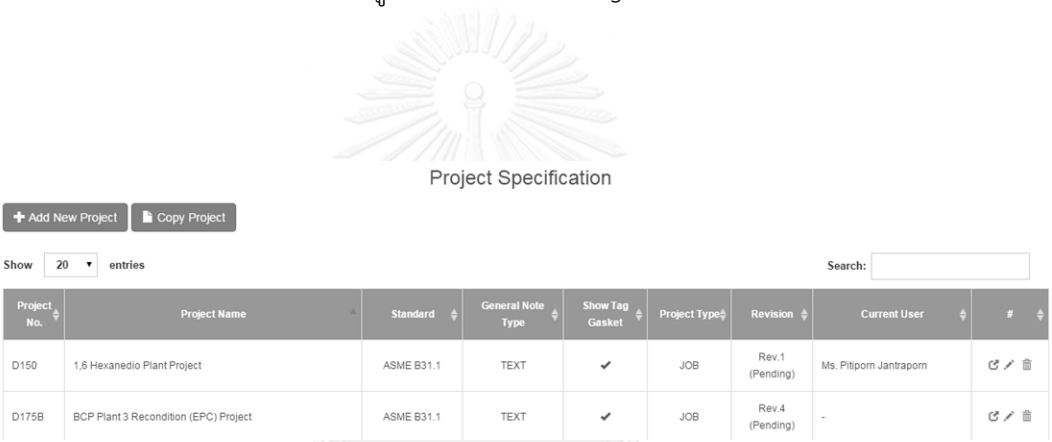
ความต้องการของผู้ใช้งาน	แนวคิดการออกแบบ
1. การออกแบบเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน	• ใช้รูปแบบเอกสารเดิมเป็นต้นแบบในการออกแบบลักษณะชื่อคอลัมน์และตาราง • ลำดับขั้นตอนการเข้าใช้หน้าจอต่างๆ เป็นไปตามลำดับการเรียงของเอกสารเดิม
2. การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล	• ใช้การอินเตอร์เฟซ ด้วยคำถาม และคำตอบ (Question and Answer Interfaces) • หากเป็นการถามเพื่อเตือน ตัวอักษรจะปรากฏเป็นสีแดง
3. การนำเข้าข้อมูล	• ใช้การอินเตอร์เฟซ แบบเลือกเมนู (Menu Selection Interface) และการอินเตอร์เฟซ แบบ GUI (Graphics User Interfaces) ในการใช้งานเพื่อลดความผิดพลาดจากการพิมพ์ และการเลือกข้อมูลผิดไปจากมาตรฐาน • สามารถนำเข้าข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากจากระบบฐานข้อมูลหรือโครงการในอดีต • ในการกรณีที่มีการกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน ผิดรูปแบบ จะมีกล่องข้อความเตือนผู้ใช้เมื่อกดบันทึกข้อมูลให้ตรวจสอบการกรอก และจะไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้จนกว่าจะแก้ไขให้ถูกต้อง

หน้าจอการทำงานของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ สามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนการเข้าใช้งาน ส่วนข้อกำหนดของวัสดุท่อ และส่วนของรายงาน ซึ่งแต่ละส่วนประกอบด้วยหน้าจอการทำงาน ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

• <u>ส่วนการเข้าใช้งาน</u> ประกอบด้วย หน้าจอหลักทั้งหมด 2 หน้าจอ แสดงดังรูปที่ 5-29 และ 5-30

รูปที่ 5-29 หน้าจอ Sign in



รูปที่ 5-30 หน้าจอProject Specification

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 5-29 และ5-30 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

- หน้าจอ Sign in เพื่อจำกัดผู้ใช้งาน โดยวิศวกรวัสดุที่ได้รับอนุญาตเท่านั้นจึงสามารถเข้าสู่ระบบได้ แสดงดังรูปที่ 5-29

- หน้าจอ Project Specification ผู้ใช้สามารถเลือกโครงการที่รับผิดชอบเท่านั้น มีการกำหนดสิทธิ์ในการแก้ไข หรือไม่สามารถแก้ไขได้ แสดงดังรูปที่ 5-30

• <u>ส่วนข้อกำหนดของวัสดุท่อ</u> แสดงดังรูปที่ 5-31 ประกอบด้วย หน้าจอหลักทั้งหมด 1 หน้าจอ และมีหน้าจอย่อยทั้งหมด 9 หน้าจอ มีรายละเอียดดังนี้

- อักษรย่อ (Abbreviation) สามารถสร้าง แก้ไข คัดลอก ลบ และพิมพ์รายการอักษรย่อ แสดงดังรูปที่ 5-32

- ประเภทของวัสดุท่อ (Piping Material Classification) แสดงดังรูปที่ 5-33 หน้าจอนี้จะแสดงเป็นสารบัญของประเภทท่อสามารถสร้าง แก้ไข คัดลอก ลบ และนำออกประเภทท่อได้ และสามารถเข้าไปยังหน้าจอประเภทท่อแต่ละประเภทได้ แสดงดังรูปที่ 5-34

- หมายเหตุทั่วไป (General Note) หน้าจอประกอบด้วยรายการของหมายเหตุทั่วไป สามารถสร้าง คัดลอก แก้ไข และพิมพ์รายการหมายเหตุ แสดงดังรูปที่ 5-35

- รายการวาล์ว เพื่อสร้างข้อมูลของวาล์ว สามารถสร้างรายงานรหัสและรายละเอียดท่อ และรายการของวาล์วได้ แสดงดังรูปที่ 5-36

- ปะเก็น (Gasket) ประกอบไปด้วย มาตรฐานของปะเก็นและรายละเอียดของปะเก็น สามารถพิมพ์เป็นรายการของปะเก็น แสดงดังรูปที่ 5-37

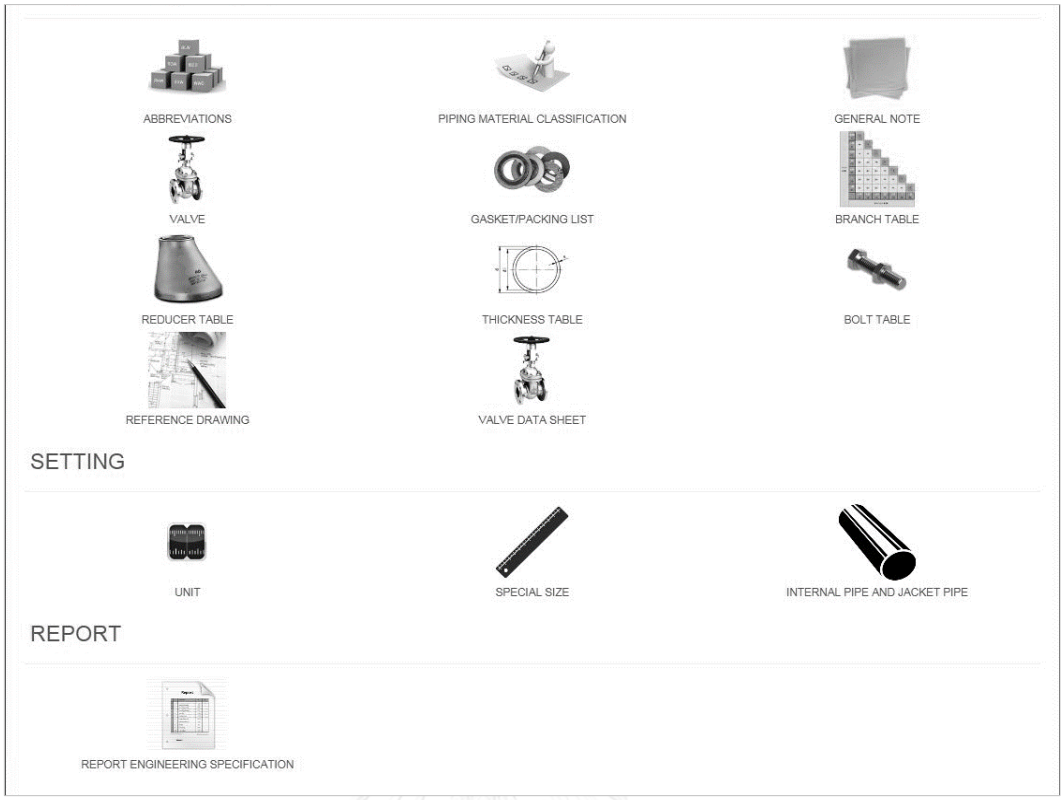
- ตารางท่อแยก (Branch Table) สามารถสร้าง แก้ไข ลบ พิมพ์ตารางท่อแยกได้ แสดงดังรูปที่ 5-38

- ตารางท่อลด (Reducer Table) สามารถสร้าง แก้ไข ลบ พิมพ์ตารางท่อลดได้ แสดงดังรูปที่ 5-39

- ตารางสลักเกลียว (Bolt Table) สามารถสร้าง แก้ไข ลบ พิมพ์ตารางท่อสลักเกลียวได้ แสดงดังรูปที่ 5-40

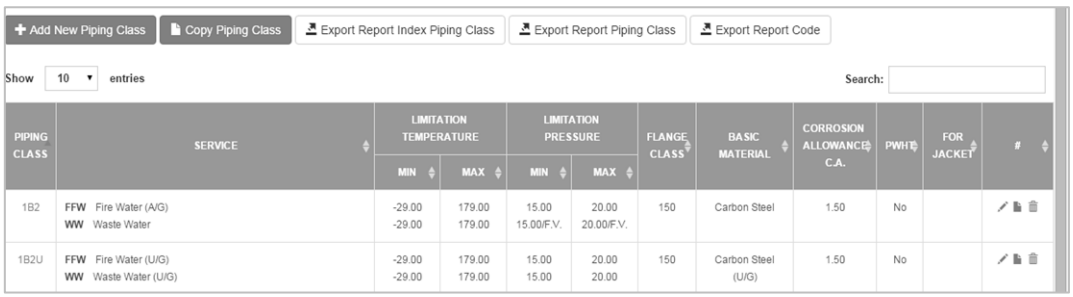
- รูปอ้างอิง (Reference DWG) สามารถสร้าง แก้ไข ลบ พิมพ์รูปอ้างอิงได้ แสดงดังรูปที่ 5-41

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5-31 หน้าจอส่วนข้อกำหนดของวัสดุท่อ

รูปที่ 5-32 หน้าจออักษรย่อ



รูปที่ 5-33 หน้าจอประเภทของวัสดุท่อ

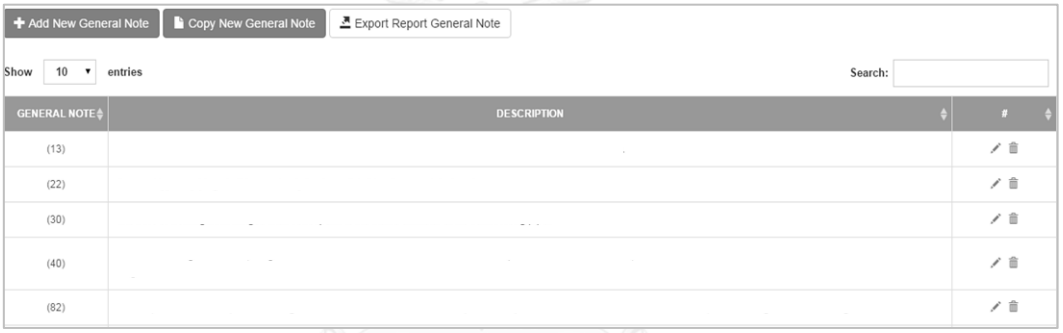
PIPING MATERIALS CLASSIFICATION

REV.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
DATE											
SERVICE											
C.A. (mm.)	1.50	P.T RATING	TEMP. C	75.00	60.00	-	-	-	-	-	BRANCH : TABLE 5-1
PWHT	NO		PRESS. kgf/cm2	ATM	9.10	-	-	-	-	-	REDUCER : R1

Export Code | Export Report Piping Class

NOM.SIZE(NPS)	MATERIAL	SPECIAL REQ.	PRODUCT	END	WALL THK	SUBTYPE	REF.TO	OPT.	NOTE
PIPE									
15 - 40	A53 GR.B	-	SMLS	PE	SCH 80	-	B36.10M		
50 - 250	A53 GR.B	-	ERW	BE	SCH 40	-	B36.10M		
300 - 400	A53 GR.B	-	ERW	BE	SCH STD	-	B36.10M		
450 - 1000	API5L GR.B	-	ERW	BE	SCH STD	-	B36.10M		

รูปที่ 5-34 หน้าจอประเภทท่อแต่ละประเภท

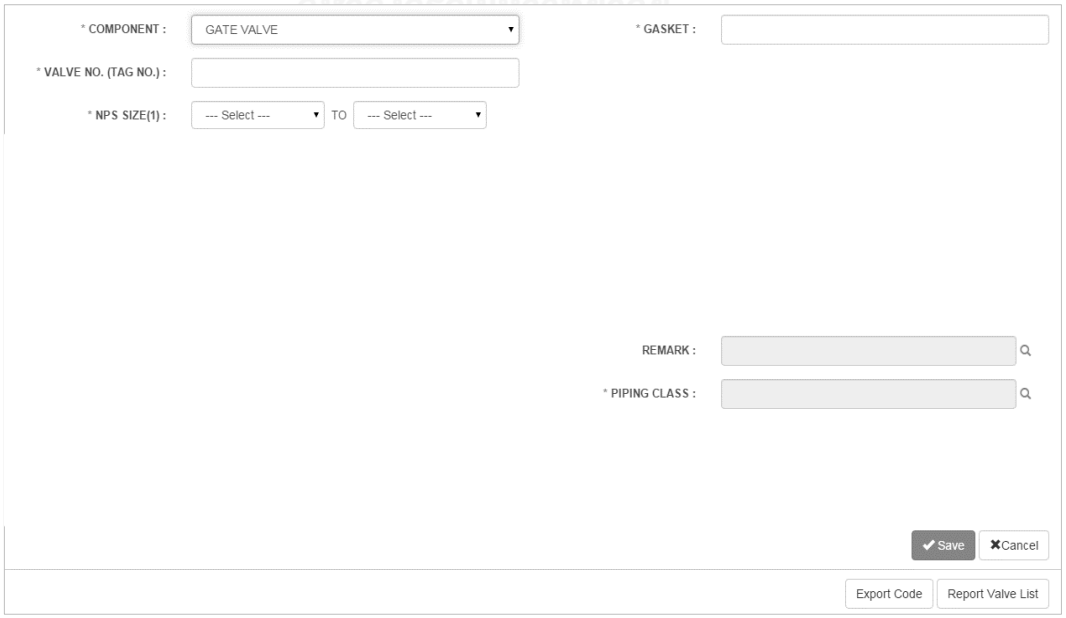


Add New General Note | Copy New General Note | Export Report General Note

Show 10 entries Search:

GENERAL NOTE	DESCRIPTION	#
(13)		
(22)		
(30)		
(40)		
(82)		

รูปที่ 5-35 หน้าจอหมายเหตุทั่วไป



* COMPONENT : GATE VALVE

* GASKET :

* VALVE NO. (TAG NO.) :

* NPS SIZE(1) : --- Select --- TO --- Select ---

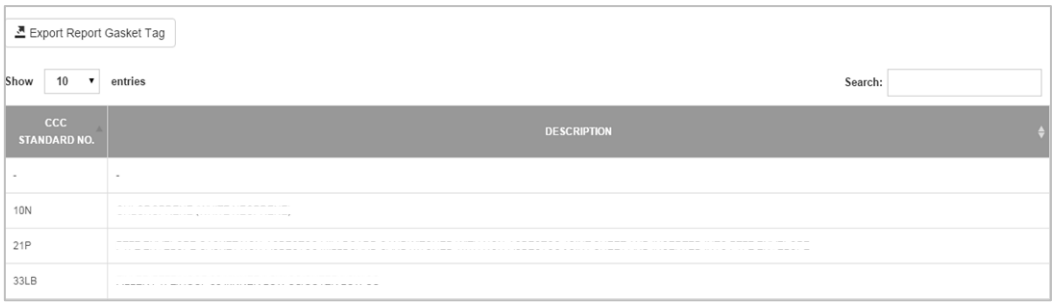
REMARK :

* PIPING CLASS :

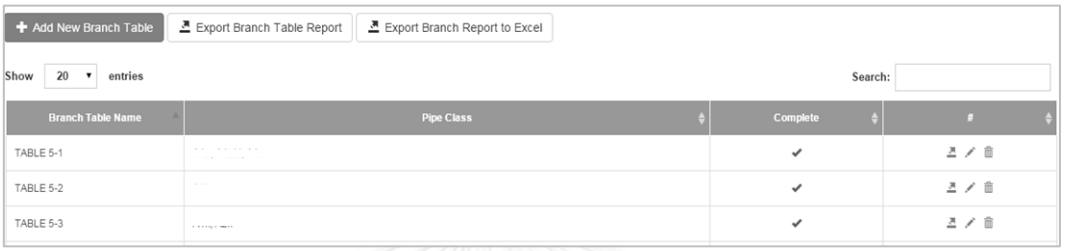
Save | Cancel

Export Code | Report Valve List

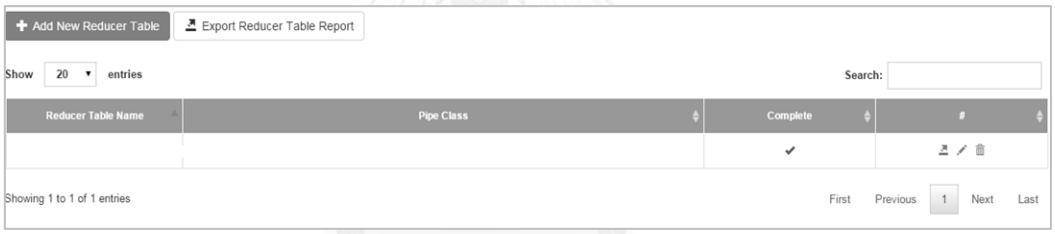
รูปที่ 5-36 หน้าจอรายการวาล์ว



รูปที่ 5-37 หน้าจอปะเก็น

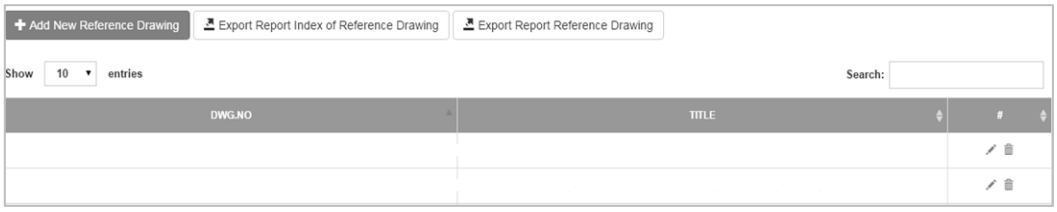


รูปที่ 5-38 หน้าจอตารางท่อแยก



รูปที่ 5-39 หน้าจอตารางท่อลด

รูปที่ 5-40 หน้าจอตารางสลักเกลียว



รูปที่ 5-41 หน้าจอรูปอ้างอิง

• <u>ส่วนของรายงาน</u>

ประกอบด้วยเอกสารแนบทั้ง 10 รายการและเอกสารย่อยอีก 4 รายการ ดังที่กล่าวไว้แล้ว ซึ่งแต่ละรายการจะมีการนับจำนวนหน้าของรายงานไว้ด้วย โดยใส่หน้าเริ่มต้นรายงานที่ต้องการไว้ได้ สามารถเลือกพิมพ์รายงานได้ทั้งไฟล์ .xls และ .pdf แสดงดังรูปที่ 5-42

Start Page : 1

Attachment	Report Name	Page From - To	
Attachment 1	Abbreviation General	1 - 4	
Attachment 2	Abbreviation Service	5 - 7	
Attachment 3	Index of piping material classification	8 - 10	
Attachment 4	Piping material classification	11 - 83	
Attachment 5	General Note	84 - 84	
Attachment 6	Valve List	85 - 99	
Attachment 7	Gasket/Packing List	100 - 100	
Attachment 8	Branch Table	101 - 110	
Attachment 9	Reducer Table	111 - 115	
Attachment 10	Table for reference drawing	116 - 116	
Attachment 10	Thickness Table (Table CAL.)	117 - 117	
Attachment 10	Reference Drawing	118 - 134	
Attachment 10	Bolt Table	135 - 143	

รูปที่ 5-42 หน้าจอส่วนของรายงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
การทดสอบการใช้ระบบ

ระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ เป็นระบบฐานข้อมูลที่ทำงานผ่านเครือข่ายอินทราเน็ท (Intranet) ติดตั้งระบบเพื่อใช้งานบนเซิร์ฟเวอร์ ใช้งานได้โดยผ่านซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ดูข้อมูลที่อยู่ในหน้าเว็บ ซึ่งในการทดสอบการใช้งานอยู่ในขั้นตอนของการทวนสอบซอฟต์แวร์ (Software Validation) กิจกรรมนี้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของซอฟต์แวร์ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นได้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน การทดสอบระบบแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ การทดสอบหน่วยย่อยของระบบ (Unit Testing) การทดสอบการทำงานร่วมกัน (Integration Testing) การทดสอบทั้งระบบ (System Testing) และการทดสอบเพื่อการยอมรับระบบ (Acceptance Testing) แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 การทดสอบการใช้ระบบ

6.1.1 การทดสอบหน่วยย่อยของระบบ

การทดสอบหน่วยย่อยของระบบ เป็นการทดสอบแต่ละโมดูลย่อยของระบบว่าทำงานได้อย่างถูกต้อง โดยสมมติว่าแต่ละโมดูลมีการทำงานอย่างเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งผู้ทำการทดสอบคือโปรแกรมเมอร์ที่รับผิดชอบเขียนโปรแกรมในโมดูลนั้นๆ แสดงดังตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 แผนการทดสอบระบบย่อยของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

โมดูล	**หน้าที่ของโมดูล**
User Permission	- ฟังก์ชั่น กรอกข้อมูล ชื่อและรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ - สามารถป้องกันบุคคลอื่นที่ไม่มีสิทธิ์ในการเข้าถึงระบบ
Piping Material Classification	- แสดงหน้าจอของ Piping Material Classification ที่ประกอบไปด้วยโมดูลย่อย ได้แก่ Abbreviation, Valve, Gasket, THK Table, Ref. DWG, General Note, Branch Table, Reducer Table และ Bolt Table - ฟังก์ชั่นสร้าง แก้ไข ลบ - พิมพ์รายงานทั้งในรูปแบบไฟล์ .pdf และ .xls

ตารางที่ 6-1 แผนการทดสอบระบบย่อยของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ (ต่อ)

โมดูล	**หน้าที่ของโมดูล**
Report	- พิมพ์รายงานเอกสารแนบทั้ง 10 เอกสาร - พิมพ์รายงานรหัสและรายละเอียดของวัสดุท่อ - แสดงเลขหน้าของรายงานโดยอัตโนมัติ
Abbreviation	- ฟังก์ชั่น เพิ่ม คัดลอก แก้ไข ลบ อักษรย่อ - มีการแจ้งเตือนการพิมพ์ข้อมูลซ้ำซ้อน ข้อมูลที่ถูกเพิ่มในระบบแล้ว และข้อมูลถูกต้องแล้ว - พิมพ์รายงานทั้งในรูปแบบไฟล์ .pdf และ .xls
Valve	- ฟังก์ชั่น เพิ่ม ค้นหา แก้ไข ลบ ข้อสังเกตของวาล์ว - ข้อสังเกตของวาล์วต้องไม่มีข้อความซ้ำซ้อนกัน หากมีการซ้ำซ้อนต้องมีข้อความเตือน - พิมพ์รายงานทั้งในรูปแบบไฟล์ .pdf และ .xls
Gasket	- แสดง Tag ของปะเก็น - สามารถดึงข้อมูลของปะเก็นจากการสร้างข้อมูลวาล์วมาแสดงในตารางได้ - พิมพ์รายงานทั้งในรูปแบบไฟล์ .pdf และ .xls
THK Table	- ฟังก์ชั่น เพิ่ม แก้ไข ลบ - พิมพ์รายงานทั้งในรูปแบบไฟล์ .pdf และ .xls
Ref. DWG	- ฟังก์ชั่น เพิ่ม แก้ไข ลบ - พิมพ์รายงานทั้งในรูปแบบไฟล์ .pdf และ .xls
General Note	- ฟังก์ชั่น เพิ่ม คัดลอก แก้ไข ลบ - สามารถแนบรูปภาพประกอบข้อสังเกต - พิมพ์รายงานทั้งในรูปแบบไฟล์ .pdf และ .xls
Branch Table	- ฟังก์ชั่น เพิ่ม คัดลอก แก้ไข ลบ - แสดงตารางท่อสามทาง แสดงสี ตำแหน่ง ชนิดของท่อสามทางได้อย่างถูกต้อง - พิมพ์รายงานทั้งในรูปแบบไฟล์ .pdf และ .xls
Reducer Table	- ฟังก์ชั่น เพิ่ม คัดลอก แก้ไข ลบ - แสดงตารางท่อลด แสดงสี ตำแหน่ง ชนิดของท่อลดได้อย่างถูกต้อง - พิมพ์รายงานทั้งในรูปแบบไฟล์ .pdf และ .xls

ตารางที่ 6-1 แผนการทดสอบระบบย่อยของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ (ต่อ)

โมดูล	**หน้าที่ของโมดูล**
Bolt Table	- ฟังก์ชั่น เพิ่ม คัดลอก แก้ไข ลบ - แสดงตารางสลักเกลียว - พิมพ์รายงานทั้งในรูปแบบไฟล์ .pdf และ .xls

หลังจากการทดสอบระบบในหน่วยย่อย โปรแกรมเมอร์ที่รับผิดชอบในแต่ละโมดูลทำการแก้ไขให้แต่ละโมดูลสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ของโมดูล

6.1.2 การทดสอบการทำงานร่วมกัน

การทดสอบการทำงานร่วมกัน เป็นการทดสอบกระบวนการทำงานในแต่ละระบบย่อย ซึ่งประกอบด้วยโมดูลต่างๆที่ทำงานสัมพันธ์กัน เน้นการประสานเชื่อมโยงกันระหว่างโมดูลเพื่อให้แน่ใจว่าระบบย่อยสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ผู้ที่รับผิดชอบในการทดสอบคือโปรแกรมเมอร์ โดยการทดสอบระบบแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนการเข้าใช้งานระบบ (Log in) ส่วนการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ (Create Piping Material Specification) และส่วนการพิมพ์รายงาน (Printing Report) แสดงการเชื่อมโยงของกระบวนการทำงานระบบย่อยของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ดังรูปที่ 6-1

รูปที่ 6-1 การเชื่อมโยงของกระบวนการทำงานระบบย่อย

จากรูปที่ 6-1 แสดงการเชื่อมโยงของกระบวนการทำงานระบบย่อยของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ผู้ใช้งานต้องสามารถเข้าสู่ระบบไปยังส่วนการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ และไปยังส่วนการพิมพ์รายงานได้โดยไม่เกิดปัญหา รวมทั้งสามารถใช้โมดูลต่างๆในระบบย่อยได้โดยไม่เกิดปัญหาเช่นกัน

6.1.3 การทดสอบทั้งระบบ

การทดสอบทั้งระบบเป็นการทดสอบการทำงานร่วมกันของทั้งระบบ โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างระบบย่อย รวมทั้งตรวจสอบในภาพรวมของระบบว่าตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ตามที่ระบุไว้ในบทที่ 4 ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบพร้อมกับการทดสอบการทำงานร่วมกัน โดยโปรแกรมเมอร์

6.1.4 การทดสอบเพื่อการยอมรับระบบ

การทดสอบทั้ง 3 ขั้นตอนข้างต้น เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบฐานข้อมูลรวมทั้งความถูกต้องของระบบฐานข้อมูล เมื่อทดสอบแล้วว่าฐานข้อมูลมีความถูกต้องจึงทำการทดสอบเพื่อการยอมรับระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบเกิดความมั่นใจและยอมรับระบบ โดยวิศวกรวัสดุจะเป็นผู้ทดสอบในขั้นตอนนี้ ในการทดสอบแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนการทดสอบ ได้แก่ การทดสอบขั้นแอลฟา (Alpha Testing) และการทดสอบขั้นบีตา (Beta Testing) (อรยา ปรีชาพานิช, 2557)

- การทดสอบขั้นแอลฟา เป็นการทดสอบระบบโดยใช้ข้อมูลที่เคยทำในอดีตและจบโครงการเพื่อต้องการหาข้อผิดพลาดจากการใช้งานระบบได้แก่ การสร้างเป็นข้อกำหนดของวัสดุท่อและจัดพิมพ์ข้อมูลต่างๆที่ต้องการออกมาและเปรียบเทียบผลกับงานในอดีตเพื่อดูการไหลของข้อมูล การคำนวณที่เกี่ยวข้อง และเปรียบเทียบข้อผิดพลาดที่เคยเกิดขึ้นในอดีต

- การทดสอบขั้นบีตา เป็นการทดสอบระบบโดยผู้ใช้ระบบอยู่ในสภาวะการทำงานจริงและใช้ข้อมูลจริงในการทดสอบระบบแทนการทำงานแบบเดิม ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม 2558 ถึงเดือนกันยายน 2558 โดยมีโครงการก่อสร้างที่เข้าข่าย 5 โครงการ ก่อนทำการทดสอบจะมีการจัดการอบรมกลุ่มย่อยให้แก่หัวหน้าวิศวกรวัสดุและวิศวกรวัสดุเฉพาะผู้ที่เข้าร่วมการทดลองเป็นกลุ่มแรก รวมทั้งมีการจัดทำเอกสารประกอบการใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจการใช้งานง่ายยิ่งขึ้น สำหรับโครงการทั้ง 5 มีรายละเอียดของโครงการทดสอบ 5 โครงการ ดังตารางที่ 6-2

ตารางที่ 6-2 รายละเอียดของโครงการทดสอบ 5 โครงการ

โครงการ	จำนวนวิศวกรวัสดุ	ระยะเวลา (เดือน)	ขนาดโครงการ	ชั่วโมงการทำงาน (ชม)	กลุ่มอุตสาหกรรม
T1	2	6	เล็ก	4050	ปิโตรเคมี
T2	3	12	กลาง	10800	ปิโตรเคมี
T3	4	12	กลาง	9000	อื่นๆ
T4	3	9	กลาง	5400	ปิโตรเคมี
T5	9	21	ใหญ่	28350	อื่นๆ

จากตารางที่ 6-2 แสดงรายละเอียดของโครงการทดสอบทั้ง 5 โครงการ จากข้อมูลดังกล่าวสังเกตได้ว่า จำนวนของวิศวกรวัสดุ ระยะเวลาของโครงการ ชั่วโมงงาน จะแปรผันไปตามขนาดของโครงการ โดยไม่ขึ้นอยู่กับกลุ่มของอุตสาหกรรม

หลังจากการทดสอบระบบทั้ง 4 ขั้นตอน เพื่อให้แน่ในว่าระบบสามารถทำงานได้ และไม่เกิดความผิดพลาดจากระบบ ทำให้สามารถเก็บข้อมูลความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ

6.2 การจัดทำเอกสารและการฝึกอบรม

6.2.1 การจัดทำเอกสาร

การจัดทำเอกสารที่อธิบายวิธีการใช้งานระบบแต่ละฟังก์ชันอย่างละเอียด เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสามารถใช้ระบบได้ตั้งแต่เริ่มต้นใช้งานระบบเป็นครั้งแรก โดยแสดงตัวอย่างหน้าจอการใช้งานพร้อมทั้งผลลัพธ์ของคำสั่ง สำหรับงานวิจัยนี้จะแสดงเพียงเอกสารการใช้งานสำรับการฝึกอบรมเท่านั้น เนื่องด้วยข้อจำกัดของบริษัท แสดงในหัวข้อ 6.3 การใช้งานโปรแกรม

6.2.2 การฝึกอบรม

การฝึกอบรมเป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจวิธีการใช้งานระบบได้อย่างรวดเร็วและเกิดความเชื่อมั่นในระบบ อีกทั้งคณะผู้วิจัยสามารถรับรู้ถึงปัญหาของการใช้งานระบบในระหว่างที่ทำการอบรมด้วย ซึ่งรายละเอียดการอบรมดังตารางที่ 6-3 และรูปประกอบการอบรมแสดงในภาคผนวก ค

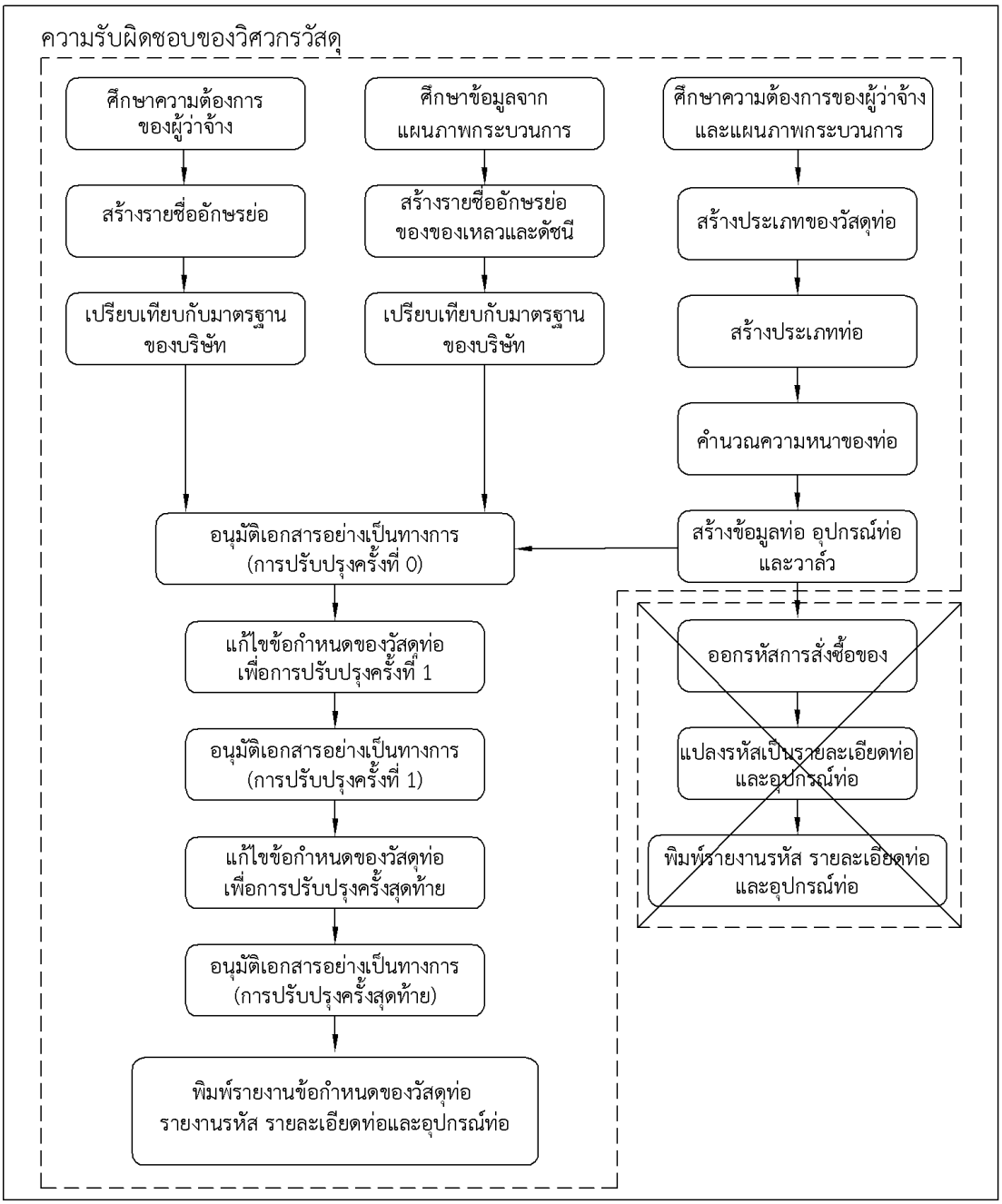
ตารางที่ 6-3 บันทึกการอบรมระบบช่วยการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

เรื่อง	การใช้ระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ
วันที่	: 15 มิ.ย. 2558
เวลา	: 13.00 - 17.00
ห้องประชุม	: 2701 (ชั้น 27)
รายชื่อผู้อบรม	ลายเซ็น - หัวหน้าวิศวกรวัสดุ (10 คน) ..... - วิศวกรวัสดุ (24 คน) ..... - หัวหน้าโครางการ ..... - รองหัวน้าโครงการ ..... - โปรแกรมเมอร์ .....
รายละเอียดการอบรม	: วิธีการใช้ระบบช่วยการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ
เอกสารประกอบการอบรม	: คู่มือการใช้งานระบบ
บันทึกข้อมูลโดย	: .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3 การใช้งานโปรแกรม

จากการนำระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อมาใช้ ทำให้ขั้นตอนในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อเปลี่ยนไป โดยไม่ต้องออกรหัสและรายละเอียดของวัสดุท่อเอง เพราะรหัสและรายละเอียดของวัสดุท่อถูกสร้างโดยอัตโนมัติจากระบบฐานข้อมูล แสดงดังรูป 6-2



รูปที่ 6-2 ขั้นตอนการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อด้วยระบบ

จากรูปที่ 6-2 ขั้นตอนการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อด้วยระบบ พบว่า ขั้นตอนทำงานลดลง วิศวกรวัสดุสามารถสร้างรายชื่ออักษรย่อ รายชื่ออักษรย่อของของเหลวและดัชนีประเภทท่อ สร้างข้อมูลท่อ อุปกรณ์ท่อ ท่อสามทาง ท่อลดและวาล์ว รวมทั้งรายงานรหัสและรายละเอียดท่อและอุปกรณ์ท่อได้จากระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ โดยกระบวนการทำงานของระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ มีรายละเอียดดังนี้

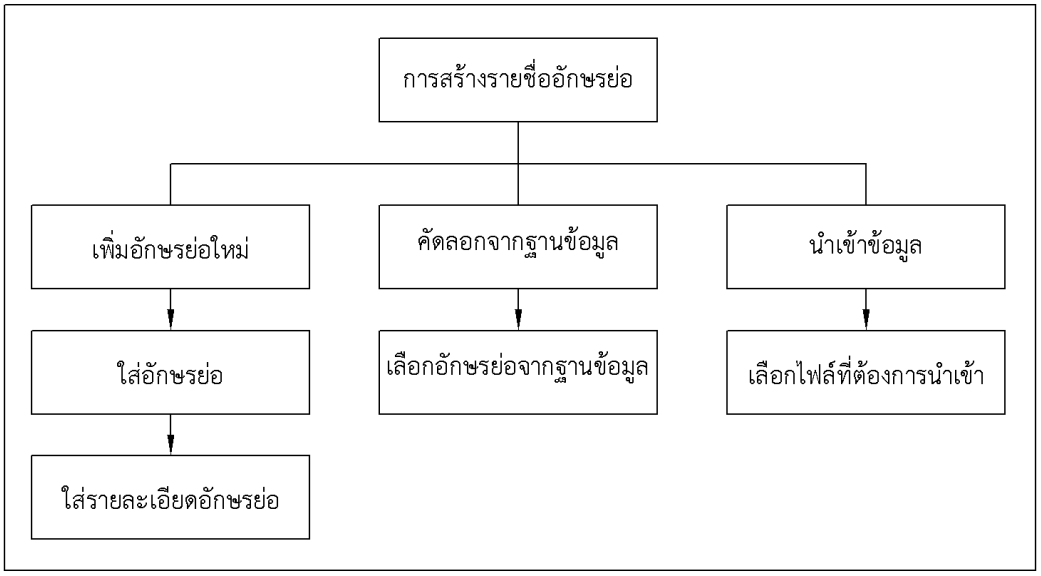
6.3.1 การสร้างรายชื่ออักษรย่อ

การสร้างรายชื่ออักษรย่อ สามารถทำได้ 3 วิธี แสดงดังรูปที่ 6-3 มีรายละเอียดดังนี้

• เพิ่มอักษรย่อใหม่ วิธีนี้วิศวกรวัสดุต้องกรอกทั้งอักษรย่อและรายละเอียดอักษรย่อเข้าไปในระบบซึ่งระบบจะตรวจสอบความซ้ำซ้อนของข้อมูลก่อนอนุญาตให้ใช้อักษรย่อนั้นได้

• คัดลอกจากฐานข้อมูล สามารถเลือกอักษรย่อและรายละเอียดของอักษรย่อได้จากฐานข้อมูล

• นำเข้าข้อมูล สามารถโหลดไฟล์ที่อยู่ในรูปแบบตามที่ระบบกำหนดไว้ เข้ามาในระบบได้



รูปที่ 6-3 ขั้นตอนการสร้างรายชื่ออักษรย่อ

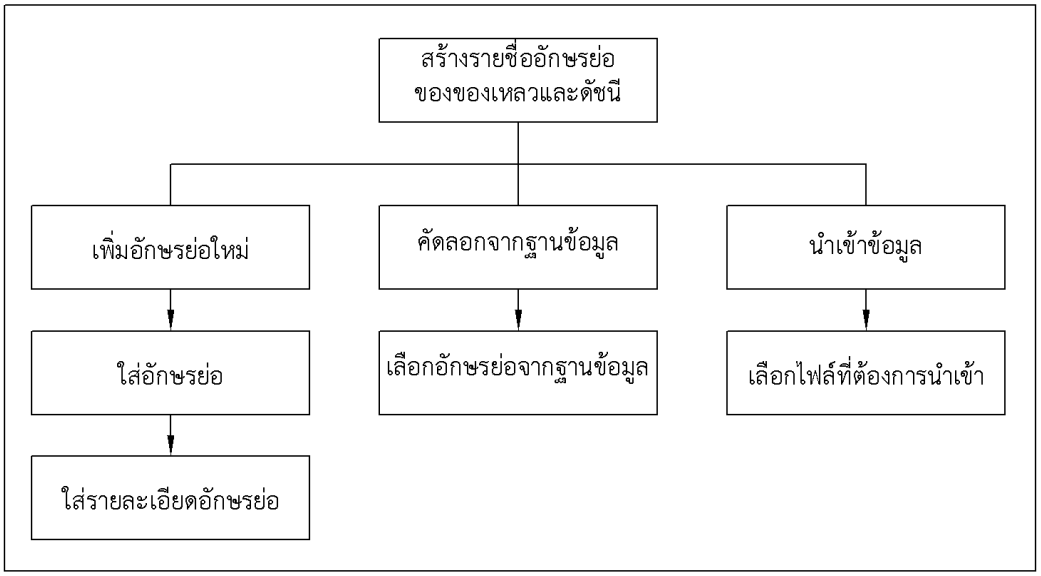
6.3.2 การสร้างรายชื่อของของเหลวและดัชนี

การสร้างรายชื่อของของเหลวและดัชนี สามารถทำได้ 3 วิธี แสดงดังรูปที่ 6-4 มีรายละเอียดดังนี้

• เพิ่มอักษรย่อใหม่ วิธีนี้วิศวกรวัสดุต้องกรอกทั้งอักษรย่อและรายละเอียดอักษรย่อเข้าไปในระบบซึ่งระบบจะตรวจสอบความซ้ำซ้อนของข้อมูลก่อนอนุญาตให้ใช้อักษรย่อนั้นได้

• คัดลอกจากฐานข้อมูล สามารถเลือกอักษรย่อและรายละเอียดของอักษรย่อได้จากฐานข้อมูล

• นำเข้าข้อมูล สามารถโหลดไฟล์ที่อยู่ในรูปแบบตามที่ระบบกำหนดไว้ เข้ามาในระบบได้

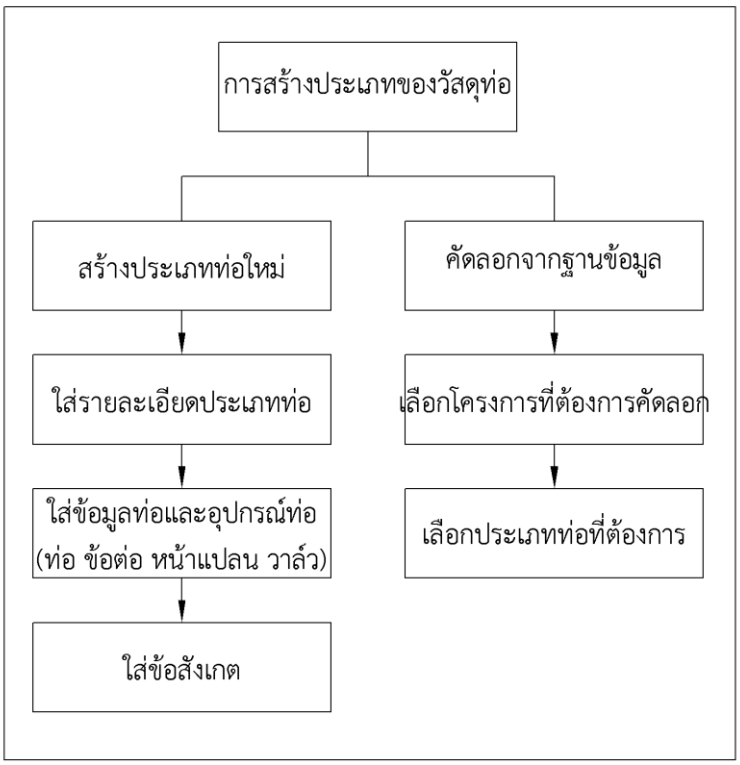


รูปที่ 6-4 ขั้นตอนการสร้างรายชื่อของของเหลวและดัชนี

6.3.3 การสร้างประเภทของวัสดุ

การสร้างประเภทของวัสดุ สามารถทำได้ 2 วิธี แสดงดังรูปที่ 6-5 มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 6-5 ขั้นตอนการสร้างประเภทของวัสดุ

• สร้างประเภทท่อใหม่ โดยวิศวกรวัสดุจะต้องกรอกรายละเอียดประเภทท่อใหม่และข้อมูลท่อและอุปกรณ์ท่อ อาศัยการเลือกจากรายการบนหน้าจอของระบบ

• คัดลอกจากฐานข้อมูล วิศวกรวัสดุเลือกโครงการที่ต้องการคัดลอก เลือกประเภทท่อที่ต้องการคัดลอก โดยหลังจากการคัดลอกสามารถแก้ไขข้อมูลของประเภทท่อใหม่ได้

6.4 ผลการทดสอบระบบ

6.4.1 ผลการทดสอบขั้นแอลฟา

ในการทดสอบขั้นแอลฟา พบปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไขเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ตามความต้องการผู้ใช้ระบบอย่างสมบูรณ์ ได้แก่

• รหัสไม่ตรงกับรายละเอียดของวัสดุท่อ ซึ่งเกิดจากการเขียนโปรแกรมของโปรแกรมเมอร์ซึ่งสามารถแก้ไขได้ แสดงดังรูปที่ 6-6

NEW IDENT Code	DESCRIPTION
PPPIP001C522 1004X3X	PIPE , A106 GR.B, -, BE, SMLS, B36.10M, S-40, 4 IN
PCTEE001CE4410004X1X	EQUAL TEE , A234 GR.WPB, -, BW x BW, -, SMLS, B16.9, S-40, 2 IN
PCREC001CE4410000STST2216	ECCENTRIC REDUCER , A234 GR.WPB, -, BW x BW, -, SMLS, B16.9, S-STD x S-STD, 24 IN x 18 IN

รูปที่ 6-6 ตัวอย่างรหัสไม่ตรงกับรายละเอียดท่อ

• การคำนวณความหนาของท่อไม่ตรงกับต้นฉบับ ซึ่งเป็นปัญหาความผิดพลาดของวิศวกรวัสดุในการคำนวณความหนาท่อและเลือกใช้ความหนาท่อที่เผื่อความปลอดภัยมากไป ซึ่งเมื่อตรวจทานการคำนวณพบว่า ระบบฐานข้อมูลสามารถคำนวณถูกต้องแล้ว

6.4.2 ผลการทดสอบขั้นบีตา

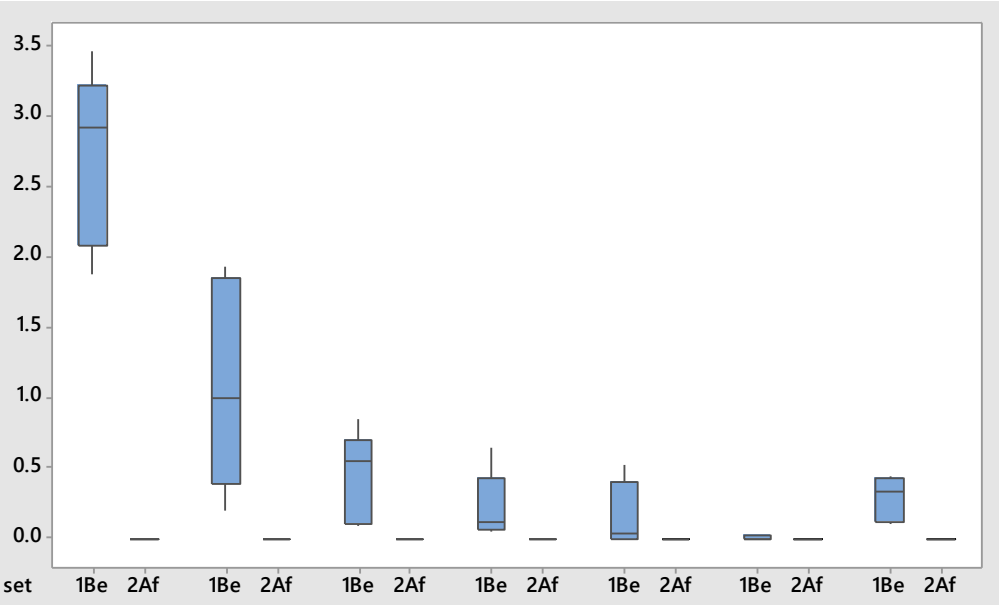
หลังจากทดสอบระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อกับโครงการในปัจจุบัน สามารถเก็บเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในแต่ละโครงการทดสอบจำแนกตามลักษณะความผิดพลาด ดังตารางที่ 6-4

ตารางที่ 6-4 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดโครงการทดสอบ จำแนกตามลักษณะความผิดพลาด

โครงการ	ลักษณะความผิดพลาด						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
T1	0.04	0.02	0.02				
T2	0.09	0.05					
T3	0.24	0.10		0.02			
T4	0.18	0.08	0.03				
T5	0.07	0.03					
ค่าเฉลี่ย	0.13	0.06	0.01	0.00			
SD	0.09	0.03	0.01	0.01			

จากตารางที่ 6-4 พบว่าระบบสามารถป้องกันความผิดพลาดในส่วนที่เกิดจากความไม่รอบคอบของวิศวกรวัสดุอันได้แก่ คำนวณความหนาของท่อผิด ใส่ข้อมูลไม่ครบทุกช่อง และการคัดลอกและวางได้ แต่ยังคงเหลือความผิดพลาดได้แก่ การเลือกข้อมูลผิดมาตรฐาน การแก้ไขงานไม่ครบถ้วน ซึ่งไม่สามารถป้องกันได้เพราะอาจมีปัจจัยภายนอกอื่นๆร่วม เช่น การขาดความรู้ มีสิ่งรบกวนจากภายนอก หรือความทรงจำลดลง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการกระจายตัว

ของข้อมูล โดยสร้างแผนภูมิแบบกล่อง (Box plot) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและการกระจายของความผิดพลาดทั้ง 7 ข้อให้เห็นเปรียบเทียบกันอย่างชัดเจน แสดงผลดังรูปภาพที่ 6-7



รูปที่ 6-7 แผนภูมิแบบกล่องของเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากมนุษย์ก่อนและหลังใช้ระบบ

จากรูปที่ 6-7 พบว่า การเลือกข้อมูลกรอกผิดไปจากมาตรฐาน (E1) และการพิมพ์ผิด (E2) มีการกระจายตัวมาก แสดงถึงคุณภาพของข้อมูลที่ยังคงมีการกระจายตัวของข้อผิดพลาดแต่เหลือไม่ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยระหว่างก่อนใช้ระบบและหลังใช้ระบบพบว่า ระบบช่วยป้องกันการผิดพลาดอันเนื่องมาจาก การใส่ข้อมูลไม่ครบและการคัดลอกและวาง แสดงดังคารางที่ 6-5

ตารางที่ 6-5 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ลดลงหลังใช้ระบบ จำแนกตามลักษณะความผิดพลาด

ค่าเฉลี่ย	ลักษณะความผิดพลาด						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
ก่อนใช้ระบบ	3.00	1.25	0.35	0.24	0.37	0.07	0.25
หลังใช้ระบบ	0.13	0.06	0.01				
เปอร์เซ็นต์ที่ลดลง	95.79	95.54	97.21	97.92	100.00	100.00	100.00

และเมื่อวัดคุณภาพข้อมูลตามส่วนประกอบของข้อกำหนดของวัสดุท่อ หาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการกรอกข้อกำหนดของวัสดุท่อ แสดงดังตารางที่ 6-6

ตารางที่ 6-6 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของโครงการทดสอบ จำแนกตามส่วนประกอบ

โครงการ	1. ข้อมูลทั่วไป	2. ท่อและข้อต่อ	3. กลุ่มหน้าแปลน	4. วาล์ว	5. ข้อสังเกต
T1	0.02	0.06			
T2	0.05	0.04	0.02	0.04	
T3	0.10	0.07	0.10	0.10	
T4	0.08	0.08	0.04	0.06	0.03
T5	0.02	0.05	0.02		
ค่าเฉลี่ย	0.05	0.06	0.04	0.04	0.01
SD	0.03	0.02	0.03	0.04	0.01

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในตารางที่ 6-6 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยของโครงการเท่ากับ 0.1968 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.001 เมื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดด้วย t-test พบว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของโครงการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในทุกประเภทของวัสดุที่ระดับความเชื่อมั่น 95% P-value เท่ากับ 0.001 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจำแนกตามประเภทของวัสดุเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงได้ผลดังตารางที่ 6-7

ตารางที่ 6-7 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ลดลงหลังใช้ระบบเมื่อจำแนกตามประเภทของวัสดุ

ค่าเฉลี่ย	1. ข้อมูลทั่วไป	2. ท่อและข้อต่อ	3. กลุ่มหน้าแปลน	4. วาล์ว	5. ข้อสังเกต
ก่อนใช้ระบบ	1.28	1.44	0.83	1.51	0.30
หลังใช้ระบบ	0.05	0.06	0.04	0.04	0.01
เปอร์เซ็นต์ที่ลดลง	95.78	95.71	95.48	97.49	98.14

จากตารางที่ 6-7 แสดงให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยในแต่ละส่วนของประเภทท่อมีการลดลงอย่างชัดเจน มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ดียังไม่สามารถป้องกันไม่ให้เกิดความ

Chulalongkorn University

ผิดพลาดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ในทุกๆส่วนของประเภทวัสดุท่อ เนื่องจากยังมีความผิดพลาดจากการพิมพ์ผิด การเลือกผิดมาตรฐาน การพิมพ์ผิดและการแก้ไขงานไม่ครบถ้วนกระจายอยู่ในเอกสาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 7
สรุปผลการดำเนินการวิจัย

ใบบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดโดยสรุปเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัยและผลการดำเนินการวิจัยที่ได้จากการออกแบบระบบจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ ตลอดจนข้อเสนอแนะในการพัฒนาวิจัยต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

7.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาในแผนกระบบท่อของบริษัทอีพีซีกรณีศึกษา พบปัญหาคุณภาพของข้อมูลในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลบ่งชี้ว่า สาเหตุของการแก้ไขงานแบ่งเป็น 4 กลุ่ม เมื่อพิจารณาตามผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดทำ คือ วิศวกรวัสดุ ผู้ขาย ผู้ว่าจ้าง และวิศวกรออกแบบ พบว่าการแก้ไขงานส่วนใหญ่เกิดจากวิศวกรวัสดุและเป็นสาเหตุปัจจัยภายในที่สามารถปรับปรุงและแก้ไขกระบวนการทำงานได้ จึงมุ่งเป้าหมายเพื่อลดความผิดพลาดข้อผิดพลาดไปที่วิศวกรวัสดุ และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลความผิดพลาดที่เกิดจากวิศวกรวัสดุ พบว่า ความผิดพลาดที่เกิดจากวิศวกรวัสดุ 7 ลักษณะ ได้แก่ การเลือกข้อมูลกรอกผิดไปจากมาตรฐาน การพิมพ์ผิด แก้ไขงานไม่ครบถ้วน การคำนวณความหนาของท่อผิด ใส่ข้อมูลไม่ครบทุกช่อง การคัดลอกและวาง และอื่นๆ

จากสาเหตุดังกล่าวทำให้ทราบสาเหตุหลักของการเกิดความผิดพลาดในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อของวิศวกรวัสดุ ผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา ได้แก่ เพิ่มกระบวนการตรวจสอบการจ้างบริษัทภายนอกในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ การจัดซื้อโปรแกรมสำเร็จรูป และการออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลขึ้นเอง เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านดำเนินการ ด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์และด้านระยะเวลาดำเนินการ ผู้บริหารและผู้วิจัยจึงเลือกการออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพราะสามารถใช้ทรัพยากรบุคคลในองค์กร ซึ่งมีความเชี่ยวชาญและคุ้นเคยกับโครงสร้างขององค์กร และระบบการทำงานภายในองค์อยู่แล้ว เพื่อช่วยลดการแก้ไขงานที่เกิดจากความผิดพลาดของมนุษย์ และคาดหวังว่าการทำงานจะสะดวกมากขึ้น ความต้องการผู้เชี่ยวชาญต่อโครงการลดลง ขั้นตอนการทำงานและลดเวลาในการทำงานลงด้วย

การดำเนินการวิจัยเริ่มจากการเก็บรวบรวมความต้องการการใช้งานระบบ จากแหล่งข้อมูล 4 แหล่ง ได้แก่ ผู้ใช้ระบบ ผู้บริหาร ระบบที่ใช้ในปัจจุบัน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทราบความต้องการการใช้ระบบ จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์และกำหนดความต้องการที่เป็นฟังก์ชันนำไปใช้ในการออกแบบซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ แบบจำลองกระบวนการ การสร้างแบบจำลองข้อมูล และการออกแบบระบบ ทำให้ได้ผลลัพธ์จากการวิจัย ดังนี้

- แบบจำลองกระบวนการ ประกอบด้วย
    - แผนภาพบริบท
    - แผนภาพระดับ 0
    - แผนภาพระดับ 1
- การสร้างแบบจำลองข้อมูล ประกอบด้วย
    - แผนภาพ E-R
- การออกแบบระบบ ประกอบด้วย
    - ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล
    - การออกแบบฟอร์มและรายงาน
    - การออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน

หลังจากการออกแบบระบบแล้ว โปรแกรมเมอร์จะทำหน้าที่เขียนโปรแกรม จากนั้นจะทำการทดสอบระบบ โดยแบ่งขั้นตอนการทดสอบระบบเป็น 4 ขั้นตอน คือ การทดสอบหน่วยย่อยของระบบ การทดสอบการทำงานร่วมกัน การทดสอบทั้งระบบ และการทดสอบเพื่อการยอมรับระบบ นอกจากนั้น มีจัดการอบรมเพื่อให้ผู้ใช้ระบบเข้าใจวิธีการใช้ระบบและสามารถใช้งานระบบได้

ผลจากการทดสอบระบบหลังจากออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศได้ทำการทดสอบกับข้อมูลของโครงการในอดีตจำนวน 5 โครงการและโครงการในปัจจุบันจำนวน 5 โครงการ เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบ

เปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเมื่อจำแนกตามส่วนประกอบ วิธีการทำงานเดิมพบว่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเฉลี่ยลดลงจาก 5.3620 เหลือ 0.1968 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบด้วย t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% P-value เท่ากับ 0.001 นอกจากนี้ระบบสารสนเทศสามารถป้องกันความผิดพลาดในส่วนที่เกิดจากความไม่รอบคอบของวิศวกรวัสดุ ช่วยลดเวลาการสร้างรหัสวัสดุ ลดความซ้ำซ้อนของการป้อนข้อมูลได้ และสามารถบันทึกข้อมูลการแก้ไขและการอัพเดตข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน

7.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

7.2.1 ปัญหาที่พบในการดำเนินงานวิจัย

• การคัดกรองความต้องการการใช้งานเป็นเรื่องละเอียดอ่อน ไม่สามารถทำตามทุกตามต้องการที่ผู้ใช้งานต้องการได้ทั้งหมด จึงต้องมีการชี้แจงกับผู้ใช้ในบางประเด็นที่ไม่สามารถทำได้ ซึ่งมีผลกระทบต่อความพึงพอใจในการใช้งานระบบ

• การเก็บข้อมูลเพื่อหาสาเหตุความผิดพลาดที่สามารถหาข้อมูล เป็นการเก็บข้อมูลย้อนหลัง ทำให้ไม่สามารถระบุสาเหตุที่เกิดความผิดพลาดขึ้นจริงๆ ทำได้พียงวิเคราะห์ตามหลักฐานที่ถูกบันทึกไว้

• ไม่สามารถหาเวลาในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อจริงได้ เพราะวิศวกรวัสดุมีหน้าที่อื่นๆที่รับผิดชอบ ดังนั้น เวลาในการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อจึงอ้างอิงจากระยะเวลาการทำโครงการที่อยู่ในช่วงการออกแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ว่าจ้างที่กำหนดไว้ หากการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อเสร็จภายในกำหนดถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่พึงพอใจ

• เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้เข้าถึงระบบ (Web Browser) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บริษัทมีรุ่นต่างกัน ทำให้ในบางรุ่นประสิทธิภาพการทำงานของระบบลดลง

• ในบางครั้งที่มีผู้เข้าใช้ระบบจำนวนมาก อาจทำให้เกิดความล่าช้าในการอ่านข้อมูล เนื่องจากระบบอินทราเน็ทของบริษัทมิได้รองรับเฉพาะระบบนี้ ยังมีระบบอื่นๆที่ต้องใช้อินทราเน็ทของบริษัทด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.2.2 ข้อเสนอแนะ

• ก่อนออกแบบระบบ ควรมีการประชุมเพื่อสรุปความต้องการการใช้งานหลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และกำหนดความต้องการการใช้งานแล้ว แจ้งให้ผู้มีส่วนได้เสียเข้าใจและยอมรับในเงื่อนไข

• สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุความผิดพลาดเพิ่มเติมหลังจากการใช้ระบบ เพราะระบบสามารถบันทึกทุกการแก้ไขงาน รวมทั้งบันทึกผู้ที่ทำการแก้ไขไว้ได้

• ควรมีการปรับปรุงระบบให้สามารถใช้กับ Web Browser รุ่นปัจจุบัน รุ่นย้อนหลังที่มีใช้ในบริษัท หรือโปรแกรมอื่นๆที่อาจมีใช้ในบริษัทด้วย

• ยังไม่สามารถลดจำนวนความต้องการวิศวกรวัสดุต่อโครงการเนื่องจากยังคงวางแผนความต้องการวิศวกรวัสดุด้วยระบบเดิม ดังนั้น หากมีการใช้ระบบอย่างสมบูรณ์แล้ว ควรเก็บข้อมูลความต้องการวิศวกรวัสดุต่อโครงการอีกครั้งหนึ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Burke, W. W. (2013). *Organization change: Theory and practice*: Sage Publications.

Chick, S., Sánchez, P., Ferrin, D., & Morrice, D. (1998). *Reducing human error in simulation in General Motors.* Paper presented at the WSC.

Lucas, A. (2010). *Corporate data quality management: From theory to practice.* Paper presented at the Information Systems and Technologies (CISTI), 2010 5th Iberian Conference on.

Munassar, N. M. A., & Govardhan, A. (2010). A comparison between five models of software engineering. *IJCSI,* 5, 95-101.

Raouf, A., Duffuaa, S., Ben-Daya, M., Dhillon, B., & Liu, Y. (2006). Human error in maintenance: a review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering,* 12(1), 21-36.

San Kim, D., Baek, D. H., & Yoon, W. C. (2010). Development and evaluation of a computer-aided system for analyzing human error in railway operations. *Reliability Engineering & System Safety,* 95(2), 87-98.

Xiong, G., Hu, L., Qin, T., Nyberg, T. R., Wang, F.-Y., & Shi, Q.-S. (2010). *Design and improvement of the material coding standardization for power group enterprise.* Paper presented at the Automation and Logistics (ICAL), 2010 IEEE International Conference on.

Yang, M., & Li, X. (2011). *Research on the construction of human error mechanism.* Paper presented at the Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (ICIII), 2011 International Conference on.

เฉลิมพล บุตรทา. (2554). ฐานข้อมูลอุปกรณ์งานระบบท่อ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ธนิต เกตแก้ว. (2548). แบบจำลองกระบวนการพัฒนาระบบ. Retrieved from http://thanitcpe.files.wordpress.com/2010/06/swe2_se-lec2.pdf

น้องนุช ภูมิสนธิ์. (2555). เรื่องน่าเบื่อ Human error. Retrieved from http://www.si.mahidol.ac.th/th/division/soqd

วรวิทย์ สุนทรพันธุ์. (2536). ระบบฐานข้อมูลวัสดุ สำหรับการบริหารการก่อสร้าง. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต), สาขาบริหารการก่อสร้าง, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล, & เจษฎาพร ยุทธนวิบูลย์ชัย. (2549). ระบบสารสนเทศและเทคโนโลยีการจัดการความรู้. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พิมพ์ดี.

สุกัญญา เรืองสุวรรณ. (2553). การพัฒนาคุณภาพข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพองค์การ. วารสารสารสนเทศศาสตร์, ปีที่28 (ฉบับที่3), 8.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
เอนทิตีและแอตทริบิวต์ระบบช่วยเหลือการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

ตารางที่ ก-1 เอนทิตีและแอตทริบิวต์งระบบช่วยเหลือการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

เอนทิตี	แอตทริบิวต์	ความหมาย	คีย์หลัก
MaterialEngineer	- Username - Password	ผู้ใช้งาน รหัสผ่าน	Username
MaterialLeader	- Username - Password	ผู้ใช้งาน รหัสผ่าน	Username
PipingSpecSyste m	- Username - ProjectNo	ผู้ใช้งาน หมายเลขโครงการ	ProjectNo
MasterData	- CompMasterData - GenMasterData - ValveMasterData	ข้อมูลต้นแบบของ อุปกรณ์ ข้อมูลต้นแบบทั่วไป ข้อมูลต้นแบบของวาล์ว	-
CodeStructure	- PipingRule - CompCode - DescStructure	กฎระบบท่อ รหัสของอุปกรณ์ รายละเอียดโครงสร้าง	PipingRule
MasterSTD	- BoltSTD - THKSTD - CompSTD	มาตรฐานของสลัก เกลียว ความหนาผิวท่อ มาตรฐาน มาตรฐานของอุปกรณ์	-
ProjectSpec	- ProjectNo - ProjectName - ProjectStandard - NoteType - ProjectType - RevisionNo - CurrentUser	หมายเลขโครงการ ชื่อโครงการ มาตรฐานโครงการ ชนิดหมายเหตุ ชนิดโครงการ หมายเลขปรับปรุง ผู้ใช้งานในขณะนี้	ProjectNo
PipingSpec	- ProjectNo - RevisionNo - RevisionDesc. - ProjectStatus	หมายเลขโครงการ หมายเลขปรับปรุง รายละเอียดปรับปรุง สถานะโครงการ	ProjectNo

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก-1 เอนทิตีและแอตทริบิวต์งระบบช่วยเหลือการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ (ต่อ)

เอนทิตี	**แอตทริบิวต์**	**ความหมาย**	**คีย์หลัก**
PipingMatClass	- PipingClassID - Pressure - Temperature - CA - Service - FlangeClass - BasicMat	รหัสประเภทท่อ ความดัน อุณหภูมิ การกัดกร่อน สารในท่อ ประเภทหน้าแปลน วัสดุพื้นฐาน	PipingClassID
PipingClass	- PipingClassID - Pipe - Flange - Fitting - Valve	รหัสประเภทท่อ ท่อ หน้าแปลน อุปกรณ์ท่อ วาล์ว	PipingClassID
CodeDesc	- PipingClassID - Size - PipeTHK - EndConnection - Product - Note - PipeSCH - PipeGroup - Part - STDDim	รหัสประเภทท่อ ขนาด ความหนาผิวท่อ การต่อปลายท่อ ผลิตภัณฑ์ หมายเหตุ ความหนาท่อ กลุ่มของอุปกรณ์ท่อ ชิ้นส่วน มิติมาตรฐาน	PipingClassID
Report	- AttachmentNo - ReportName - PageNo	หมายเลขเอกสารแนบ ชื่อรายงาน จำนวนหน้า	AttachmentNo
Abbreviation	- AbbreviationID - AbbreviationDesc	รหัสอักษรย่อ รายละเอียดอักษรย่อ	AbbreviationID
GeneralNote	- NoteNo - NoteDesc	หมายเลขหมายเหตุ รายละเอียดหมายเหตุ	NoteNo

ตารางที่ ก-1 เอนทิตีและแอตทริบิวต์งระบบช่วยเหลือการจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ (ต่อ)

เอนทิตี	**แอตทริบิวต์**	**ความหมาย**	**คีย์หลัก**
ValveTable	- ValveNo - ValveType - PipingClassID - ValveSize -ValveGasket	หมายเลขวาล์ว ชนิดของวาล์ว รหัสประเภทท่อ ขนาดวาล์ว ปะเก็นวาล์ว	ValveNo
BranchTable	- BranchTablNo - PipingClassID	หมายเลขตารางท่อแยก รหัสประเภทท่อ	BranchTablNo
ReducerTable	- ReducerTableNo - PipingClassID	หมายเลขตารางท่อลด รหัสประเภทท่อ	ReducerTable No
Gasket	- GasketSDTNo - Gasketesc - PipingClassID	มาตรฐานปะเก็น รายละเอียดปะเก็น รหัสประเภทท่อ	GasketSDTNo
BoltTable	- BoltTableNo - BoltTableDesc - PipingClassID	รหัสประเภทท่อ หมายเลขตาราว Bolt	BoltTableNo
RefDWG	- DwgNo - TitleDwg	หมายเลขรูป ชื่อเรื่องรูป	Dwg no

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข
หัวข้อในการเก็บความต้องการใช้ระบบ

ตารางที่ ข-1 หัวข้อในการสัมภาษณ์การเก็บความต้องการใช้งานระบบจากวิศวกรวัสดุ

หัวข้อการสัมภาษณ์	ครั้งที่ 1		
วันที่	03 ธ.ค.57	เวลา	13:00 – 17:00
เรื่อง	ระบบฐานข้อมูล		
ผู้ให้สัมภาษณ์	วิศวกรออกรหัส วิศวกรวัสดุและหัวหน้าวิศวกรวัสดุ		
หัวข้อ	1 มาตรฐานที่ใช้ในระบบ 2 ข้อมูลที่ต้องการให้เก็บในระบบฐานข้อมูล 3 ระบบหน่วยที่ใช้ 4 อื่นๆ		
หัวข้อการสัมภาษณ์	ครั้งที่ 2		
วันที่	02 ม .ค.58	เวลา	09:00 – 12:00
เรื่อง	การสร้างข้อกำหนดของวัสดุท่อ		
ผู้ให้สัมภาษณ์	วิศวกรวัสดุและหัวหน้าวิศวกรวัสดุ		
หัวข้อ	1 ส่วนประกอบของข้อกำหนดของวัสดุท่อ 2 รูปแบบรายงาน 3 การยอมให้ใช้งาน 4 การอนุมัติและการปรับปรุงรายงาน 5 อื่นๆ		
หัวข้อการสัมภาษณ์	ครั้งที่ 3		
วันที่	15 ก .พ.58	เวลา	09:00 – 12:00
เรื่อง	ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน หน้ากระดาษและรายงาน		
ผู้ให้สัมภาษณ์	วิศวกรวัสดุและหัวหน้าวิศวกรวัสดุ		
หัวข้อ	1 รูปแบบของส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน 2 การนำเข้าข้อมูล 3 การบันทึกข้อมูล 4 อื่นๆ		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

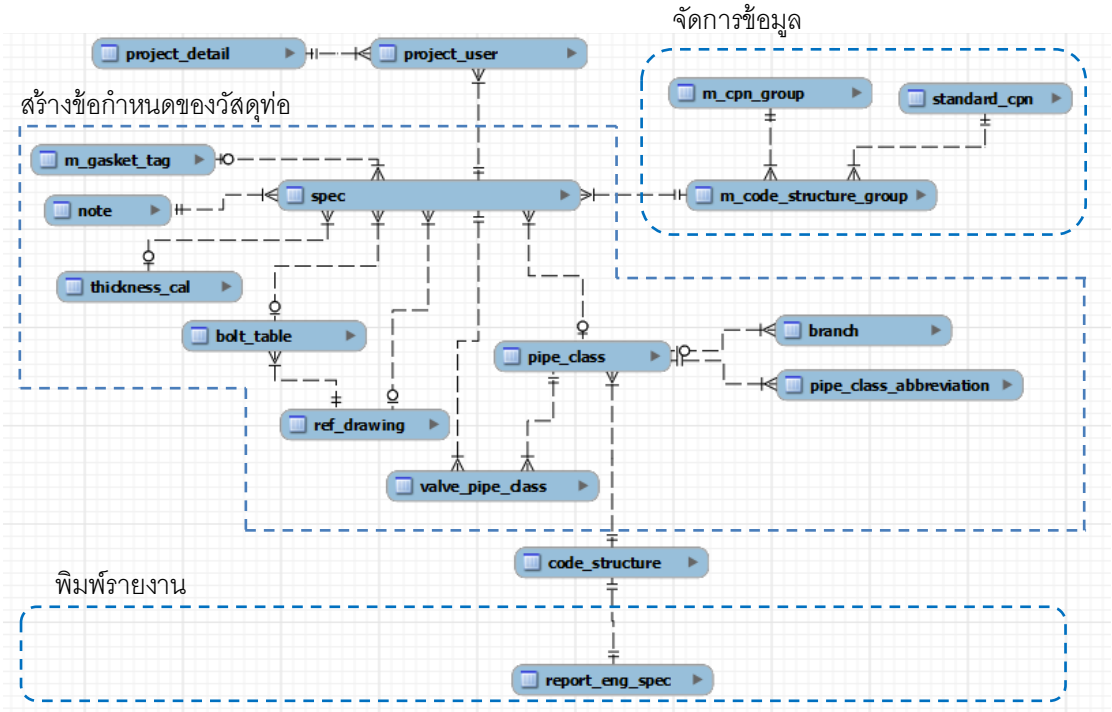
ภาคผนวก ค
รูปประกอบการอบรม

รูปที่ ค-1 ตัวอย่างการอบรมการใช้ระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

รูปที่ ค-2 ตัวอย่างการอบรมการใช้ระบบช่วยจัดทำข้อกำหนดของวัสดุท่อ

ภาคผนวก ง

แผนภาพ E-R หลังการออกแบบระบบ



รูปที่ ง-1 แผนภาพ E-R หลังการออกแบบระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพรรณภา พรหมจันทร์ เกิดเมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ.2530 ที่ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี

จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี

ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งวิศวกรระบบท่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University