

กรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่อเนื่องในการเปลี่ยนแปลง  
ความต้องการ

นายเอกพล อินทร์ภิรมย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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 Graduate School.

A Framework for Change Impact Identification and Ripple Effect in Software  
Requirements Change

Mr. Akapon Inpirom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Software Engineering  
Department of Computer Engineering  
Faculty of Engineering  
Chulalongkorn University  
Academic Year 2013  
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

กรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงและ  
ผลกระทบต่อเนื่องในการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

โดย

นายเอกพล อินทร์ภิรมย์

สาขาวิชา

วิศวกรรมซอฟต์แวร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนารัตน์ ชลิตาพงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เบญจพร ลิ้มธรรมาภรณ์)

.....กรรมการภายในมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิษณุ คนองชัยยศ)

เอกพล อินทร์ภิรมย์ : กรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่อเนื่องในการเปลี่ยนแปลงความต้องการ. (A FRAMEWORK FOR CHANGE IMPACT IDENTIFICATION AND RIPPLE EFFECT IN SOFTWARE REQUIREMENTS CHANGE) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.นครทิพย์ พร้อมพูล, 230 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอกรอบงานและเครื่องมือสำหรับการระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่องในส่วนประกอบของแบบจำลองการวิเคราะห์และออกแบบซอฟต์แวร์ ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ โดยใช้แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับของยูเอ็มแอลในการแสดงแบบจำลองซอฟต์แวร์ทั้งสอง ซึ่งการระบุผลกระทบนี้มีประโยชน์แก่ผู้จัดการโครงการและนักวิเคราะห์ระบบในการประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ รวมทั้งช่วยสนับสนุนการดำเนินการแก้ไขซอฟต์แวร์ของนักพัฒนาให้มีความครบถ้วนยิ่งขึ้น ในการนี้ผู้วิจัยใช้แนวความคิดด้านการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงของแบบจำลองซอฟต์แวร์ในขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบซอฟต์แวร์ เพื่อการกำหนดรูปแบบของการเปลี่ยนแปลง ซึ่งแนวคิดดังกล่าวได้จากการประยุกต์และเพิ่มเติมจากการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในมุมมองรหัสต้นฉบับที่มีผู้วิจัยไว้อยู่แล้ว นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นิยามกฎการเปลี่ยนแปลงของแต่ละประเภทการเปลี่ยนแปลง เพื่อใช้ในการตามรอยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงในแต่ละประเภทนั้น และผู้วิจัยได้เพิ่มแนวคิดเกี่ยวกับการจัดลำดับผลลัพธ์ตามความสำคัญของส่วนประกอบของแบบจำลองที่ได้รับผลกระทบ โดยการใช้ขั้นตอนวิธีแพรคติเคิลเพจแรงค์ร่วมกับการให้ค่าน้ำหนักของแต่ละส่วนประกอบที่เป็นไปตามจุดประสงค์ของผู้ออกแบบการวัดประสิทธิผลของการระบุผลกระทบของกรอบงานที่นำเสนอคือ ความถูกต้องในการระบุส่วนประกอบที่ได้รับผลกระทบ และความเหมาะสมในการจัดลำดับตามความสำคัญของส่วนประกอบที่ได้รับผลกระทบนั้น ผลที่ได้จากการทดลองของสองกรณีตัวอย่างพบว่า กรอบงานที่นำเสนอสามารถระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่องได้อย่างถูกต้องตามกฎการเปลี่ยนแปลงที่กำหนดไว้ และการประเมินประสิทธิผลการจัดลำดับผลกระทบพบว่า การให้ค่าน้ำหนักแก่ส่วนประกอบโดยผู้เข้าร่วมกับการคำนวณแพรคติเคิลเพจแรงค์มีประสิทธิผลการจัดลำดับที่ดีกว่าวิธีปกติ

ภาควิชา...วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่อ.....  
 สาขาวิชา...วิศวกรรมซอฟต์แวร์..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....  
 ปีการศึกษา...2556.....

# # 5471041121 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS : SOFTWARE CHANGE IMPACT ANALYSIS / CHANGE TYPES CLASSIFICATION / REQUIREMENTS / REQUIREMENTS TRACEABILITY / UML / RIPPLE EFFECT

AKAPON INPIROM : A FRAMEWORK FOR CHANGE IMPACT IDENTIFICATION AND RIPPLE EFFECT IN SOFTWARE REQUIREMENTS CHANGE. ADVISOR : ASST. PROF. NAKORNTHIP PROMPOON, Ph.D., 230 pp.

This research purposes a framework and a tool for identifying effects and ripple effects on elements of an analysis and design model from requirements change. UML Use Case, Class and Sequence diagram were used to model software in both representations. The change effect identification is useful for project manager and system analyst to assess the effect from requirements change. In addition, this information helps developer for the potential to modify the effected software components in a high level of completeness.

In this research, we use the taxonomy of change types of software model in a software analysis and design phase for identifying the format of change by applying an existing research had define the taxonomy of change from source code aspect. Moreover, we also define change rules to trace the effect on the components of UML Use Case, Class and Sequence diagram for each change type. Furthermore, we combine the Practical Page Rank algorithm with the user assigned weight to each diagram component according to the design purpose. The effectiveness measurement of effects identification by our proposed framework is the correctness of effected components identification and the suitable of effected components ranking was tested base on two case studies. The experiment result shows that the proposed framework correctly identifies the effected components and their ripple effects according to the defined change rules. The ranking result indicates that the Practical Page Rank with the weighted components assigned by user outperforms the regular one.

Department : ~~Computer Engineering~~                      Student's Signature .....

Field of Study : ~~Software Engineering~~                      Advisor's Signature .....

Academic Year : ~~.2013.....~~

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาช่วยเหลือให้คำปรึกษา คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่มีประโยชน์ ทำให้การจัดทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและคณาจารย์ทุกท่านที่แนะนำ สั่งสอน และให้ความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษา

กราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ ชลิตาพงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เบญจพร ลิ้มธรรมาภรณ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิษณุ คนองชัยยศ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ คำแนะนำต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น

กราบขอบพระคุณ คุณแม่ ที่ให้ความรัก ความห่วงใย คอยให้กำลังใจ พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนในด้านค่าใช้จ่ายในการศึกษาจนสำเร็จลุล่วงได้

ขอขอบคุณ คุณน้า คุณยาย และพี่สาว ที่คอยให้กำลังใจ พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เสมอมา

ขอขอบคุณพี่ ๆ ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ผู้บังคับบัญชา พี่ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคน สำหรับคำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีในทุก ๆ ด้าน รวมทั้งกำลังใจและคอยสนับสนุนให้ความช่วยเหลือ ที่มอบให้เสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ภายใต้อาจารย์ที่ปรึกษาเดียวกัน พี่กิ้ง พี่เอี้ยง พี่เอี่ยม พี่กมล พี่สัก พี่ท้อป พี่อาร์ม พี่เซี่ยะ พู และโหย่ว ที่ช่วยเหลือและไหม้คำปรึกษา และอภิปรายพูดคุยในการทำวิทยานิพนธ์ ทำให้ได้เห็นมุมมองต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำงานมากขึ้น อีกทั้งเพื่อนกลุ่มพิช เซอแมนเฟรน พี่เอี้ยง พี่กิ้ง พี่นิว ยิ้ม และป๊อบ สำหรับความช่วยเหลือและกำลังใจ ซึ่งทำให้การใช้ชีวิตปริญญาโทมีสีสันและสนุกสนาน

ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณบุคคลต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วไว้ ณ โอกาสนี้ ขอให้มีความสุข ความเจริญส่งผลต่อผู้มีพระคุณเหล่านี้ด้วย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 ผลงานตีพิมพ์.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 แนวคิดและทฤษฎี.....	5
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
บทที่ 3 แนวคิดที่นำเสนอ.....	16
3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย.....	16
3.2 การนิยามกระบวนการตามรอยความต้องการ.....	18
3.3 การวิเคราะห์และออกแบบกรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ.....	23
3.4 กรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง ความต้องการ.....	30

บทที่ 4 การประยุกต์ใช้กรอบงาน .....	46
4.1 กระบวนการจัดการข้อมูลโครงการ .....	46
4.2 กระบวนการจัดการคำขอเปลี่ยนแปลง.....	55
4.3 กระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง .....	56
บทที่ 5 การทดลองและการวิเคราะห์ผล .....	78
5.1 การวางแผนการทดลอง .....	78
5.2 มาตรฐานประสิทธิภาพ.....	79
5.3 การเตรียมการทดลองและข้อมูลทดลอง.....	80
5.4 การทดลองการตามรอยผลกระทบ.....	86
5.5 การประเมินการจัดลำดับของการแสดงผลลัพธ์การระบุผลกระทบ.....	91
5.6 สรุปผลการทดลองและข้อมูลสนับสนุนการทดลอง .....	94
บทที่ 6 การพัฒนาเครื่องมือ.....	96
6.1 ความต้องการเชิงหน้าที่.....	96
6.2 ความต้องการไม่ใช่หน้าที่ .....	96
6.3 การวิเคราะห์ความต้องการ .....	96
6.4 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ .....	102
6.5 รายละเอียดในการออกแบบ.....	103
6.6 การทำงานของส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน .....	104
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัย .....	113
7.1 สรุปผลการวิจัย.....	113
7.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย .....	114
7.3 งานวิจัยในอนาคต.....	114
7.4 ผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์.....	115
รายการอ้างอิง .....	116



ภาคผนวก.....	118
ภาคผนวก ก กรณีตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง .....	119
ภาคผนวก ข คำอธิบายยูสเคส.....	157
ภาคผนวก ค คำอธิบายคลาส.....	169
ภาคผนวก ง รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลง .....	180
ภาคผนวก จ รายละเอียดกรณีทดสอบการตามรอยผลกระทบ .....	200
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	230

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการจำแนกประเภทของงานวิจัย.....	12
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลง.....	24
ตารางที่ 3.2 ประเภทการเปลี่ยนแปลงของแผนภาพยูสเคส.....	26
ตารางที่ 3.3 ประเภทการเปลี่ยนแปลงของแผนภาพคลาส .....	27
ตารางที่ 3.4 ประเภทการเปลี่ยนแปลงของแผนภาพลำดับ .....	29
ตารางที่ 3.5 คำอธิบายกระบวนการของกรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่อง จากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ .....	32
ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของกระบวนการจัดการรายการความต้องการ .....	33
ตารางที่ 3.7 เมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ.....	34
ตารางที่ 3.8 รายละเอียดของกระบวนการจัดการแผนภาพ .....	35
ตารางที่ 3.9 เอกซ์เอ็มแอลที่ได้จากการแปลงแผนภาพยูสเคสจากภาพที่ 3.5.....	37
ตารางที่ 3.10 รายละเอียดของกระบวนการบันทึกความสัมพันธ์ ระหว่างความต้องการและแผนภาพ.....	38
ตารางที่ 3.11 รายละเอียดของกระบวนการกำหนดคำขอการเปลี่ยนแปลง .....	39
ตารางที่ 3.12 รายละเอียดของกระบวนการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการ เปลี่ยนแปลงและความต้องการ.....	40
ตารางที่ 3.13 รายละเอียดของกระบวนการกำหนดขอบเขตของผลกระทบ .....	41
ตารางที่ 3.14 รายละเอียดของกระบวนการค้นหาประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพเชิง วิเคราะห์ .....	42
ตารางที่ 3.15 รายละเอียดของกระบวนการระบุผลกระทบจากชุดของกฎการเปลี่ยนแปลง .....	43
ตารางที่ 3.16 รายละเอียดของกระบวนการจัดลำดับ .....	43
ตารางที่ 3.17 ตัวอย่างค่าน้ำหนักที่กำหนดให้กับส่วนย่อยของแผนภาพต่าง ๆ .....	44
ตารางที่ 3.18 เกณฑ์การกำหนดค่าน้ำหนัก .....	45
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลรายการความต้องการระบบดีพีเอส.....	46
ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพยูสเคส .....	52
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ และแผนภาพคลาส .....	53
ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ และแผนภาพลำดับ .....	54
ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างรายการคำขอการเปลี่ยนแปลง.....	55

ตารางที่ 4.6	เปรียบเทียบแผนภาพยูสเคสก่อนการเปลี่ยนแปลงและหลังการเปลี่ยนแปลงตามคำขอการเปลี่ยนแปลง .....	57
ตารางที่ 4.7	ขอบเขตผลกระทบของระบบดีพีเอส .....	58
ตารางที่ 4.8	เปรียบเทียบแผนภาพลำดับ Penalty Form Management ก่อนการเปลี่ยนแปลงและหลังการเปลี่ยนแปลงตามคำขอการเปลี่ยนแปลง.....	59
ตารางที่ 4.9	เปรียบเทียบแผนภาพลำดับ Penalty Calculation ก่อนการเปลี่ยนแปลงและหลังการเปลี่ยนแปลงตามคำขอการเปลี่ยนแปลง .....	60
ตารางที่ 4.10	แผนภาพลำดับที่เพิ่มเติม .....	61
ตารางที่ 4.11	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบแผนภาพยูสเคส.....	65
ตารางที่ 4.12	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบแผนภาพคลาส .....	66
ตารางที่ 4.13	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบแผนภาพลำดับ .....	68
ตารางที่ 4.14	การตามรอยผลกระทบจากกฎการเปลี่ยนแปลงซีทีเอฟ .....	69
ตารางที่ 4.15	การแจกแจงบางส่วนการตามรอยผลกระทบต่อเนื่องบางส่วนจากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่ค้นหาคพบ .....	71
ตารางที่ 4.16	ตัวอย่างรายการผลลัพธ์ที่ได้จากการระบุผลกระทบ .....	74
ตารางที่ 4.17	ตารางแจกแจงการคำนวณค่าเพจแรงค์.....	75
ตารางที่ 4.18	ผลการคำนวณหาค่าเพจแรงค์ร่วมกับค่าน้ำหนัก .....	77
ตารางที่ 5.1	รายละเอียดข้อมูลทั่วไปของโครงการกรณีทดสอบที่ 1 .....	80
ตารางที่ 5.2	รายละเอียดข้อมูลทั่วไปของโครงการกรณีทดสอบที่ 2 .....	82
ตารางที่ 5.3	ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงที่จัดลำดับโดยผู้เชี่ยวชาญของกรณีตัวอย่างที่ 1.....	84
ตารางที่ 5.4	ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงที่จัดลำดับโดยผู้เชี่ยวชาญของกรณีตัวอย่างที่ 2.....	85
ตารางที่ 5.5	การประเมินผลการทดลองการตามรอยผลกระทบ .....	88
ตารางที่ 5.6	ค่าประสิทธิผลการระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ .....	94
ตารางที่ 6.1	ตัวอย่างคำอธิบายแผนภาพยูสเคส .....	99
ตารางที่ 6.2	ตัวอย่างคำอธิบายรายละเอียดของคลาส.....	102
ตารางที่ ก.1	รายการความต้องการกรณีตัวอย่างที่ 1.....	120
ตารางที่ ก.2	รายการคำขอการเปลี่ยนแปลงกรณีตัวอย่างที่ 1 .....	121
ตารางที่ ก.3	รายการความต้องการกรณีตัวอย่างที่ 2.....	138
ตารางที่ ก.4	รายการคำขอการเปลี่ยนแปลงกรณีตัวอย่างที่ 2 .....	138

	หน้า
ตารางที่ ข.1 คำอธิบายยูสเคสสร้างโครงการซอฟต์แวร์ .....	157
ตารางที่ ข.2 คำอธิบายยูสเคสจัดการข้อมูลรายการความต้องการ .....	158
ตารางที่ ข.3 คำอธิบายยูสเคสจัดการข้อมูลแผนภาพ.....	159
ตารางที่ ข.4 คำอธิบายยูสเคสจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง .....	160
ตารางที่ ข.5 คำอธิบายยูสเคสนำเข้าข้อมูลรายละเอียดการออกแบบซอฟต์แวร์ (XML).....	162
ตารางที่ ข.6 คำอธิบายยูสเคสจัดการความสัมพันธ์ระหว่างคำขอเปลี่ยนแปลงและความต้องการ ..	163
ตารางที่ ข.7 คำอธิบายยูสเคสจัดการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ .....	164
ตารางที่ ข.8 คำอธิบายยูสเคสวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง.....	165
ตารางที่ ข.9 คำอธิบายยูสเคสคำนวณเพื่อจัดลำดับผลลัพธ์ .....	166
ตารางที่ ข.10 คำอธิบายยูสเคสกำหนดค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับผลลัพธ์.....	167
ตารางที่ ค.1 คำอธิบายคลาส User .....	169
ตารางที่ ค.2 คำอธิบายคลาส Roles .....	170
ตารางที่ ค.3 คำอธิบายคลาส Project.....	171
ตารางที่ ค.4 คำอธิบายคลาส Requirements .....	172
ตารางที่ ค.5 คำอธิบายคลาส ChangeRequest .....	173
ตารางที่ ค.6 คำอธิบายคลาส DiagramElement .....	174
ตารางที่ ค.7 คำอธิบายคลาส Diagram.....	175
ตารางที่ ค.8 คำอธิบายคลาส ModelWeight .....	176
ตารางที่ ค.9 คำอธิบายคลาส CIA .....	177
ตารางที่ ค.10 คำอธิบายคลาส ChangeType.....	178
ตารางที่ ค.11 คำอธิบายคลาส ChangeRule .....	179
ตารางที่ ง.1 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพยูสเคส .....	181
ตารางที่ ง.2 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพลำดับ .....	187
ตารางที่ ง.3 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาส .....	190
ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส .....	201
ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพคลาส .....	217
ตารางที่ จ.3 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพลำดับ .....	227

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงผลกระทบโดยตรง .....	5
ภาพที่ 2.2 ภาพแสดงผลกระทบโดยอ้อม .....	6
ภาพที่ 2.3 การจำแนกสำหรับประเภทการเปลี่ยนแปลง.....	11
ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นงานต่าง ๆ.....	14
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย.....	17
ภาพที่ 3.2 ขอบเขตการตามรอยความต้องการ.....	19
ภาพที่ 3.3 ภาพรวมของกรอบงาน .....	31
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างแผนภาพที่ใช้ในการแปลงเป็นรูปแบบเอกสารเอกซ์เอ็มแอล.....	36
ภาพที่ 4.1 แผนภาพยูสเคส (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	48
ภาพที่ 4.2 แผนภาพคลาสก่อนการเปลี่ยนแปลง .....	49
ภาพที่ 4.3 แผนภาพลำดับขั้นที่ข้อมูลแบบฟอร์มปรับ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	50
ภาพที่ 4.4 แผนภาพลำดับขั้นการคำนวณค่าปรับ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	50
ภาพที่ 4.5 แผนภาพคลาสก่อนการเปลี่ยนแปลง .....	63
ภาพที่ 4.6 แผนภาพคลาสหลังการเปลี่ยนแปลง.....	64
ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างโหนดที่ใช้ในการคำนวณ .....	75
ภาพที่ 5.1 ขั้นตอนการประเมินการจัดลำดับของการแสดงผลทรัพยากรระบุผลกระทบ .....	92
ภาพที่ 6.1 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือที่พัฒนา .....	97
ภาพที่ 6.2 แผนภาพคลาสของเครื่องมือที่นำเสนอ .....	100
ภาพที่ 6.3 สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ .....	103
ภาพที่ 6.4 หน้าจอสร้างผู้ใช้งานระบบ.....	104
ภาพที่ 6.5 หน้าจอเข้าสู่ระบบ .....	105
ภาพที่ 6.6 หน้าจอแรกของระบบ .....	105
ภาพที่ 6.7 ตัวอย่างหน้าจอสร้างโครงการซอฟต์แวร์.....	106
ภาพที่ 6.8 หน้าจอสำหรับนำเข้าข้อมูลโครงการก่อนการเปลี่ยนแปลง .....	107
ภาพที่ 6.9 ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลโครงการ.....	107
ภาพที่ 6.10 ตัวอย่างหน้าจอสร้างคำขอการเปลี่ยนแปลง .....	108
ภาพที่ 6.11 ตัวอย่างหน้าจอแสดงรายการคำขอการเปลี่ยนแปลง .....	109
ภาพที่ 6.12 หน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลโครงการหลังการเปลี่ยนแปลง.....	110

ภาพที่ 6.13 หน้าจอแสดงผลลัพธ์ขอบเขตผลกระทบ .....	111
ภาพที่ 6.14 หน้าจอแสดงผลลัพธ์การระบุผลกระทบที่ได้รับการจัดลำดับ .....	111
ภาพที่ 6.15 หน้าจอแสดงผลลัพธ์รายละเอียดการวิเคราะห์ .....	112
ภาพที่ ก.1 แผนภาพยูสเคสกรณีตัวอย่างที่ 1 (ก่อนการเปลี่ยนแปลง) .....	122
ภาพที่ ก.2 แผนภาพลำดับขั้นที่ข้อมูลแบบฟอร์มปรับ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	123
ภาพที่ ก.3 แผนภาพลำดับขั้นคำนวณค่าปรับ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	124
ภาพที่ ก.4 แผนภาพลำดับจัดการผู้ใช้งานระบบ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	125
ภาพที่ ก.5 แผนภาพลำดับขั้นที่ข้อมูลผู้อนุมัติ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	126
ภาพที่ ก.6 แผนภาพลำดับขั้นที่ข้อมูลผู้จัดซื้อ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	127
ภาพที่ ก.7 แผนภาพลำดับขั้นที่ข้อมูลบริษัทย่อย (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	128
ภาพที่ ก.8 แผนภาพลำดับขั้นที่ข้อมูลผู้ค้า (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	129
ภาพที่ ก.9 แผนภาพคลาสกรณีตัวอย่างที่ 1 (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	130
ภาพที่ ก.10 แผนภาพยูสเคส (หลังการเปลี่ยนแปลง) .....	131
ภาพที่ ก.11 แผนภาพลำดับขั้นที่ข้อมูลแบบฟอร์มปรับ (หลังการเปลี่ยนแปลง).....	132
ภาพที่ ก.12 แผนภาพลำดับขั้นคำนวณค่าปรับ (หลังการเปลี่ยนแปลง).....	133
ภาพที่ ก.13 แผนภาพลำดับออกกรายงานแบบฟอร์มปรับ (เพิ่มเติม) .....	134
ภาพที่ ก.14 แผนภาพลำดับจัดการ Template จัดหมายเรียกปรับ (เพิ่มเติม) .....	135
ภาพที่ ก.15 แผนภาพลำดับออกกรายงานแบบฟอร์มปรับ (เพิ่มเติม) .....	136
ภาพที่ ก.16 แผนภาพคลาสกรณีตัวอย่างที่ 1 (หลังการเปลี่ยนแปลง) .....	137
ภาพที่ ก.17 แผนภาพยูสเคสกรณีตัวอย่างที่ 2 (ก่อนการเปลี่ยนแปลง) .....	139
ภาพที่ ก.18 แผนภาพลำดับขั้นที่การจองห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง) .....	140
ภาพที่ ก.19 แผนภาพลำดับขั้นแก้ไขการจองห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	141
ภาพที่ ก.20 แผนภาพลำดับขั้นยกเลิกการจองห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	142
ภาพที่ ก.21 แผนภาพลำดับขั้นเพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	143
ภาพที่ ก.22 แผนภาพลำดับขั้นเพิ่มข้อมูลห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	144
ภาพที่ ก.23 แผนภาพลำดับขั้นแก้ไขข้อมูลห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	145
ภาพที่ ก.24 แผนภาพลำดับขั้นลบข้อมูลห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	146
ภาพที่ ก.25 แผนภาพคลาสกรณีตัวอย่างที่ 2 (ก่อนการเปลี่ยนแปลง).....	147
ภาพที่ ก. 26 แผนภาพยูสเคสกรณีตัวอย่างที่ 2 (หลังการเปลี่ยนแปลง).....	148
ภาพที่ ก.27 แผนภาพลำดับขั้นที่การจองห้องประชุม (หลังการเปลี่ยนแปลง).....	149

ภาพที่ ก.28 แผนภาพลำดับแก้ไขการจองห้องประชุม (หลังการเปลี่ยนแปลง) .....	150
ภาพที่ ก.29 แผนภาพลำดับเพิ่มข้อมูลห้องประชุม (หลังการเปลี่ยนแปลง).....	151
ภาพที่ ก.30 แผนภาพลำดับบันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม (เพิ่มเติม) .....	152
ภาพที่ ก.31 แผนภาพลำดับแก้ไขข้อมูลอุปกรณ์เสริม (เพิ่มเติม).....	153
ภาพที่ ก.32 แผนภาพลำดับลบข้อมูลอุปกรณ์เสริม (เพิ่มเติม) .....	154
ภาพที่ ก.33 แผนภาพลำดับแนบเอกสารรายละเอียดการประชุม (เพิ่มเติม).....	155
ภาพที่ ก.34 แผนภาพคลาสกรณีตัวอย่างที่ 2 (หลังการเปลี่ยนแปลง) .....	156

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีความซับซ้อนและมีแนวโน้มที่มีการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่สูง เนื่องมาจากความต้องการที่ไม่ชัดเจน อาจส่งผลให้การพัฒนาซอฟต์แวร์ได้ล่าช้าและไม่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งในปัจจุบันการพัฒนาซอฟต์แวร์มีการแข่งขันสูง และเทคโนโลยีต่าง ๆ ก็เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว สิ่งเหล่านี้ล้วนมีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงความต้องการทั้งสิ้น ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงความต้องการนั้นเป็นเหตุการณ์ที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จึงจำเป็นต้องมีกระบวนการในการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการร้องขอการเปลี่ยนแปลงที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพียงพอ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำหลักการการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง (Change Impact Analysis : CIA) มาเป็นแนวทางในการตรวจสอบผลกระทบที่เกิดขึ้น แต่ในการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงพบว่าเมื่อทำการเปลี่ยนแปลง ณ จุดหนึ่ง ก็อาจจะส่งผลกระทบต่อเรื่องไปยังอีกจุดหนึ่ง [1] และเกิดในลักษณะนี้ต่อไปเรื่อย ๆ เรียกเหตุการณ์ลักษณะนี้ว่าผลกระทบต่อเนื่อง (Ripple Effect) ทำให้ในการประเมินผลกระทบนั้นเกิดความผิดพลาด และคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงส่งผลให้โครงการเกิดความล้มเหลว หรืออาจเสียเวลาในการดำเนินการแก้ไข หรืออาจเกิดข้อผิดพลาดกับซอฟต์แวร์ได้

โดยทั่วไปกระบวนการประเมินผลกระทบมักจะเป็นกระบวนการทำมือ (Process Manual) หรืออาจมีเครื่องมือช่วยสนับสนุนในบางกระบวนการ ซึ่งการใช้ความสามารถของมนุษย์ในการตรวจสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงในโครงการที่มีความซับซ้อนสูง หรือในโครงการซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ต้องใช้ความพยายาม (Effort) และเวลา (Time) มากในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้น และอีกปัจจัยสำคัญของกระบวนการตรวจสอบผลกระทบนั้นคือ ความสามารถในการตามรอย (Traceability) การที่สามารถตามรอยชิ้นงานซอฟต์แวร์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการพัฒนาโครงการนั้นเป็นสิ่งสำคัญมาก เนื่องจากการจะรู้ได้ว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นมีผลกระทบกับส่วนใด ต้องอาศัยการตามรอยระหว่างชิ้นงานต่างๆ ที่ได้จากกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ ตัวอย่างชิ้นงานเช่น เอกสารข้อกำหนดความต้องการ เอกสารการออกแบบ เอกสารการทดสอบ กรณีทดสอบ แผนภาพที่แสดงแบบจำลองการวิเคราะห์และออกแบบ เป็นต้น โดยแผนภาพที่แสดงแบบจำลองที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบในปัจจุบันคือ แบบจำลองยูเอ็มแอล (UML) ประกอบด้วย แบบจำลองเชิงโครงสร้าง (Structural Model) และแบบจำลองเชิงพฤติกรรม (Behavior Model) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการตามรอยความต้องการได้



แต่ในความเป็นจริงแล้วการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง ยังอาศัยนักพัฒนาและนักวิเคราะห์และออกแบบเป็นผู้สรุป และประเมินผลกระทบ ซึ่งข้อสรุปผลกระทบที่ได้อาจไม่ถูกต้องและครบถ้วนเพียงพอ เพราะอาจมาจากการตัดสินใจบนพื้นฐานของประสบการณ์ ความรู้ และทัศนคติส่วนบุคคล ของผู้ประเมินเอง ดังนั้นความสามารถในการตามรอยจึงถือเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในกระบวนการตรวจสอบผลกระทบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้สามารถตามรอยของการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่เกิดขึ้น และสามารถวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นได้

จากปัญหาที่กล่าวมาเพื่อให้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงได้ และลดภาระงานในการประเมินผลกระทบของนักวิเคราะห์ระบบและออกแบบ ตลอดจนนักพัฒนาโปรแกรม งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอกรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง และผลกระทบต่อเนื่อง ด้วยการตามรอยความต้องการ การเชื่อมโยงความต้องการ และการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง ตามการจำแนกประเภทของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากงานวิจัยนี้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) วิเคราะห์และสร้างกรอบงานสำหรับการหาผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่อง ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ
- 2) วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือสำหรับจัดการความต้องการและการร้องขอการเปลี่ยนแปลง เพื่อหาผลกระทบสุดท้ายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) วิเคราะห์และออกแบบกรอบงานสำหรับระบุผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ โดยอ้างอิงจากหลักการการวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลง
- 2) วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือสำหรับระบุผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ
- 3) กำหนดแผนภาพยูเอ็มแอลที่ใช้ในการตามรอย เพียงสามแผนภาพเท่านั้นได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ ซึ่งเป็นแบบจำลองเชิงวิเคราะห์ ที่ใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ
- 4) แผนภาพเชิงวิเคราะห์ที่ใช้อยู่บนพื้นฐานของ UML เวอร์ชัน 2.0
- 5) การนำเข้าข้อมูลแผนภาพจำกัดเฉพาะไฟล์รูปแบบเอกซ์เอ็มแอล (XML) โดยอ้างอิงรูปแบบป้ายระบุ (Tag) จากเครื่องมือ Visual Paradigm for UML 8.0 เท่านั้น
- 6) การตามรอยความต้องการของกรอบงานนี้ จะสนับสนุนลักษณะการตามรอยไปข้างหน้า (Forward Traceability) เท่านั้น

7) เครื่องมือที่สร้างเพื่อสนับสนุนนักวิเคราะห์ระบบในการหาผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยค้นหาจากการเปลี่ยนแปลงการออกแบบระบบด้วยแผนภาพเชิงวิเคราะห์

8) ความต้องการที่นำมาใช้กับกรอบงานต้องเป็นความต้องการเชิงหน้าที่ (Functional Requirements) เท่านั้น และเป็นรูปแบบความต้องการที่ดี (Well-Form Requirements) โดยอ้างอิงจากอิทธิพลอิทธิหนึ่งสองสามสาม (IEEE-1233) [2]

9) การร้องขอการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นไปเพื่อการปรับปรุงฟังก์ชันงานเดิม หรือเป็นความต้องการใหม่ของระบบเท่านั้น

#### 1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1) ศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ได้แก่ การวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการตามรอยความต้องการ และการจัดการการเปลี่ยนแปลง

2) วิเคราะห์และออกแบบกระบวนการสำหรับกรอบงานการหาผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่อง ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

3) วิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือสำหรับจัดการความต้องการจัด และการการร้องขอการเปลี่ยนแปลง เพื่อตรวจสอบผลกระทบสุดท้ายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

4) สร้างเครื่องมือสำหรับกรอบงานการหาผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่อง ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

5) ประเมินประสิทธิผลของกรอบงานการหาผลกระทบจากเครื่องมือ

6) จัดทำและนำเสนอบทความวิชาการสำหรับงานวิจัย

7) สรุปผลการวิจัย และจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้กรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่อเนื่องในการเปลี่ยนแปลงความต้องการ และเครื่องมือสำหรับการระบุผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งช่วยลดภาระงานการวิเคราะห์หาผลกระทบของนักวิเคราะห์ออกแบบซอฟต์แวร์

## 1.6 ผลงานตีพิมพ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอในการประชุมวิชาการ ดังนี้

1. The 5<sup>th</sup> Conference on Knowledge and Smart Technology (KST-2556), 31 Jan – 1 Feb 2013, Burapha University, Bang San City, Chonburi, Thailand ในบทความเรื่อง A Framework for Change Impact Identification and Ripple Effect in Software Requirements Change โดยผู้แต่งคือ เอกพล อินทร์ภิรมย์ และ นครทิพย์ พร้ออมพูล

2. The 4<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering and Service(System) Sciences, 23 – 25 May 2013, China Hall of Science and Technology, Beijing, China ในบทความเรื่อง Diagram Change Types Taxonomy based on Analysis and Design Models in UML โดยผู้แต่งคือ Akapon Inpirom and Nakornthip Prompoon

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ได้แก่ แนวคิดการวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ การตามรอยความต้องการ และแผนภาพเชิงวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

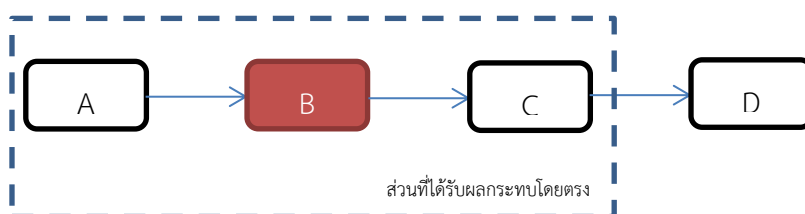
#### 2.1 แนวคิดและทฤษฎี

##### 2.1.1 การวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ (Software Change Impact Analysis)

การวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์เป็นการกำหนดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ [3] ซึ่งกระบวนการในการทำเป็นลักษณะการวนซ้ำเพื่อให้ได้ชุดของผลกระทบ (Impact Set) ที่ครอบคลุมมากที่สุด จากชุดผลกระทบที่ได้สามารถนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบในส่วนต่าง ๆ ของซอฟต์แวร์ และการวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์เป็นเทคนิคหลักในการระบุผลกระทบที่ไม่คาดคิดและชุดของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ที่มีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลง [4] หลักการวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์มักถูกนำไปประยุกต์ใช้เมื่อมีการขอการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น หรือเมื่อต้องการระบุผลกระทบต่อเนื่อง เพื่อใช้ในการประมาณต้นทุนในการแก้ไข และเพื่อช่วยสนับสนุนการรีลีสซอฟต์แวร์ (Software Releases) [5]

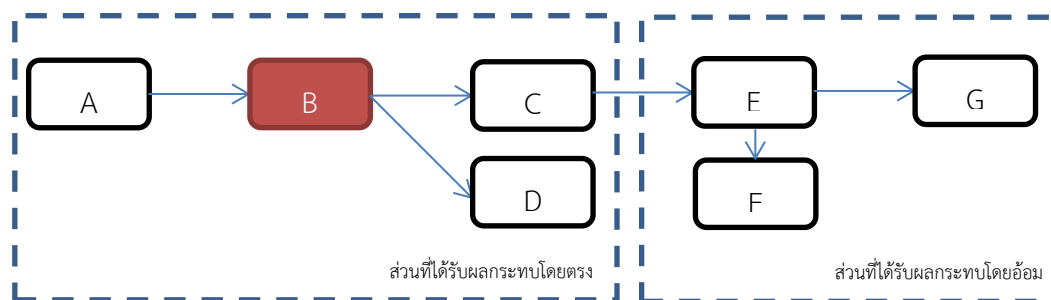
โดยปกติการเปลี่ยนแปลงเพียงส่วนเล็กๆ อาจมีผลกระทบกับซอฟต์แวร์ในส่วนอื่นในลักษณะผลกระทบต่อเนื่องกันไป ซึ่งเรียกว่าผลกระทบต่อเนื่อง (Ripple Effects) โดยเกิดจากผลกระทบสองประเภทคือ ผลกระทบโดยตรง (Direct Impact) และผลกระทบโดยอ้อม (Indirect Impact)

1) ผลกระทบโดยตรง (Direct Impact) หมายถึง สิ่งที่ได้รับผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเพียงหนึ่งระดับเท่านั้น โดยดูจากความสัมพันธ์ของกราฟทั้งขาเข้าและขาออก ยกตัวอย่างตามภาพที่ 2.1 กำหนดให้ B คือส่วนที่ได้รับผลกระทบ จากรูป B ถูกเรียกใช้งานโดย A และ B เรียกใช้งาน C ต่อไป ดังนั้นส่วนที่ได้รับผลกระทบโดยตรงคือส่วนที่อยู่ในกรอบเส้นประ คือ A B และ C



ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงผลกระทบโดยตรง

2) ผลกระทบโดยอ้อม (Indirect Impact) หมายถึง สิ่งที่ได้รับผลกระทบจากกลุ่มความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งระดับ และมีทิศทางแบบไม่มีการวนรอบ (Acyclic) ยกตัวอย่างตามภาพที่ 2.2 โดยกำหนดให้ B คือจุดที่ได้รับผลกระทบ จากรูป A เรียกใช้งาน B การเรียกใช้ถัดไปคือ B เรียกใช้งาน C และ D การเรียกใช้ถัดไปคือ C เรียกใช้งาน E และ E เรียกใช้งาน F และ G ดังนั้นส่วนที่ได้รับผลกระทบโดยตรงคือ A B C และ D และส่วนที่ได้รับผลโดยอ้อมคือ E F และ G



ภาพที่ 2.2 ภาพแสดงผลกระทบโดยอ้อม

จากการศึกษางานวิจัย [3, 4] ที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ สามารถสรุปได้ว่า การวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์เป็นกระบวนการเพื่อหาผลลัพธ์สุดท้ายของชิ้นงานซอฟต์แวร์ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง และใช้ชิ้นงานที่เปลี่ยนแปลงเป็นข้อมูลนำเข้า โดยกระบวนการหาข้อมูลจากความสัมพันธ์ของชิ้นงานที่เปลี่ยนแปลงนั้นไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้ชุดของผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง

### 2.1.2 การตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability)

การตามรอยความต้องการ หมายถึงความสามารถที่จะอธิบาย และติดตามวงจรชีวิตของความต้องการ [6] รวมถึงกระบวนการในการตรวจสอบย้อนกลับ โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงส่วนย่อยต่างจากชิ้นงานระดับสูงไปชิ้นงานระดับต่ำ ซึ่งชิ้นงานหมายถึงผลผลิตต่างๆ ของวงจรชีวิตการพัฒนาซอฟต์แวร์ [7] และในมาตรฐานไอทีริฟเฟิลอีแปดสามศูนย์ (IEEE-830) [8] ได้ให้นิยามการตามรอยความต้องการไว้สองทิศทางคือ

1) ตามรอยไปข้างหน้า (Forward Traceability) หมายถึงการตามรอยจากจุดเริ่มต้นไปถึงจุดสิ้นสุดได้ หรือสามารถตามรอยได้โดยมีจุดเริ่มต้นจากเอกสารการระบุข้อกำหนดซอฟต์แวร์ (Software Requirements Specification : SRS) ไปยังเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ไปจนถึงผลลัพธ์สุดท้ายคือซอฟต์แวร์ซึ่งเป็นไปตามกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ และแต่ละความต้องการต้องมีชื่อไม่ซ้ำกัน หรือมีเลขที่อ้างอิงของความต้องการ

2) ตามรอยย้อนหลัง (Backward Traceability) หมายถึงการตามรอยย้อนกลับไปยังจุดก่อนหน้าได้ หรือสามารถตามรอยย้อนกลับจากซอฟต์แวร์สุดท้ายไปยังความต้องการของผู้ใช้ได้ ซึ่งต้องอาศัยการอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของเอกสารก่อนหน้าได้อย่างชัดเจน

ในขั้นตอนการตามรอยความต้องการจำเป็นต้องมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของความต้องการในมุมมองต่าง ๆ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และทราบถึงชิ้นงานต่าง ๆ ว่าถูกพัฒนาตรงตามความต้องการของผู้ใช้ โดยคุณสมบัติที่ดีของความต้องการคือ แต่ละความต้องการต้องมีความถูกต้อง ไม่ขัดแย้ง มีความสมบูรณ์ มีความสอดคล้อง สามารถจัดลำดับความสำคัญได้ สามารถตรวจสอบได้ สามารถแก้ไขได้ และสามารถตามรอยได้ ซึ่งช่วยให้การตามรอยความต้องการนั้นมีประสิทธิภาพ และถูกต้องมากขึ้น ดังนั้นการมีความต้องการที่ดีจึงเป็นสิ่งสำคัญในการตามรอยความต้องการ

### 2.1.3 ยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language)

ยูเอ็มแอลเป็นภาษามาตรฐานในด้านการวิเคราะห์ออกแบบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ (Object-Oriented) [9] ถูกพัฒนาขึ้นโดย Object Management Group ปัจจุบันได้รับความนิยม และถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการออกแบบระบบซอฟต์แวร์ โดยใช้ในการอธิบายถึงผู้เกี่ยวข้อง โครงสร้าง และสถาปัตยกรรมของระบบซอฟต์แวร์ ความสำคัญของยูเอ็มแอลคือใช้ในการสื่อสารระหว่างนักออกแบบ นักพัฒนา และผู้ใช้ระบบ เพื่อให้เกิดความเข้าใจกระบวนการและส่วนงานต่างๆ ของระบบในทิศทางเดียวกันอย่างถูกต้อง และยังช่วยให้การบำรุงรักษาซอฟต์แวร์สามารถทำได้ง่ายขึ้น เพราะการใช้แบบจำลองหรือแผนภาพต่างๆ ในการอธิบายกระบวนการทำให้ทำงานต่อการทำความเข้าใจ

โดยแบบจำลองยูเอ็มแอลประกอบด้วยชุดของแผนภาพ และสามารถแบ่งออกเป็นสองมุมมองคือ แบบจำลองเชิงโครงสร้าง (Structural Model) และแบบจำลองเชิงพฤติกรรม (Behavioral Model) ซึ่งแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ของแผนภาพโดยในแต่ละแบบจำลองจะประกอบไปด้วยแผนภาพต่างๆ มีส่วนประกอบของแผนภาพดังนี้

แบบจำลองเชิงโครงสร้างประกอบด้วย 7 แผนภาพคือ

1) แผนภาพคลาส (Class Diagram) ใช้อธิบายโครงสร้างของระบบโดยแสดงคลาสต่างๆ ของระบบ ความสัมพันธ์ของคลาส (Relationships) พฤติกรรมของคลาส (Methods) และลักษณะประจำของคลาส (Attributes)

2) แผนภาพคอมโพเน้น (Component Diagram) ใช้อธิบายถึงวิธีการแยกองค์ประกอบของระบบซอฟต์แวร์ออกจากกันและแสดงให้เห็นถึงการพึ่งพาระหว่างองค์ประกอบ

3) แผนภาพอ็อบเจกต์ ใช้อธิบายถึงมุมมองที่สมบูรณ์หรือบางส่วน of โครงสร้างข้อมูลของตัวอย่างแบบจำลองของระบบ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง

- 4) แผนภาพโปรไฟล์ (Profile Diagram) ใช้แสดง stereotype ของคลาส และโปรไฟล์ของแพ็คเกจ (Package) และบ่งบอกถึงข้อมูลที่ใช้อธิบายแบบจำลองที่ถูกเพิ่มเติมขึ้นมา
- 5) แผนภาพคอมโพสิทส์ตรัคเจอร์ (Composite Structure Diagram) ใช้อธิบายถึงโครงสร้างภายในของคลาส และการใช้ร่วมกันของโครงสร้างที่เป็นไปได้
- 6) แผนภาพดีพลอยเมนต์ (Deployment Diagram) ใช้อธิบายถึงฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการใช้งานของระบบและสภาพแวดล้อมการทำงานและส่วนที่ใช้งานบนฮาร์ดแวร์
- 7) แผนภาพแพ็คเกจ (Package Diagram) ใช้อธิบายวิธีการที่ระบบถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ และแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่ม

แบบจำลองเชิงพฤติกรรมประกอบด้วย 8 แผนภาพคือ

- 1) แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) ใช้อธิบายถึงขั้นตอนของกิจกรรมต่าง ๆ และกระแสนงาน (Workflows) โดยแสดงที่ละขั้นตอน
- 2) แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) ใช้อธิบายถึงฟังก์ชันงานหลักของระบบในมุมมองของผู้เกี่ยวข้อง (Actors) และแสดงถึงความสัมพันธ์ของยูสเคสและผู้เกี่ยวข้อง
- 3) แผนภาพอินเตอร์แอคชัน (Interaction Diagram) ใช้อธิบายการควบคุมการไหลของข้อมูลและข้อมูลจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นแล้ว ประกอบด้วยแผนภาพย่อยที่ใช้ในการจัดทำแผนภาพคือ แผนภาพลำดับ แผนภาพคอมมูนิเคชัน แผนภาพอินเตอร์แอคชันโอเวอร์วิว และแผนภาพไทม์มิ่ง
- 4) แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) ใช้แสดงถึงวิธีการที่อ็อบเจกต์ (Object) ติดต่อสื่อสารกัน และแสดงถึงลำดับของแมสเสจ (Messages) รวมถึงช่วงอายุของอ็อบเจกต์
- 5) แผนภาพคอมมูนิเคชัน (Communication Diagram) ใช้แสดงถึงการติดต่อสื่อสารกันของอ็อบเจกต์ หรือส่วนย่อยของแผนภาพลำดับ โดยแสดงการรวมกันของข้อมูลจากแผนภาพคลาส แผนภาพลำดับ และแผนภาพยูสเคส เพื่ออธิบายพฤติกรรมทั้งแบบ โครงสร้างคงที่ (Static Structure) และ พฤติกรรมไดนามิก (Dynamic Behavior) ของระบบ
- 6) แผนภาพอินเตอร์แอคชันโอเวอร์วิว (Interaction Overview Diagram) ใช้แสดงภาพรวมของแผนภาพคอมมูนิเคชัน
- 7) แผนภาพไทม์มิ่ง (Timing Diagram) เป็นรูปแบบเฉพาะของแผนภาพอินเตอร์แอคชัน ที่มุ่งเน้นในเรื่องของข้อจำกัดของเวลา ใช้เพื่อหาพฤติกรรมของอ็อบเจกต์ในช่วงระยะเวลาที่กำหนด
- 8) แผนภาพสเตตแมชชีน (State Machine) ใช้แสดงถึงสถานะที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์ต่างๆ ของซอฟต์แวร์ โดยแสดงในลักษณะของกราฟระบุทิศทาง

ในปัจจุบันแผนภาพที่เป็นที่นิยมนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองของซอฟต์แวร์ได้แก่ แผนภาพคลาส (Class Diagram) แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) และแผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) โดยนักวิเคราะห์ระบบนำไปใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบซอฟต์แวร์ และทำการปรับปรุงแผนภาพให้สอดคล้องกับการพัฒนาโปรแกรมเมื่อมีการปรับแก้ในขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งแผนภาพต่าง ๆ มีหลักการในการเขียนที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

โดยในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้เพียงสามแผนภาพเท่านั้น ซึ่งอ้างอิงเหตุผลตามมาตรฐานไอทีพี-เพิลอีหนึ่งศูนย์หนึ่งหก (IEEE-1016) [10] ได้แก่

1) แผนภาพยูสเคส เพราะในมุมมองการออกแบบ แผนภาพยูสเคสแสดงถึงบริบท (Context) ต่างๆ ของระบบ และช่วยให้สามารถมองเห็นหน้าทำงานหลักของระบบ รวมถึงการอ้างอิงถึงผู้เกี่ยวข้อง (Actor) กับหน้าทำงานหลักนั้น ๆ

2) แผนภาพคลาส เพราะ ในมุมมองการออกแบบ แผนภาพคลาสแสดงถึงลอจิกัล (Logical) และช่วยให้เห็นโครงสร้าง (Structure) และสารสนเทศ (Information) โดยคำนึงถึงการออกแบบเอนทิตี (Design Entities) การออกแบบความสัมพันธ์ (Design Relationships) การออกแบบลักษณะประจำ (Design Attributes) และ ข้อจำกัดในการออกแบบ (Design Constraints) ซึ่งสามารถใช้ในการระบุโครงสร้าง และความสัมพันธ์ต่าง ๆ

3) แผนภาพลำดับ เพราะในมุมมองการออกแบบ แผนภาพลำดับแสดงถึงปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ช่วยให้เห็นถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีต่าง ๆ และรายละเอียดของปฏิสัมพันธ์ที่อยู่ในลักษณะของแอสเสจ (Messages) ที่กระทบไปยังอ็อบเจกต์ (Object) ซึ่งสามารถใช้ในการตามรอยความต้องการได้

ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหนังสือ [11] เกี่ยวกับการวิเคราะห์และออกแบบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ บนพื้นฐานของยูเอ็มแอล โดยนำมาใช้เป็นองค์ความรู้ประกอบในการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลง และการกำหนดกฎการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอธิบายในบทที่ 3

#### 2.1.4 ขั้นตอนวิธีเพจแรงค์ (Page Rank Algorithm)

ขั้นตอนวิธีเพจแรงค์เป็นขั้นตอนวิธีสำหรับหาความสำคัญของเพจ (page) หรือหน้าเว็บไซต์ โดยค่าเพจแรงค์ อาศัยการคำนวณจากจำนวนเพจที่มีการอ้างอิงถึงหน้านั้น และเพิ่มเติมการพิจารณาความสำคัญของเพจที่อ้างอิงถึงหน้านั้นมาร่วมคำนวณด้วย ดังนั้นเพจที่ได้รับการอ้างอิงจากเพจที่มีความสำคัญมากจะทำให้หน้านั้นมีความสำคัญมากเช่นกัน ซึ่งการคำนวณค่าเพจแรงค์เป็นลักษณะการเรียกซ้ำ (recursive) การคำนวณจนกว่าค่าจะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งขั้นตอนวิธีเพจแรงค์ที่นำมาใช้ใน



งานวิจัยนี้คือ ขั้นตอนวิธีแพรคทีเคิลเพจแรงค์ (Practical Page Rank Algorithm) [12] และนำมาประยุกต์ใช้โดยคำนวณร่วมกับค่าน้ำหนักที่กำหนดไว้ให้กับแต่ละประเภทของส่วนย่อย ดังสมการที่ (2.1)

$$r(i) = d \times \sum_{j \in B(i)} \frac{r(j)}{N(j)} + \frac{1-d}{m} \quad (2.1)$$

โดยนิยาม

ให้  $B(i)$  เป็น ชุดของเพจที่อ้างถึงเพจที่  $i$

ให้  $N(j)$  เป็น จำนวนเพจที่อ้างถึงเพจที่  $j$

ให้  $r(j)$  เป็น ค่าเพจแรงค์ของเพจที่  $j$

ให้  $m$  เป็น จำนวนผลลัพธ์ทั้งหมด

ให้  $d$  เป็น ค่าอัตราความเสื่อมสภาพ (Decay Factor)

มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ถ้าไม่มีเพจที่อ้างถึงเพจที่  $j$  ให้  $N(j) = 1$
- 2)  $0 < d < 1$  โดยงานวิจัยนี้ใช้ค่า  $d = 0.8$

จากสมการที่ 2.1 ค่าเพจแรงค์ของส่วนย่อยที่  $i$  ยังมีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึงส่วนย่อยที่  $i$  นั้นมีความสำคัญมาก ทำให้สามารถนำส่วนย่อยมาจัดลำดับความสำคัญได้โดยเรียงลำดับตามค่าเพจแรงค์ จากค่ามากไปหาค่าน้อย

## 2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อนี้เป็นการกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ ที่ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาแนวคิด หลักการ และองค์ความรู้ต่างๆ มาใช้ทำงานวิจัย หลักการที่เกี่ยวข้องนั้นมีหัวใจหลักอยู่สองส่วนคือ การระบุผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง และการตามรอยความต้องการ ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้ทำการศึกษา ดังนี้

## 2.2.1 การจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลง (A Taxonomy of Change Types)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ในปัจจุบัน มุ่งเน้นเรื่องการหาผลกระทบที่เกิดขึ้นในระดับรหัสต้นฉบับ (Source Code) โดยการวิเคราะห์และจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้มาซึ่งส่วนย่อยที่มีลักษณะหรือพฤติกรรมของผลกระทบที่แน่นอน นิยามรวมว่าเป็นกฎของการเปลี่ยนแปลง (Change Rules)

ในงานวิจัยนี้ [4] ได้จำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงออกเป็นสามประเภทหลักได้แก่

- 1) ประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับคลาส (Class Change Types)
- 2) ประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับฟิลด์ (Field Change Types)
- 3) ประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับเมทอด (Method Change Types)

จากงานวิจัยนี้ได้กำหนดกฎจากพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงตามที่ได้จำแนกไว้ ซึ่งในบางกรณีให้ผลเป็นเซตว่างหรือหมายถึงไม่มีผลกระทบเกิดขึ้น แต่ในความเป็นจริงอาจส่งผลให้เกิดการแก้ไขในส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) หรือมีผลกระทบในมิติอื่นๆ ที่งานวิจัยนี้ไม่ครอบคลุมถึง และการจำแนกนั้นไม่มีการทำในส่วน of ข้อความสั่ง (Statements) มาจำแนกประเภท และในปี 2012 ได้มีงานวิจัย [13] ที่นำเสนอการจำแนกประเภทจากกราฟระบุทิศทาง (Directed Graph) ของชิ้นงานซอฟต์แวร์ (Software Artifacts) โดยใช้เกณฑ์การจำแนกประเภทสี่ข้อคือ Abstraction Level, Composition Type, Type of Operation และ Scope of Change โดยแต่ละเกณฑ์ประกอบด้วยตัวเลือกดังภาพที่ 2.3

Abstraction Level	Composition Type	Type of Operation	Scope of Change
Generic	Atomic	Add <sub>edge/node</sub>	Requirements
Concrete	Composite	Delete <sub>edge/node</sub>	Architecture
		Property_update	Source Code
		Move	Documentation
		Merge	Configuration Files
		Split	Other Documents
		Replace	
		Swap	

ภาพที่ 2.3 การจำแนกสำหรับประเภทการเปลี่ยนแปลง [13]

จากภาพที่ 2.3 ในเกณฑ์ที่หนึ่ง Abstraction Level ประกอบด้วยสองตัวเลือกคือทั่วไป (Generic) และรูปธรรม (Concrete) โดยดูจากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เข้าใกล้การเป็นรูปธรรมมาก เช่น การมีตัวอย่างประกอบสำหรับกรณีที่เป็นรูปธรรม ในเกณฑ์ที่สอง Composition Type ประกอบด้วยสองตัวเลือกคือ อะตอมมิก (Atomic) และคอมโพสิต (Composite) ตัวอย่างเช่น การย้ายเอนทิตี (Moving an Entity) เป็นคอมโพสิต และการเพิ่มคลาส “X” ไปยังแพคเกจ “Y” เป็นอะตอมมิก ในเกณฑ์ที่สาม Type of Operation สะท้อนให้เห็นถึงเกณฑ์ที่สองว่ามีการปฏิบัติการอย่างไรกับกราฟระบุทิศทาง และในเกณฑ์ที่สี่ Scope of Change ใช้สำหรับเชื่อมโยงประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปได้กับสิ่งประดิษฐ์ทางซอฟต์แวร์ (Software Artifacts)

ตัวอย่างการนำเกณฑ์จากงานวิจัย [13] ไปใช้ในการจำแนกประเภทของการเปลี่ยนแปลง เช่น “กำหนดชนิดของข้อมูลสำหรับการคืนค่าในเมท็อด X เป็น Integer” จะถูกจัดประเภทดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการจำแนกประเภทของงานวิจัย

เกณฑ์	ผลลัพธ์
Abstraction Level	Concrete
Composition Type	Atomic
Type of Operation	Property Update
Scope of Change	Architecture, Source Code

จากสองงานวิจัย [4, 13] พบว่าสามารถใช้ทั้งสองวิธีการเพื่อหาผลกระทบโดยความแตกต่างคือข้อมูลนำเข้า โดยกรอบแนวคิดของงานวิจัย [4] นั้นใช้การหาผลกระทบจากชุดของผลกระทบที่ได้จากกระบวนการ Change Impact Analysis (CIA) เพื่อเป็นข้อมูลในการหาความสัมพันธ์ในซอฟต์แวร์ และนำมาหาชุดของซอฟต์แวร์ที่ได้รับผลกระทบตามกฎของผลกระทบ (Impact Rules) ที่กำหนดไว้ จากการจำแนกด้วยวิธีดังกล่าวเน้นการเปลี่ยนแปลงในระดับรหัสต้นฉบับ โดยไม่สนใจรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงข้อความสั่ง (Statement) ภายในเมท็อด ส่วนวิธีการของงานวิจัย [13] นั้นใช้กราฟระบุทิศทางเพื่อหาความสัมพันธ์ในซอฟต์แวร์ และนำการเปลี่ยนแปลงมาจำแนกตามเกณฑ์ต่าง ๆ โดยหาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับกราฟ และนำมาหาส่วนของกราฟที่ได้รับผลกระทบตามกฎของผลกระทบที่ระบุไว้ในงานวิจัย วิธีนี้จึงเหมาะกับองค์กรที่มีการทำการทดสอบอย่างจริงจัง และต้องมีข้อกำหนดที่ชัดเจนในการแปลงรหัสต้นฉบับเป็นกราฟระบุทิศทางเพื่อให้ได้กราฟที่ถูกต้องและสามารถตามรอยได้

## 2.2.2 การตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability)

งานวิจัย [14] นำเสนอการตามรอยความต้องการจากการสร้างสิ่งเชื่อมโยงระหว่างความต้องการกับรหัสต้นฉบับ เพื่อระบุว่าความต้องการนั้นได้ถูกพัฒนาขึ้นในส่วนใดของรหัสต้นฉบับ โดยปัญหาของงานวิจัย [14] คือ การขาดการตามรอยจากสิ่งเชื่อมโยงที่เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำความเข้าใจรหัสต้นฉบับ และการขาดการจัดการการเปลี่ยนแปลง (Change Management) ซึ่งมักถูกอ้างเป็นเหตุผลของความล้มเหลวทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และการบำรุงรักษาการตามรอยจากความต้องการไปยังโค้ดนั้นส่วนใหญ่ทำด้วยมือ (Manual) และมีแนวโน้มที่จะเกิดข้อผิดพลาดอันเนื่องมาจากความต้องการที่ไม่เป็นทางการ (Informal Requirements) [14] และกล่าวถึงปัญหาจากการตามรอยความต้องการไปยังรหัสต้นฉบับว่ามาจากการขาดความน่าเชื่อถือในการทำให้เป็นอัตโนมัติ และยากกับการวัดขนาด (scale) ตัวอย่างเช่น มีความต้องการ  $n$  ความต้องการ และมี  $m$  ชิ้นงานของโค้ด (Code Pieces) โดยชิ้นงานในที่นี้หมายถึงคลาสเมทอด จำนวนบรรทัดของโค้ด (Line of Code) เป็นต้น ซึ่งจำนวนการเชื่อมโยงที่อาจเป็นไปได้ทั้งหมดจะเท่ากับ  $n$  คูณ  $m$  ซึ่งมักใช้ตารางเมทริกซ์มาช่วยอธิบายการเชื่อมโยงกันได้

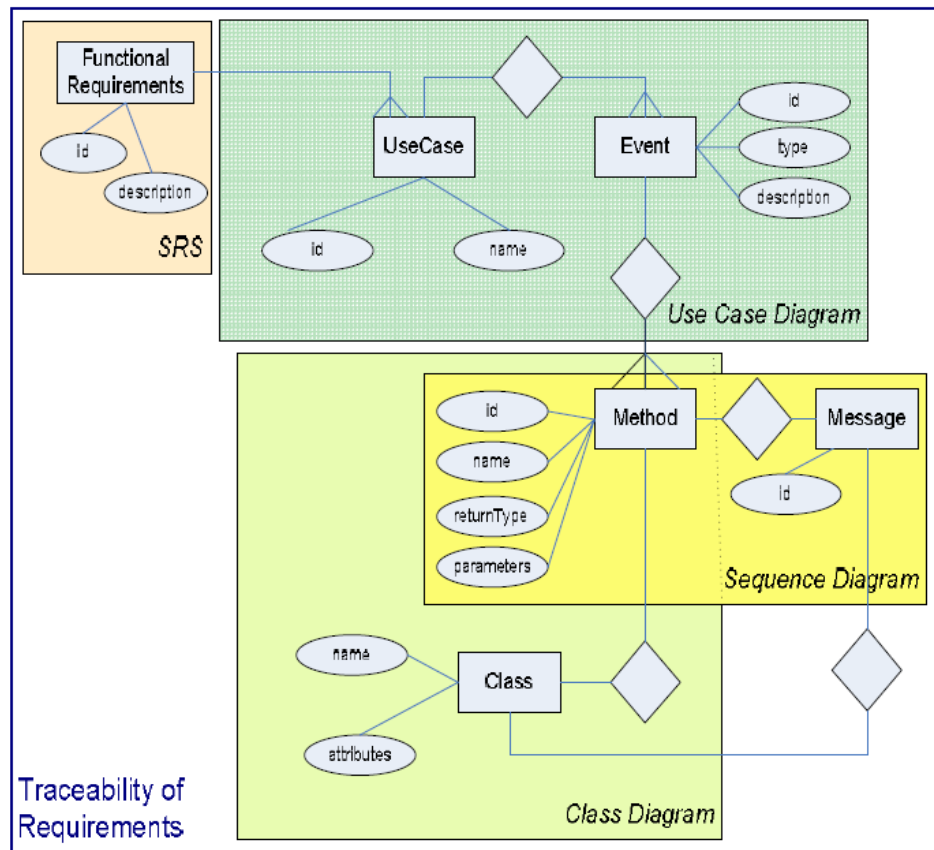
โดยงานวิจัยนี้ได้แนะนำเสนอขั้นตอนการตามรอยความต้องการโดยแบ่งเป็นสี่ขั้นตอน ได้แก่

- 1) การทำเมทริกซ์ตามรอย (Trace Matrix)
- 2) การสร้างคอลกราฟ (Call Graph)
- 3) การกำหนดบริเวณความต้องการ (Requirements Region)
- 4) การหาแบบรูปความต้องการ (Requirements Pattern)

จากงานวิจัย [14] แสดงให้เห็นถึงการสร้างการเชื่อมโยงความต้องการไปยังรหัสต้นฉบับโดยตรง ซึ่งในที่นี้คือ คลาส เมทอด และแพคเกจ ซึ่งในความเป็นจริงนั้นการตามรอยความต้องการสามารถใช้แผนภาพยูเอ็มแอลเข้ามาช่วยได้ และทำให้สอดคล้องกับวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยจะกล่าวถึงแนวทางและวิธีการในงานวิจัยถัดไป

งานวิจัย [15] นำเสนอวิธีการตามรอยความต้องการ เฉพาะความต้องการเชิงหน้าที่ (Functional Requirements) ระหว่างเอกสารข้อกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์ (Software Requirements Specification: SRS) กับแผนภาพยูเอ็มแอลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความต้องการที่อยู่ในขั้นตอนการออกแบบซอฟต์แวร์ โดยใช้สัญกรณ์เซต (Z Notation) เป็นภาษารูปนัยสำหรับแสดง SRS และชิ้นงานในขั้นตอนการออกแบบ โดยปัญหาของงานวิจัยนี้เนื่องมาจากกระบวนการในการแปลงความต้องการในการออกแบบแบบจำลองเป็นกระบวนการที่ทำด้วยมือ และมีปริมาณมากซึ่งเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้แน่ใจว่าความต้องการของผู้ใช้ทั้งหมดได้ถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบ

ซอฟต์แวร์ อย่างครบถ้วน (Completely) และครอบคลุม (Coverage) ซึ่งงานวิจัยนี้มีขอบเขตการวิจัยเฉพาะ แผนภาพยูสเคส แผนภาพลำดับ และแผนภาพคลาส ซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงหน้าที่กับแบบจำลองยูเอ็มแอลด้วย Visual Model และแผนภาพอีอาร์ (E-R Diagram) ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างชั้นงานต่าง ๆ [15]

จากรูปที่ 8 ผู้วิจัยได้กำหนดกฎการตามรอยไว้ดังนี้

- 1) ความต้องการเชิงหน้าที่ต้องมีเลขที่อ้างอิงและคำอธิบาย
- 2) ความต้องการเชิงหน้าที่ต้องจับกับอย่างน้อยหนึ่งยูสเคส
- 3) หนึ่งยูสเคสควรประกอบด้วยอย่างน้อยหนึ่งเหตุการณ์ (Event)
- 4) เหตุการณ์ต้องเป็นประเภทระหว่าง Basic กับ Alternate
- 5) เหตุการณ์จะต้องมีการจัดการอย่างน้อยหนึ่งเมทอด
- 6) เมทอดจะจัดการกับเหตุการณ์ใดๆ ที่จะต้องมีนำเสนอในส่วนของแมสเสจของแผนภาพลำดับ

- 7) ในแผนภาพลำดับแมสเสจสามารถเป็นได้ทั้ง แมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ และแมสเสจระหว่างผู้เกี่ยวข้อง
- 8) แต่ละแมสเสจในแผนภาพลำดับสามารถเป็นได้อย่างใดอย่างหนึ่งระหว่างสตริง (String) หรือเมทอด
- 9) เมทอดทั้งหมดที่นำเสนอในแผนภาพลำดับจะต้องถูกนำเสนอในเมทอดของคลาสในแผนภาพคลาส

จากบางส่วนของงานวิจัย [15] พบว่าการตามรอยความต้องการไปยังแผนภาพยูเอ็มแอลนั้นสามารถทำได้ บนพื้นฐานของกฎของการตามรอยที่ได้กำหนดไว้ ทำให้เห็นว่าสิ่งที่จำเป็นสำหรับการตามรอยนั้นคือ การมีความต้องการที่สมบูรณ์ และมีคุณสมบัติของความต้องการที่ดีตามมาตรฐาน [2] ได้กำหนดไว้ ซึ่งหัวใจสำคัญของการตามรอยความต้องการไปยังแผนภาพนั้นคือแผนภาพยูสเคส เพราะเมื่อสามารถตามรอยไปยังแผนภาพยูสเคสได้จะทำให้สามารถตามรอยไปยังแผนภาพอื่น ๆ ได้ในภาพรวม และทำให้ทราบถึงขอบเขตของผลกระทบ ดังนั้นการทำให้สามารถระบุความต้องการไปในแผนภาพอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้องน่าจะช่วยให้สามารถตามรอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลมากขึ้น

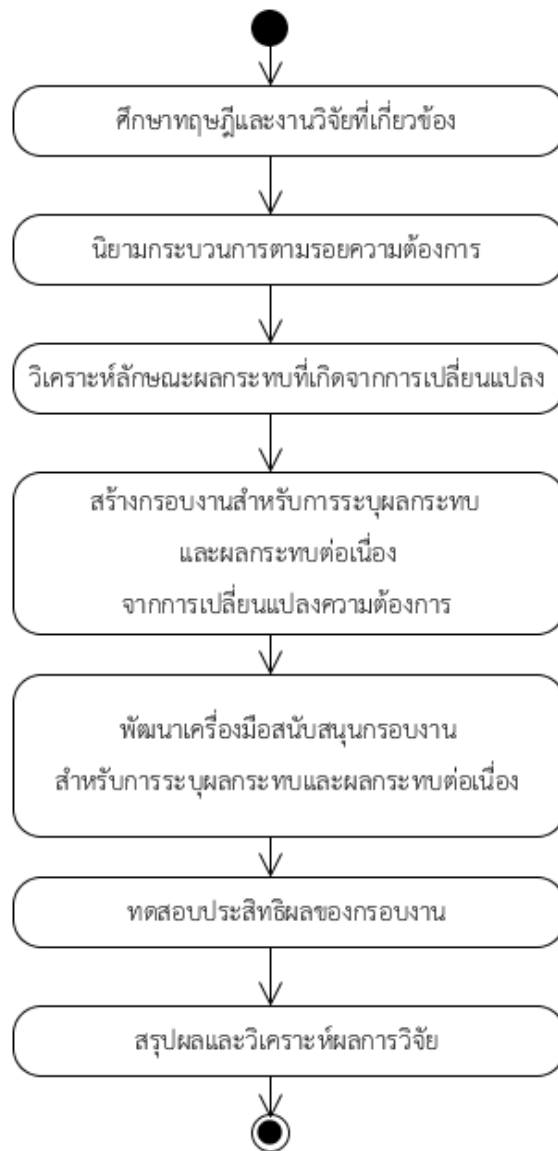
## บทที่ 3

### แนวคิดที่นำเสนอ

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนารอบงานสำหรับระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการทั้งผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยตรงและผลกระทบต่อเนื่อง ซึ่งต้องอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นงานในโครงการซอฟต์แวร์ได้แก่ ความต้องการ คำขอการเปลี่ยนแปลง และแผนภาพเชิงวิเคราะห์ ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการทำวิจัยดังนี้

#### 3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

ขั้นตอนในการทำงานวิจัยแสดงได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

- 1) ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นตอนในการรวบรวมองค์ความรู้ ทฤษฎี รวมถึงงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ การวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ การตามรอยความต้องการ และแผนภาพเชิงวิเคราะห์ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงในการสร้างกรอบงาน ซึ่งได้กล่าวถึงไว้ในบทที่ 2
- 2) นิยามกระบวนการตามรอยความต้องการ เป็นขั้นตอนการกำหนดแนวทางและข้อกำหนดต่าง ๆ ในการตามรอยความต้องการไปยังแผนภาพ
- 3) วิเคราะห์ลักษณะผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง เป็นขั้นตอนในการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงจากแผนภาพเชิงวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยสามแผนภาพคือ แผนภาพยูสเคส



แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ ซึ่งอ้างอิงจากการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงจากงานวิจัย [4] และการกำหนดกฎการเปลี่ยนแปลงเพื่อใช้กำหนดทิศทางในการตามรอยผลกระทบ

4) สร้างกรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่อง เป็นขั้นตอนในการนิยามกระบวนการต่าง ๆ ที่ใช้การระบุผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ ซึ่งกรอบงานที่ได้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการนิยามการตามรอยความต้องการในหัวข้อที่ 2) และประเภทการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากหัวข้อที่ 3) เพื่อใช้เป็นแบบจำลองอ้างอิงในการวิเคราะห์ลักษณะของผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง

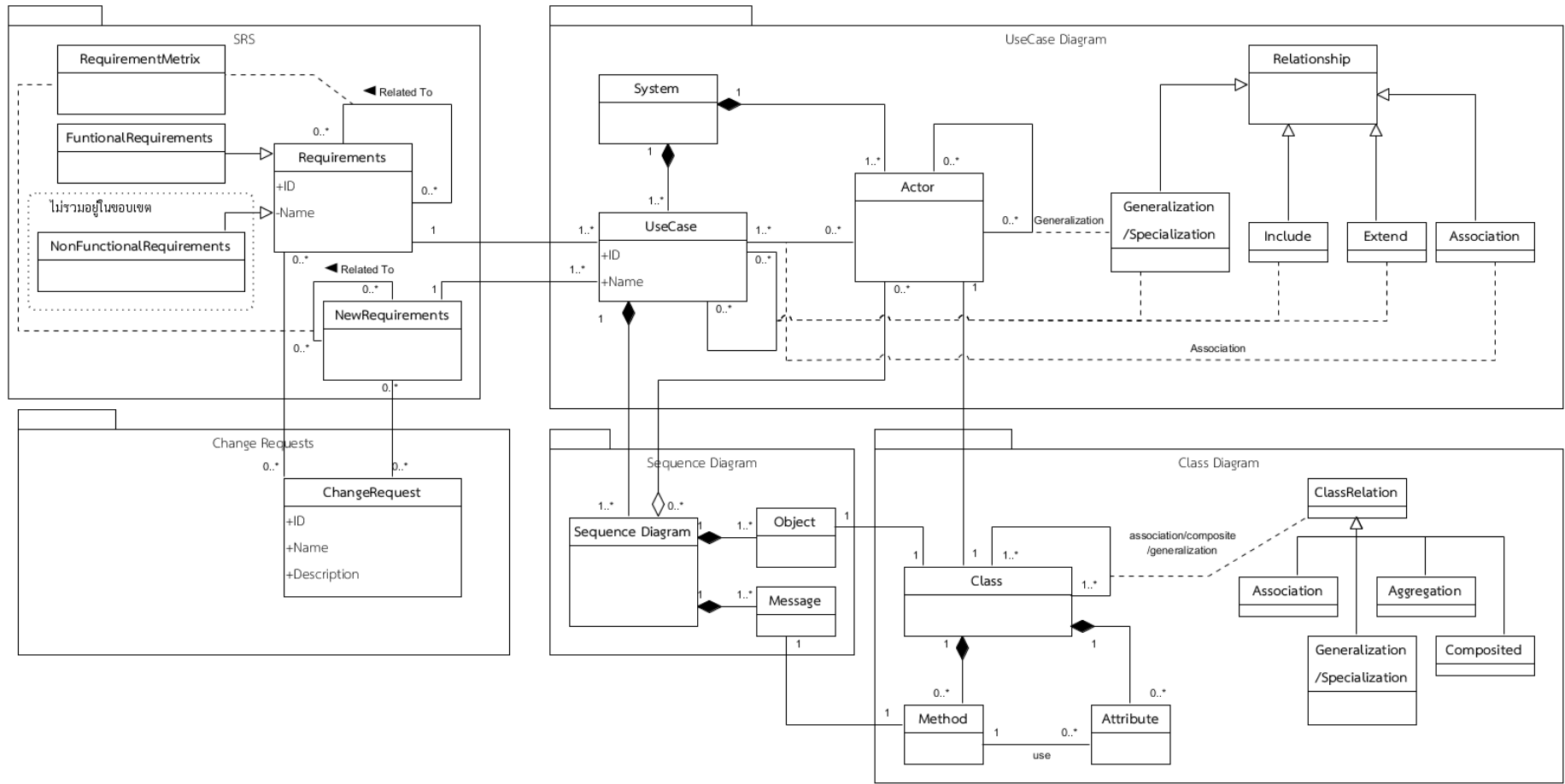
5) พัฒนาเครื่องมือสนับสนุนกรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่อง เพื่อให้กรอบงานที่นำเสนอสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง จึงพัฒนาเครื่องมือที่สนับสนุนขั้นตอนต่าง ๆ ของกรอบงานรวมถึงการทดสอบเครื่องมือที่พัฒนา ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในบทที่ 5

6) ทดสอบประสิทธิผลของกรอบงาน เป็นขั้นตอนในการทดสอบกรอบงานว่ามีความแม่นยำและความครบถ้วนในการระบุผลกระทบจากกรอบงานที่ได้ ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในบทที่ 6

7) สรุปผล และวิเคราะห์ผลการวิจัย เป็นขั้นตอนการสรุปผลที่ได้จากงานวิจัย รวมถึงแนวทางในการพัฒนางานวิจัยในอนาคต ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในบทที่ 7

### 3.2 การนิยามกระบวนการตามรอยความต้องการ

การตามรอยความต้องการได้จากการประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์เพิ่มเติมจากงานวิจัย [12] การตามรอยความต้องการแสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขอบเขตการตามรอยความต้องการ

จากภาพที่ 3.2 แสดงถึงการความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นงานต่าง ๆ ในโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่จำเป็นสำหรับการระบุผลกระทบ ซึ่งการตามรอยความต้องการสามารถอธิบายขอบเขตของการตามรอยในรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับโดยแบ่งออกเป็นลักษณะความสัมพันธ์หลัก 4 ส่วนดังต่อไปนี้

### 3.2.1 ความสัมพันธ์ของรายการความต้องการ

ความสัมพันธ์ของรายการความต้องการแบ่งเป็นสองหัวข้อดังต่อไปนี้

#### 3.2.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างรายการความต้องการที่อยู่ในรูปภาษาธรรมชาติ

ความสัมพันธ์ระหว่างรายการความต้องการที่อยู่ในรูปภาษาธรรมชาติคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการหนึ่งกับอีกความต้องการหนึ่ง ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะของความสัมพันธ์แบบที่ต้องพึ่งพิง (Dependent) ยกตัวอย่างเช่น ระบบลงทะเบียนเรียนนักเรียนมีความต้องการว่านักศึกษาต้องสามารถค้นหารายวิชาที่สามารถลงทะเบียนเรียนได้ในภาคการศึกษานั้น ๆ ได้ ซึ่งความต้องการดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยผลลัพธ์จากความต้องการระบบที่ว่าระบบต้องสามารถนำเข้าข้อมูลรายวิชาที่สามารถลงทะเบียนได้ในแต่ละภาคการศึกษา เป็นต้น ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างรายการความต้องการดังกล่าวจะถูกนำมาใช้เพื่อตามรอยผลกระทบจากความต้องการหนึ่งไปยังอีกความต้องการหนึ่ง

#### 3.2.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรายการความต้องการใหม่ที่อยู่ในรูปภาษาธรรมชาติ

ความสัมพันธ์ระหว่างรายการความต้องการใหม่ที่อยู่ในรูปภาษาธรรมชาติคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการใหม่หนึ่งกับอีกความต้องการใหม่หนึ่ง ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะของความสัมพันธ์แบบที่ต้องพึ่งพิง ซึ่งความต้องการใหม่หมายถึงความต้องการที่เพิ่มเติมขึ้นมาจากความต้องการเดิมที่มีอยู่แล้ว ที่อาจมีหรือไม่มีความสัมพันธ์กับความต้องการเดิม

#### 3.2.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างรายการความต้องการและแผนภาพยูสเคส

ความสัมพันธ์ระหว่างรายการความต้องการและแผนภาพยูสเคสคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่อยู่ในรูปภาษาธรรมชาติกับยูสเคสที่อยู่ภายในแผนภาพยูสเคส ซึ่งความต้องการต้องมีอย่างน้อยหนึ่งยูสเคสที่กล่าวถึง เพื่อใช้ตามรอยจากความต้องการไปยังแผนภาพยูสเคส

### 3.2.2 ความสัมพันธ์ภายในแผนภาพเดียวกัน

ความสัมพันธ์ภายในแผนภาพเดียวกันสามารถอธิบายตามแผนภาพเชิงวิเคราะห์ทั้งสามแผนภาพได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ ดังนี้

### 3.2.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพยูสเคส

ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพยูสเคสคือ ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในแผนภาพยูสเคส ซึ่งแผนภาพยูสเคสมีส่วนประกอบได้แก่ ระบบ (System) ยูสเคส (Use Case) แอคเตอร์ (Actor) และความสัมพันธ์สี่รูปแบบคือ เจเนอรัลไลเซชัน (Generalization) อินคลูด (Include) เอกซ์เทนด (Extend) และแอสโซซิเอชัน (Association) ซึ่งจากภาพที่ 3.2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ดังนี้

- 1) ระบบต้องมีความสัมพันธ์กับยูสเคสและแอคเตอร์ ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์มากกว่าหรือเท่ากับหนึ่งยูสเคส และหนึ่งแอคเตอร์ นั่นคือในหนึ่งระบบต้องมีอย่างน้อยหนึ่งแอคเตอร์และหนึ่งยูสเคส
- 2) ทุกยูสเคสต้องมีความสัมพันธ์กับแอคเตอร์ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งแอคเตอร์ ซึ่งโดยปกติแล้วหนึ่งยูสเคสควรมีความสัมพันธ์กับแอคเตอร์โดยตรง แต่ในบางกรณีความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจมีความสัมพันธ์แบบทางอ้อมโดยผ่านทางยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กับแอคเตอร์โดยตรงนั้น ยกตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ประเภทอินคลูด และเอกซ์เทนด
- 3) ยูสเคสอาจมีหรือไม่มีความสัมพันธ์กับยูสเคสอื่นได้ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งยูสเคส โดยลักษณะความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ได้แก่ เจเนอรัลไลเซชัน อินคลูด และเอกซ์เทนด เท่านั้น
- 4) แอคเตอร์อาจมีหรือไม่มีความสัมพันธ์กับแอคเตอร์อื่นได้ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งแอคเตอร์ โดยลักษณะความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้คือเจเนอรัลไลเซชันเท่านั้น

### 3.2.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพคลาส

ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพคลาสคือ ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในแผนภาพคลาส ซึ่งแผนภาพคลาสมมีส่วนประกอบได้แก่ คลาส (Class) เมทอด (Method) ลักษณะประจำ (Attribute) และความสัมพันธ์สี่รูปแบบคือ เจเนอรัลไลเซชัน แอสโซซิเอชัน แอกรีเกชัน (Aggregation) และคอมโพสิท (Composited) ซึ่งจากภาพที่ 3.2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ดังนี้

- 1) ทุกคลาสต้องมีความสัมพันธ์กับเมทอด ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งเมทอด
- 2) ทุกคลาสต้องมีความสัมพันธ์กับลักษณะประจำ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งลักษณะประจำ
- 3) คลาสอาจมีความสัมพันธ์กับคลาส ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งคลาสโดยลักษณะความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ได้แก่ เจเนอรัลไลเซชัน แอสโซซิเอชัน แอกรีเกชัน และคอมโพสิท เท่านั้น
- 4) เมทอดต้องมีความสัมพันธ์กับลักษณะประจำ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์อย่างน้อยหนึ่งลักษณะประจำหรืออาจไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะประจำ

### 3.2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพลำดับคือ ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในแผนภาพลำดับ ซึ่งแผนภาพลำดับมีส่วนประกอบได้แก่ แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) อ็อบเจกต์ (Object) และแมสเสจ (Message) ซึ่งจากภาพที่ 3.2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ดังนี้

- 1) ทุกแผนภาพลำดับต้องมีความสัมพันธ์กับอ็อบเจกต์ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งอ็อบเจกต์
- 2) ทุกแผนภาพลำดับต้องมีความสัมพันธ์กับแมสเสจ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งแมสเสจ

### 3.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพ

ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพสามารถอธิบายตามแผนภาพเชิงวิเคราะห์ทั้งสามแผนภาพได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ ดังนี้

#### 3.2.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคสและแผนภาพลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคสและแผนภาพลำดับคือ ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพยูสเคสที่ถูกอ้างอิงจากแผนภาพลำดับ ซึ่งจากภาพที่ 3.2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองแผนภาพได้ดังนี้

- 1) หนึ่งยูสเคสต้องมีความสัมพันธ์กับแผนภาพลำดับ ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์กับแผนภาพลำดับอย่างน้อยหนึ่งแผนภาพลำดับ
- 2) หนึ่งแอกเตอร์อาจมีความสัมพันธ์กับแผนภาพลำดับ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับแผนภาพลำดับหรือไม่ก็ได้ ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวหมายถึงการที่แอกเตอร์ดังกล่าวถูกอ้างอิงโดยแผนภาพลำดับในลักษณะของผู้ดำเนินการในลำดับเหตุการณ์นั้นๆ

#### 3.2.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคสและแผนภาพคลาส

ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคสและแผนภาพคลาสคือ ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพยูสเคสที่ถูกอ้างอิงจากแผนภาพคลาส ซึ่งจากภาพที่ 3.2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองแผนภาพได้ดังนี้

- 1) หนึ่งแอกเตอร์อาจมีความสัมพันธ์กับคลาส ซึ่งแอกเตอร์มีความสัมพันธ์กับคลาสในลักษณะเป็นตัวแทนซึ่งกันและกันคือ แอกเตอร์ถูกนำไปพัฒนาเป็นส่วนหนึ่งของคลาสเพื่อใช้ในการดำเนินการภายในซอฟต์แวร์ที่พัฒนา

### 3.2.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาสและแผนภาพลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาสและแผนภาพลำดับคือ ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพคลาสที่ถูกอ้างอิงจากแผนภาพลำดับ ซึ่งจากภาพที่ 3.2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองแผนภาพได้ดังนี้

- 1) หนึ่งอ็อบเจกต์ต้องมีความสัมพันธ์กับคลาส ซึ่งอ็อบเจกต์มีความสัมพันธ์กับคลาสในลักษณะอ้างอิงกันคือ หนึ่งอ็อบเจกต์ใด ๆ จะต้องสามารถอ้างอิงถึงคลาสได้เพียงหนึ่งคลาสเท่านั้น
- 2) หนึ่งแมสเสจต้องมีความสัมพันธ์กับเมทอด ซึ่งแมสเสจมีความสัมพันธ์กับเมทอดในลักษณะอ้างอิงกันคือ หนึ่งแมสเสจใด ๆ จะต้องสามารถอ้างอิงถึงเมทอดได้เพียงหนึ่งเมทอดเท่านั้น

### 3.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ

ความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ คือการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงที่จะส่งผลกระทบต่อความต้องการต่าง ๆ ซึ่งความสัมพันธ์อาจอยู่ในลักษณะการแก้ไขตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อความต้องการเดิมที่มีอยู่ หรือเป็นคำขอการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดเป็นความต้องการใหม่เกิดขึ้น ซึ่งจากภาพที่ 3.2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ดังนี้

- 1) คำขอการเปลี่ยนแปลงอาจมีความสัมพันธ์กับความต้องการ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งความต้องการ
- 2) คำขอการเปลี่ยนแปลงอาจมีความสัมพันธ์กับความต้องการใหม่ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งความต้องการใหม่

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวทำให้สามารถตามรอยผลกระทบต่อความต้องการ และสามารถตามรอยต่อเนื่องไปยังแผนภาพเชิงวิเคราะห์ต่อไปได้

การตามรอยความต้องการ และขอบเขตของการตามรอยดังกล่าวเป็นแนวทางสำหรับการตามรอยผลกระทบต่อเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการขึ้น โดยทำให้เห็นภาพรวมของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ แต่การที่จะระบุผลกระทบต่อเนื่องจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพเชิงวิเคราะห์ ซึ่งได้อธิบายไว้ในหัวข้อถัดไป

## 3.3 การวิเคราะห์และออกแบบกรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

การวิเคราะห์ลักษณะผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ เป็นการวิเคราะห์หาจุดที่เกิดผลกระทบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงใด ๆ โดยอาจส่งผลกระทบในลักษณะที่กระจายต่อเนื่องกันไปคล้ายวงคลื่นน้ำ โดยในแต่ละการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมักจะมีกฎที่ชัดเจน ซึ่ง

งานวิจัยนี้สนใจเฉพาะการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาเชิงวัตถุเท่านั้น ดังนั้นการวิเคราะห์ลักษณะผลกระทบ เพื่อหากฎที่เป็นไปได้ในการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ นั้น ต้องเป็นกฎที่มีคุณลักษณะชัดเจนในพฤติกรรมการสร้างผลกระทบ โดยนิยามจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยใช้การจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงแผนภาพเชิงวิเคราะห์ โดยทำการวิเคราะห์และนิยามจากองค์ความรู้การจำแนกประเภทในระดับรหัสต้นฉบับจากงานวิจัย [4, 13]

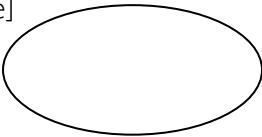

### 3.3.1 การจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงจากแผนภาพเชิงวิเคราะห์

การจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงในงานวิจัยนี้สนใจจำแนกจากสามแผนภาพเชิงวิเคราะห์ ได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และ แผนภาพลำดับ เท่านั้น โดยอยู่บนพื้นฐานตัวดำเนินการ 4 รูปแบบคือ

- 1) การเพิ่ม (Addition) แทนด้วยเครื่องหมายบวก “+”
- 2) การถอดออก (Remove) แทนด้วยเครื่องหมายลบ “-”
- 3) การแก้ไข (Modification) แทนด้วยตัวอักษรเอ็ม “M”
- 4) การแยกองค์ประกอบเพื่อให้เฉพาะเจาะจงยิ่งขึ้น (Separation of Element for Specific Concern) แทนด้วยตัวอักษรเอส “S”

จากตัวดำเนินการทั้ง 4 สามารถนำไปใช้จำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับส่วนย่อยของแผนภาพ (Diagram Element) โดยทำการวิเคราะห์ถึงการนำตัวดำเนินการที่เป็นไปได้ไปใช้ในกรณีต่างๆ แสดงตัวอย่างการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลง

	ส่วนย่อยของแผนภาพ	ตัวดำเนินการที่เป็นไปได้	ตัวอย่าง
แบบเดี่ยว	[Use case] 	(+),(-), (M) และ (S)	(+) : เพิ่มยูสเคสใหม่ (S) : แยกองค์ประกอบยูสเคสเพื่อให้เฉพาะเจาะจงยิ่งขึ้น
แบบมีความสัมพันธ์	[Use case extended to use case] 	(-) และ (M)	(M) : การแก้ไขความสัมพันธ์ชนิด เอกซ์เทนด์เป็นอินคลูด

จากตารางที่ 3.1 แสดงถึงตัวอย่างการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงของยูสเคส โดยยูสเคสสามารถมองได้สองมุมมองคือ แบบเดี่ยว (Single) และ แบบมีความสัมพันธ์ (With Relation) ซึ่งแต่ละมุมมองมีตัวดำเนินการที่เป็นไปได้แสดงตามสดมภ์ที่สอง นั้นหมายความว่าบางตัวดำเนินการไม่สามารถนำมาใช้ได้บางกรณี ยกตัวอย่างเช่น การเพิ่ม (+) ความสัมพันธ์ประเภทอินคลูดีไปยังยูสเคสที่มีความสัมพันธ์ประเภทเอกซ์เทนดอยู่แล้ว ซึ่งในกรณีของยูสเคสนั้นเป็นไปได้ไม่ได้ที่จะมีความสัมพันธ์ที่ซ้ำซ้อนกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ แสดงดังตารางที่ 3.2, 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ โดยนำการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงจากรหัสต้นฉบับบางส่วนจากงานวิจัย [4] ที่สอดคล้องกับการออกแบบซอฟต์แวร์ในส่วนของแผนภาพคลาส และผู้วิจัยได้ทำการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างคลาสประเภทต่าง ๆ ซึ่งไม่ปรากฏในการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงจากงานวิจัย [4] เนื่องจากงานวิจัยดังกล่าวเป็นการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในรหัสต้นฉบับเท่านั้น



ตารางที่ 3.2 ประเภทการเปลี่ยนแปลงของแผนภาพยูสเคส

ลำดับที่	ชื่อ	ความหมาย	ตัวดำเนินการ
<b>ส่วนย่อยระบบ (System Element)</b>			
1	AS	การเพิ่มระบบ	(+)
2	DS	การลบระบบ	(-)
<b>ส่วนย่อยยูสเคส (Use Case Element)</b>			
3	AUC	การเพิ่มยูสเคส	(+)
4	DUC	การลบยูสเคส	(-)
<b>ส่วนย่อยแอกเตอร์ (Actor Element)</b>			
5	AAT	การเพิ่มแอกเตอร์	(+)
6	DAT	การลบแอกเตอร์	(-)
<b>ส่วนย่อยความสัมพันธ์ (Relationship Element)</b>			
7	AUCAso	การเพิ่มความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างยูสเคสหรือแอกเตอร์	(+)
8	DUCAso	การลบความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างยูสเคสหรือแอกเตอร์	(-)
9	AINC	การเพิ่มความสัมพันธ์แบบอินคลูด	(+)
10	DINC	การลบความสัมพันธ์แบบอินคลูด	(-)
11	CINCToEXT	การแก้ไขความสัมพันธ์จากอินคลูดเป็นเอกซ์เทนด	(M)
12	CINCToGENZ	การแก้ไขความสัมพันธ์จากอินคลูดเป็นเจเนอรัลไลเซชัน	(S)
13	AEXT	การเพิ่มความสัมพันธ์แบบเอกซ์เทนด	(+)
14	DEXT	การลบความสัมพันธ์แบบเอกซ์เทนด	(-)
15	CEXTToINC	การแก้ไขความสัมพันธ์จากเอกซ์เทนดเป็นอินคลูด	(M)
16	CEXTToGENZ	การแก้ไขความสัมพันธ์จากเอกซ์เทนดเป็นเจเนอรัลไลเซชัน	(S)
17	AGENZ-UC	การเพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่างยูสเคส	(S)
18	AGENZ-ACT	การเพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่างแอกเตอร์	(S)
19	DGENZ-UC	การลบเจเนอรัลไลเซชันระหว่างยูสเคส	(-)
20	DGENZ-ACT	การลบเจเนอรัลไลเซชันระหว่างแอกเตอร์	(-)

ตารางที่ 3.2 ประเภทการเปลี่ยนแปลงของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อ	ความหมาย	ตัวดำเนินการ
21	CGENZToINC	การแก้ไขความสัมพันธ์จากเจเนอร์ลไลเซชันเป็นอินคลูด	(M)
22	CGENZToEXT	การแก้ไขความสัมพันธ์จากเจเนอร์ลไลเซชันเป็นเอกซ์เทนด	(M)

ตารางที่ 3.3 ประเภทการเปลี่ยนแปลงของแผนภาพคลาส

ลำดับที่	ชื่อ	ความหมาย	ตัวดำเนินการ
<b>ส่วนย่อยคลาส (Class Elements)</b>			
23	AC	การเพิ่มคลาส	(+)
24	DC	การลบคลาส	(-)
<b>ส่วนย่อยลักษณะประจำ (Attribute Elements)</b>			
25	AF	การเพิ่มลักษณะประจำ	
26	DF	การลบลักษณะประจำ	
27	CTF	การเปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูลของลักษณะประจำ	(M)
28	CNF	การเปลี่ยนชื่ออ็องอิงลักษณะประจำ	(M)
<b>ส่วนย่อยเมทอด (Method Elements)</b>			
29	AM	การเพิ่มเมทอด	(+)
30	DM	การลบเมทอด	(-)
<b>ส่วนย่อยความสัมพันธ์ (Relationship Elements)</b>			
31	IMTA	การเพิ่มมัลติพลิซิติ (Multiplicity) ของเส้นความสัมพันธ์แอสโซซิเอชัน	(M)
32	IMTC	การเพิ่มมัลติพลิซิติของเส้นความสัมพันธ์คอมโพสิท	(M)
33	IMTAgg	การเพิ่มมัลติพลิซิติของเส้นความสัมพันธ์แอกกรีเกชัน	(M)
34	DMTA	การลดมัลติพลิซิติของเส้นความสัมพันธ์แอสโซซิเอชัน	(M)
35	DMTC	การลดมัลติพลิซิติของเส้นความสัมพันธ์คอมโพสิท	(M)
36	DMTAgg	การลดมัลติพลิซิติของเส้นความสัมพันธ์แอกกรีเกชัน	(M)

ตารางที่ 3.2 ประเภทการเปลี่ยนแปลงของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อ	ความหมาย	ตัวดำเนินการ
37	CRAtoc	การแก้ไขความสัมพันธ์จากแอสโซซิเอชันเป็นคอมโพสิต	(M)
38	CRAtog	การแก้ไขความสัมพันธ์จากแอสโซซิเอชันเป็นเจเนอรัลไลเซชัน	(S)
39	CRAtoAgg	การแก้ไขความสัมพันธ์จากแอสโซซิเอชันเป็นแอกกรีเกชัน	(M)
40	ARA	การเพิ่มความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาส	(+)
41	CRGtoA	การแก้ไขความสัมพันธ์จากเจเนอรัลไลเซชันเป็นแอสโซซิเอชัน	(M)
42	CRGtoC	การแก้ไขความสัมพันธ์จากเจเนอรัลไลเซชันเป็นคอมโพสิต	(M)
43	CRGtoAgg	การแก้ไขความสัมพันธ์จากเจเนอรัลไลเซชันเป็นแอกกรีเกชัน	(M)
44	ARG	การเพิ่มความสัมพันธ์แบบเจเนอรัลไลเซชันระหว่างคลาส	(S)
45	CRCtoA	การแก้ไขความสัมพันธ์จากคอมโพสิตเป็นแอสโซซิเอชัน	(M)
46	CRCtoG	การแก้ไขความสัมพันธ์จากคอมโพสิตเป็นเจเนอรัลไลเซชัน	(M)
47	CRCtoAgg	การแก้ไขความสัมพันธ์จากคอมโพสิตเป็นแอกกรีเกชัน	(M)
48	ARC	การเพิ่มความสัมพันธ์แบบคอมโพสิตระหว่างคลาส	(+)
49	CRAggtOA	การแก้ไขความสัมพันธ์จากแอกกรีเกชันเป็นแอสโซซิเอชัน	(M)
50	CRAggtOC	การแก้ไขความสัมพันธ์จากแอกกรีเกชันเป็นคอมโพสิต	(M)
51	CRAggtOG	การแก้ไขความสัมพันธ์จากแอกกรีเกชันเป็นเจเนอรัลไลเซชัน	(S)

ตารางที่ 3.2 ประเภทการเปลี่ยนแปลงของแผนภาพยูสเคส

ลำดับที่	ชื่อ	ความหมาย	ตัวดำเนินการ
52	ARAgg	การเพิ่มความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันระหว่างคลาส	(+)
53	DRA	การลบความสัมพันธ์แอสโซซิเอชัน	(-)
54	DRAgg	การลบความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน	(-)
55	DRC	การลบความสัมพันธ์แบบคอมโพสิท	(-)
56	DRG	การลบความสัมพันธ์แบบเจเนอรัลไลเซชัน	(-)

ตารางที่ 3.4 ประเภทการเปลี่ยนแปลงของแผนภาพลำดับ

ลำดับที่	ชื่อ	ความหมาย	ตัวดำเนินการ
<b>แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram)</b>			
57	ASQ	การเพิ่มแผนภาพลำดับ	(+)
58	DSQ	การลบแผนภาพลำดับ	(-)
<b>ส่วนย่อยแอกเตอร์ (Actor Element)</b>			
59	AASQ	การเพิ่มแอกเตอร์ภายในแผนภาพลำดับ	(+)
60	DASQ	การลบแอกเตอร์ภายในแผนภาพลำดับ	(-)
<b>ส่วนย่อยเส้นชีวิต (Life Line Element)</b>			
61	AOL	การเพิ่มเส้นชีวิตของอ็อบเจกต์	(+)
62	DOL	การลบเส้นชีวิตของอ็อบเจกต์	(-)
<b>ส่วนย่อยแมสเสจ (Message Element)</b>			
63	ASMS	การเพิ่มแมสเสจ	(+)
64	DSMS	การลบแมสเสจ	(-)

### 3.3.2 การกำหนดกฎการเปลี่ยนแปลง

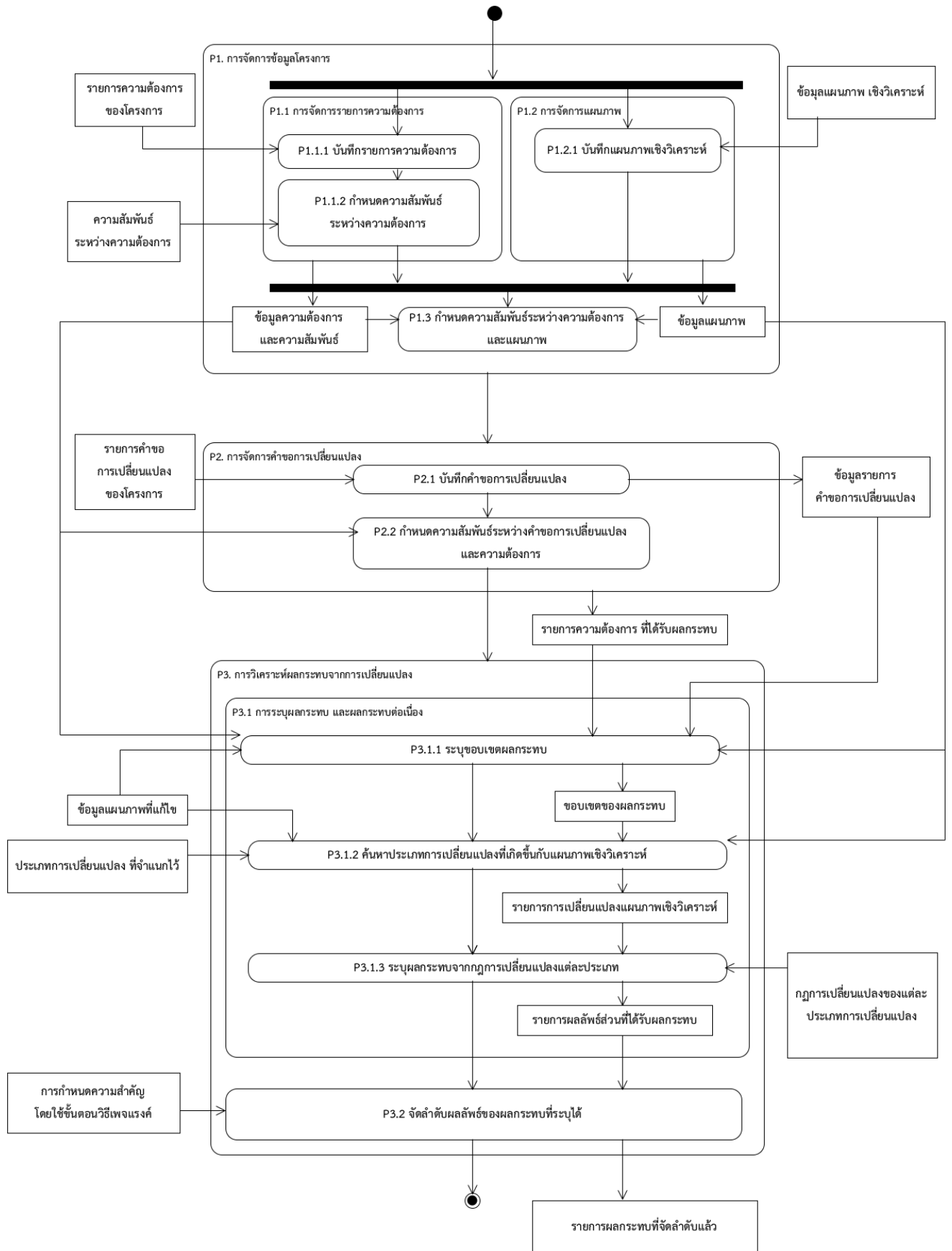
กฎการเปลี่ยนแปลงหมายถึง ลักษณะพฤติกรรมการส่งผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง โดยมักจะเกิดผลกระทบในลักษณะเดิมเสมอ ตัวอย่างเช่น ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงกับชื่อของเมทอด จะพบว่าลักษณะพฤติกรรมการส่งผลกระทบคือเกิดขึ้นกับส่วนที่มีการเรียกใช้เมทอดนั้นโดยตรงเสมอ เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดการกำหนดกฎการเปลี่ยนแปลงให้กับแต่ละประเภทการเปลี่ยนแปลงนำเสนอในภาคผนวก ง โดยข้อจำกัดในการตามรอยในงานวิจัยนี้คือสามารถตามรอยจากส่วนย่อยหนึ่งไปยังอีกส่วนย่อยหนึ่งได้ไม่เกินสามระดับเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่นการเพิ่มยูสเคสผลกระทบเกิดขึ้นกับยูสเคส

ที่เพิ่มเข้ามาเป็นผลกระทบระดับที่หนึ่ง และระดับที่สองคือส่งผลกระทบต่อทุกยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กับยูสเคสในระดับที่หนึ่ง และระดับที่สามคือส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุกแผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูสเคสในระดับที่สอง เป็นต้น

สรุปคือกฎการเปลี่ยนแปลงเป็นการกำหนดทิศทางการตามรอยผลกระทบตามขอบเขตการตามรอยความต้องการภาพที่ 3.2 เพื่อหาส่วนที่ได้รับผลกระทบเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น ซึ่งความถูกต้องและแม่นยำขึ้นอยู่กับข้อกำหนดทิศทางการให้กับการเปลี่ยนแปลงแต่ละประเภท โดยขึ้นกับการระบุความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ ในแบบจำลองการวิเคราะห์ซอฟต์แวร์

### **3.4 กรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ**

กรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการแบ่งเป็นสามขั้นตอนหลักแสดงดังภาพที่ 3.3 และรายละเอียดกระบวนการและกระบวนการน้อยแสดงดังตารางที่ 3.5



ภาพที่ 3.3 ภาพรวมของกรอบงาน

ตารางที่ 3.5 คำอธิบายกระบวนการของกรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

กระบวนการหลัก	กระบวนการย่อย	คำอธิบาย
1. การจัดการข้อมูลโครงการ	1.1 การจัดการรายการความต้องการ <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1.1 นำเข้าข้อมูลความต้องการ</li> <li>1.1.2 นำเข้าข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ</li> </ul> 1.2 การจัดการแผนภาพ <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.1 นำเข้าข้อมูลแผนภาพเชิงวิเคราะห์</li> <li>1.2.2 นำเข้าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ</li> </ul> 1.3 การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ	การนำเข้าข้อมูลโครงการที่จำเป็นในกระบวนการตามรอยผลกระทบซึ่งประกอบด้วยข้อมูลความต้องการ และข้อมูลแผนภาพเชิงวิเคราะห์ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ เพื่อใช้ในการตามรอยไปยังแผนภาพเชิงวิเคราะห์ต่อไป
2. การจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง	2.1 การนำเข้าคำขอการเปลี่ยนแปลง 2.2 การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ	การนำเข้าข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโครงการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำไปใช้กำหนดความสัมพันธ์ไปยังความต้องการที่ได้จากกระบวนการจัดการข้อมูลโครงการ เพื่อใช้ในการตามรอยไปยังความต้องการ และตามรอยไปยังแผนภาพเชิงวิเคราะห์ต่อไป
3. การวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง	3.1 การระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่อง <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1 การระบุขอบเขตผลกระทบ</li> <li>3.1.2 การค้นหาประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพเชิงวิเคราะห์</li> <li>3.1.3 ระบุผลกระทบจากกฎการเปลี่ยนแปลงแต่ละประเภท</li> </ul> 3.2 การจัดลำดับผลกระทบ	การวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอาศัยข้อมูลที่ได้จากกระบวนการจัดการข้อมูลโครงการ และกระบวนการจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง รวมถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ รวมถึงขอบเขตการตามรอยความต้องการ ประเภทการเปลี่ยนแปลง และกฎการเปลี่ยนแปลง มาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง โดยทำการกำหนดขอบเขตของผลกระทบ และค้นหาประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพที่ได้รับการแก้ไขการออกแบบแล้ว เพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการตามรอยผลกระทบไปยังส่วนประกอบต่าง ๆ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาจัดลำดับต่อไป

### 3.4.1 การจัดการข้อมูลโครงการ

การจัดการข้อมูลโครงการ มีจุดประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของโครงการในขั้นต้นที่จำเป็นต่อการตามรอยผลกระทบ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลรายการความต้องการของโครงการ และข้อมูลแผนภาพเชิงวิเคราะห์ ข้อมูลนำเข้าของกระบวนการ

#### 3.4.1.1 กระบวนการจัดการรายการความต้องการ

กระบวนการจัดการรายการความต้องการประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และข้อมูลนำออก แสดงดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของกระบวนการจัดการรายการความต้องการ

ข้อมูลนำเข้า	ที่มาของข้อมูล
รายการความต้องการ	เอกสารข้อกำหนดความต้องการ
ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ	เอกสารข้อกำหนดความต้องการ
	เมทริกซ์ความต้องการ
	แบบจำลองความต้องการ
กระบวนการ	
1) กำหนดโครงสร้างการจัดเก็บความต้องการ 2) บันทึกรายการความต้องการตามโครงสร้างที่กำหนด 3) กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างรายการความต้องการ	
ข้อมูลนำออก	กระบวนการปลายทาง
ข้อมูลรายการความต้องการและความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ	กระบวนการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ (P1.3)
	กระบวนการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ (P2.2)
	กระบวนการระบุขอบเขตผลกระทบ (P3.1.1)

กระบวนการจัดการรายการความต้องการ มีจุดประสงค์เพื่อจัดเก็บความต้องการของโครงการเพื่อใช้เป็นสิ่งเชื่อมโยงในการตามรอย และเป็นส่วนงานที่มีความสำคัญต่อการตามรอยผลกระทบ เนื่องจากการมีความต้องการที่เชื่อมโยงทำให้การตามรอยความต้องการนั้นสามารถทำได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น กระบวนการจัดการรายการความต้องการนี้รวมถึงการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง



ความต้องการด้วย โดยทั่วไปมักใช้เมทริกซ์ความต้องการเป็นตัวอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ ซึ่งช่วยในการตามรอยได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ตัวอย่างเมทริกซ์ความต้องการแสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 เมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ

	FR-01	FR-02	FR-03	FR-04	FR-05	FR-06	FR-07	FR-08	FR-09	FR-10
FR-01		x		x	X					
FR-02	x						x	X		
FR-03				x						
FR-04	x		x		X			X		x
FR-05	x			x					X	
FR-06							x			
FR-07		x				X				
FR-08		x		x						
FR-09					X					
FR-10				x						

ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการนั้นเป็นไปในลักษณะของความต้องการที่มีผลต่อการดำเนินงานหรือกิจกรรมของอีกหนึ่งความต้องการยกตัวอย่างเช่น ระบบยืมคืนหนังสือของห้องสมุดมีความต้องการหนึ่งคือ ระบบต้องยืมหรือคืนหนังสือได้โดยแบ่งผู้ยืมออกเป็นสามประเภท ได้แก่ นิสิต อาจารย์ และบุคคลภายนอก และความต้องการที่สองคือ ระบบต้องคำนวณระยะเวลาการยืมหนังสือโดยกำหนดระยะเวลาตามประเภทผู้ยืมดังนี้ นิสิตยืมหนังสือได้ในระยะเวลา 5 วัน อาจารย์ยืมหนังสือได้ในระยะเวลา 7 วัน และบุคคลภายนอกยืมหนังสือได้ในระยะเวลา 3 วัน เป็นต้น ซึ่งความต้องการทั้งสองกรณีมีความสัมพันธ์กันในลักษณะการมีผลต่อการดำเนินงานของอีกความต้องการหนึ่ง

รูปแบบการจัดเก็บความต้องการนั้นขึ้นอยู่กับองค์กรในการปรับใช้งาน ในงานวิจัยนี้อาศัยความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบซอฟต์แวร์ในการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพเชิงวิเคราะห์

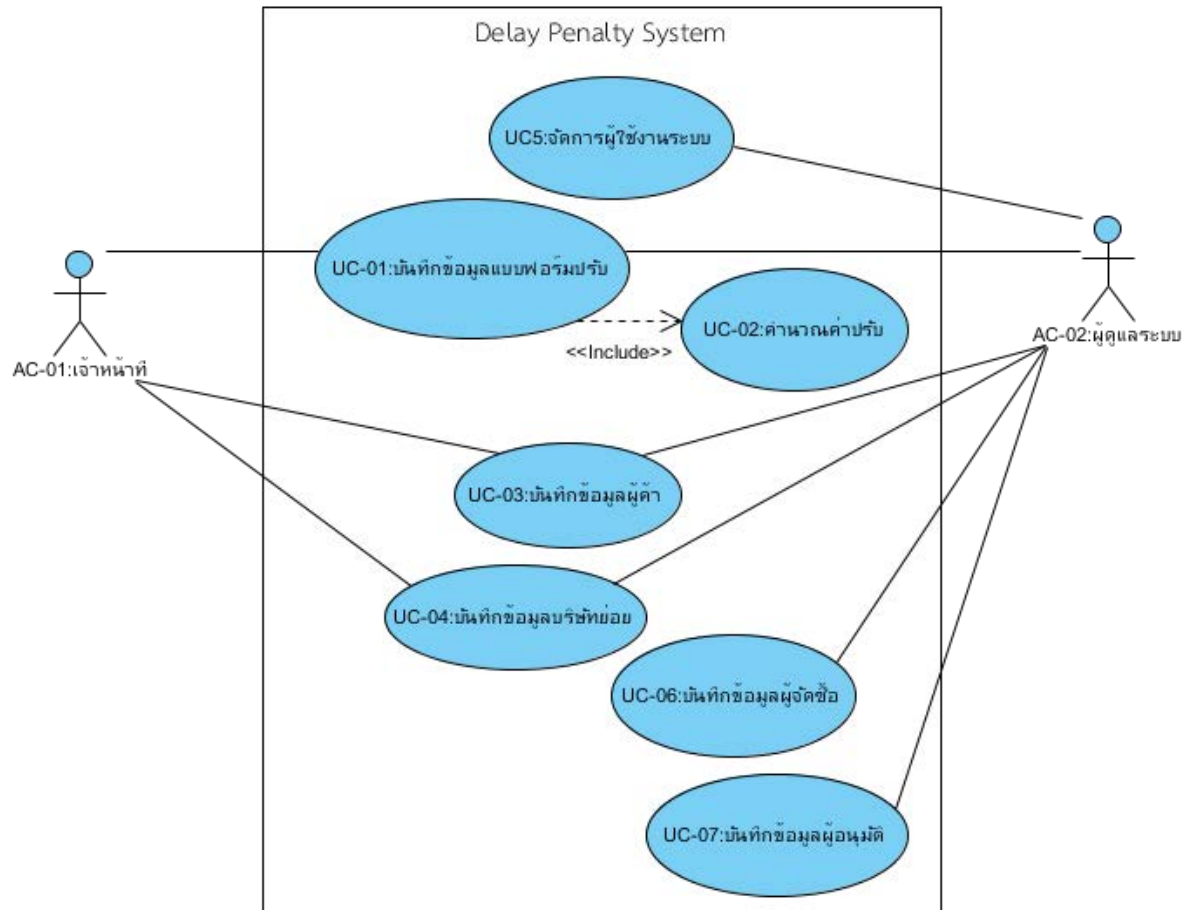
### 3.4.1.2 กระบวนการจัดการแผนภาพ

กระบวนการจัดการแผนภาพประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และข้อมูลนำออก แสดงดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดของกระบวนการจัดการแผนภาพ

ข้อมูลนำเข้า	ที่มาของข้อมูล
ข้อมูลแผนภาพเชิงวิเคราะห์	เอกสารเอกซ์เอ็มแอลการออกแบบแผนภาพเชิงวิเคราะห์
<b>กระบวนการงาน</b>	
1) กำหนดโครงสร้างการจัดเก็บแผนภาพ 2) บันทึกข้อมูลแผนภาพ	
ข้อมูลนำออก	กระบวนการปลายทาง
ข้อมูลแผนภาพ	กระบวนการนำเข้าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ (P1.3)
	กระบวนการระบุขอบเขตผลกระทบ (P3.1.1)
	กระบวนการค้นหาประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพเชิงวิเคราะห์ (P3.1.2)
	กระบวนการระบุผลกระทบจากชุดของกฎการเปลี่ยนแปลง (P3.1.3)

กระบวนการจัดการแผนภาพมีจุดประสงค์เพื่อนำแผนภาพยูเอ็มแอลที่ได้จากการออกแบบมาจัดเก็บในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล (XML) ซึ่งเครื่องมือในการวาดยูเอ็มแอลส่วนใหญ่ รองรับการแปลงแผนภาพเป็นรูปแบบเอกสารเอกซ์เอ็มแอลได้ แต่จะมีโครงสร้างของเอกสารต่างกันขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่นำมาใช้ ยกตัวอย่างแผนภาพยูเอสเอสตามภาพที่ 3.4 และผลลัพธ์การแปลงแผนภาพเป็นรูปแบบเอกสารเอกซ์เอ็มแอลได้ดังตารางที่ 3.9



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างแผนภาพที่ใช้ในการแปลงเป็นรูปแบบเอกสารเอกซ์เอ็มแอล

ตารางที่ 3.9 เอกซ์เอ็มแอลที่ได้จากการแปลงแผนภาพยูสเคสจากภาพที่ 3.5

ตัวอย่างบางส่วนของเอกซ์เอ็มแอลที่ได้จากการแปลงแผนภาพยูสเคส
<pre> &lt;Model displayModelType="System" id="SYS1" modelType="System" name="TQF Course Management Module"&gt; &lt;ChildModels&gt; &lt;Model displayModelType="Use Case" id="UC1" modelType="UseCase" name="UC-01 บันทึก ข้อมูลแบบฟอร์มปรับ"&gt; &lt;/Model&gt; &lt;Model displayModelType="Use Case" id="UC2" modelType="UseCase" name="UC-02 คำนวณ ค่าปรับ"&gt; &lt;/Model&gt; &lt;Model displayModelType="Use Case" id="UC3" modelType="UseCase" name="UC-03 บันทึก ข้อมูลผู้ค้า"&gt; &lt;/Model&gt; &lt;Model displayModelType="Use Case" id="UC4" modelType="UseCase" name="UC-04 บันทึก ข้อมูลบริษัทย่อย"&gt; &lt;/Model&gt; &lt;Model displayModelType="Use Case" id="UC5" modelType="UseCase" name="UC-05 จัดการ ผู้ใช้งานระบบ"&gt; &lt;/Model&gt; &lt;Model displayModelType="Use Case" id="UC6" modelType="UseCase" name="UC-06 บันทึก ข้อมูลผู้จัดซื้อ"&gt; &lt;/Model&gt; &lt;Model displayModelType="Use Case" id="UC7" modelType="UseCase" name="UC-07 บันทึก ข้อมูลผู้อนุมัติ"&gt; &lt;/Model&gt; &lt;Model displayModelType="Actor" id="AC1" modelType=" Actor " name="AC-01 เจ้าหน้าที่"&gt; &lt;/Model&gt; &lt;Model displayModelType="Actor" id="AC2" modelType=" Actor " name="AC-02 ผู้ดูแลระบบ"&gt; &lt;/Model&gt; &lt;/ChildModels&gt; &lt;ModelReference&gt;   &lt;ModelRef id="ref-01" from="AC1" to="UC1" /&gt;   &lt;ModelRef id="ref-02" from="UC1" to="UC2" /&gt; &lt;/ModelReference&gt; &lt;/Model&gt; </pre>

### 3.4.1.3 กระบวนการบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ

กระบวนการบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และข้อมูลนำออก แสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดของกระบวนการบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ

ข้อมูลนำเข้า	ที่มาของข้อมูล
รายการความต้องการ	กระบวนการจัดการความต้องการ (P1.1)
ข้อมูลแผนภาพ	กระบวนการจัดการแผนภาพ (P1.2)
<b>กระบวนการงาน</b>	
1) จัดเตรียมข้อมูลความต้องการ 2) จัดเตรียมข้อมูลแผนภาพ 3) กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการกับยูสเคส	
ข้อมูลนำออก	กระบวนการปลายทาง
ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ	กระบวนการกำหนดขอบเขตผลกระทบ (P3.1.1)
	กระบวนการระบุผลกระทบจากชุดของกฎการเปลี่ยนแปลง (P3.1.3)

กระบวนการบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ มีจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นจุดเชื่อมระหว่างรายการความต้องการ และแผนภาพเชิงวิเคราะห์ที่ได้จากหัวข้อ 3.4.1.1 และ 3.4.1.2 ซึ่งการบันทึกความสัมพันธ์ต้องเป็นไปตามกฎการตามรอยในหัวข้อที่ 3.2 จึงจะสามารถนำมาใช้ตามรอยผลกระทบโดยใช้กรอบงานนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่วนการกำหนดความสัมพันธ์อาจอาศัยความสามารถของเครื่องมือในการวิเคราะห์ออกแบบซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนการตามรอยความต้องการมาช่วยกำหนดความสัมพันธ์ได้

### 3.4.2 การจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง

กระบวนการจัดการคำขอเปลี่ยนแปลงเริ่มต้นเมื่อมีคำขอการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ จึงจำเป็นต้องมีกระบวนการรองรับเพื่อวิเคราะห์ และพิจารณาคำขอ ว่ามีผลกระทบอย่างน้อยเพียงใด และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งผู้เกี่ยวข้องในการตัดสินใจนั้นหมายถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) ที่มีอำนาจตัดสินใจ เช่น นักวิเคราะห์ระบบ ผู้จัดการโครงการ หรือเจ้าของระบบ เป็นต้น ซึ่งหลังจากอนุมัติการเปลี่ยนแปลงแล้วต้องมีการบันทึกรายการคำขอและรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อใช้ในการตามรอยการเปลี่ยนแปลง

ต่อไป ซึ่งกระบวนการนี้ประกอบด้วยสองกระบวนการคือ การบันทึกคำขอการเปลี่ยนแปลง และการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการดังนี้

### 3.4.2.1 กระบวนการบันทึกคำขอการเปลี่ยนแปลง

กระบวนการจัดการคำขอเปลี่ยนแปลงประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และข้อมูลนำออก แสดงดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดของกระบวนการกำหนดคำขอการเปลี่ยนแปลง

ข้อมูลนำเข้า	ที่มาของข้อมูล
รายการคำขอการเปลี่ยนแปลง	เอกสารการจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง
<b>กระบวนการ</b>	
1) กำหนดโครงสร้างการจัดเก็บคำขอการเปลี่ยนแปลง 2) บันทึกคำขอการเปลี่ยนแปลงตามโครงสร้างที่กำหนด	
ข้อมูลนำออก	กระบวนการปลายทาง
ข้อมูลรายการคำขอการเปลี่ยนแปลง	กระบวนการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ (P2.2)

กระบวนการบันทึกคำขอเปลี่ยนแปลง มีจุดประสงค์เพื่อการจัดเก็บคำขอการเปลี่ยนแปลงของโครงการ และใช้อ้างอิงจุดเริ่มต้นของการตามรอยผลกระทบ

### 3.4.2.2 กระบวนการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ

กระบวนการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และข้อมูลนำออก แสดงดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดของกระบวนการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ

ข้อมูลนำเข้า	ที่มาของข้อมูล
รายการความต้องการ	กระบวนการจัดการรายการความต้องการ (P1.1)
รายการคำขอการเปลี่ยนแปลง	บันทึกคำขอการเปลี่ยนแปลง (P2.1)
ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและคำขอการเปลี่ยนแปลง	เอกสารการจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง
<b>กระบวนการงาน</b>	
1) จัดเตรียมรายการความต้องการ 2) จัดเตรียมคำขอการเปลี่ยนแปลง 3) กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ	
ข้อมูลส่งออก	กระบวนการปลายทาง
ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ	กระบวนการกำหนดขอบเขตผลกระทบ (P3.1.1)

กระบวนการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการมีจุดประสงค์เพื่อการจัดเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ และคำขอการเปลี่ยนแปลง โดยข้อมูลมาจากการระบุโดยผู้ใช้กรอบงาน

### 3.4.3 การวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง

ขั้นตอนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพเชิงวิเคราะห์จำเป็นต้องทำการเชื่อมโยงความต้องการกับส่วนย่อยของแผนภาพ เพื่อใช้ในการหาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ และใช้ในการตามรอยความต้องการไปยังส่วนที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบ ในงานวิจัยนี้อาศัยข้อมูลแผนภาพหลังการเปลี่ยนแปลง หรือข้อมูลของการออกแบบใหม่นำมาใช้เปรียบเทียบหาจุดที่การแก้ไขเกิดขึ้นในการออกแบบซอฟต์แวร์ และนำมาเทียบกับประเภทการเปลี่ยนแปลงที่ได้จำแนกประเภทไว้ในหัวข้อ 3.3.1 เพื่อขยายผลการตามรอยผลกระทบจากจุดที่เกิดการแก้ไขนั้นต่อไป โดยกระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วยสองกระบวนการหลักคือ การระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่อง และการจัดลำดับผลกระทบดังนี้

### 3.4.3.1 การระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่อง

กระบวนการการระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่อง แบ่งออกเป็นสามกระบวนการย่อย ดังนี้

1) การกำหนดขอบเขตผลกระทบ จุดประสงค์เพื่อให้ทราบถึงขอบเขตของผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ โดยระบุได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง คำขอการเปลี่ยนแปลง และความต้องการ ไปยังยูสเคส ซึ่งทำให้ทราบถึงส่วนงานที่จะได้รับผลกระทบจากคำขอการเปลี่ยนแปลง นั้น

กระบวนการกำหนดขอบเขตของผลกระทบประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และ ข้อมูลนำออกแสดงดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 รายละเอียดของกระบวนการกำหนดขอบเขตของผลกระทบ

ข้อมูลนำเข้า	ที่มาของข้อมูล
ข้อมูลความต้องการและความสัมพันธ์	กระบวนการจัดการรายการความต้องการ (P1.1)
รายการคำขอการเปลี่ยนแปลง	กระบวนการนำเข้าคำขอการเปลี่ยนแปลง (P2.1)
แผนภาพยูสเคส (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)	กระบวนการนำเข้าข้อมูลแผนภาพเชิงวิเคราะห์ และ ออกแบบ (P1.2.1)
แผนภาพยูสเคส (หลังการเปลี่ยนแปลง)	เอกสารเอกซ์เอ็มแอลการออกแบบซอฟต์แวร์ที่ปรับปรุงแล้ว
ความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ	กระบวนการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลง และความต้องการ (P2.2)
ความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคส และความต้องการ	กระบวนการนำเข้าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ (P1.3)
<b>กระบวนการ</b>	
1) ตามรอยคำขอการเปลี่ยนแปลงไปยังความต้องการ 2) ระบุความต้องการที่ได้รับผลกระทบ 3) ตามรอยผลกระทบจากความต้องการไปยังยูสเคส 4) ระบุยูสเคสที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง	
ข้อมูลนำออก	กระบวนการปลายทาง
ขอบเขตของผลกระทบ	กระบวนการค้นหาประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพเชิงวิเคราะห์ (P3.1.2)



2) การค้นหาประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพเชิงวิเคราะห์ จุดประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งรายการการเปลี่ยนแปลง โดยค้นหาจากการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อ 3.3.1 มาเปรียบเทียบกับข้อมูลแผนภาพเชิงวิเคราะห์ ทั้งก่อนการเปลี่ยนแปลง และหลังการเปลี่ยนแปลง

กระบวนการกำหนดขอบเขตของผลกระทบประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และข้อมูลนำออกแสดงดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 รายละเอียดของกระบวนการค้นหาประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพเชิงวิเคราะห์

ข้อมูลนำเข้า	ที่มาของข้อมูล
ข้อมูลแผนภาพ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)	กระบวนการจัดการแผนภาพ (P1.2)
ประเภทการเปลี่ยนแปลงที่จำแนกไว้	รายการประเภทการเปลี่ยนแปลงที่จำแนกไว้ (หัวข้อที่ 3.3.1)
ข้อมูลแผนภาพ (หลังการเปลี่ยนแปลง)	เอกสารเอกซ์เอ็มแอลการออกแบบซอฟต์แวร์ที่ปรับปรุงแล้ว
<b>กระบวนการ</b>	
1) เตรียมข้อมูลแผนภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง 2) เตรียมข้อมูลแผนภาพหลังการเปลี่ยนแปลง 3) เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่ตรงกับประเภทการเปลี่ยนแปลงที่จำแนกไว้ 4) ระบุประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับส่วนย่อยของแผนภาพ	
ข้อมูลนำออก	กระบวนการปลายทาง
รายการเปลี่ยนแปลงแผนภาพเชิงวิเคราะห์	กระบวนการระบุผลกระทบจากกฎการเปลี่ยนแปลงแต่ละประเภท (P3.1.3)

3) การระบุผลกระทบจากชุดของกฎการเปลี่ยนแปลง มีจุดประสงค์เพื่อตามรอยผลกระทบต่อเนื่องจากกฎการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่ค้นหาได้จากขั้นตอนก่อนหน้า

กระบวนการระบุผลกระทบจากชุดของกฎการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และข้อมูลนำออกแสดงดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 รายละเอียดของกระบวนการระบุผลกระทบจากชุดของกฎการเปลี่ยนแปลง

ข้อมูลนำเข้า	ที่มาของข้อมูล
รายการเปลี่ยนแปลงแผนภาพเชิงวิเคราะห์	กระบวนการระบุผลกระทบจากกฎการเปลี่ยนแปลงแต่ละประเภท (P3.1.3)
<b>กระบวนการงาน</b>	
1) ตามรอยผลกระทบจากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่ระบุได้	
2) ระบุส่วนย่อยที่ได้รับผลกระทบที่ได้จากการตามรอยในแต่ละระดับ	
ข้อมูลนำออก	กระบวนการปลายทาง
รายการผลลัพธ์ส่วนที่ได้รับผลกระทบ	กระบวนการจัดลำดับของผลกระทบที่ระบุได้ (P3.2)

### 3.4.3.2 การจัดลำดับของผลกระทบที่ระบุได้

กระบวนการจัดลำดับประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า กระบวนการงาน และข้อมูลนำออกแสดงดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 รายละเอียดของกระบวนการจัดลำดับ

ข้อมูลนำเข้า	ที่มาของข้อมูล
รายการผลกระทบ	การระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่อง (P3.1)
ขั้นตอนวิธีแพรคติกัลเพจแรงค์	การศึกษาการจัดลำดับความสำคัญ
<b>กระบวนการงาน</b>	
1) นำผลลัพธ์ที่ระบุได้มาจัดทำกราฟความสัมพันธ์	
2) คำนวณค่าเพจแรงค์ให้กับแต่ละส่วนย่อยที่ได้รับผลกระทบ	
3) นำค่าเพจแรงค์ที่ได้มาบวกกับค่าน้ำหนักที่ได้จากการคำนวณ	
4) นำค่าเพจแรงค์ที่รวมกับค่าน้ำหนักมาจัดลำดับผลลัพธ์	
ข้อมูลนำออก	กระบวนการปลายทาง
รายการผลกระทบสุดท้ายที่จัดลำดับความสำคัญแล้ว	ไม่มี

การจัดลำดับผลลัพธ์นั้นอาศัยวิธีการเรียงลำดับความสำคัญจากผลลัพธ์ที่ได้จากการระบุส่วนที่ได้รับผลกระทบโดยใช้ ขั้นตอนวิธีแพรคติกัลเพจแรงค์ (Practical Page Rank Algorithm) [12] และนำมาประยุกต์ใช้โดยคำนวณร่วมกับค่าน้ำหนักที่กำหนดไว้ให้กับแต่ละประเภทของส่วนย่อย ดังสมการที่ (3.1) ค่าน้ำหนักที่กำหนดให้กับส่วนย่อยของแผนภาพเพื่อใช้ในการคำนวณตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 ตัวอย่างค่าน้ำหนักที่กำหนดให้กับส่วนย่อยของแผนภาพต่าง ๆ

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ลักษณะการออกแบบ/จุดประสงค์การออกแบบ	ค่าน้ำหนัก
Class	Domain Entity	0.4
	Data Access Object (DAO)	0.8
	User Interface (UI)	0.6
	View Model	0.2
	Controller	0.8
	Utility	0.4
Method	Render	0.3
	Execute	0.8
	Get Data	0.5
	Compute	0.5
Message	Execute	0.8
	Retrieve Data	0.2
	Compute	0.5
หมายเหตุ: สามารถกำหนดค่าใหม่ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ค่าน้ำหนักต้องมากกว่า 0 และน้อยกว่าเท่ากับ 1		

สมการแสดงขั้นตอนวิธีแพร่คติเคิลเพจแรงค์ที่นำการให้ค่าน้ำหนักมาประยุกต์ใช้ร่วมกันแสดง  
ดังสมการที่ (3.1)

$$rw(e_i) = \alpha(r(e_i)) + (1 - \alpha)(weight(e_i)) \quad (3.1)$$

โดยนิยาม

ให้  $r(e_i)$  เป็น ค่าเพจแรงค์ของส่วนย่อยของแผนภาพที่  $i$

ให้  $\alpha$  เป็น ค่าคงที่ความสำคัญของค่าเพจแรงค์ของส่วนย่อยของแผนภาพที่  $i$

ให้  $weight(e_i)$  เป็น ค่าน้ำหนักตามประเภทของการออกแบบส่วนย่อยของแผนภาพที่  $i$   
โดยหาได้จากสมการที่ 3.2

$$\text{weight}(e_i) = w(e_i) \times \frac{1}{\sum_{j=1}^n w(e_j)} \quad (3.2)$$

ให้  $w(e_i)$  เป็น ค่าน้ำหนักของส่วนย่อยของแผนภาพที่  $i$  ที่ได้จากผู้ใช้งาน  
มีคุณสมบัติดังนี้

- 1)  $0 < \alpha < 1$
- 2)  $0 < \text{weight}(j) \leq 1$

จากสมการที่ 3.1 ค่าเพจแรงค์ของส่วนย่อยของแผนภาพที่  $i$  ยังมีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึงส่วนย่อยที่  $i$  นั้นมีความสำคัญมาก โดยที่ค่า  $\alpha$  ใช้เพื่อการปรับความสำคัญระหว่างค่าเพจแรงค์และค่าน้ำหนักที่ได้จากผู้ใช้งาน โดยการกำหนดค่า  $\alpha$  ยิ่งเข้าใกล้ 1 มาก หมายถึงให้ความสำคัญกับค่าเพจแรงค์มากกว่าค่าน้ำหนักที่ได้จากผู้ใช้งาน ซึ่งการกำหนดค่าเท่ากับ 0.5 หมายถึงให้ความสำคัญของค่าเพจแรงค์ และค่าน้ำหนักที่ได้จากผู้ใช้งานเท่ากัน

ซึ่งเกณฑ์การกำหนดค่าน้ำหนักของส่วนย่อยของแผนภาพที่เหมาะสมแสดงดังตารางที่ 3.18

ตารางที่ 3.18 เกณฑ์การกำหนดค่าน้ำหนัก

ระดับความสำคัญ	น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ค่าน้ำหนัก	0.01 – 0.24	0.25 – 0.49	0.50	0.51 – 0.74	0.75 – 1.00

จากสมการที่ 3.1 ทำให้สามารถนำส่วนย่อยมาจัดลำดับความสำคัญได้โดยเรียงลำดับตามค่าเพจแรงค์ที่คำนวณร่วมกับค่าน้ำหนักที่กำหนดโดยผู้ใช้งาน ทำให้สามารถนำค่าดังกล่าวมาเรียงลำดับจากค่ามากไปหาน้อยก็จะได้ผลลัพธ์ที่มีการเรียงลำดับตามความสำคัญของส่วนย่อยของแผนภาพ ซึ่งแสดงถึงส่วนงานที่ต้องได้รับความสำคัญในการดำเนินการแก้ไขหรือการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสม

ในบทถัดไปนำเสนอการประยุกต์ใช้กรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่องกับโครงการซอฟต์แวร์ของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ของกรอบงานได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

## บทที่ 4

### การประยุกต์ใช้กรอบงาน

ผู้วิจัยได้นำเสนอกรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่องไว้ในบทที่ 3 และเพื่อการทำความเข้าใจกระบวนการได้ง่ายจึงขอใช้ตัวอย่างประกอบการอธิบายในแต่ละกระบวนการของกรอบงานดังกล่าว โดยใช้บางส่วนของระบบที่ใช้เป็นกรณีทดสอบคือ ระบบบันทึกข้อมูลการปรับ (Delay Penalty System : DPS) ขององค์กรเอกชนแห่งหนึ่ง โดยจุดประสงค์ของการพัฒนาซอฟต์แวร์คือ ต้องการบันทึกเอกสารรายการปรับประเภทต่าง ๆ ของบริษัทให้อยู่ในระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งประเภทเอกสารปรับขององค์กรประกอบด้วยสี่ประเภทได้แก่ แบบฟอร์มปรับการจัดซื้อวัสดุ แบบฟอร์มปรับการจัดซื้อบริการ แบบฟอร์มปรับการจัดจ้างแรงงาน และแบบฟอร์มปรับการทำ Key Performance Index (KPI) ขององค์กร ซึ่งข้อมูลโครงการ DPS จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในกระบวนการต่าง ๆ ของกรอบงานดังนี้

#### 4.1 กระบวนการจัดการข้อมูลโครงการ

##### 4.1.1 กระบวนการจัดการรายการความต้องการ

ในกระบวนการจัดการรายการความต้องการ ข้อมูลรายการความต้องการของระบบ DPS มีรายการความต้องการดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลรายการความต้องการระบบดีพีเอส

เลขอ้างอิง	รายละเอียด	ความสัมพันธ์
FR-01	ระบบต้องสามารถบันทึกแบบฟอร์มปรับได้ โดยแยกตามประเภทของแบบฟอร์มทั้งหมด 4 ประเภท โดยกำหนดให้บันทึกหนึ่งแบบฟอร์มต่อหนึ่งรายการปรับเท่านั้น	FR-02, FR-03, FR-04, FR-05 และ FR-06
FR-02	ระบบต้องสามารถบันทึกข้อมูลตามแบบฟอร์มปรับประเภทการจัดซื้อวัสดุได้	FR-01
FR-03	ระบบต้องสามารถบันทึกข้อมูลตามแบบฟอร์มปรับประเภทการจัดซื้อบริการได้	FR-01
FR-04	ระบบต้องสามารถบันทึกข้อมูลตามแบบฟอร์มปรับประเภทการจัดจ้างแรงงานได้	FR-01
FR-05	ระบบต้องสามารถบันทึกข้อมูลตามแบบฟอร์มปรับประเภทการทำ Key Performance Index (KPI) ได้	FR-01
FR-06	ระบบต้องสามารถคำนวณค่าปรับในแต่ละประเภทของแบบฟอร์มได้	FR-01

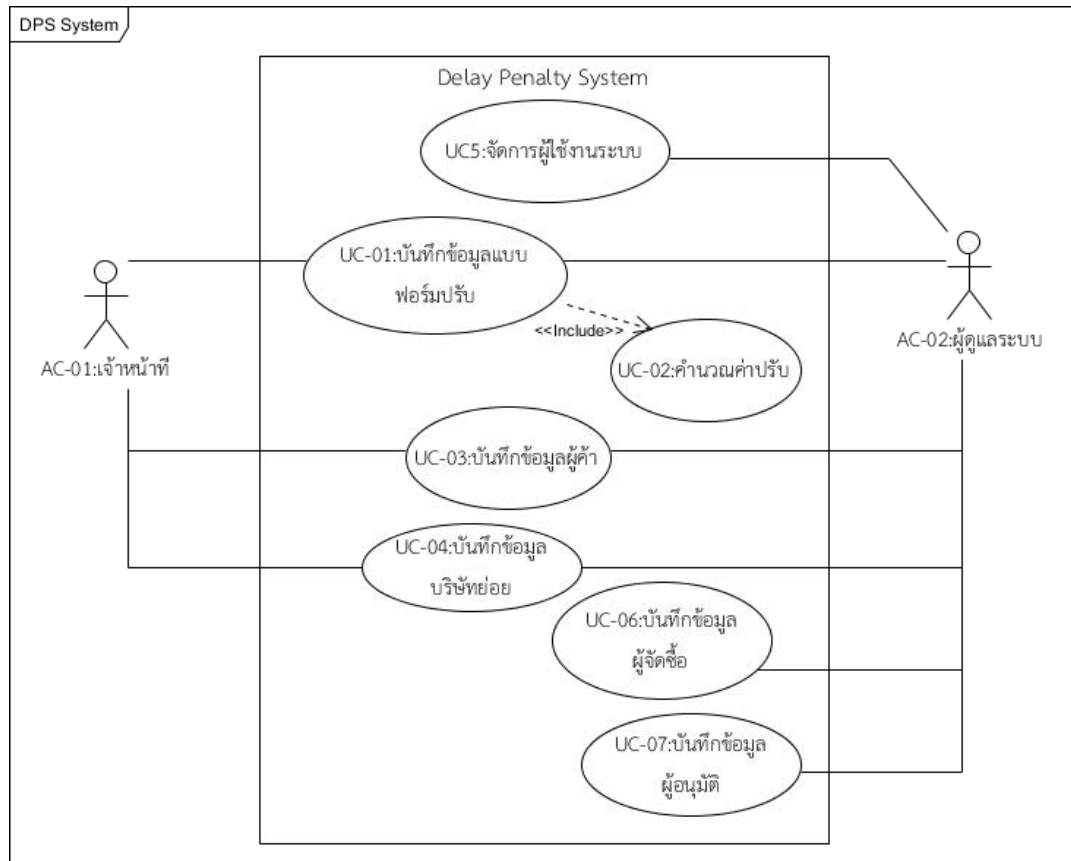
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลรายการความต้องการระบบดีพีเอส (ต่อ)

เลขอ้างอิง	รายละเอียด	ความสัมพันธ์
FR-07	ระบบต้องสามารถออกรายงานสรุปผลการเรียกปรับในทุกแบบฟอร์มตามช่วงเวลาได้	FR-01
FR-08	ระบบต้องสามารถสร้างผู้ใช้งานระบบ และกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลได้	
FR-09	ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบริษัทย่อยที่ใช้อ้างอิงในการบันทึกแบบฟอร์มปรับได้ (ข้อมูลใช้สำหรับการบันทึกแบบฟอร์มปรับ)	
FR-10	ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบริษัทผู้ร่วมค้าที่ถูกเรียกปรับได้ (ข้อมูลใช้สำหรับการบันทึกแบบฟอร์มปรับ)	
FR-11	ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบุคคล/พนักงาน ผู้สั่งซื้อได้ (ข้อมูลใช้สำหรับการบันทึกแบบฟอร์มปรับ)	
FR-12	ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบุคคลผู้ที่ทำการอนุมัติการสั่งซื้อได้ (ข้อมูลใช้สำหรับการบันทึกแบบฟอร์มปรับ)	
FR-13	ระบบต้องสามารถค้นหาแบบฟอร์มปรับที่บันทึกได้จาก เลขที่แบบฟอร์ม ช่วงเวลาที่บันทึก ช่วงเวลาเรียกปรับได้	FR-01
NR-01	ระบบต้องทำการสลับหน้า (Paging) ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหา โดยแสดงผลลัพธ์ 30 รายการปรับต่อหน้าหนึ่งหน้าแสดงผล	

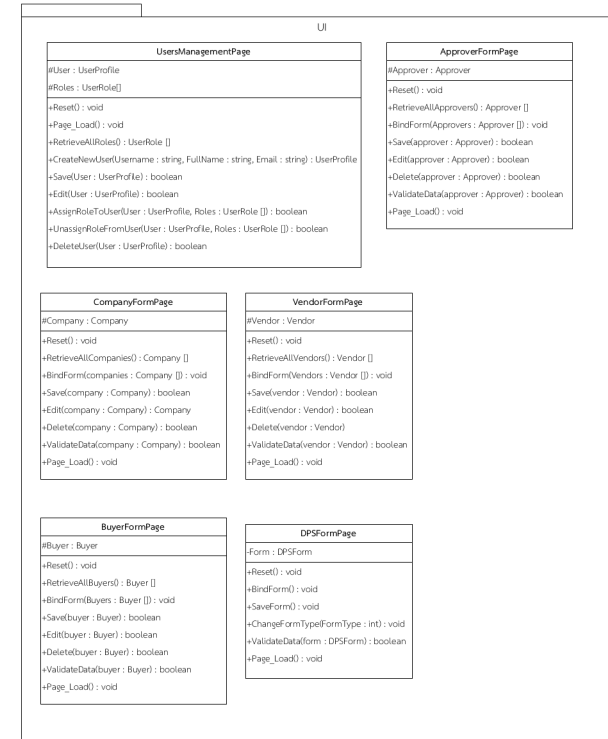
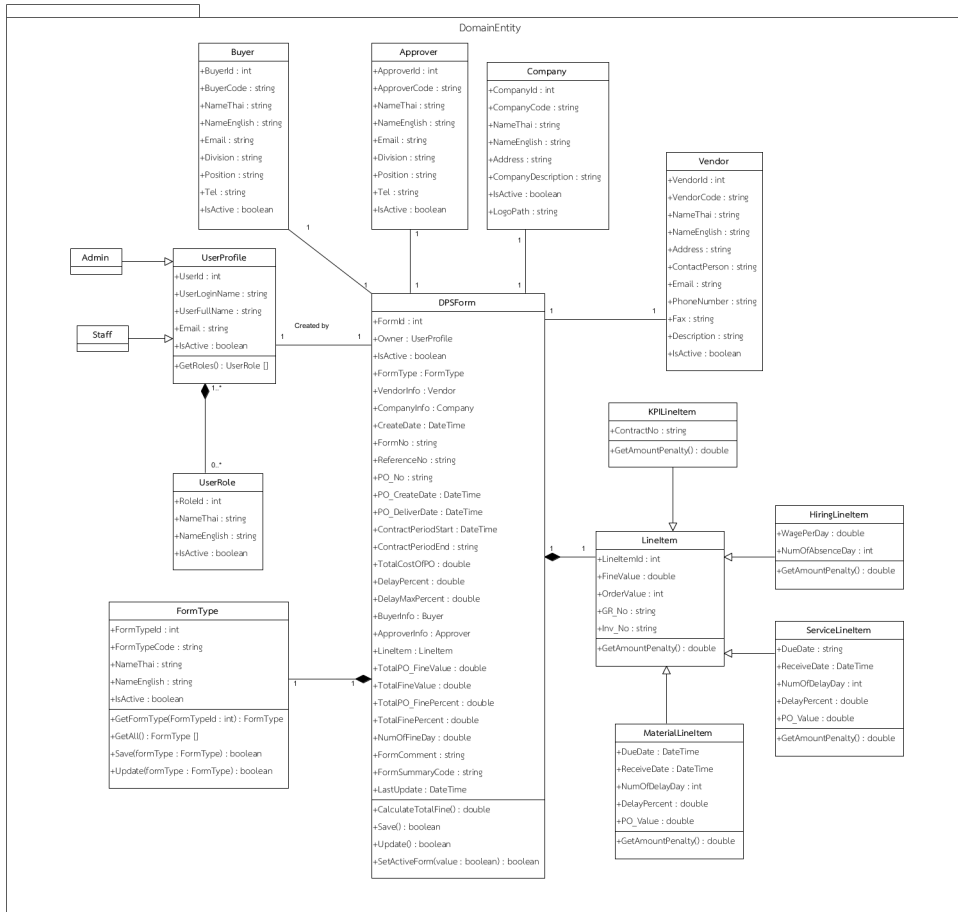
ซึ่งข้อมูลรายการความต้องการจากตารางที่ 4.1 จะถูกนำไปบันทึกไว้เพื่อใช้เป็นความต้องการตั้งต้น ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับแผนภาพ และคำขอการเปลี่ยนแปลง เพื่อใช้ตามรอยผลกระทบในกระบวนการระบุผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่องในหัวข้อ ต่อไป

#### 4.1.2 กระบวนการจัดการแผนภาพ

ข้อมูลแผนภาพของระบบ DPS มีรายการแผนภาพเชิงวิเคราะห์ที่จำเป็นต้องใช้ในการตามรอยผลกระทบทั้งหมดคือแผนภาพ โดยประกอบด้วยแผนภาพยูสเคสภาพที่ 4.1 แผนภาพคลาสภาพที่ 4.2 และแผนภาพลำดับภาพที่ 4.3 และ 4.4 ซึ่งแผนภาพที่กล่าวไว้ไม่ใช่แผนภาพทั้งหมดของระบบ DPS เป็นเพียงแผนภาพที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

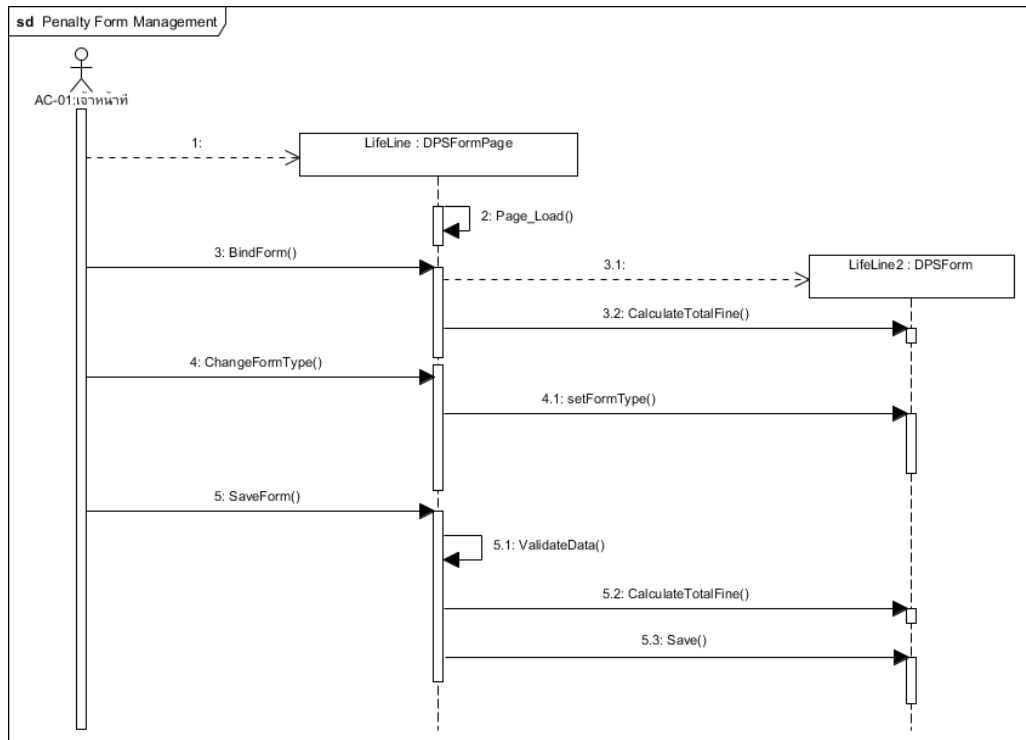


ภาพที่ 4.1 แผนภาพยูสเคส (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)

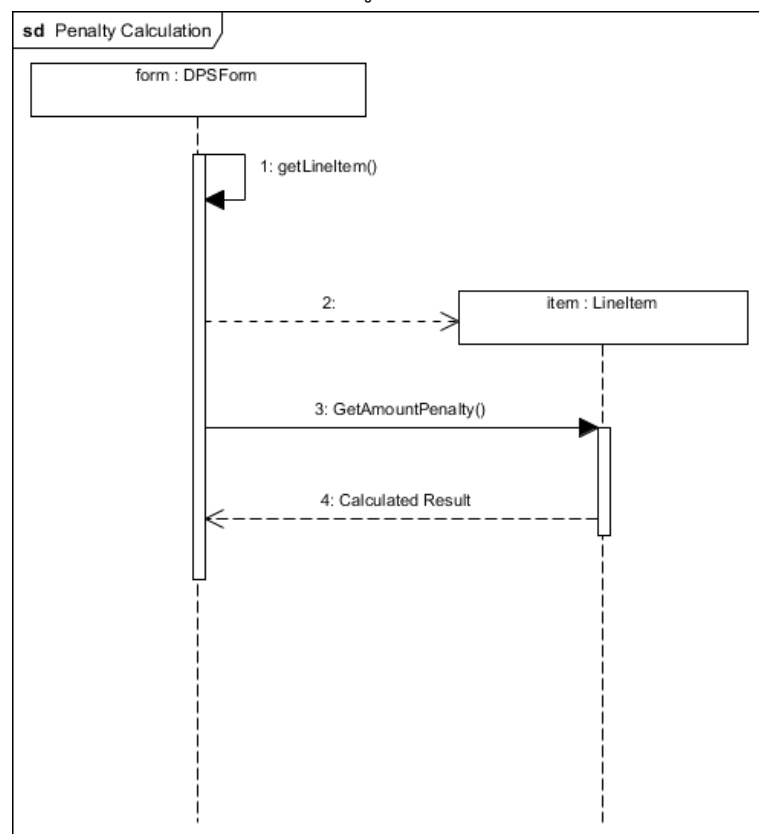


ภาพที่ 4.2 แผนภาพคลาสก่อนการเปลี่ยนแปลง





ภาพที่ 4.3 แผนภาพลำดับขั้นที่ข้อมูลแบบฟอร์มปรับ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



ภาพที่ 4.4 แผนภาพลำดับการคำนวณค่าปรับ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)

### 4.1.3 กระบวนการบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ

กระบวนการนี้จำเป็นต้องให้ผู้ประเมินเป็นผู้กำหนดความสัมพันธ์ หรืออาศัยความสามารถของเครื่องมือในการวิเคราะห์และออกแบบซอฟต์แวร์ ซึ่งจากรายการความต้องการของระบบดีพีเอส (DPS) จากตารางที่ 4.1 สามารถนำมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับแผนภาพเชิงวิเคราะห์ในส่วนต่าง ๆ ได้ ดังตารางที่ 4.2 4.3 และ 4.4 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างรายการความต้องการกับส่วนย่อยต่าง ๆ ของแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ ตามลำดับ ซึ่งการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการกับส่วนย่อยยูสเคสจะถูกนำไปใช้กำหนดขอบเขตของผลกระทบในหัวข้อ 4.3.1.1 ต่อไป และการระบุความสัมพันธ์กับส่วนย่อยอื่น ๆ มีจุดประสงค์เพื่อการตามรอยผลกระทบที่เฉพาะเจาะจงยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น เมทอด `CalculateTotalFine()` ในคลาส `DPSForm` ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการที่เกี่ยวกับการคำนวณค่าปรับโดยเฉพาะ เป็นต้น

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพยูสเคส

ส่วนย่อย แผนภาพ		ความต้องการ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)														
		FR-01	FR-02	FR-03	FR-04	FR-05	FR-06	FR-07	FR-08	FR-09	FR-10	FR-11	FR-12	FR-13	NR-01	
DPS System (System)	Actor	AC-01	✓													
		AC-02														
	Usecase	UC-01	✓	✓	✓	✓										
		UC-02						✓								
		UC-03														
		UC-04									✓					
		UC-05								✓						

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ และแผนภาพคลาส

ส่วนย่อย แผนภาพ		ความต้องการ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)													
		FR-01	FR-02	FR-03	FR-04	FR-05	FR-06	FR-07	FR-08	FR-09	FR-10	FR-11	FR-12	FR-13	NR-01
DPSForm (Class)	Class	✓	✓	✓	✓		✓		✓						
	Methods	CalculateTotal(Fine0)					✓								
		Save0	✓												
	Attributes	CostOfPO						✓							
LineItem		✓	✓	✓	✓										

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ และแผนภาพลำดับ

ส่วนย่อย แผนภาพ		ความต้องการ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)														
		FR-01	FR-02	FR-03	FR-04	FR-05	FR-06	FR-07	FR-08	FR-09	FR-10	FR-11	FR-12	CR-13	NR-01	
Penalty Form Management (Sequence Diagram)	Overall	✓	✓	✓	✓		✓							✓	✓	
	Actor AC-01															
	Lifelines DPSFormPage														✓	✓
		DPSForm	✓	✓	✓	✓		✓								
	Messages	2.														
		3.2						✓								
		5.	✓													
		5.2						✓								

## 4.2 กระบวนการจัดการคำขอเปลี่ยนแปลง

ในกระบวนการจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลงของระบบ DPS มีรายการคำขอการเปลี่ยนแปลงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างรายการคำขอการเปลี่ยนแปลง

รหัสคำขอการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด	ความต้องการเดิมที่ได้รับผลกระทบ
CRQ-01	ระบบต้องสามารถบันทึกแบบฟอร์มปรับได้ โดยแยกตามประเภทของแบบฟอร์มทั้งหมด 4 ประเภท โดยกำหนดให้สามารถบันทึกหนึ่งแบบฟอร์มต่อหลายรายการปรับได้	FR-01, FR-02, FR-03, FR-04, FR-05, FR-06
CRQ-02	ระบบต้องสามารถบันทึกแบบฟอร์มปรับ โดยสามารถบันทึกผู้อนุมัติได้อย่างน้อยหนึ่งคน	FR-01, FR-07
CRQ-03	ระบบต้องสามารถกำหนดเจ้าหน้าที่ที่มีสิทธิ์ในการบันทึกแบบฟอร์มปรับแต่ละประเภทได้	FR-01
CRQ-04	ระบบต้องสามารถออกจดหมายเรียกปรับเป็นเอกสาร ไม่โครซอฟท์เวิร์ดได้	ไม่มี (เป็นความต้องการใหม่)
CRQ-05	ระบบต้องสามารถจัดการรูปแบบ (Template) ของจดหมายเรียกปรับแต่ละประเภทได้	ไม่มี (เป็นความต้องการใหม่)
CRQ-06	ระบบต้องสามารถออกรายงานสรุปผลตามผู้อนุมัติได้ โดยให้สิทธิ์การออกรายงานกับผู้จัดการเท่านั้น	FR-07
CRQ-07	ระบบต้องสามารถออกรายงานสรุปผลตามผู้จัดซื้อได้ โดยให้สิทธิ์การออกรายงานกับผู้จัดการเท่านั้น	FR-07

กระบวนการจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลงรวมถึงการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลง และรายการความต้องการ เพื่อใช้ในการตามรอยผลกระทบไปยังส่วนต่าง ๆ ซึ่งการตามรอยผลกระทบ และการระบุผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงจะอธิบายในหัวข้อถัดไป

### 4.3 กระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง

ในกระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วยกระบวนการหลักสองกระบวนการคือ กระบวนการระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่อง และกระบวนการจัดลำดับชุดของผลกระทบ

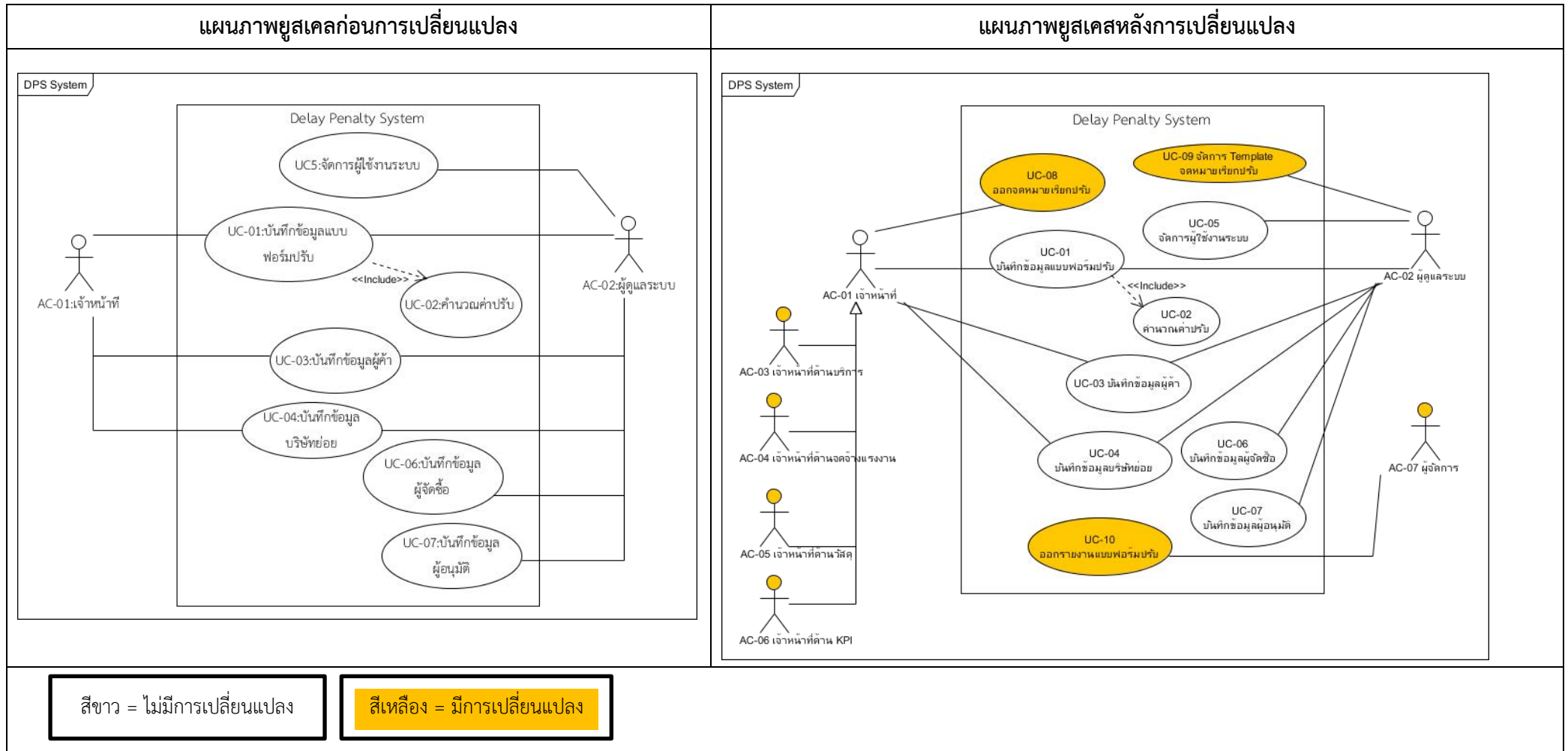
#### 4.3.1 กระบวนการระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่อง

ในกระบวนการระบุผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่องอาศัยข้อมูลรายการความต้องการ และข้อมูลแผนภาพเชิงวิเคราะห์ที่ได้จัดเก็บไว้ จากกระบวนการจัดการข้อมูลโครงการในหัวข้อที่ 4.1 ข้อมูลรายการคำขอการเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลงในหัวข้อที่ 4.2 ประเภทการเปลี่ยนแปลงจากหัวข้อที่ 3.3.1 และกฎการเปลี่ยนแปลงจากหัวข้อที่ 3.3.2 มาวิเคราะห์ เพื่อให้ได้มาซึ่งชุดของผลกระทบ โดยจากข้อมูลโครงการระบบดีพีเอส (DPS) สามารถนำมาอธิบายการตามรอยผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตามกระบวนการระบุผลกระทบ และผลกระทบต่อเนื่องได้ ดังนี้

##### 4.3.1.1 กระบวนการกำหนดขอบเขตของผลกระทบ

การกำหนดขอบเขตนั้นอาศัยการตามรอยจากคำขอการเปลี่ยนแปลงไปยังความต้องการ และจากความต้องการไปยังยูสเคสภายในแผนภาพยูสเคส จากข้อมูลที่กำลังกล่าวมาจะได้ผลลัพธ์คือขอบเขตของผลกระทบแสดงดังตารางที่ 4.7 ซึ่งข้อมูลนำเข้าดังกล่าวของโครงการดีพีเอส ได้แก่ข้อมูลจากตารางที่ 4.1 (รายการความต้องการ) ตารางที่ 4.5 (รายการคำขอการเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ) ภาพที่ 4.1 (แผนภาพยูสเคส) ตารางที่ 4.2 (ความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคส และความต้องการ) และแผนภาพยูสเคสหลังการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบแผนภาพยูสเคสก่อนการเปลี่ยนแปลงและหลังการเปลี่ยนแปลงตามคำขอการเปลี่ยนแปลง





ตารางที่ 4.7 ขอบเขตผลกระทบของระบบดีพีเอส

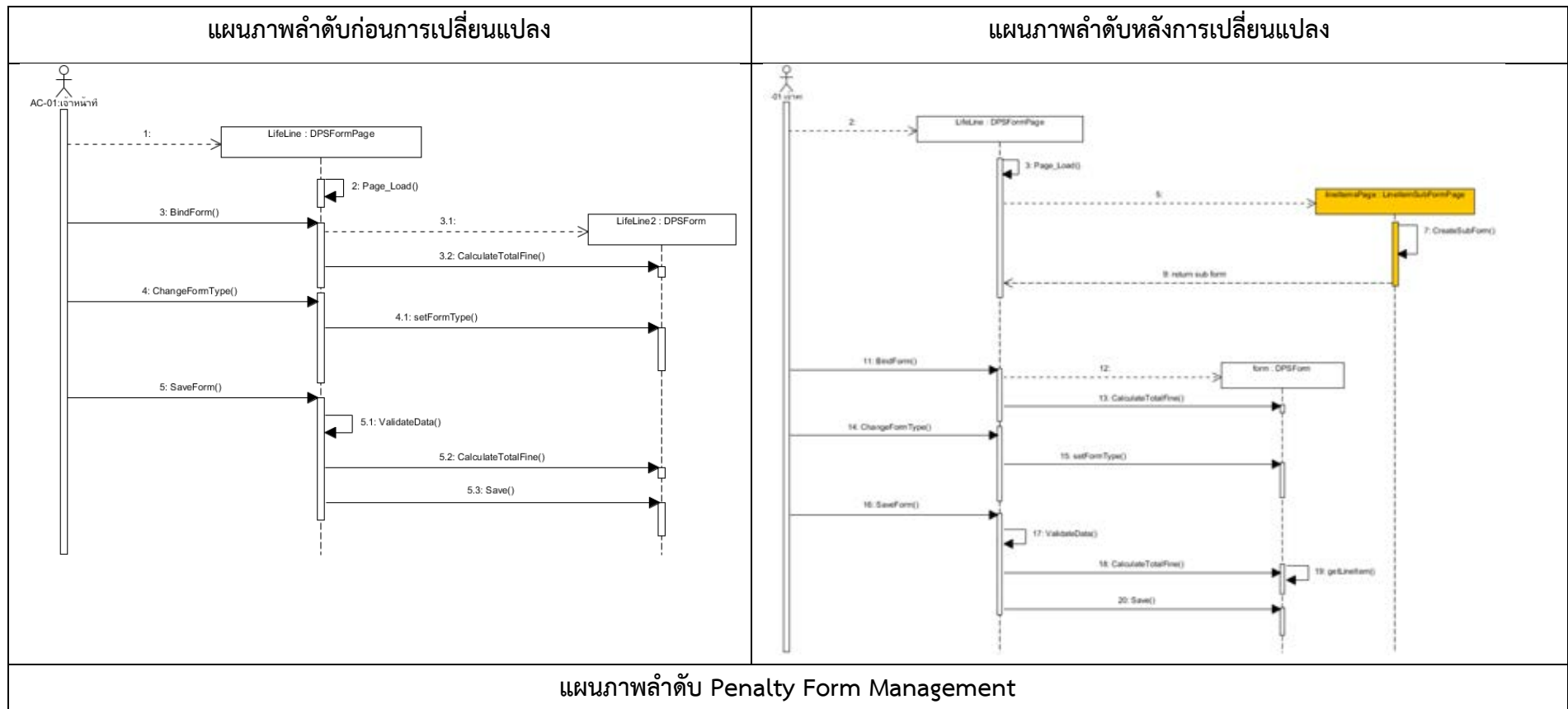
รหัสคำขอการเปลี่ยนแปลง	ความต้องการเดิมที่ได้รับผลกระทบ	ยูสเคสที่ได้รับผลกระทบ
CRQ-01	FR-01, FR-02, FR-03, FR-04, FR-05, FR-06	UC-01
CRQ-02	FR-01, FR-07	UC-01
CRQ-03	FR-01	UC-01
CRQ-04	ไม่มี (ความต้องการใหม่)	UC-08
CRQ-05	ไม่มี (ความต้องการใหม่)	UC-09
CRQ-06	FR-07	UC-10
CRQ-07	FR-07	UC-10

หลังจากกำหนดขอบเขตของผลกระทบเรียบร้อยแล้ว จะทราบว่ายูสเคสใดบ้างที่ได้รับผลกระทบจากคำขอการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถแสดงถึงผลกระทบโดยรวมที่มีต่อระบบได้ผ่านทางยูสเคส

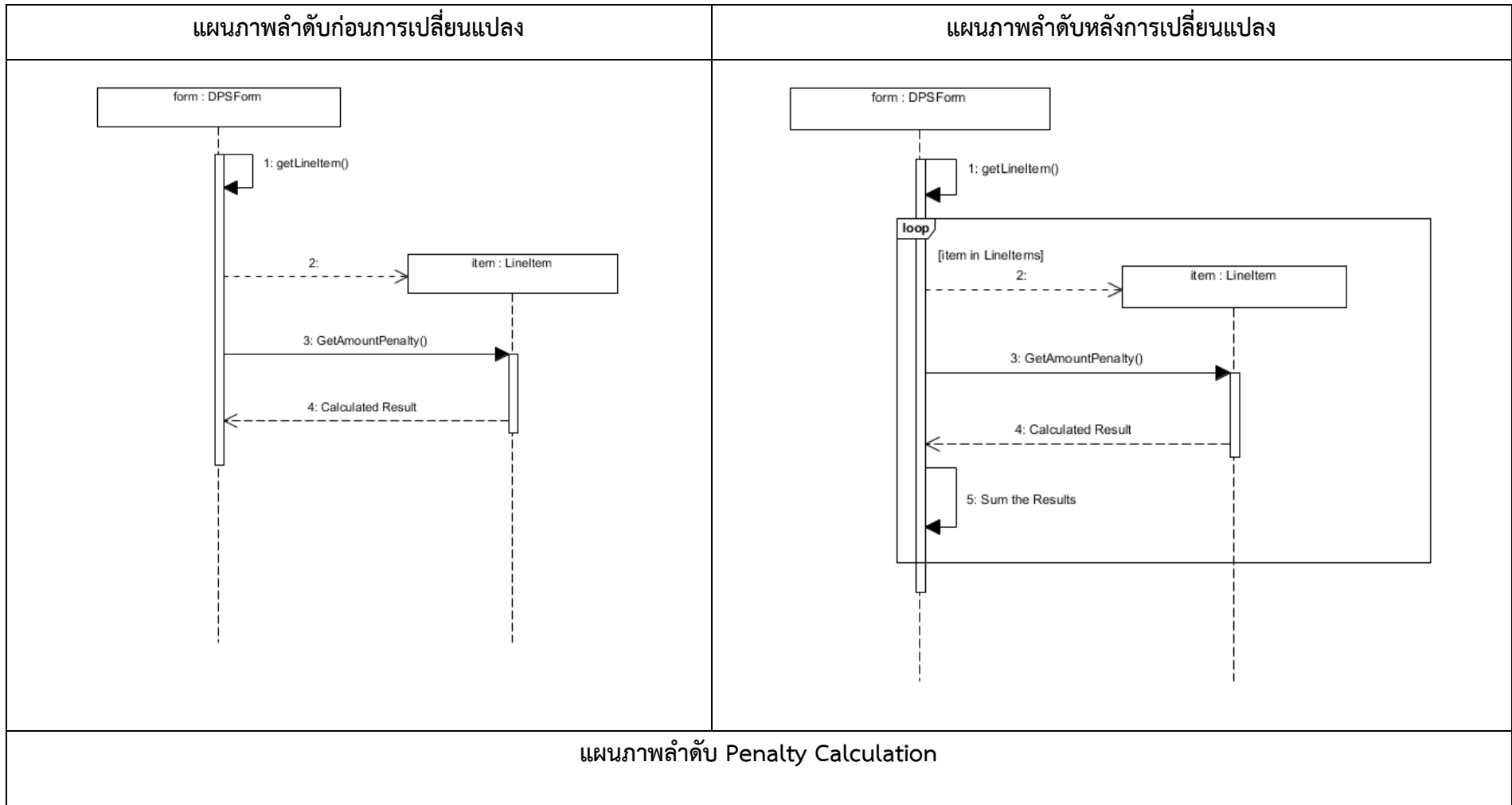
#### 4.3.1.2 กระบวนการค้นหาประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพเชิงวิเคราะห์

กระบวนการค้นหาประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพเชิงวิเคราะห์ เป็นการระบุการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบซอฟต์แวร์เพื่อตอบสนองการเปลี่ยนแปลง ซึ่งข้อมูลนำเข้ดังกล่าวของโครงการดีพีเอส ได้แก่ข้อมูลจากตารางที่ 4.1 (ข้อมูลความต้องการและความสัมพันธ์) ประเภทการเปลี่ยนแปลงจากหัวข้อที่ 3.3.1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับการออกแบบแผนภาพเชิงวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.8 และ 4.9 ตารางแสดงแผนภาพลำดับที่เพิ่มเติมแสดงดังตารางที่ 4.10 แผนภาพคลาสก่อนการเปลี่ยนแปลงแสดงดังภาพที่ 4.5 และแผนภาพคลาสหลังการเปลี่ยนแปลงภาพที่ 4.6

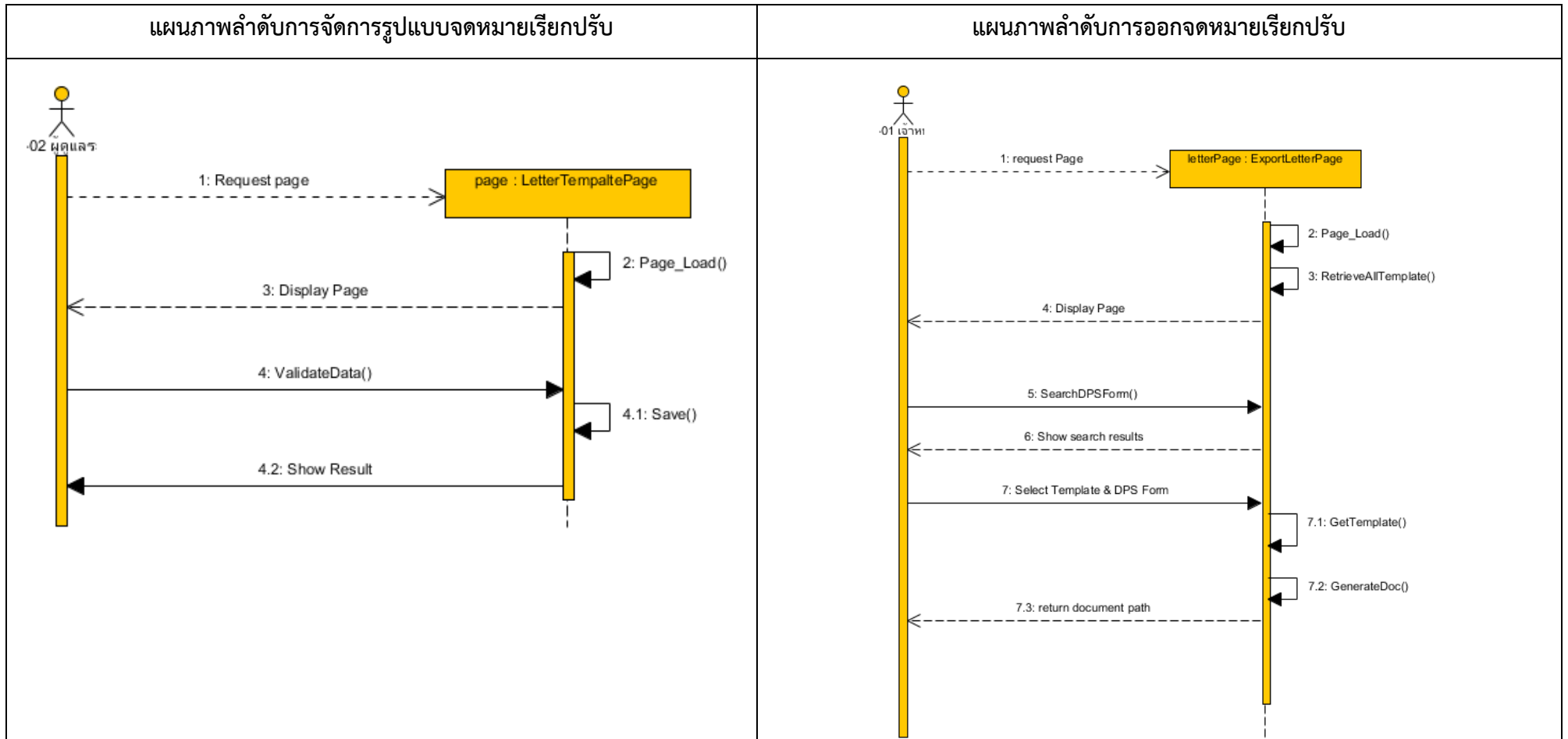
ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบแผนภาพลำดับ Penalty Form Management ก่อนการเปลี่ยนแปลงและหลังการเปลี่ยนแปลงตามคำขอการเปลี่ยนแปลง



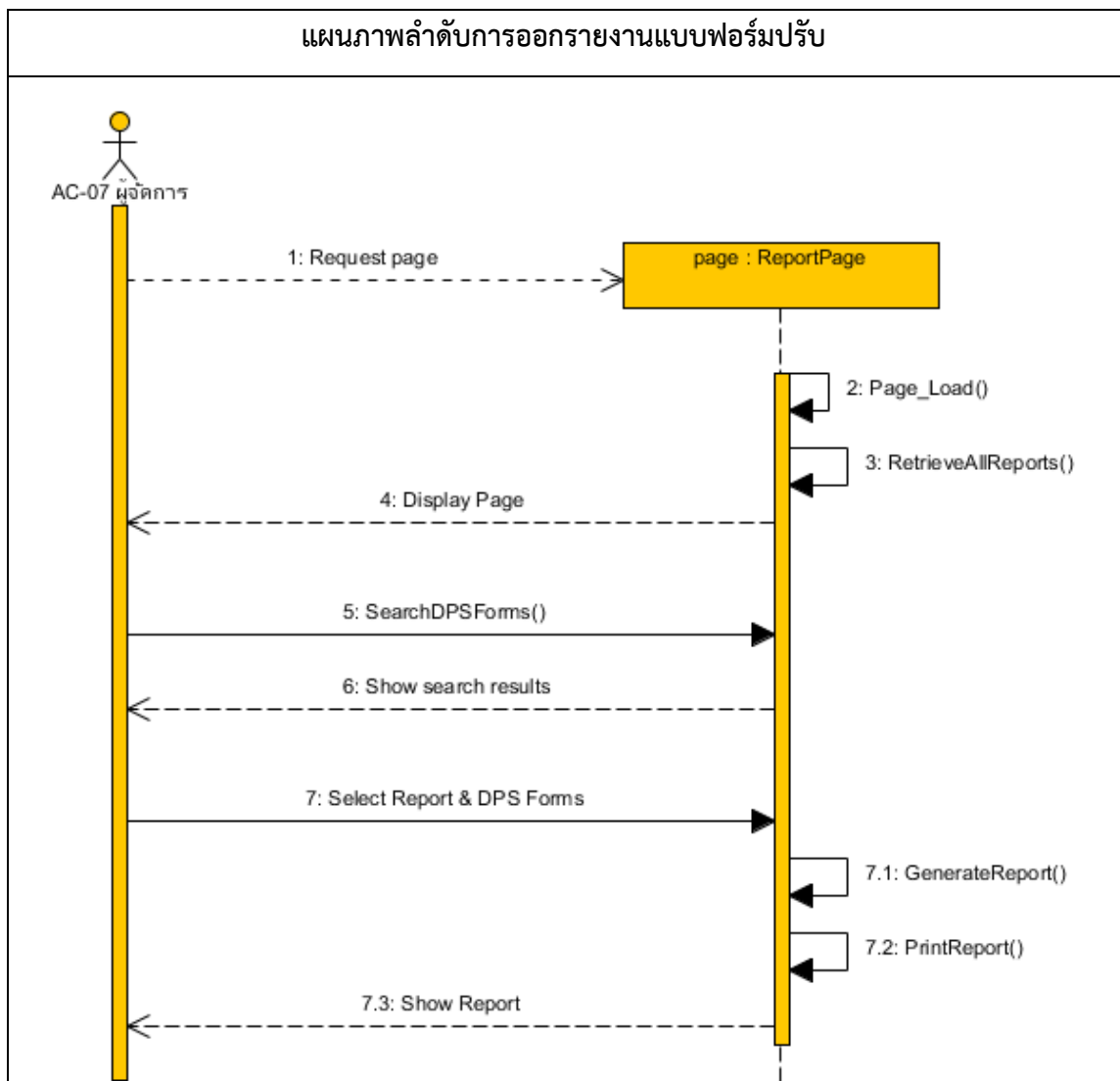
ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบแผนภาพลำดับ Penalty Calculation ก่อนการเปลี่ยนแปลงและหลังการเปลี่ยนแปลงตามคำขอการเปลี่ยนแปลง

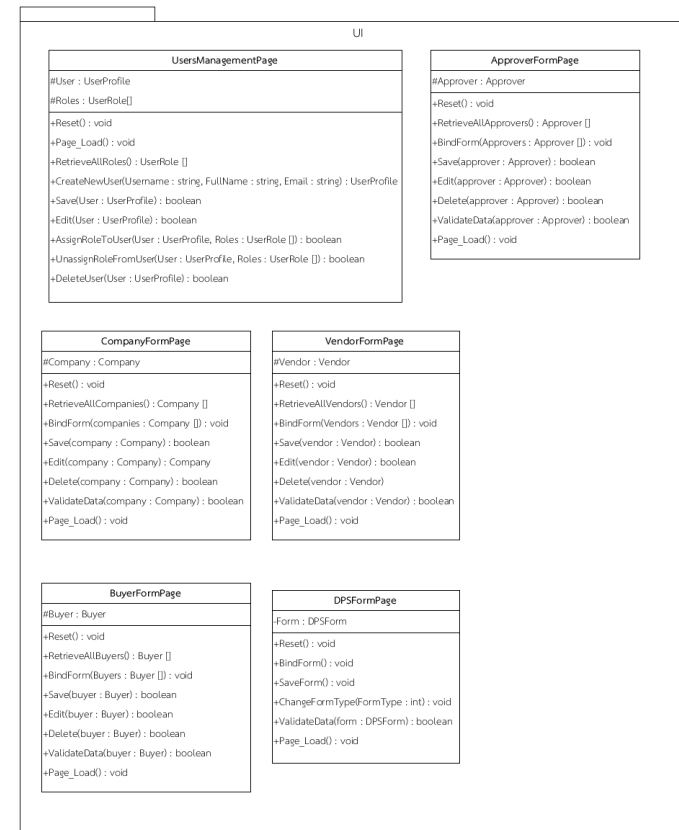
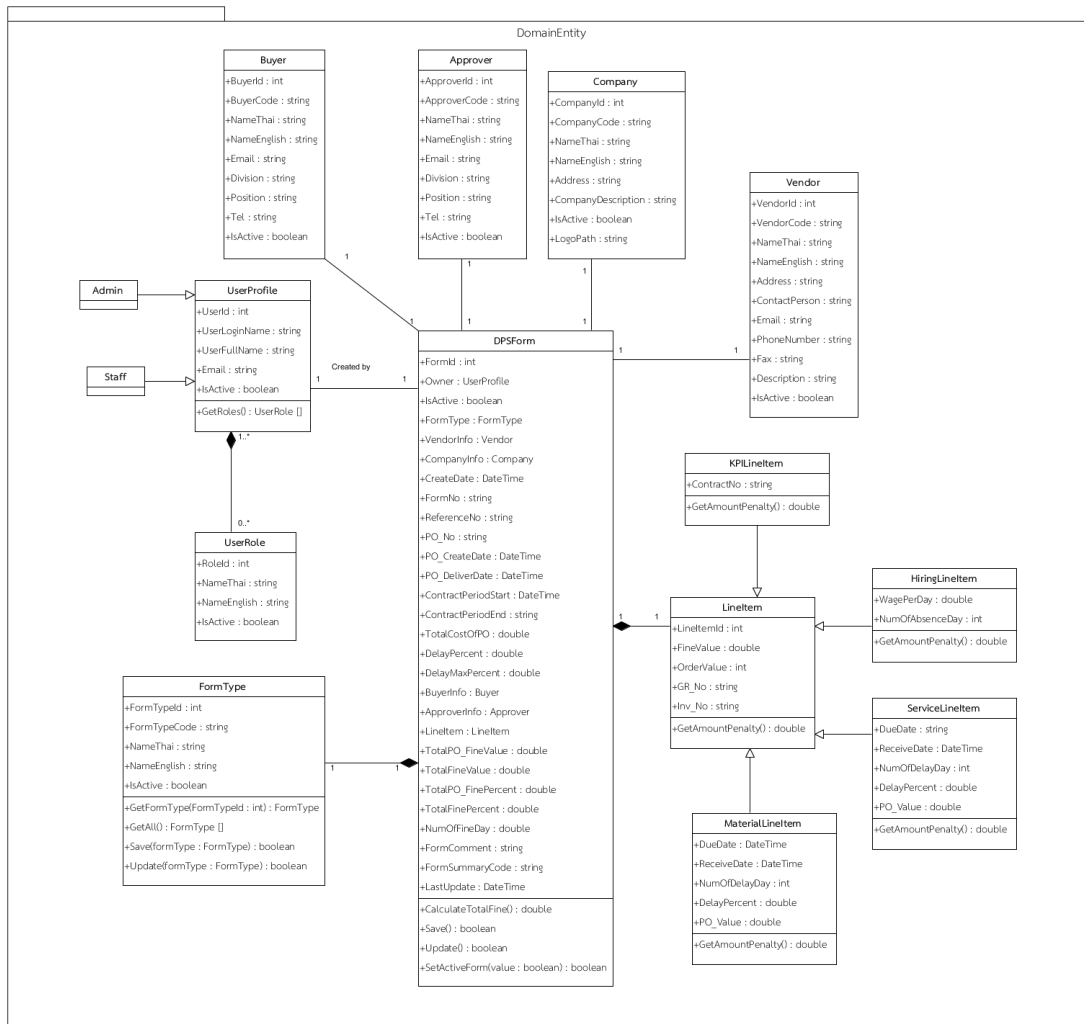


ตารางที่ 4.10 แผนภาพลำดับที่เพิ่มเติม

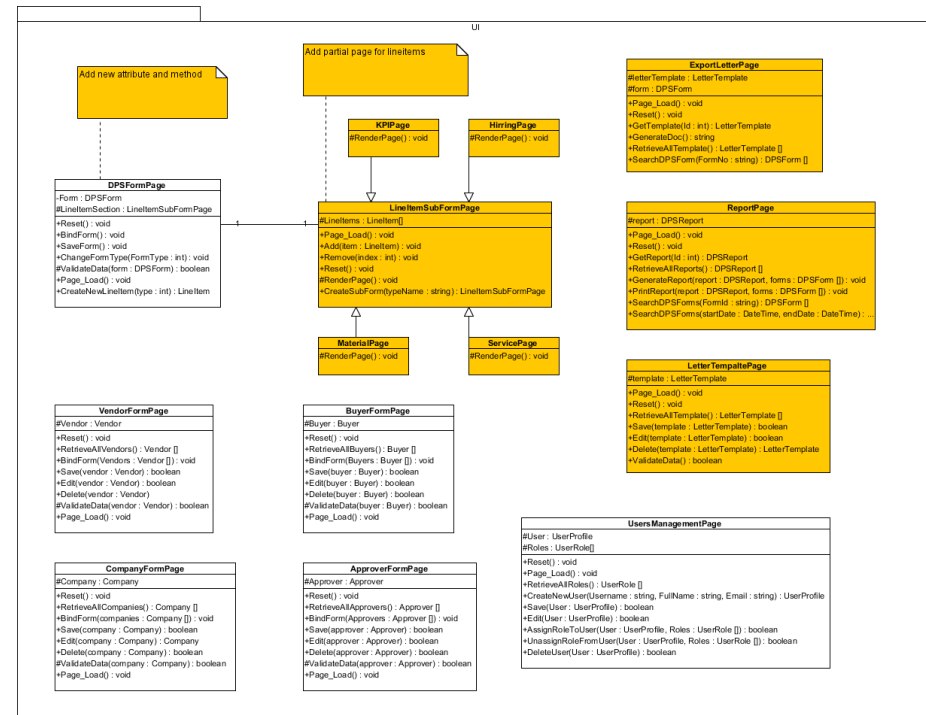
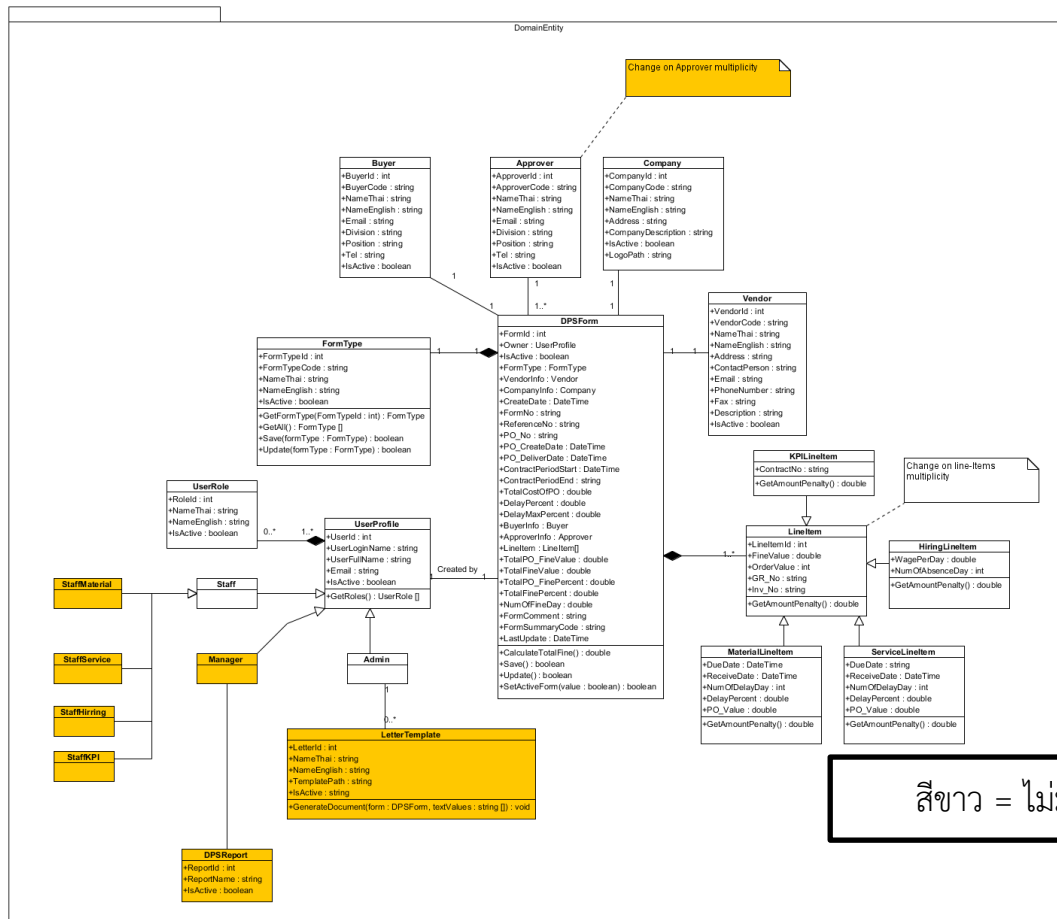


ตารางที่ 4.10 แผนภาพลำดับที่เพิ่มเติม (ต่อ)





ภาพที่ 4.5 แผนภาพคลาสก่อนการเปลี่ยนแปลง



สีขาว = ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

สีเหลือง = มีการเปลี่ยนแปลง

ภาพที่ 4.6 แผนภาพคลาสหลังการเปลี่ยนแปลง

จากข้อมูลนำเข้าที่กล่าวมา พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบซอฟต์แวร์ในส่วน การออกแบบแผนภาพยูสเคส การออกแบบแผนภาพคลาส และการออกแบบแผนภาพลำดับแสดงดังตารางที่ 4.11 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบแผนภาพยูสเคส

แผนภาพยูสเคส		
ประเภท	รายละเอียดการแก้ไขการออกแบบ	การดำเนินการเปลี่ยนแปลง
แอกเตอร์	CT-01: เพิ่มแอกเตอร์ “เจ้าหน้าที่ด้านวัสดุ”	AAT
	CT-02: เพิ่มแอกเตอร์ “เจ้าหน้าที่ด้านบริการ”	AAT
	CT-03: เพิ่มแอกเตอร์ “เจ้าหน้าที่ด้านจัดจ้างแรงงาน”	AAT
	CT-04: เพิ่มแอกเตอร์ “เจ้าหน้าที่ด้าน KPI”	AAT
	CT-05: เพิ่มแอกเตอร์ “ผู้จัดการ”	AAT
ยูสเคส	CT-06: เพิ่มยูสเคส “จัดการ Template จดหมายเรียกปรับ”	AUC
	CT-07: เพิ่มยูสเคส “ออกจดหมายเรียกปรับ”	AUC
	CT-08: เพิ่มยูสเคส “ออกรายงานแบบฟอร์มปรับ”	AUC
ความสัมพันธ์	CT-09: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่างแอกเตอร์ “เจ้าหน้าที่” และ “เจ้าหน้าที่ด้านวัสดุ”	AGENZ-ACT
	CT-10: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่างแอกเตอร์ “เจ้าหน้าที่” และ “เจ้าหน้าที่ด้านบริการ”	AGENZ-ACT
	CT-11: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่างแอกเตอร์ “เจ้าหน้าที่” และ “เจ้าหน้าที่ด้านจัดจ้างแรงงาน”	AGENZ-ACT
	CT-12: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่างแอกเตอร์ “เจ้าหน้าที่” และ “เจ้าหน้าที่ด้าน KPI”	AGENZ-ACT
	CT-13: เพิ่มแอสโซซิเอชันระหว่างแอกเตอร์ “เจ้าหน้าที่” กับ ยูสเคส “จัดการ Template จดหมายเรียกปรับ”	AUCAso
	CT-14: เพิ่มแอสโซซิเอชันระหว่างแอกเตอร์ “ผู้ดูแลระบบ” กับ ยูสเคส “จัดการ Template จดหมายเรียกปรับ”	AUCAso



ตารางที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

แผนภาพยูสเคส		
ประเภท	รายละเอียดการแก้ไขการออกแบบ	การจำแนกการเปลี่ยนแปลง
	CT-15: เพิ่มแอสโซซิเอชันระหว่างแอกเตอร์ “ผู้จัดการ” กับ ยูสเคส “ออกรายงานแบบฟอร์มปรับ”	AUCAsso

ตารางที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบแผนภาพคลาส

แผนภาพคลาส			
ประเภท	รายละเอียดการแก้ไขการออกแบบ	ลักษณะการออกแบบคลาส	การจำแนกการเปลี่ยนแปลง
คลาส	CT-16: เพิ่มคลาส “StaffMaterial”	Domain Entity	AC
	CT-17: เพิ่มคลาส “StaffService”	Domain Entity	AC
	CT-18: เพิ่มคลาส “StaffHiring”	Domain Entity	AC
	CT-19: เพิ่มคลาส “StaffMaterial”	Domain Entity	AC
	CT-20: เพิ่มคลาส “StaffKPI”	Domain Entity	AC
	CT-21: เพิ่มคลาส “Manager”	Domain Entity	AC
	CT-22: เพิ่มคลาส “DPSReport”	Domain Entity,	AC
	CT-23: เพิ่มคลาส “LetterTemplate”	Domain Entity	AC
	CT-24: เพิ่มคลาส “LineltemSubFormPage”	UI	AC
	CT-25: เพิ่มคลาส “MaterialPage”	UI	AC
	CT-26: เพิ่มคลาส “ServicePage”	UI	AC
	CT-27: เพิ่มคลาส “HiringPage”	UI	AC
	CT-28: เพิ่มคลาส “KPIPage”	UI	AC
	CT-29: เพิ่มคลาส “ExportLetterPage”	UI	AC
CT-30: เพิ่มคลาส “ReportPage”	UI	AC	

ตารางที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบแผนภาพคลาส (ต่อ)

แผนภาพคลาส			
ประเภท	รายละเอียดการแก้ไขการออกแบบ	ลักษณะการออกแบบคลาส	การจำแนกการเปลี่ยนแปลง
	CT-31: เพิ่มคลาส “LetterTempaltePage”	UI	AC
ลักษณะประจำ	CT-32: แก้ไขชนิดข้อมูล “Lineltems” ภายในคลาส “DPSForm” เป็นแถว ลำดับ (Array)	-	CTF
ความสัมพันธ์	CT-33: เพิ่มมัลติพลิซิติ ระหว่างคลาส “Approver” และ “DPSForm”	-	IMTA
	CT-34: เพิ่มมัลติพลิซิติ ระหว่างคลาส “Lineltem” และ “DPSForm”	-	IMTC
	CT-35: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่าง คลาส “Staff” และ “StaffMaterial”	-	ARG
	CT-36: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่าง คลาส “Staff” และ “StaffService”	-	ARG
	CT-37: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่าง คลาส “Staff” และ “StaffHiring”	-	ARG
	CT-38: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่าง คลาส “Staff” และ “StaffKPI”	-	ARG
	CT-39: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่าง คลาส “LineltemSubFormPage” และ “MaterialPage”	-	ARG
	CT-40: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่าง คลาส “LineltemSubFormPage” และ “ServicePage”	-	ARG
	CT-41: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่าง คลาส “LineltemSubFormPage” และ “HiringPage”	-	ARG
	CT-42: เพิ่มเจเนอรัลไลเซชันระหว่าง	-	ARG

ตารางที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบแผนภาพคลาส (ต่อ)

แผนภาพคลาส			
ประเภท	รายละเอียดการแก้ไขการออกแบบ	ลักษณะการออกแบบคลาส	การจำแนกการเปลี่ยนแปลง
	คลาส “LinItemSubFormPage” และ “KPIPage”		
	CT-43: เพิ่มแอสโซซิเอชันระหว่างคลาส “DPSFormPage” และ “LinItemSubFormPage”	-	ARA
	CT-44: เพิ่มแอสโซซิเอชันระหว่างคลาส “Admin” และ “LetterTemplate”	-	ARA
	CT-45: เพิ่มแอสโซซิเอชันระหว่างคลาส “Manager” และ “DPSReport”	-	ARA

ตารางที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบแผนภาพลำดับ

แผนภาพลำดับ			
ชื่อแผนภาพ	ประเภท	รายละเอียดการแก้ไขการออกแบบ	การจำแนกการเปลี่ยนแปลง
Penalty Form Management	เส้นชีวิต (Lifeline)	CT-46: เพิ่มเส้นชีวิต “linItemsPage: LinItemSubFormPage”	AOL
	แมสเสจ (Message)	CT-47: เพิ่มแมสเสจ “CreateSubForm()”	ASMS
Penalty Calculation	วนซ้ำ (Loop)	CT-48: เพิ่มวนซ้ำ	-
	แมสเสจ	CT-49: เพิ่มแมสเสจ “Sum the Results”	ASMS
Export Letter	แผนภาพ (Diagram)	CT-50: เพิ่มแผนภาพ “Export Letter”	ASQ
Letter Template Management	แผนภาพ	CT-51: เพิ่มแผนภาพ “Letter Template Management”	ASQ
Export Report	แผนภาพ	CT-52: เพิ่มแผนภาพ “Export Report”	ASQ

#### 4.3.1.3 กระบวนการระบุผลกระทบจากชุดของกฎการเปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 4.11 4.12 และ 4.13 แสดงถึงผลลัพธ์การค้นหาค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงกับการเปลี่ยนแปลงที่ได้จำแนกไว้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงบางประเภทอาจไม่สามารถจับคู่กับการเปลี่ยนแปลงที่จำแนกไว้ได้ เนื่องจากไม่มีนัยสำคัญในการนำมาวิเคราะห์ตัวอย่างเช่น การเพิ่มวนซ้ำในแผนภาพลำดับเพราะเป็นเพียงการสั่งการทำงานลักษณะเดิมซ้ำ ๆ ซึ่งคำสั่งที่อยู่ภายในที่มีการเพิ่มหรือนำออกไป จะสามารถตรวจสอบได้จากการจำแนกประเภทที่เกี่ยวกับการเพิ่มหรือลบแมสเสจ

หลังจากได้ชุดของการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่เกิดขึ้น จึงทำการตามรอยผลกระทบจากกฎการเปลี่ยนแปลงที่กำหนดไว้ให้กับแต่ละประเภทการเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างการตามรอยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงซีทีเอฟ (CTF) ตารางที่ 4.14 แสดงถึงการตามรอยผลกระทบจากประเภทการเปลี่ยนแปลงซีทีเอฟ คือการเปลี่ยนชนิดข้อมูลของลักษณะประจำชื่อ LineItem เป็นชนิดข้อมูลแถวลำดับ (Array)

ตารางที่ 4.14 การตามรอยผลกระทบจากกฎการเปลี่ยนแปลงซีทีเอฟ

ระดับการตามรอย	ประเภทส่วนย่อย	ส่วนย่อยที่ได้รับผลกระทบ
ระดับที่ 1	ลักษณะประจำ	LineItem
ระดับที่ 2	เมทอด	CalcualteTotalFine()
ระดับที่ 3	แมสเสจ	13. CalcualteTotalFine() 15. CalcualteTotalFine()

จากตารางที่ 4.14 แสดงถึงการตามรอยโดยใช้กฎการเปลี่ยนแปลงที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากลักษณะประจำที่มีการแก้ไขชนิดข้อมูลจากตัวอย่างคือลักษณะประจำ lineitem เป็นผลกระทบระดับที่ 1 และจากการกำหนดกฎการเปลี่ยนแปลงซีทีเอฟกำหนดให้ตามรอยไปยังเมทอดที่มีการเรียกใช้ลักษณะประจำจากระดับที่ 1 จึงตามรอยไปยังเมทอด CalculateTotalFile ที่มีการเรียกใช้ลักษณะประจำ lineitem เป็นผลกระทบในระดับที่สอง และกฎการเปลี่ยนแปลงซีทีเอฟกำหนดให้ตามรอยไปยังแมสเสจที่อ้างถึงเมทอดในระดับที่ 2 จึงตามรอยไปยังแมสเสจที่ 13 และ 15 ของแผนภาพลำดับต่อไป ซึ่งการตามรอยผลกระทบตามกฎการเปลี่ยนแปลงนั้น ช่วยในการหาผลกระทบต่อเนื่องที่เกิดจากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่ค้นหาพบในการแก้ไขการออกแบบ ตัวอย่างการแจกแจงบางส่วนการ

ตามรอยผลกระทบต่อนื่องบางส่วนจากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่ค้นหาพบจาดตารางที่ 4.11 4.12 และ 4.13 แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 การแจกแจงบางส่วนการตามรอยผลกระทบต่อนื่องบางส่วนจากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่ค้นหาพบ

คำขอเปลี่ยนแปลง	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	ขอบเขตผลกระทบ	ผลกระทบกับแผนกายูสเคส	ผลกระทบกับแผนภาพคลาส	ผลกระทบกับแผนภาพลำดับ
CRO-01	CT-24 : AC	UC-01	- ไม่มี	- Class : LineltemSubFormPage [Direct Impact]	- LifeLine : LineltemSubFormPage - Message : CreateSubForm()
	CT-32 : CTF		- ไม่มี	- Attribute : DPSForm.Lineltem [Direct Impact]	- Message : getLineltem() - Lifeline : DPSForm
	CT-34 : IMTC		- ไม่มี	- Class : Lineltem [Direct Impact] - Class : DPSForm [Direct Impact]	- LifeLine : Lineltem
	CT-39 : ARG		- ไม่มี	- Class : LineltemSubFormPage [Direct Impact] - Class : MaterialPage [Direct Impact]	- ไม่มี
	CT-40 : ARG		- ไม่มี	- Class : LineltemSubFormPage [Direct Impact]	- ไม่มี

ตารางที่ 4.15 การแจกแจงบางส่วนการตามรอยผลกระทบต่อเนื่องบางส่วนจากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่ค้นหาคพบ (ต่อ)

คำขอเปลี่ยนแปลง	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	ขอบเขตผลกระทบ	ผลกระทบกับแผนกายูสเคส	ผลกระทบกับแผนภาพคลาส	ผลกระทบกับแผนภาพลำดับ
				- Class : ServicePage [Direct Impact]	
	CT-41 : ARG		- ไม่มี	- Class : LineltemSubFormPage [Direct Impact]  - Class : HerringPage [Direct Impact]	- ไม่มี
	CT-42 : ARG		- ไม่มี	- Class : LineltemSubFormPage [Direct Impact]  - Class : KPIPPage [Direct Impact]	- ไม่มี
	CT-43 : ARA		- ไม่มี	- Class : LineltemSubFormPage [Direct Impact]  - Class : DPSFormPage [Direct Impact]	- ไม่มี

ตารางที่ 4.15 การแจกแจงบางส่วนการตามรอยผลกระทบต่อเนื่องบางส่วนจากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่ค้นหาคพบ (ต่อ)

คำขอเปลี่ยนแปลง	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	ขอบเขตผลกระทบ	ผลกระทบกับแผนภูมิต่อ	ผลกระทบกับแผนภาพคลาส	ผลกระทบกับแผนภาพลำดับ
	CT-46 : AOL		- UC-02 : คำนวณค่าปรับ	- ไม่มี	- LifeLine : LineltemSubFormPage [Direct Impact] - Sequence Diagram : Calculate Penalty
	CT-47 : ASMS		- UC-01 : คำนวณค่าปรับ	- ไม่มี	- Message : CreateSubForm() [Direct Impact] - Sequence Diagram : Delay Penalty Form Management
	CT-48 : -		- ไม่สามารถตามรอยได้ (ไม่มีการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงที่รองรับ)		
	CT-49 : ASMS		- ไม่สามารถตามรอยได้ (ผิดกฎการตามรอย : แمسเสจในแผนภาพลำดับต้องมาจากหนึ่งเมทอดในแผนภาพคลาส)		

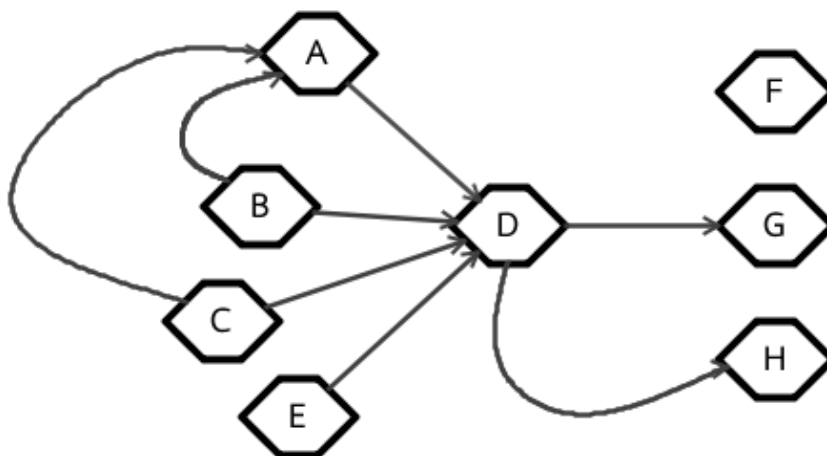


#### 4.3.2 กระบวนการจัดลำดับชุดของผลกระทบ

จากผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการในหัวข้อที่ 4.3.1 สามารถนำมาจัดลำดับความสำคัญได้ โดยใช้ขั้นตอนวิธีแพรคทีเคิลเพจแรงค์และค่าน้ำหนัก จากสมการที่ (2.1) มาคำนวณหาค่าเพจแรงค์ โดยแสดงตัวอย่างการคำนวณดังนี้

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างรายการผลลัพธ์ที่ได้จากการระบุผลกระทบ

โหนด	ชื่อส่วนย่อย	ประเภทส่วนย่อย	ค่าน้ำหนัก
A	DPSForm.LinItem[]	Attribute	0.7
B	getLinItem()	Sequence Message	0.6
C	CalculatePenalty()	Sequence Message	0.6
D	Class : DPSForm	Class	0.8
E	form : DPSForm	LifeLine	0.5
F	ออกจดหมายเรียกปรับ	UseCase	0.6
G	Class : DPSFromPage	Class	0.7
H	Association จาก Class:DPSForm ไปยัง Class:LinItem	Association	0.5



ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างโหนดที่ใช้ในการคำนวณ

จากตารางที่ 4.16 และภาพที่ 4.7 สามารถอธิบายการคำนวณค่าเพจแรงค์ของแต่ละโหนดได้ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ตารางแจกแจงการคำนวณค่าเพจแรงค์

จำนวนรอบ การคำนวณ	A	B	C	D	E	F	G	H
0	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
1	0.175	0.025	0.025	0.475	0.025	0.025	0.075	0.075
2	0.055	0.025	0.025	0.595	0.025	0.025	0.215	0.215
3	0.055	0.025	0.025	0.595	0.025	0.025	0.263	0.263
4	0.055	0.025	0.025	0.595	0.025	0.025	0.263	0.263
6	0.055	0.025	0.025	0.595	0.025	0.025	0.263	0.263
7	0.055	0.025	0.025	0.595	0.025	0.025	0.263	0.263
8	0.055	0.025	0.025	0.595	0.025	0.025	0.263	0.263
9	0.055	0.025	0.025	0.595	0.025	0.025	0.263	0.263

จากตารางที่ 4.17 แสดงการคำนวณค่าเพจแรงค์ โดยมีวิธีการคำนวณคือในรอบที่ 0 กำหนดค่าเพจแรงค์ของทุกโหนดเท่ากับหนึ่งหารด้วยจำนวนโหนดทั้งหมด  $1/N$  จากตัวอย่างการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.125 ในรอบที่ 1 จนถึงรอบที่ 9 ใช้ขั้นตอนวิธีขั้นตอนวิธีเพจแรงค์แบบประยุกต์จากสมการที่ (3.1) เพื่อหาค่าเพจแรงค์ของแต่ละโหนด ยกตัวอย่างการคำนวณโหนด D ในรอบการคำนวณที่ 1 ดังนี้

$$r(d) = d \times \left( \frac{r(A)}{N(A)} + \frac{r(B)}{N(B)} + \frac{r(C)}{N(C)} + \frac{r(E)}{N(E)} \right) + \frac{(1-d)}{N}$$

$$r(d) = 0.8 \times \left( \frac{0.125}{2} + \frac{0.125}{1} + \frac{0.125}{2} + \frac{0.125}{1} \right) + \left( \frac{1-0.8}{6} \right)$$

$$r(d) = (0.8 \times 0.375) + 0.025$$

$$r(d) = 0.475$$

ให้ทำการคำนวณซ้ำจนกว่าค่าจะไม่เปลี่ยนแปลงจากตารางที่ 4.16 จะสังเกตเห็นได้ว่าค่าเพจแรงค์เริ่มไม่เปลี่ยนแปลงตั้งแต่รอบการคำนวณที่ 4 แต่ไม่ควรหยุดการคำนวณ ซึ่งควรทำการคำนวณซ้ำเพิ่มเติมเพราะค่าอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในรอบถัดไป

หลังจากได้ค่าเพจแรงค์แล้วจึงนำมาคำนวณร่วมกับค่าน้ำหนักตามสมการที่ (3.1) โดยกำหนดให้ค่า  $\alpha = 0.5$  หมายความว่าให้ความสำคัญระหว่างค่าเพจแรงค์และค่าน้ำหนักเท่ากัน และค่าน้ำหนักสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3.2) ซึ่งตัวอย่างการคำนวณอ้างอิงค่าน้ำหนักที่ได้จากผู้ใช้จากตารางที่ 4.7 จะสามารถแจกแจงการคำนวณได้ดังนี้

จากสมการที่ 3.2

$$weight(e_i) = 0.7 \times \frac{1}{(0.7 + 0.6 + 0.6 + 0.8 + 0.5 + 0.6 + 0.7 + 0.5)}$$

$$weight(e_A) = 0.7 \times \frac{1}{5}$$

$$weight(e_A) = 0.14$$

ทำการคำนวณหาค่าน้ำหนักของแต่ละโหนดตั้งแต่โหนด A ถึง H จะได้ค่าน้ำหนัก และผลการคำนวณค่าเพจแรงค์ร่วมกับค่าน้ำหนักจากข้อมูลตัวอย่างตารางที่ 4.17 แสดงดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการคำนวณหาค่าเพจแรงค์ร่วมกับค่าน้ำหนัก

โหนด	ค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนักใหม่	ค่าเพจแรงค์	ค่าเพจแรงค์ร่วมกับค่าน้ำหนัก
A	0.7	0.14	0.055	0.0975
B	0.6	0.12	0.025	0.0725
C	0.6	0.12	0.025	0.0725
D	0.8	0.16	0.595	0.3775
E	0.5	0.1	0.025	0.0625
F	0.6	0.12	0.025	0.0725
G	0.7	0.14	0.263	0.2015
H	0.5	0.1	0.263	0.1815

ค่าเพจแรงค์ที่คำนวณร่วมกับค่าน้ำหนักที่ให้โดยผู้ออกแบบ ทำให้สามารถเรียงลำดับผลลัพธ์ของการระบุผลกระทบได้ ซึ่งจากตัวอย่างจะพบว่า โหนดดี (D) หรือคลาส DPSForm นั้นถูกอ้างอิงถึงมากที่สุด และจากการคำนวณค่าเพจแรงค์ร่วมกับค่าน้ำหนักได้ค่าสูงสุดเช่นกัน และหลังจากการคำนวณค่าน้ำหนักจะพบว่าโหนดเอฟ (F) และโหนดจี (G) ผู้ออกแบบกำหนดค่าน้ำหนักให้สูงกว่าโหนดอี (E) และโหนดเอช (H) ที่มีค่าเพจแรงค์เดิมที่เท่ากัน ส่งผลให้ค่าเพจแรงค์ร่วมกับค่าน้ำหนักของโหนดเอฟและโหนดจี มีค่ามากกว่าซึ่งส่งผลในการเปลี่ยนแปลงลำดับของผลลัพธ์ต่อไป จากตัวอย่างการคำนวณดังกล่าวจึงสรุปได้ว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นกับคลาส DPSForm มีความสำคัญที่ต้องตระหนักถึงการดำเนินการแก้ไขมากที่สุด

## บทที่ 5

### การทดลองและการวิเคราะห์ผล

ในบทนี้ประกอบด้วย การทดลองเพื่อวัดประสิทธิผลของแนวคิดที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 โดยจะเริ่มอธิบายจากการวางแผนการทดลอง การจัดเตรียมข้อมูลไว้สำหรับการทดลอง และการประเมินประสิทธิผลของการระบุผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

#### 5.1 การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลอง อธิบายถึงการกำหนดขั้นตอนการทดลอง และจุดประสงค์การทดลอง ประกอบด้วยสองหัวข้อหลักคือ จุดประสงค์การทดลอง และออกแบบการทดลองดังนี้

##### 5.1.1 จุดประสงค์การทดลอง

จุดประสงค์ของการทดลองคือการประเมินความถูกต้อง และประเมินประสิทธิผลของการจัดลำดับผลลัพธ์ดังนี้

1) เพื่อประเมินความถูกต้องของการตามรอยผลกระทบตามขอบเขตการตามรอยความต้องการ และกฎการเปลี่ยนแปลงที่ได้กำหนดไว้

2) เพื่อประเมินประสิทธิผลการจัดลำดับผลลัพธ์ของการระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ ด้วยขั้นตอนวิธีแพรคติเคิลเพจแรงค์ร่วมกับการให้ค่าน้ำหนัก ที่นำเสนอในบทที่ 3 เปรียบเทียบกับการไม่ใช้ค่าน้ำหนักร่วมในการคำนวณ โดยใช้ข้อมูลโครงการซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็นกรณีทดสอบในการทดลองเปรียบเทียบกับการจัดลำดับความสำคัญจากผู้เชี่ยวชาญ

##### 5.1.2 ออกแบบการทดลอง

การทดลองถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนตามการวัดประสิทธิผลของกรอบงานที่นำเสนอในหัวข้อจุดประสงค์ โดยมีรายละเอียดคือ

###### 5.1.2.1 การทดลองการตามรอยผลกระทบ

จากขอบเขตการตามรอยความต้องการในหัวข้อการนิยามกระบวนการตามรอยความต้องการในบทที่ 3 รวมถึงประเภทการเปลี่ยนแปลง และกฎการเปลี่ยนแปลงจากหัวข้อที่ 3.3.1 และ 3.3.2 ตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยจึงทำการสร้างกรณีทดสอบจากทั้งหมด 64 ประเภทการเปลี่ยนแปลงซึ่งนำเสนอในภาคผนวก จ. แต่ในบทนี้จะนำเสนอการทดสอบเพียง 6 กรณีทดสอบโดยพิจารณาจากลักษณะการตามรอยของผลกระทบที่สอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของแผนภาพที่นำเสนอในบทที่ 3 ซึ่งกรณีทดสอบดังกล่าวใช้ข้อมูลการออกแบบซอฟต์แวร์จากทั้งสองกรณีตัวอย่างที่จะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 5.3

### 5.1.2.2 การประเมินการจัดลำดับของการแสดงผลลัพธ์การระบุผลกระทบ

จากแนวคิดที่นำเสนอในบทที่ 3 มีการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำมาระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นตามกฎการเปลี่ยนแปลงที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ชุดของผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น แล้วจึงนำชุดของผลกระทบที่ประเมินได้จากเครื่องมือที่พัฒนา นำมาจัดลำดับความสำคัญด้วยขั้นตอนวิธีแพรคทีเคิลเพจแรงค์ร่วมกับการให้ค่าน้ำหนักตามประเภทของการออกแบบส่วนย่อย และนำผลลัพธ์สุดท้ายที่ผ่านการจัดลำดับแล้วนำมาวัดผลว่าตรงตามที่คุณเชี่ยวชาญได้ให้คำตอบไว้หรือไม่ และทำการวัดประสิทธิผลด้านความแม่นยำในการจัดลำดับ ด้วยมาตรวัดคือ ค่าความแม่นยำ ณ ตำแหน่งที่อาร์ (R-Precision) ซึ่งอธิบายมาตรวัดในหัวข้อที่ 5.2

### 5.1.3 สมมติฐานการทดลอง

ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการทดลองเพื่อประเมินประสิทธิผลที่ได้จากการระบุผลกระทบไว้สองสมมติฐานคือ

- 1) การระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการมีความครบถ้วนตามขอบเขตการตามรอย และกฎการเปลี่ยนแปลงที่ได้กำหนดไว้
- 2) การจัดลำดับความสำคัญของผลลัพธ์ด้วยขั้นตอนวิธีแพรคทีเคิลเพจแรงค์ร่วมกับค่าน้ำหนักจะให้ค่าความแม่นยำสูงกว่า การจัดลำดับความสำคัญด้วยขั้นตอนวิธีแพรคทีเคิลเพจแรงค์เพียงอย่างเดียว

## 5.2 มาตรวัดประสิทธิผล

ในการทดลอง มีการวัดประสิทธิผลของการระบุผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่เกิดขึ้นในโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ทดลอง โดยมาตรวัดที่ถูกนำมาใช้มีดังนี้

### 5.2.1 ค่าความแม่นยำ (R-Precision)

ค่าความแม่นยำ ณ ตำแหน่งที่อาร์ (R-Precision) คือ อัตราส่วนของจำนวนผลกระทบที่ระบุได้โดยระบบตรงกับ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (B) ต่อจำนวนของตำแหน่งการจัดลำดับที่สนใจ (R) จะได้สมการที่ (5.1)

$$R - Precision = \frac{|A \cap B|}{|R|} \quad (5.1)$$

### 5.3 การเตรียมการทดลองและข้อมูลทดลอง

การเตรียมการทดลอง และข้อมูลการทดลองประกอบด้วยสี่หัวข้อหลักคือ ข้อมูลทั่วไปของโครงการที่ใช้เป็นกรณีทดสอบ ข้อมูลนำเข้ากรณีทดสอบที่ 1 ข้อมูลนำเข้ากรณีทดสอบที่ 2 และรายการผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงดังนี้

#### 5.3.1 ข้อมูลทั่วไปของโครงการที่ใช้เป็นกรณีทดสอบ

ข้อมูลโครงการที่ถูกใช้ในการทดลองนี้มีรายละเอียดดังตารางที่ 5.1 และ 5.2

ตารางที่ 5.1 รายละเอียดข้อมูลทั่วไปของโครงการกรณีทดสอบที่ 1

<b>กรณีทดสอบที่ 1</b>	
<b>ชื่อโครงการ</b>	ระบบบันทึกแบบฟอร์มปรับ (Delay Penalty System)
<b>ข้อมูลโครงการก่อนได้รับการเปลี่ยนแปลงความต้องการ</b>	
<b>วันที่จัดเก็บข้อมูล</b>	12 กันยายน 2555
<b>ความต้องการ</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ระบบต้องสามารถบันทึกแบบฟอร์มปรับได้ (1 แบบฟอร์มปรับต่อ 1 รายการปรับ) <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1) บันทึกแบบฟอร์มปรับประเภทการสั่งซื้อวัสดุ</li> <li>1.2) บันทึกแบบฟอร์มปรับประเภทการสั่งซื้อบริการ</li> <li>1.3) บันทึกแบบฟอร์มปรับประเภทการจ้างแรงงาน</li> <li>1.4) บันทึกแบบฟอร์มปรับประเภทการทำ KPI</li> </ol> </li> <li>2) ระบบต้องสามารถคำนวณค่าปรับในแต่ละประเภทของแบบฟอร์มได้</li> <li>3) ระบบต้องสามารถออกรายงานแบบฟอร์มปรับจากรายการที่บันทึกได้</li> <li>4) ระบบต้องสามารถออกรายงานสรุปผลการเรียกปรับในทุกแบบฟอร์มตามช่วงเวลาได้</li> <li>5) ระบบต้องสามารถสร้างผู้ใช้งานระบบ และกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลได้</li> <li>6) ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบริษัทย่อยที่ใช้อ้างอิงในการบันทึกแบบฟอร์มปรับได้</li> <li>7) ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบริษัทผู้ร่วมค้าที่ถูกเรียกปรับได้</li> <li>8) ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบุคคลผู้สั่งซื้อได้</li> <li>9) ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบุคคลผู้ที่ทำการอนุมัติการสั่งซื้อได้</li> </ol>

ตารางที่ 5.1 รายละเอียดข้อมูลทั่วไปของโครงการกรณีทดสอบที่ 1 (ต่อ)

กรณีทดสอบที่ 1	
ข้อมูลโครงการหลังจากเปลี่ยนแปลงความต้องการ	
วันที่จัดเก็บข้อมูล	26 ธันวาคม 2555
ความต้องการเปลี่ยนแปลง	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ระบบต้องสามารถบันทึกแบบฟอร์มปรับได้ (1 แบบฟอร์มปรับต่อหลายรายการปรับ)</li> <li>2) ระบบต้องสามารถบันทึกแบบฟอร์มปรับ โดยสามารถบันทึกผู้อนุมัติได้อย่างน้อย 1 คน</li> <li>3) ประเภทของแบบฟอร์มปรับสามารถบันทึกได้จากเจ้าหน้าที่ที่มีสิทธิ์ในการบันทึกแบบฟอร์มปรับประเภทนั้น</li> </ol>
ความต้องการเพิ่มเติม	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ระบบต้องสามารถจัดการรูปแบบ (Template) ของจดหมายเรียกปรับแต่ละประเภทได้</li> <li>2) ระบบต้องสามารถออกจดหมายเรียกปรับเป็นเอกสารไมโครซอฟท์เวิร์ดได้</li> <li>3) ระบบต้องสามารถออกรายงานสรุปผลตามผู้อนุมัติได้</li> <li>4) ระบบต้องสามารถออกรายงานสรุปผลตามผู้จัดซื้อได้</li> </ol>



ตารางที่ 5.2 รายละเอียดข้อมูลทั่วไปของโครงการกรณีทดสอบที่ 2

กรณีทดสอบที่ 2	
ชื่อโครงการ	ระบบจองห้องประชุม (Meeting Room Reservation System)
ข้อมูลโครงการก่อนได้รับการเปลี่ยนแปลงความต้องการ	
วันที่จัดเก็บข้อมูล	1 สิงหาคม 2555
ความต้องการ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ระบบต้องสามารถสืบค้นข้อมูลรายละเอียดห้องประชุมได้</li> <li>2) ระบบต้องสามารถเพิ่มหรือลดผู้ดูแลห้องประชุมได้</li> <li>3) ระบบต้องสามารถบันทึก แก้ไข หรือลบ ข้อมูลรายละเอียดห้องประชุมได้</li> <li>4) ระบบต้องสามารถส่งอีเมลรายละเอียดการจองให้ผู้ดูแลได้</li> <li>5) ระบบต้องสามารถบันทึก แก้ไข หรือยกเลิกการจองห้องประชุมได้</li> <li>6) ระบบต้องสามารถตรวจสอบสิทธิ์ผู้ที่สามารถจองห้องประชุมได้</li> </ol>
ข้อมูลโครงการหลังจากเปลี่ยนแปลงความต้องการ	
วันที่จัดเก็บข้อมูล	6 ธันวาคม 2555
ความต้องการเปลี่ยนแปลง	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) เพิ่มเติมการจัดเก็บวิชาเขตของห้องประชุมตั้งอยู่</li> <li>2) เพิ่มเติมการจัดเก็บจุดประสงค์ในการจองห้องประชุม</li> </ol>
ความต้องการเพิ่มเติม	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ระบบต้องสามารถสืบค้นข้อมูลห้องประชุมที่มีสถานะว่าง และพร้อมใช้งานในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้</li> <li>2) ระบบต้องสามารถบันทึก แก้ไข หรือลบ ข้อมูลอุปกรณ์เสริมที่ได้</li> <li>3) ระบบต้องสามารถนำเข้าเอกสาร PDF Word หรือ Excel ที่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดการประชุมได้</li> </ol>

### 5.3.2 ข้อมูลรายละเอียดกรณีทดสอบการทดลองการตามรอยผลกระทบตามขอบเขตการตามรอยความต้องการ

ข้อมูลกรณีทดสอบและผลการทดสอบที่ 1 ประกอบด้วยรายการความต้องการของโครงการ และเอกสารการออกแบบซอฟต์แวร์ก่อนการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่ใช้ในการประเมิน ประกอบด้วย แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ อ้างอิงจากกรณีทดสอบภาคผนวก ก. และรายละเอียดแต่ละกรณีทดสอบแสดงนำเสนอในภาคผนวก จ.

### 5.3.3 ข้อมูลนำเข้ากรณีทดสอบที่ 1

ข้อมูลนำเข้ากรณีทดสอบที่ 1 ประกอบด้วยรายการความต้องการของโครงการ และเอกสารการออกแบบซอฟต์แวร์ก่อนการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วย แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ อ้างอิงจากกรณีทดสอบ ภาคผนวก ก.

### 5.3.4 ข้อมูลนำเข้ากรณีทดสอบที่ 2

ข้อมูลนำเข้ากรณีทดสอบที่ 2 ประกอบด้วยรายการความต้องการของโครงการ และเอกสารการออกแบบซอฟต์แวร์หลังจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วย แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ อ้างอิงจากกรณีทดสอบ ภาคผนวก ก.

### 5.3.5 ข้อมูลผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงในโครงการที่จัดลำดับโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อมูลผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงได้จากการบันทึกจากนักวิเคราะห์และออกแบบของโครงการที่นำมาใช้เป็นกรณีทดสอบ ซึ่งให้ผู้เชี่ยวชาญจัดลำดับความสำคัญของส่วนงานที่ได้รับผลกระทบจากทั้งสองกรณีทดสอบ เพื่อนำมาใช้เปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือในการวัดผลการทดลองหาค่าความแม่นยำของการจัดลำดับเมื่อมีการใช้ค่าน้ำหนักร่วมในการคำนวณ และค่าความแม่นยำของการจัดลำดับเมื่อไม่มีการใช้ค่าน้ำหนักร่วม ข้อมูลผลลัพธ์ส่วนที่ได้รับผลกระทบและจัดลำดับความสำคัญแล้วแสดงดังตารางที่ 5.3 และ 5.4 ดังนี้

ตารางที่ 5.3 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงที่จัดลำดับโดยผู้เชี่ยวชาญของกรณีตัวอย่างที่ 1

ลำดับที่	ประเภท ส่วนย่อย	ชื่อ	ประเภทการ ออกแบบ	ค่าน้ำหนัก
1	Class	DPSForm	Domain Entity	0.85
2	Class	LineItem	Domain Entity	0.85
3	Class	DPSReport	Domain Entity	0.85
4	Class	LetterTemplate	Domain Entity	0.85
5	Class	Staff	Domain Entity	0.85
6	Class	ReportPage	UI	0.70
7	Class	LetterTempaltePage	UI	0.70
8	Class	ExportLetterPage	UI	0.70
9	Class	LineItemSubFormPage	UI	0.70
10	Class	MaterialPage	UI	0.70
11	Class	ServicePage	UI	0.70
12	Class	HirringPage	UI	0.70
13	Class	KPIPage	UI	0.70
14	Class	DPSFormPage	UI	0.70
15	Class	StaffMaterial	Domain Entity	0.85
16	Class	StaffService	Domain Entity	0.85
17	Class	StaffHirring	Domain Entity	0.85
18	Class	StaffKPI	Domain Entity	0.85
19	Class	Admin	Domain Entity	0.85
20	Class	Manager	Domain Entity	0.85

ตารางที่ 5.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงที่จัดลำดับโดยผู้เชี่ยวชาญของกรณีตัวอย่างที่ 2

ลำดับที่	ประเภท ส่วนย่อย	ชื่อ	ประเภทการ ออกแบบ	ค่าน้ำหนัก
1	Class	RoomReservation	Domain Entity	0.85
2	Class	Material	Domain Entity	0.85
3	Class	MaterialPage	Domain Entity	0.85
4	Class	UploadFile	Domain Entity	0.85
5	Class	MeetingRoom	Domain Entity	0.85
6	Method	RoomReservation.Save	Execute	0.80
7	Method	RoomReservation.Update	Execute	0.80
8	Method	Material.Save	Execute	0.80
9	Method	Material.Update	Execute	0.80
10	Method	Material.Delete	Execute	0.80
11	Method	Material.ListAll	Execute	0.80
12	Method	MaterialPage.SaveMaterial	Execute	0.80
13	Method	RoomReservation.SendInviteEmail	Compute	0.70
14	Method	UploadFile.SaveFileToServer	Compute	0.70
15	Sequence Diagram	นำเข้าเอกสาร PDF, Word หรือ Excel รายละเอียดการประชุม	ไม่ระบุ	0.65
16	Sequence Diagram	บันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม	ไม่ระบุ	0.65
17	Sequence Diagram	แก้ไขข้อมูลอุปกรณ์เสริม	ไม่ระบุ	0.65
18	Sequence Diagram	ลบข้อมูลอุปกรณ์เสริม	ไม่ระบุ	0.65
19	Sequence Diagram	บันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม	ไม่ระบุ	0.65
20	Sequence Diagram	แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม	ไม่ระบุ	0.65

## 5.4 การทดลองการตามรอยผลกระทบ

### 5.4.1 ขั้นตอนการทดลอง

ในการทดลองการตามรอยผลกระทบ ตามขอบเขตการตามรอยความต้องการ สามารถแบ่งการทดลองออกตามประเภทความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ ได้การทดลองทั้งหมด 6 กรณี ซึ่งเป็นการทดลองการตามรอยผลกระทบของประเภทการเปลี่ยนแปลงที่แสดงถึงความสัมพันธ์ดังนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพยูสเคส โดยตามรอยจากประเภทการเปลี่ยนแปลง AUC (การเพิ่มยูสเคส) ซึ่งคำตอบของการตามรอยผลกระทบจากประเภทการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ประกอบด้วยส่วนย่อยที่ได้รับผลกระทบคือ

- ยูสเคสบันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม
- แอคเตอร์ผู้ดูแลอาคาร
- แผนภาพลำดับบันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม

2) ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพคลาส โดยตามรอยจากประเภทการเปลี่ยนแปลง AC (การเพิ่มคลาส) ซึ่งคำตอบของการตามรอยผลกระทบจากประเภทการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้แก่

- คลาส Material
- ทุกลักษณะประจำของคลาส Material
- ทุกเมทอดของคลาส Material
- คลาส MaterialPage
- คลาส RoomReservation

3) ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในแผนภาพลำดับ โดยตามรอยจากประเภทการเปลี่ยนแปลง DSQ (การลบแผนภาพลำดับ) ซึ่งคำตอบของการตามรอยผลกระทบจากประเภทการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้แก่

- แผนภาพลำดับบันทึกแบบฟอร์มปรับการสั่งซื้อวัสดุ
- ทุกอ็อบเจกต์ภายในแผนภาพลำดับบันทึกแบบฟอร์มปรับการสั่งซื้อวัสดุ
- ทุกแมสเสจภายในแผนภาพลำดับบันทึกแบบฟอร์มปรับการสั่งซื้อวัสดุ

4) ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคสและแผนภาพลำดับ โดยตามรอยจากประเภทการเปลี่ยนแปลง DINC (การลบความสัมพันธ์อินคลูด) ซึ่งคำตอบของการตามรอยผลกระทบจากประเภทการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้แก่

- ความสัมพันธ์อินคลูดระหว่างยูสเคสบันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง และยูสเคสส่งอีเมลรายละเอียดการจอง
- ยูสเคสบันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง

- แผนภาพลำดับขั้นตอนที่ข้อมูลการจองห้องประชุม
- แผนภาพลำดับยกเลิกการจองห้องประชุม
- แผนภาพลำดับแก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม

5) ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคสและแผนภาพคลาส โดยตามรอยจากประเภทการเปลี่ยนแปลง AAT (การเพิ่มแอกเตอร์) ซึ่งคำตอบของการตามรอยผลกระทบจากประเภทการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้แก่

- แอกเตอร์เจ้าหน้าที่ด้านวัสดุ
- คลาส StaffMaterial

6) ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาสและแผนภาพลำดับ โดยตามรอยจากประเภทการเปลี่ยนแปลง CTF (การเปลี่ยนชนิดข้อมูลของลักษณะประจำ) ซึ่งคำตอบของการตามรอยผลกระทบจากประเภทการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้แก่

- ลักษณะประจำ NumOfFineDay
- คลาส DPSForm
- เมทอด CalculateTotalFine()
- แมสเสจที่ 5.2 ภายในแผนภาพลำดับ Penalty Form Management
- แมสเสจที่ 6 ภายในแผนภาพลำดับ Penalty Calculation

#### 5.4.2 ผลการทดลอง

การทดลองการตามรอยผลกระทบตามขอบเขตการตามรอยความต้องการจะใช้การประเมินผล โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จากการระบุผลกระทบการเปลี่ยนแปลงจากเครื่องมือ นำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการตามรอยผลกระทบจากการใช้กฎการเปลี่ยนแปลงโดยผู้เชี่ยวชาญ หากผลลัพธ์และคำตอบที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญตรงกัน สามารถสรุปได้ว่าการตามรอยผลกระทบถูกต้อง โดยรายละเอียดการทดสอบทั้ง 6 กรณีทดสอบจากหัวข้อที่ 5.4.1 แสดงดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 การประเมินผลการทดลองการตามรอยผลกระทบ

กรณีทดสอบ	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	คำตอบจากผู้เชี่ยวชาญ	ผลลัพธ์จากเครื่องมือ	ผลการทดสอบ
1	AUC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ยูสเคสบันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม</li> <li>- แอคเตอร์ผู้ดูแลอาคาร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ยูสเคสบันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม</li> <li>- แอคเตอร์ผู้ดูแลอาคาร</li> </ul>	ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ
2	AC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คลาส Material</li> <li>- ทุกลักษณะประจำของคลาส Material</li> <li>- ทุกเมทอดของคลาสMaterial</li> <li>- คลาส MaterialPage</li> <li>- คลาส RoomReservation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คลาส Material</li> <li>- ID</li> <li>- Name</li> <li>- Status</li> <li>- Save()</li> <li>- Update()</li> <li>- Delete()</li> <li>- ListAll()</li> <li>- GetMaterial()</li> <li>- คลาส MaterialPage</li> <li>- คลาส RoomReservation</li> </ul>	ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 5.5 การประเมินผลการทดลองการตามรอยผลกระทบ (ต่อ)

กรณีทดสอบ	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	คำตอบจากผู้เชี่ยวชาญ	ผลลัพธ์จากเครื่องมือ	ผลการทดสอบ
3	DSQ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แผนภาพลำดับขั้นตอนที่แบบฟอร์มปรับการสั่งซื้อวัสดุ</li> <li>- ทุกอีอบเจกต์ภายในแผนภาพลำดับขั้นตอนที่แบบฟอร์มปรับการสั่งซื้อวัสดุ</li> <li>- ทุกแมสเสจภายในแผนภาพลำดับขั้นตอนที่แบบฟอร์มปรับการสั่งซื้อวัสดุ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แผนภาพลำดับขั้นตอนที่แบบฟอร์มปรับการสั่งซื้อวัสดุ</li> <li>- อีอบเจกต์ formPage:DPSFromPage</li> <li>- อีอบเจกต์ materialPage:MaterialPage</li> <li>- อีอบเจกต์ dpsForm:DPSForm</li> <li>- แมสเสจที่ 1 Page_Load()</li> <li>- แมสเสจที่ 1.1 Page_Load()</li> <li>- แมสเสจที่ 1.1.1 RenderPage()</li> <li>- แมสเสจที่ 2 CreateNewListItem()</li> <li>- แมสเสจที่ 2.1 CreateSubForm()</li> <li>- แมสเสจที่ 3 SaveForm()</li> <li>- แมสเสจที่ -3.1 ValidData()</li> <li>- แมสเสจที่ 3.2 Save()</li> </ul>	ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ



ตารางที่ 5.5 การประเมินผลการทดลองการตามรอยผลกระทบ (ต่อ)

กรณีทดสอบ	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	คำตอบจากผู้เชี่ยวชาญ	ผลลัพธ์จากเครื่องมือ	ผลการทดสอบ
4	DINC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความสัมพันธ์อินคูลูระหว่างยูสเคสบันทึก แก้ไข หรือ ยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง และยูสเคสส่งอีเมล รายละเอียดการจอง</li> <li>- ยูสเคสบันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง</li> <li>- แผนภาพลำดับบันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม</li> <li>- แผนภาพลำดับยกเลิกการจองห้องประชุม</li> <li>- แผนภาพลำดับแก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความสัมพันธ์อินคูลูระหว่างยูสเคสบันทึก แก้ไข หรือ ยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง และยูสเคสส่งอีเมล รายละเอียดการจอง</li> <li>- ยูสเคสบันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง</li> <li>- แผนภาพลำดับบันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม</li> <li>- แผนภาพลำดับยกเลิกการจองห้องประชุม</li> <li>- แผนภาพลำดับแก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม</li> </ul>	ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ
5	AAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แอคเตอร์เจ้าหน้าที่ด้านวัสดุ</li> <li>- คลาส StaffMaterial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แอคเตอร์เจ้าหน้าที่ด้านวัสดุ</li> <li>- คลาส StaffMaterial</li> </ul>	ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ
6	CTF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลักษณะประจำ NumOfFineDay</li> <li>- คลาส DPSForm</li> <li>- เมทอด CalculateTotalFine()</li> <li>- แมสเสจที่ 5.2 ภายในแผนภาพลำดับ Penalty Form Management</li> <li>- แมสเสจที่ 6 ภายในแผนภาพลำดับ Penalty Calculation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลักษณะประจำ NumOfFineDay</li> <li>- คลาส DPSForm</li> <li>- เมทอด CalculateTotalFine()</li> <li>- แมสเสจที่ 5.2 ภายในแผนภาพลำดับ Penalty Form Management</li> <li>- แมสเสจที่ 6 ภายในแผนภาพลำดับ Penalty Calculation</li> </ul>	ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ

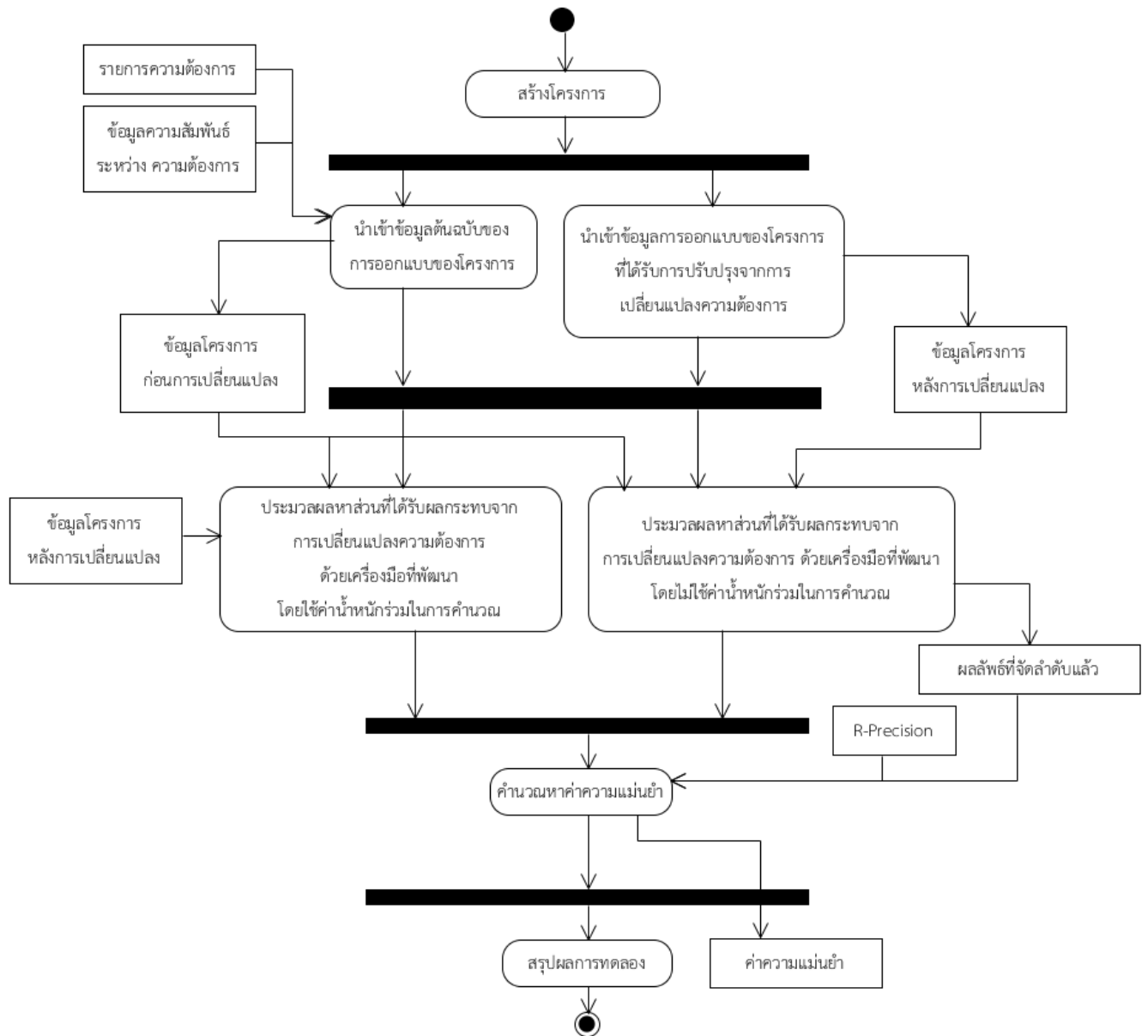
### 5.4.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดสอบในตารางที่ 5.5 แสดงถึงการตามรอยผลกระทบมีความถูกต้องตามกฎหมายการเปลี่ยนแปลงที่กำหนดไว้ ซึ่งสรุปได้จากผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือตรงตามคำตอบที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทุกกรณีทดสอบ

## 5.5 การประเมินการจัดลำดับของการแสดงผลลัพธ์การระบุผลกระทบ

### 5.5.1 ขั้นตอนการประเมิน

ในการประเมินนี้ใช้ข้อมูลการทดลองจากหัวข้อ 5.3 และการออกแบบซอฟต์แวร์โดยใช้ยูเอ็มแอลเป็นข้อมูลนำเข้า เพื่อหาส่วนที่ได้รับผลกระทบโดยใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้น ขั้นตอนการประเมินแสดงผังแผนภาพกิจกรรมภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 ขั้นตอนการประเมินการจัดลำดับของการแสดงผลลัพธ์การระบุผลกระทบ

การประเมินมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

1) โครงการจะถูกผู้ใช้งานสร้างโครงการซอฟต์แวร์ผ่านเครื่องมือที่ทำการพัฒนาโดยการกรอกข้อมูลโครงการเบื้องต้น ประกอบด้วย ชื่อโครงการ และรายละเอียดโครงการ เพื่อใช้อ้างอิงข้อมูลโครงการในส่วนถัดไป

2) ข้อมูลโครงการและการออกแบบถูกนำเข้าโดยผู้ใช้ ซึ่งประกอบด้วยรายการความต้องการของโครงการที่ใช้เป็นกรณีตัวอย่าง และข้อมูลแผนภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง โดยอ้างอิงข้อมูลที่นำเข้าจากภาคผนวก ก.

- 3) ข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลงถูกนำเข้าสู่โดยผู้ผ่านเครื่องมือที่ทำการพัฒนาโดยการกรอกข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลง และกำหนดความสัมพันธ์กับความต้องการบันทึกไว้ในขั้นตอนที่ 2
- 4) นำข้อมูลโครงการที่ได้รับจากข้อ 2) และ 3) มาประมวลผลผ่านเครื่องมือที่พัฒนาเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์คือส่วนที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบที่ได้รับการจัดลำดับความสำคัญแล้ว
- 5) นำผลลัพธ์ที่ได้รับการจัดลำดับแล้วมาคำนวณหาความแม่นยำในการจัดลำดับ เพื่อวัดประสิทธิผล โดยใช้ข้อมูลผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงที่จัดลำดับโดยผู้เชี่ยวชาญจากหัวข้อ 5.3 ประกอบการคำนวณ
- 6) นำผลจากการวัดมาสรุปผลการประเมินว่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 หรือไม่

### 5.5.2 ผลการประเมิน

ผู้วิจัยได้ประเมินค่าความแม่นยำและค่าความถูกต้อง จากผลลัพธ์ที่ได้จากการระบุผลกระทบ ทั้งแบบใช้ค่าน้ำหนักร่วมและไม่ใช้ค่าน้ำหนักร่วม โดยใช้ข้อมูลนำเข้ากรณีตัวอย่าง 1 และ 2 จากภาคผนวก ก. นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงที่ได้รับการจัดลำดับโดยผู้เชี่ยวชาญของโครงการที่ใช้เป็นกรณีตัวอย่างที่ 1 และ 2 จากตารางที่ 5.3 และ 5.4 และทำการคำนวณค่าประสิทธิผลดังกล่าว ได้เป็นค่าประสิทธิผลแสดงดังตารางที่ 5.5 ดังนี้

ตารางที่ 5.6 ค่าประสิทธิผลการระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

มาตรวัด	กรณีตัวอย่างที่ 1		กรณีตัวอย่างที่ 2	
	ใช้ค่าน้ำหนัก	ไม่ใช้ค่าน้ำหนัก	ใช้ค่าน้ำหนัก	ไม่ใช้ค่าน้ำหนัก
ค่าความแม่นยำของการจัดลำดับตำแหน่งที่ 5	0.20	0.20	0.80	0.80
ค่าความแม่นยำของการจัดลำดับตำแหน่งที่ 10	0.80	0.70	0.70	0.40
ค่าความแม่นยำของการจัดลำดับตำแหน่งที่ 15	0.80	0.80	1.00	0.27
ค่าความแม่นยำของการจัดลำดับตำแหน่งที่ 20	0.85	0.70	1.00	0.35

### 5.5.3 วิเคราะห์ผลการประเมิน

จากผลการวัดประสิทธิผลในตารางที่ 5.5 พบว่าการใช้ค่าน้ำหนักร่วมให้ความแม่นยำที่สูงกว่าการไม่ใช้ค่าน้ำหนักร่วมซึ่งค่าความแม่นยำของการจัดลำดับ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งความแม่นยำของการจัดลำดับสรุปได้จากค่าความแม่นยำของการจัดลำดับตำแหน่งที่ 5 ตำแหน่งที่ 10 และตำแหน่งที่ 20 ของกรณีตัวอย่างที่ 1 และ 2 โดยเฉพาะในกรณีตัวอย่างที่ 2 สามารถจัดลำดับผลกระทบที่ตรงตามการกำหนดความสำคัญของส่วนที่ได้รับผลกระทบจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในยี่สิบลำดับแรก

### 5.6 สรุปผลการทดลองและข้อมูลสนับสนุนการทดลอง

ผู้วิจัยทำการสรุปผลการทดลองโดยจะแบ่งตามจุดประสงค์การทดลองดังนี้

1) การวัดความถูกต้องตามรอยผลกระทบตามขอบเขตการตามรอยความต้องการ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบผลลัพธ์การตามรอยความต้องการจาก 6 กรณีทดสอบแบ่งตามความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของแผนภาพ ซึ่งผลการทดสอบคือสามารถตามรอยผลกระทบได้ถูกต้องทั้งหมด และผู้วิจัยได้ทำการทดสอบในลักษณะดังกล่าวกับทุกประเภทการเปลี่ยนแปลง รายละเอียดการทดสอบนำเสนอในภาคผนวก จ.

2) การระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ และจัดลำดับผลลัพธ์ด้วยขั้นตอนวิธีแพรคทีเคิลเพจแรงค์ร่วมกับการให้ค่าน้ำหนัก จะให้ค่าความแม่นยำของการจัดลำดับสูงกว่าแบบที่ไม่ใช้ค่าน้ำหนักร่วม

จะเห็นได้ว่าการระบุผลกระทบและผลกระทบต้องเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงนั้นสามารถทำได้ โดยอาศัยขอบเขตของการตามรอย การจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลง และกฎการเปลี่ยนแปลงที่กำหนดไว้ เป็นส่วนประกอบหลักในการตามรอยผลกระทบ และการจัดลำดับผลลัพธ์ด้วยขั้นตอนวิธีแพรคติเคิลเพจแรงค์ร่วมกับการให้ค่าน้ำหนักจากผู้ใช้งานสามารถจัดลำดับตามความสำคัญของผลลัพธ์ได้ ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับแต่งค่าน้ำหนักให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การออกแบบของแต่ละส่วนย่อยได้

## บทที่ 6

### การพัฒนาเครื่องมือ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ โดยจะกล่าวถึงโครงสร้างของเครื่องมือ และสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 6.1 ความต้องการเชิงหน้าที่

เครื่องมือถูกพัฒนาขึ้นตามความต้องการเชิงหน้าที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ระบบต้องสามารถสร้างโครงการของซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ในการประเมินได้ โดยต้องระบุข้อมูลโครงการได้แก่ ชื่อโครงการ และรายละเอียดโครงการ
- 2) ระบบต้องสามารถจัดเก็บข้อมูลความต้องการของโครงการได้
- 3) ระบบต้องสามารถนำเข้าข้อมูลการออกแบบในรูปแบบเอกสารเอกซ์เอ็มแอลได้
- 4) ระบบต้องสามารถจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลงได้
- 5) ระบบต้องสามารถจัดการความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลง และความต้องการได้
- 6) ระบบต้องสามารถจัดการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ และแผนภาพเชิงวิเคราะห์ได้
- 7) ระบบต้องสามารถหาผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากข้อมูลโครงการก่อนการเปลี่ยนแปลง และหลังการเปลี่ยนแปลงความต้องการ โดยหาผลกระทบบนพื้นฐานของกรอบงานที่นำเสนอ
- 8) ระบบต้องสามารถให้ผู้ใช้กำหนดค่าน้ำหนักของประเภทการออกแบบได้

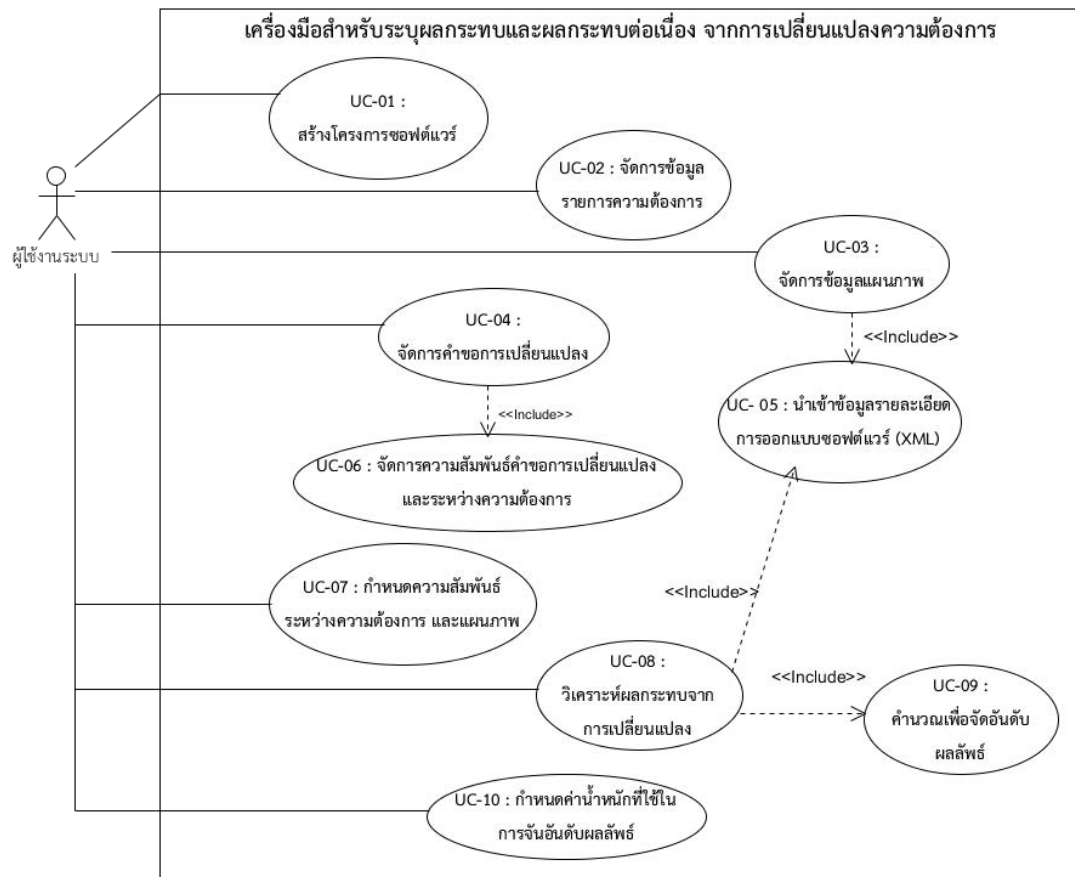
#### 6.2 ความต้องการไม่ใช่หน้าที่

เครื่องมือถูกพัฒนาขึ้นตามความต้องการไม่ใช่หน้าที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ระบบต้องสามารถตรวจสอบสิทธิ์ก่อนการเข้าใช้งานระบบได้
- 2) ระบบต้องสามารถแสดงผลการดำเนินการคำสั่งต่าง ๆ โดยใช้การกด (Click) ไม่เกินสามครั้ง

#### 6.3 การวิเคราะห์ความต้องการ

จากความต้องการเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสร้างแผนภาพยูสเคสของเครื่องมือ ได้ดังภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือที่พัฒนา

โดยจากแผนภาพการยูสเคสประกอบไปด้วยการใช้งาน 10 กรณีดังต่อไปนี้

1) สร้างโครงการซอฟต์แวร์ (UC-01)

ผู้ใช้งานทำการบันทึกข้อมูลโครงการซอฟต์แวร์เข้าสู่ระบบ โดยการกรอกข้อมูลรายละเอียดโครงการผ่านเครื่องมือได้แก่ ชื่อโครงการ และรายละเอียดโครงการ เพื่อนำไปใช้อ้างอิงข้อมูลความต้องการ และข้อมูลแผนภาพ ที่จะนำไปใช้ระบุผลกระทบต่อไป

2) จัดการข้อมูลรายการความต้องการ (UC-02)

ผู้ใช้งานทำการบันทึกข้อมูลความต้องการเข้าสู่ระบบ โดยการกรอกข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่จำเป็นเกี่ยวกับความต้องการ เพื่อนำไปใช้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ และกำหนดขอบเขตของผลกระทบ

3) จัดการข้อมูลแผนภาพ (UC-03)

ผู้ใช้งานทำการนำเข้าเอกสารเอกซ์เอ็มแอลของการออกแบบโครงการซอฟต์แวร์เข้าสู่ระบบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลแผนภาพต้นแบบก่อนการเปลี่ยนแปลง

4) จัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง (UC-04)



ผู้ใช้งานทำการบันทึกข้อมูลค่าขอการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระบบ โดยการกรอกข้อมูล รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับค่าขอการเปลี่ยนแปลง และกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างค่าขอการเปลี่ยนแปลง และความต้องการ

5) นำเข้าข้อมูลรายละเอียดการออกแบบซอฟต์แวร์ (UC-05)

ผู้ใช้งานทำการนำเข้าข้อมูลรายละเอียดความต้องการและแผนภาพ โดยใช้เอกสารเอกซ์เอ็มแอล โดยส่วนการนำเข้าข้อมูลนั้นประกอบด้วยเอกซ์เอ็มแอลสองเอกสารคือ เอกสารต้นแบบการออกแบบซอฟต์แวร์ และเอกสารการแก้ไขการออกแบบซอฟต์แวร์ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการออกแบบ เพื่อให้สามารถระบุผลกระทบในขั้นตอนถัดไปได้

6) จัดการความสัมพันธ์ระหว่างค่าขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ (UC-06)

เป็นส่วนงานที่ต่อเนื่องจากการนำเข้าข้อมูลรายละเอียดการออกแบบซอฟต์แวร์ ผู้ใช้งานทำการระบุความสัมพันธ์ระหว่างค่าขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ เพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตผลกระทบต่อไป

7) กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ (UC-07)

ผู้ใช้งานทำการบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่มีในระบบ กับส่วนย่อยของแผนภาพที่มาจากเอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่จัดเก็บไว้ หรือถ้ามีการกำหนดความสัมพันธ์อยู่แล้วในเอกซ์เอ็มแอลจะบันทึกให้อัตโนมัติ

8) วิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง (UC-08)

ผู้ใช้งานทำการสร้างค่าขอการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระบบ รวมถึงกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างค่าขอการเปลี่ยนแปลงและความต้องการ และทำการนำเข้าเอกสารการแก้ไขการออกแบบซอฟต์แวร์ในรูปแบบเอกสารเอกซ์เอ็มแอล เพื่อให้ระบบทำการวิเคราะห์หาขอบเขตของผลกระทบ และระบุส่วนที่ได้รับผลกระทบจากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

9) คำนวณเพื่อจัดลำดับผลกระทบ (UCD-09)

การคำนวณเพื่อจัดลำดับผลกระทบนั้นเป็นขั้นตอนหลังจากได้ผลลัพธ์คือ ชุดของผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น แล้วจึงนำชุดของผลกระทบดังกล่าวมาคำนวณด้วยขั้นตอนวิธีแพรคทีเคิลเพจแรงค์

10) กำหนดค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับผลลัพธ์ (UC-10)

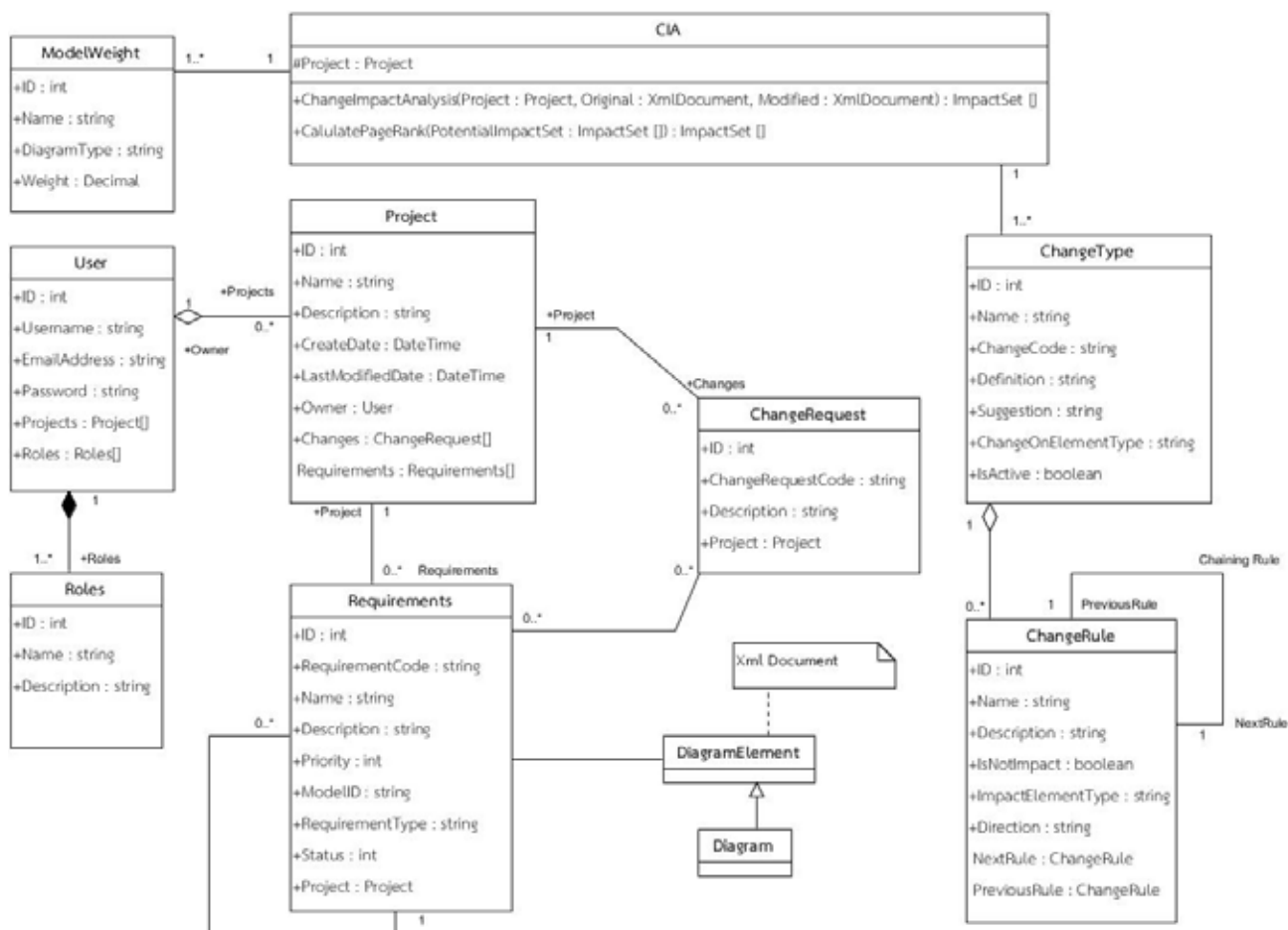
ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าน้ำหนักที่ใช้ในการคำนวณในขั้นตอนการจัดลำดับผลลัพธ์ได้ เพื่อให้ยืดหยุ่นกับลักษณะการออกแบบซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกัน

สำหรับแต่ละยูสเคสจะทำการอธิบายรายละเอียดได้ดังตัวอย่างในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 6.1 ตัวอย่างคำอธิบายแผนภาพยูสเคส

<b>Usecase Name:</b> สร้างโครงการซอฟต์แวร์	<b>ID:</b> UC-01	<b>Importance Level:</b> Medium
<b>Primary Actor:</b> ผู้ใช้งานระบบ	<b>Usecase Type:</b> Detail, Essential	
<b>Stakeholders and Interests :</b> ผู้ใช้งานที่ต้องการสร้างโครงการซอฟต์แวร์เข้าสู่ระบบ เพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบ		
<b>Brief Description :</b> การสร้างโครงการซอฟต์แวร์เข้าสู่ระบบ โดยการกรอกข้อมูลรายละเอียดโครงการผ่านเครื่องมือได้แก่ ชื่อโครงการ และรายละเอียดโครงการ		
<b>Trigger:</b> มีการสร้างโครงการซอฟต์แวร์ขึ้นภายในองค์กร และมีความต้องการใช้การประเมินผลกระทบ		
<b>Type:</b> External		
<b>Relationships:</b>  Association : - Include : - Extend : - Generalization : -		
<b>Normal Flow Events :</b>  1. เปิดระบบในส่วนการจัดการโครงการซอฟต์แวร์ 2. ทำการกดปุ่มสร้างโครงการซอฟต์แวร์ 3. ทำการกรอกข้อมูลทั่วไปของโครงการ 4. ทำการกดปุ่มสร้างโครงการ 5. ระบบทำการบันทึกข้อมูลทั่วไปของโครงการ 6. ระบบพาผู้ใช้กลับไปหน้าจัดการโครงการ		
<b>Subflows :</b> -		
<b>Alternate/Exceptional Flows:</b> กรณีที่มีชื่อโครงการซ้ำในระบบ ระบบจะขึ้นข้อความโต้ตอบเพื่อเตือนผู้ใช้งานในการสร้างโครงการ		

และจากการวิเคราะห์ยูสเคสและโครงสร้างของเครื่องมือ จะสามารถสร้างแผนภาพคลาส ซึ่งแสดงถึงคุณลักษณะและความสัมพันธ์ของข้อมูลของเครื่องมือที่นำเสนอ ดังภาพที่ 6.2



ภาพที่ 6.2 แผนภาพคลาสของเครื่องมือที่นำเสนอ

โดยจากแผนภาพคลาสของเครื่องมือที่นำเสนอประกอบด้วยคลาสจำนวน 11 คลาสดังต่อไปนี้

1) User (CRC-01)

ผู้ใช้งานระบบ เครื่องมือรองรับการสมัครสมาชิกเพื่อบันทึกข้อมูลผู้ใช้งานเพื่อใช้จำแนกโครงการซอฟต์แวร์ในการดูแลรับผิดชอบ

2) Roles (CRC-02)

บทบาทการเข้าใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดบทบาทการเข้าใช้งานได้สองประเภทคือ ผู้ใช้ทั่วไป และผู้ดูแลระบบ

3) Project (CRC-03)

โครงการซอฟต์แวร์ที่ต้องการได้รับการระบุผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

4) Requirement (CRC-04)

ความต้องการของโครงการซอฟต์แวร์ โดยเป็นความต้องการที่นำไปใช้อ้างอิง และการตามรอยผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

5) ChangeRequest (CRC-05)

คำขอการเปลี่ยนแปลงของโครงการซอฟต์แวร์ โดยเป็นคำขอที่ได้รับการยอมรับการเปลี่ยนแปลง

6) DiagramElement (CRC-06)

ส่วนย่อยของแผนภาพที่อยู่ในรูปแบบเอกสารเอกซ์เอ็มแอล เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลแผนภาพต่าง ๆ

7) Diagram (CRC-07)

แผนภาพ โดยสืบทอดคุณสมบัติมาจาก ส่วนย่อยของแผนภาพ (Diagram Element)

8) ModelWeight (CRC-08)

ค่าน้ำหนักของลักษณะการออกแบบส่วนย่อยของแผนภาพ เพื่อใช้ประกอบการคำนวณเพื่อจัดอันดับผลลัพธ์

9) CIA (CRC-09)

การวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสำหรับ พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นงานสำหรับการตามรอยผลกระทบ และการจัดลำดับผลลัพธ์ จากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และข้อมูลโครงการซอฟต์แวร์ที่มีในระบบ

10) ChangeType (CRC-10)

ประเภทการเปลี่ยนแปลงที่จำแนกเพื่อใช้ในการระบุทิศทางในการตามรอยจากส่วนย่อยที่ได้รับการแก้ไขการออกแบบ

11) ChangeRule (CRC-11)

กฎการเปลี่ยนแปลงที่ใช้ระบุทิศทางในการตามรอยจากส่วนย่อยหนึ่งไปยังส่วนย่อยถัดไป เพื่อให้สามารถตามรอยผลกระทบต่อเนื่องได้

สำหรับแต่ละคลาสจะทำการอธิบายรายละเอียดได้ดังตัวอย่างในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 6.2 ตัวอย่างคำอธิบายรายละเอียดของคลาส

<b>Class Name:</b> User	<b>ID:</b> CRC-01	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> ผู้ใช้งานระบบ เครื่องมือรองรับการสมัครสมาชิกเพื่อบันทึกข้อมูลผู้ใช้งานเพื่อใช้จำแนกโครงการซอฟต์แวร์ในการดูแลรับผิดชอบ	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b> Actor : ผู้ใช้งานระบบ	
<b>Responsibilities</b> -	<b>Collaborators</b> -	
<b>Attributes:</b> ID เลขที่อ้างอิง Username ชื่อเข้าใช้งาน Password รหัสผ่าน Projects โครงการซอฟต์แวร์ Roles บทบาทการใช้งานเครื่องมือ	<b>Operations :</b> -	
<b>Relationships:</b> Generalization (a-kind-of): - Aggregation (has-parts): - Other Association: Project		

#### 6.4 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ ผู้วิจัยได้ใช้ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

##### 6.4.1 ฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์สำหรับพัฒนาเครื่องมือเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ มีรายละเอียดดังนี้

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก หน่วยประมวลผล อินเทล คอร์ i5 2.5 กิกะเฮิร์ตซ์ (Intel(R) Core(TM) i5 CPU 2.5 GHz)

- 2) หน่วยความจำ (Memory) 8.0 กิกะไบต์
- 3) งานบันทึกแบบแข็ง (Hard disk) ความจุ 500 กิกะไบต์

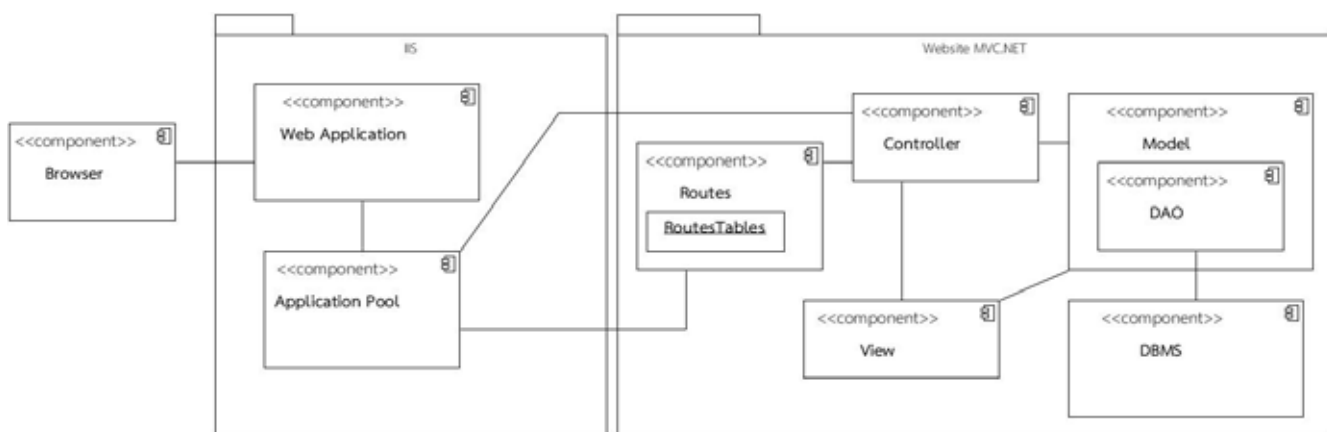
#### 6.4.2 ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาเครื่องมือเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ 7 เอนเทอร์ไพรส์ 64 บิต (Microsoft Windows 7 Enterprise 64 bit)
- 2) ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลไมโครซอฟท์เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ 2008 เอ็กซ์เพรส เอ็ดชัน (Microsoft SQL Server 2008 Express Edition)
- 3) โปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลสตูดิโอ 2010 อัลติเมท (Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate) สำหรับเขียนรหัสต้นฉบับ (Source Code) ภาษาซีชาร์ป (C#)
- 4) โปรแกรมวิซวลพาราดีมสำหรับยูเอ็มแอล เวอร์ชัน 8 (Visual Paradigm for UML 8.0) ใช้สำหรับการออกแบบโปรแกรม และใช้เพื่อการสร้างข้อมูลนำเข้าของเครื่องมือ

#### 6.5 รายละเอียดในการออกแบบ

สถาปัตยกรรมของเครื่องมือใช้แนวคิดการออกแบบซอฟต์แวร์แบบโมเดลวิวคอนโทรลเลอร์ (Model View Controller : MVC) และอยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาเว็บไซต์ โดยใช้เครื่องมือช่วยสนับสนุนคือไมโครซอฟท์เอ็มวีซีดีออตเน็ต (Microsoft MVC.NET) ในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับงานวิจัยนี้ สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ ภาพที่ 6.3



ภาพที่ 6.3 สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ

## 6.6 การทำงานของส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน

ส่วนต่อประสานของเครื่องมือจะถูกออกแบบโดยแบ่งส่วนงานหลักทั้งหมด 3 ส่วนได้แก่

### 1) ส่วนงานการสร้างผู้ใช้งานระบบ และการเข้าสู่ระบบ

หน้าจอสำหรับสร้างผู้ใช้งานระบบ โดยกรอกข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้ได้แก่ ชื่อผู้ใช้งาน อีเมล และรหัสผ่าน ภาพที่ 6.4 ตัวอย่างหน้าจอสร้างผู้ใช้งาน

Chulalongkorn University  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Pillar of the Kingdom

Register Login

Home Papers About

**Register.** Create a new account.

Passwords must be at least 6 characters long.

User name

Email address

Password

Confirm password

Register

© 2013 - Change Impact Identification and Ripple Effect in Software Requirements Change Tool, ASP.NET MVC Application

ภาพที่ 6.4 หน้าจอสร้างผู้ใช้งานระบบ

หลังจากสร้างผู้ใช้งานเรียบร้อยแล้ว จะสามารถทำการเข้าสู่ระบบได้จากเมนูเข้าสู่ระบบ (Login) ด้านบนขวาของหน้าจอ ภาพที่ 6.5 หน้าจอการเข้าสู่ระบบ

ภาพที่ 6.5 หน้าจอเข้าสู่ระบบ

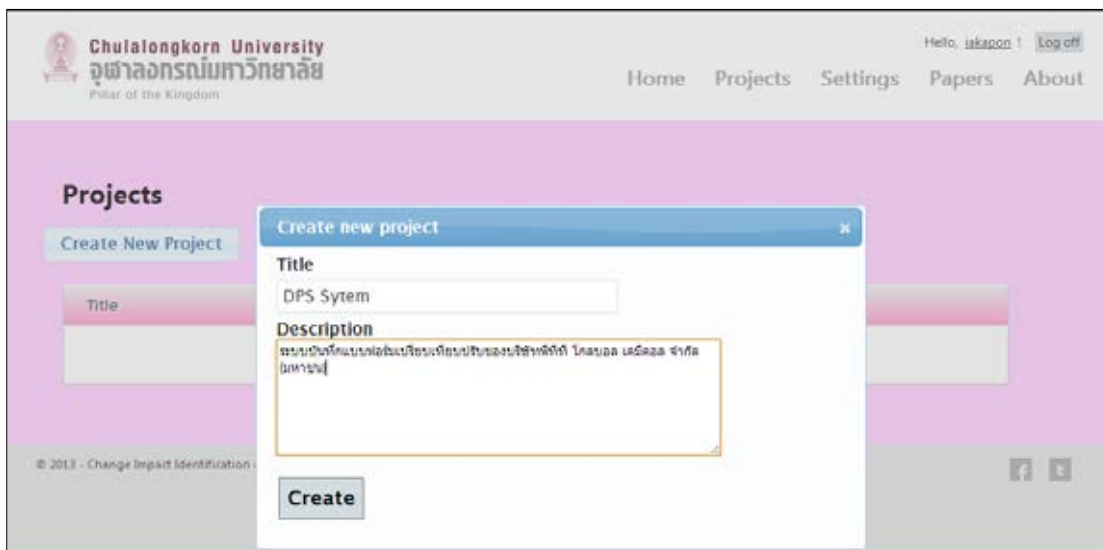
หลังจากเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว ระบบจะพามาถึงหน้าแรกของระบบที่ชี้แจงรายละเอียดของเครื่องมือ และจะพบเมนูที่เพิ่มขึ้นมาได้แก่ โครงการ (Projects) และการตั้งค่า (Settings) ภาพที่ 6.6 หน้าจอแรกของระบบ

ภาพที่ 6.6 หน้าจอแรกของระบบ



## 1) ส่วนงานการสร้างโครงการซอฟต์แวร์

หน้าจอสำหรับจัดการโครงการซอฟต์แวร์ที่ต้องการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ โดยหน้าจอประกอบด้วย รายการโครงการที่ผู้ใช้เคยสร้างไว้แล้ว ปุ่มสำหรับการสร้างโครงการใหม่ ปุ่มสำหรับจัดการโครงการ ปุ่มสำหรับลบโครงการ หลังจากทำการกดปุ่มสร้างโครงการใหม่จะปรากฏฟอร์มโต้ตอบ (Dialog Form) เพื่อกำหนดข้อมูลสำหรับสร้างโครงการใหม่ขึ้น ภาพที่ 6.7 ตัวอย่างหน้าจอสร้างโครงการซอฟต์แวร์

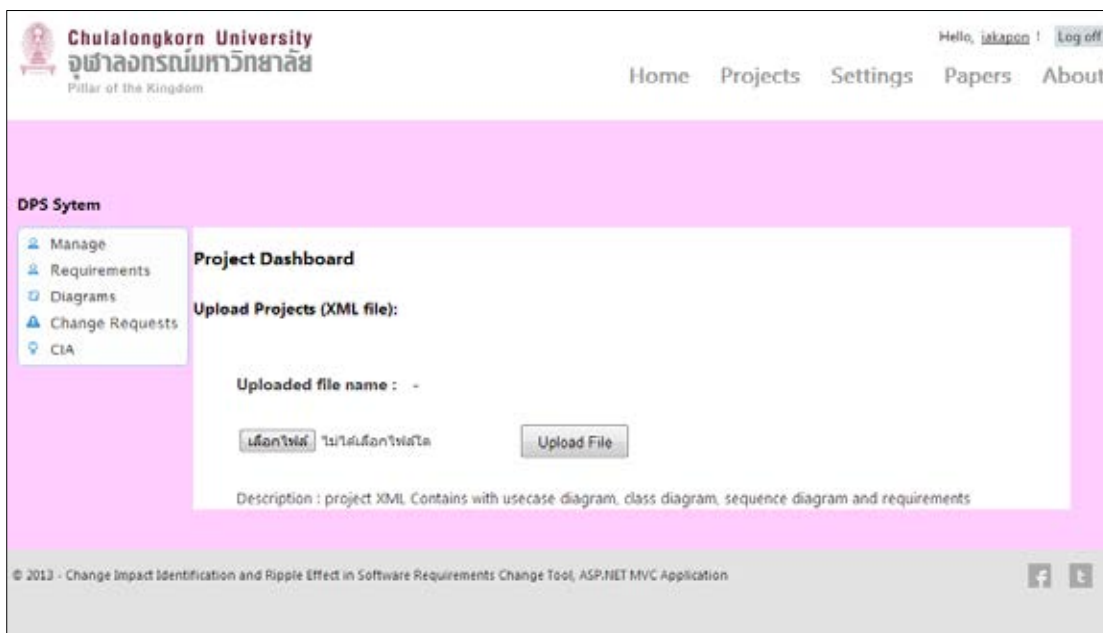


ภาพที่ 6.7 ตัวอย่างหน้าจอสร้างโครงการซอฟต์แวร์

หลังจากสร้างโครงการซอฟต์แวร์เรียบร้อยแล้วขั้นตอนถัดไปคือการนำเข้าข้อมูลความต้องการ และข้อมูลแผนภาพ ก่อนการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้น

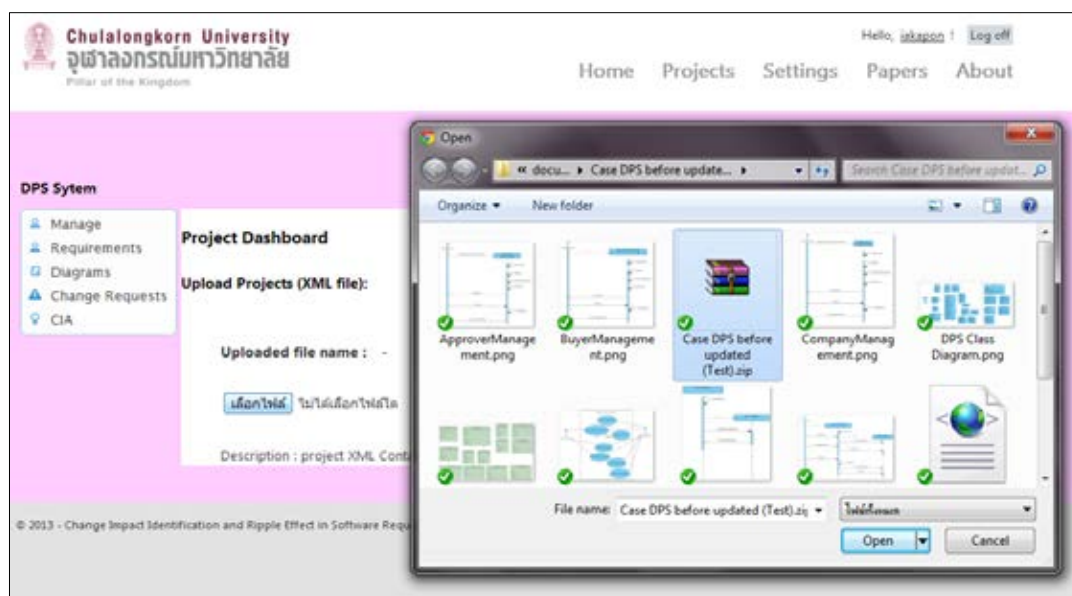
## 2) ส่วนงานสำหรับนำเข้าข้อมูลโครงการก่อนการเปลี่ยนแปลง

ส่วนการสำหรับนำเข้าข้อมูลโครงการก่อนการเปลี่ยนแปลงเป็นส่วนประกอบหนึ่ง ของการจัดการโครงการ โดยการนำเข้าข้อมูลรองรับข้อมูลเฉพาะ เอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่ได้จากการส่งออก (Export) จากโปรแกรมวิซวลพาราตามสำหรับยูเอ็มแอล เวอร์ชัน 8 เท่านั้น โดยข้อมูลที่สามารถบันทึกได้จากวิธีดังกล่าวประกอบด้วย ข้อมูลความต้องการ ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ ข้อมูลการออกแบบแผนภาพยูสเคส ข้อมูลการออกแบบแผนภาพคลาส และข้อมูลการออกแบบแผนภาพลำดับ ซึ่งรูปแบบไฟล์ที่รองรับในการบรรจุขึ้น (Upload) ต้องอยู่ในรูปแบบไฟล์ .zip เท่านั้น โดยภายในประกอบด้วย เอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่บันทึกข้อมูลรายละเอียดการออกแบบโครงการ และรูปภาพของแผนภาพ โดยส่วนประกอบดังกล่าวสามารถนำออกได้จากโปรแกรมวิซวลพาราตามสำหรับยูเอ็มแอล ภาพที่ 5.8 หน้าจอสำหรับนำเข้าข้อมูลโครงการก่อนการเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 6.8 หน้าจอสำหรับนำเข้าข้อมูลโครงการก่อนการเปลี่ยนแปลง

หลังจากนั้นผู้ใช้สามารถเลือกไฟล์ .zip ที่ต้องการเพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูล โดยทำการกดที่ปุ่มเลือกไฟล์ หลังจากนั้นทำการเลือกไฟล์ที่ผู้ใช้ต้องการ และทำการกดปุ่ม Open หน้าจอจะกลับมาที่หน้าจอเดิม และทำการกดปุ่ม Upload File ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลรายละเอียดโครงการจากไฟล์ที่ผู้ใช้นำเข้าสู่ระบบ ภาพตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลโครงการ ภาพที่ 6.9



ภาพที่ 6.9 ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลโครงการ

### 3) ส่วนงานการจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง

หน้าจอสำหรับการจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง โดยหน้าจอประกอบด้วย รายการคำขอการเปลี่ยนแปลงที่บันทึกเข้าสู่ระบบ ปุ่มสำหรับการสร้างคำขอการเปลี่ยนแปลง ปุ่มสำหรับแก้ไขข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลง และปุ่มสำหรับลบคำขอการเปลี่ยนแปลง ซึ่งหลังจากหลังจากทำการกดปุ่มสร้างคำขอการเปลี่ยนแปลงจะปรากฏฟอร์มโต้ตอบ เพื่อกรอกข้อมูลสำหรับการสร้างคำขอการเปลี่ยนแปลง ภาพตัวอย่างหน้าจอสร้างคำขอการเปลี่ยนแปลง ภาพที่ 6.10

**Create New Change Request**

Change Request Code: CRQ-01

Reason: มีการแก้ไขแบบฟอร์มสำหรับการบันทึกรายการปรับ

Description: มีการแก้ไขแบบฟอร์มสำหรับการบันทึกรายการปรับ โดยแก้ไขการบันทึกรายการแบบฟอร์มปรับ จากเดิมบันทึก 1 รายการต่อหนึ่งแบบฟอร์ม ไปสามารถบันทึกรายการแบบฟอร์มปรับได้หลายรายการต่อ 1 แบบฟอร์มปรับ และให้ทำการคำนวณค่าปรับรวมทั้งรายการ ในหน้าจอแบบฟอร์มปรับด้วย

Related Requirements:

<input checked="" type="checkbox"/>	FR-01 ระบบแจ้งสถานะรายการที่แบบฟอร์มปรับได้
<input checked="" type="checkbox"/>	FR-02 บันทึกแบบฟอร์มปรับประเภทการสั่งซื้อวัสดุ
<input checked="" type="checkbox"/>	FR-03 บันทึกแบบฟอร์มปรับประเภทการสั่งซื้อบริการ

Create

ภาพที่ 6.10 ตัวอย่างหน้าจอสร้างคำขอการเปลี่ยนแปลง

หลังจากทำการกดปุ่มสร้างคำขอความต้องการเรียบร้อยแล้วจะแสดงรายการความต้องการที่บันทึกเข้าสู่ระบบดังภาพที่ 6.11

Chulalongkorn University  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Pillar of the Kingdom

Hello, jakapon! Log off

Home Projects Settings Papers About

DPS System > Change Requests

- Manage
- Requirements
- Diagrams
- Change Requests
- CIA

### Change Requests

Create New Change Request

No.	CRQ-Code	Reason	Related Requirements
1	CRQ-01	มีการแก้ไขแบบฟอร์มสำหรับการยื่นกิจกรรมการปรับ	FR-01 FR-02 FR-03 FR-04 FR-05

Edit | Delete

มีการแก้ไขแบบฟอร์มสำหรับการยื่นกิจกรรมการปรับ โดยแก้ไขการยื่นกิจกรรมการขอปรับจากเดิมเป็น 1 รายการต่อเดือนแบบฟอร์มใหม่ให้สามารถยื่นกิจกรรมการขอปรับได้หลายรายการต่อ 1 แบบฟอร์มเดิม และ ได้ขยายจำนวนคำขอยื่นกิจกรรมการปรับแบบฟอร์มใหม่ขึ้นสาม

© 2013 - Change Impact Identification and Ripple Effect in Software Requirements Change Tool, ASP.NET MVC Application

ภาพที่ 6.11 ตัวอย่างหน้าจอแสดงรายการคำขอการเปลี่ยนแปลง

#### 4) ส่วนงานนำเข้าข้อมูลโครงการหลังการเปลี่ยนแปลง

หน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลโครงการหลังการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วยรายการรูปภาพการออกแบบซอฟต์แวร์ของโครงการ ปุ่มสำหรับการบรรจุขึ้น (Upload) ไฟล์ .zip ที่ประกอบด้วยเอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่บันทึกข้อมูลรายละเอียดการออกแบบโครงการหลังการเปลี่ยนแปลง และรูปภาพของแผนภาพ และปุ่มสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Change Impact Analysis) ซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบการคำนวณแบบไม่ใช้ค่าน้ำหนักของลักษณะการออกแบบหน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลโครงการหลังการเปลี่ยนแปลง ภาพที่ 6.12

Chulalongkorn University  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Pillar of the Kingdom

Hello, lakapon ! [Log off](#)

[Home](#) [Projects](#) [Settings](#) [Papers](#) [About](#)

DPS System > CIA

- Manage
- Requirements
- Diagrams
- Change Requests
- CIA

### Change Impact Analysis (CIA)

Upload updated Projects (XML file):

[เลือกไฟล์](#) [ไม่ได้เลือกไฟล์ใด](#) [Upload File](#)

Original file(s):

Updated file(s):

- [ApproverManagement.png](#)
- [BuyerManagement.png](#)
- [CompanyManagement.png](#)
- [DPS Class Diagram.png](#)
- [DPS Requirement Diagram.png](#)
- [DPS System.png](#)
- [Penalty Calculation.png](#)
- [Penalty Form Management.png](#)
- [UserManagement.png](#)
- [VendorManagement.png](#)
- [project.xml](#)
- [Case DPS before updated \(Test\).zip](#)

Use Weight in Page Rank [Change Impact Analysis](#)

© 2013 - Change Impact Identification and Ripple Effect in Software Requirements Change Tool. ASP.NET MVC Application

ภาพที่ 6.12 หน้าจอสำหรับการนำเข้าสู่ข้อมูลโครงการหลังการเปลี่ยนแปลง

#### 5) ส่วนงานการแสดงผลการระบุผลกระทบ

หน้าจอแสดงผลการระบุผลกระทบ เกิดขึ้นหลังจากทำการกดปุ่มสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นหน้าจอแสดงผลที่ได้จากการตามรอยผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น โดยแบ่งหน้าจอผลลัพธ์เป็นสามส่วนคือ ส่วนแสดงขอบเขตของผลกระทบ ส่วนแสดงผลกระทบที่มีการจัดลำดับแล้ว และส่วนแสดงรายละเอียดของผลกระทบ แสดงดังภาพที่ 6.13 6.14 และ 6.15

Chulalongkorn University  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Pillar of the Kingdom

Hello, jakapon ! Log off

Home Projects Settings Papers About

Room Reservation System (Test2) > CIA

Manage  
Requirements  
Diagrams  
Change Requests  
CIA

### Impact Analysis Result(s)

Overview Impact Results (22) Analysis Details

No.	Change Request	Requirements	UseCase
1	CRQ-01	<ul style="list-style-type: none"> <li>FR-03 ระบบต้องสามารถบันทึก แก้ไข หรือลบข้อมูลรายละเอียดห้องพักได้</li> </ul>	บันทึก แก้ไข และลบข้อมูลห้องพัก
2	CRQ-02	<ul style="list-style-type: none"> <li>FR-05 ระบบต้องสามารถบันทึก แก้ไข หรือยกเลิกการจองห้องพักได้</li> <li>FR-04 ระบบต้องสามารถส่งอีเมลรายละเอียดการจองให้ผู้ดูแลได้</li> </ul>	บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก การจองห้องพัก ส่งอีเมลการจอง, รายละเอียดการจอง

© 2013 - Change Impact Identification and Ripple Effect in Software Requirements Change Tool, ASP.NET MVC Application

ภาพที่ 6.13 หน้าจอแสดงผลลัพธ์ขอบเขตผลกระทบ

Chulalongkorn University  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Pillar of the Kingdom

Hello, jakapon ! Log off

Home Projects Settings Papers About

Room Reservation System (Test2) > CIA

Manage  
Requirements  
Diagrams  
Change Requests  
CIA

### Impact Analysis Result(s)

Overview Impact Results (67) Analysis Details

About 67 results

Ranking	Element Name	PageRank Score
1	Attribute material	0.002795
2	Class Material	0.002515
3	Class UploadFile	0.002498
4	Attribute ID	0.002366
5	Attribute Name	0.002366
6	Attribute Status	0.002366
7	เซตลำดับเหตุการณ์ (Sequence Diagram)	0.002362
8	เซตลำดับเหตุการณ์ (Sequence Diagram)	0.002362
9	เซตลำดับเหตุการณ์ (Sequence Diagram)	0.002362
10	ReservationPage Class RoomReservationPage(Interaction, dll.net)	0.002348

ภาพที่ 6.14 หน้าจอแสดงผลลัพธ์การระบุผลกระทบที่ได้รับการจัดลำดับ

Chulalongkorn University  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Pillar of the Kingdom

Home Projects Settings Papers About

Room Reservation System (Test2) > CIA

Manage  
Requirements  
Diagrams  
Change Requests  
CIA

### Impact Analysis Result(s)

Overview Impact Results (67) Analysis Details

#### Use Case Diagram

ตัวอักษร	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	ผลกระทบโดยตรง(PageRank)	ผลกระทบอ้อม(PageRank)
CRQ-01	AUC	UseCase อ่านเอกสาร PDF, Word หรือ Excel จากคอมพิวเตอร์ (0.0022)	• อ่านเอกสาร PDF, Word หรือ Excel จากคอมพิวเตอร์ (Sequence Diagram) (0.0023)
CRQ-01	AUC	UseCase ระบุไฟล์เอกสารที่แนบ (0.0019)	• ระบุไฟล์เอกสารที่แนบ (Sequence Diagram) (0.0024)
CRQ-01	AUC	UseCase สอนข้อมูลเอกสาร (0.0019)	• สอนข้อมูลเอกสาร (Sequence Diagram) (0.0024)
CRQ-01	AUC	UseCase แก้ไขข้อมูลเอกสาร (0.0019)	• แก้ไขข้อมูลเอกสาร (Sequence Diagram) (0.0024)

ภาพที่ 6.15 หน้าจอแสดงผลลัพธ์รายละเอียดการวิเคราะห์

## บทที่ 7

### สรุปผลการวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงผลสรุปการวิจัย ข้อจำกัดของงานวิจัย งานวิจัยในอนาคต และผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์ตามลำดับ

#### 7.1 สรุปผลการวิจัย

จากปัญหาของงานวิจัยที่กล่าวไว้ในบทนี้เกี่ยวกับผลเสียต่าง ๆ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการหรือการร้องขอการเปลี่ยนแปลงเช่น โครงการล้มเหลว การเสียเวลาและทรัพยากรที่ใช้ในการแก้ไขที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น ทำให้จำเป็นต้องมีกระบวนการในการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการร้องขอการเปลี่ยนแปลงที่มีประสิทธิผลเพียงพอ สำหรับการตามรอยผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่อง เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบกับชิ้นงานซอฟต์แวร์ที่มีอยู่เดิม และรวมถึงความต้องการใหม่ที่ส่งผลให้เกิดขึ้นงานซอฟต์แวร์ใหม่ จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาแนวคิดการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง การตามรอยความต้องการและแผนภาพเชิงวิเคราะห์บนพื้นฐานของยูเอ็มแอลคือ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ เพื่อสร้างกรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบและผลกระทบต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ รวมถึงผู้วิจัยได้ทำการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีแพรคทีเคิลเพจแรงค์ร่วมกับการกำหนดค่าน้ำหนัก เพื่อการจัดลำดับผลลัพธ์ ตามความสำคัญของชิ้นงานที่ได้รับผลกระทบ และเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ผลลัพธ์ที่จัดลำดับตรงตามความต้องการมากยิ่งขึ้น

การระบุผลกระทบและการตามรอยผลกระทบ อาศัยการขอบเขตการตามรอยความต้องการ จำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลง และกฎการเปลี่ยนแปลงที่ได้นำเสนอไว้ในงานวิจัยนี้ เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการตามรอยผลกระทบต่อเนื่อง โดยรายละเอียดการจำแนกประเภทการเปลี่ยนแปลงและกฎการเปลี่ยนแปลงได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 และภาคผนวก ง. ซึ่งการนำไปประยุกต์ใช้กล่าวไว้ในบทที่ 4

การทดลองและวิเคราะห์ผลในบทที่ 5 คือการแสดงผลการทดลองตามจุดประสงค์การทดลองที่ได้ออกแบบไว้สองการทดลองดังนี้ เพื่อทดสอบความถูกต้องการตามรอยความต้องการจากกฎการเปลี่ยนแปลงที่ระบุไว้พบว่าสามารถตามรอยผลกระทบได้ถูกต้องและครบถ้วนตามกรณีทดสอบที่สร้างขึ้น การทดลองที่สองเพื่อประเมินประสิทธิผลการจัดลำดับของการแสดงผลการระบุผลกระทบพบว่า การจัดลำดับโดยใช้ขั้นตอนวิธีแพรคทีเคิลเพจแรงค์ร่วมกับการให้ค่าน้ำหนักจากผู้ใช้ให้ผลการจัดลำดับผลลัพธ์ที่ดีกว่า การจัดลำดับโดยใช้ขั้นตอนวิธีแพรคทีเคิลเพจแรงค์เท่านั้น ซึ่งการกำหนดค่าน้ำหนักสามารถใช้ในการปรับค่าเพจแรงค์ เพื่อช่วยในการจัดลำดับผลลัพธ์ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากขึ้น



## 7.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1) การตามรอยผลกระทบสามารถทำได้เฉพาะในกรณีที่ทำตามการนิยามการตามรอยความต้องการในบทที่ 3 เท่านั้น เนื่องจากการที่จะสามารถตามรอยได้ ต้องอาศัยการกำหนดการเชื่อมโยงระหว่างชิ้นงานต่าง ๆ ซึ่งต้องมีการนิยามการตามรอยจากชิ้นงานหนึ่งไปยังอีกชิ้นงานหนึ่งได้อย่างชัดเจน จึงจะสามารถตามรอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) แผนภาพยูเอ็มแอลที่ใช้ในการตามรอยเพียงสามแผนภาพเท่านั้นได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ ซึ่งเป็นแบบจำลองเชิงวิเคราะห์ เนื่องจากในการออกแบบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุมักนำสามแผนภาพดังกล่าวมาใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบ

3) ความต้องการที่นำมาใช้กับกรอบงานต้องเป็นความต้องการเชิงหน้าที่เท่านั้น และเป็นรูปแบบความต้องการที่ดี โดยอ้างอิงจากอิทธิพลอิทธิพลหนึ่งสองสามสาม [2] และเป็นความต้องการที่ไม่พิจารณาถึงข้อจำกัดทางด้านกายภาพ (Physical) หรือหมายถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในระบบ รวมถึงความต้องการไม่ใช่หน้าที่ ซึ่งมักใช้ในการกำหนดสภาพแวดล้อม (Environments) การพัฒนา (Implementation) เงื่อนไขบังคับ (Constraints) คุณภาพ (Performance) แพลตฟอร์ม (Platform) ภาวะพึ่งพิง (Dependencies) การบำรุงรักษา (Maintainability) การขยาย (Extensibility) และ ความน่าเชื่อถือ (Reliability) [16]

4) ข้อมูลแผนภาพเชิงวิเคราะห์ที่ทำการปรับปรุงแก้ไข ต้องแก้ไขจากข้อมูลแผนภาพเชิงวิเคราะห์เดิมที่ทำการออกแบบไว้เท่านั้น

5) ประสิทธิภาพของการระบุผลกระทบต่อเนื่องขึ้นอยู่กับข้อกำหนดการตามรอยผลกระทบของกฎการเปลี่ยนแปลงในแต่ละประเภทการเปลี่ยนแปลง และรายละเอียดของข้อมูลแผนภาพเชิงวิเคราะห์ที่มีเพียงพอต่อการตามรอย

## 7.3 งานวิจัยในอนาคต

1) ศึกษาเพิ่มเติมปฏิสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากสามแผนภาพที่กล่าวมา บนพื้นฐานการออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยยูเอ็มแอล เพื่อทำการตามรอยผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับแผนภาพอื่น ๆ ต่อไป

2) ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะความต้องการว่าสามารถ นำมาประกอบการวิเคราะห์การระบุผลกระทบได้ หรือช่วยในการทำนายส่วนที่น่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลง

3) ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับไวยากรณ์ภาษาที่ไม่พึ่งพิงบริบท (Context-Free Grammar) เพื่อใช้ในการกำหนดกฎการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตามรอยผลกระทบ

4) ทำให้เครื่องมือสำหรับกรอบงานรองรับการทำงานของผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้นเช่น ปรับปรุงเครื่องมือให้รองรับการนำเข้าแผนภาพเชิงวิเคราะห์ จากเครื่องมือในการออกแบบซอฟต์แวร์อื่น ๆ

#### 7.4 ผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

1) หัวข้องานวิจัยชื่อ “กรอบงานสำหรับการระบุผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่อเนื่องในการเปลี่ยนแปลงความต้องการ (A Framework for Change Impact Identification and Ripple Effect in Software Requirements Change)” ในการประชุมวิชาการระดับชาติ “The 5<sup>th</sup> Conference on Knowledge and Smart Technology (KST-2556)” ซึ่งจัดขึ้น ณ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

2) หัวข้องานวิจัยชื่อ “Diagram Change Taxonomy based on Analysis and Design Models in UML” ในการประชุมวิชาการระดับชาติ “The 4<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering and Service(System) Sciences” ซึ่งจัดขึ้น ณ “China Hall of Science” กรุงปักกิ่ง สาธารณรัฐประชาชนจีน ระหว่างวันที่ 23 ถึงวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2556

## รายการอ้างอิง

- [1] Xuepin, G., et al., *A Method of Fast Module Location Test Based on Requirements Changes*. Procedia Environmental Sciences, 2011. 11: p. 372-379.
- [2] IEEE, IEEE Std. 1233-1998, IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications, in Well-formed requirements. 1998.
- [3] Bohner, S.A., Extending Software Change Impact Analysis into COTS Components. Proceedings of the 27 th Annual NASA Goddard/IEEE Software Engineering Workshop (SEW-27'02), 2003.
- [4] Sun, X., et al., Change Impact Analysis Based on a Taxonomy of Change Types. 2010: p. 373-382.
- [5] Hassan Osman Ali, M.Z.A.R., Abdullahi Mohamud Sharif, Identifying Challenges of Change Impact Analysis for software Projects. 2012 International Conference on Innovation, Management and Technology Research (ICIMTR2012), 2012.
- [6] Finkelstein, O.C.G.A.C.W., An Analysis of the Requirements Traceability Problem. IEEE, 1994.
- [7] Cuddeback, D., A. Dekhtyar, and J. Hayes, Automated Requirements Traceability: The Study of Human Analysts. 18th IEEE International Requirements Engineering Conference, 2010: p. 231-240.
- [8] IEEE, IEEE Std. 830-1998, IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. 1998.
- [9] Misbhauddin, M. and M. Alshayeb, Extending the UML Metamodel for Sequence Diagram to Enhance Model Traceability. 2010: p. 129-134.
- [10] IEEE, IEEE Std 1016-2009, IEEE Standard for Information Technology-Systems Design-Software Design Descriptions. 2009.

- [11] Larman, C., Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development. Third Edition ed. 2004: Addison Wesley Professional.
- [12] Arasu, A., et al., Searching the Web. ACM Trans. Internet Technol., 2001. 1(1): p. 2-43.
- [13] Lehnert, S., Q.-u.-a. Farooq, and M. Riebisch, A Taxonomy of Change Types and Its Application in Software Evolution. 2012: p. 98-107.
- [14] Burgstaller, B., Understanding Where Requirements are Implemented. in 26th IEEE International Conference on Software Maintenance, Timisoara, Romania, 2010.
- [15] Sengupta, S., A. Kanjilal, and S. Bhattacharya, Requirement Traceability in Software Development Process: An Empirical Approach. 2008: p. 105-111.
- [16] Pandey, D., U. Suman, and A.K. Ramani, An Effective Requirement Engineering Process Model for Software Development and Requirements Management. 2010: p. 287-291.

ภาคผนวก

### ภาคผนวก ก

#### กรณีตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

ในภาคผนวกส่วนนี้นำเสนอตัวอย่างข้อมูลกรณีตัวอย่างโดยแบ่งเป็นสามส่วนได้แก่ รายการความต้องการของระบบ รายการคำขอการเปลี่ยนแปลง และแผนภาพเชิงวิเคราะห์ ซึ่งกรณีตัวอย่างที่นำมาใช้ประกอบด้วยสองกรณีตัวอย่างดังนี้

- 1) กรณีตัวอย่างที่ 1 โครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบบันทึกแบบฟอร์มปรับ ข้อมูลรายการความต้องการแสดงดังตารางที่ ก.1 รายการคำขอการเปลี่ยนแปลง ตารางที่ ก.2 แผนภาพเชิงวิเคราะห์ก่อนการเปลี่ยนแปลง ภาพที่ ก.1 ถึง ก.9 ตามลำดับ และแผนภาพเชิงวิเคราะห์หลังการเปลี่ยนแปลง ภาพที่ ก.10 ถึง ก.16 ตามลำดับ
- 2) กรณีตัวอย่างที่ 2 โครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบบันทึกแบบฟอร์มปรับ ข้อมูลรายการความต้องการแสดงดังตารางที่ ก.3 รายการคำขอการเปลี่ยนแปลง ตารางที่ ก.4 แผนภาพเชิงวิเคราะห์ก่อนการเปลี่ยนแปลง ภาพที่ ก.17 ถึง ก.25 ตามลำดับ และแผนภาพเชิงวิเคราะห์หลังการเปลี่ยนแปลง ภาพที่ ก.26 ถึง ก.34 ตามลำดับ

ตารางที่ ก.1 รายการความต้องการกรณีตัวอย่างที่ 1

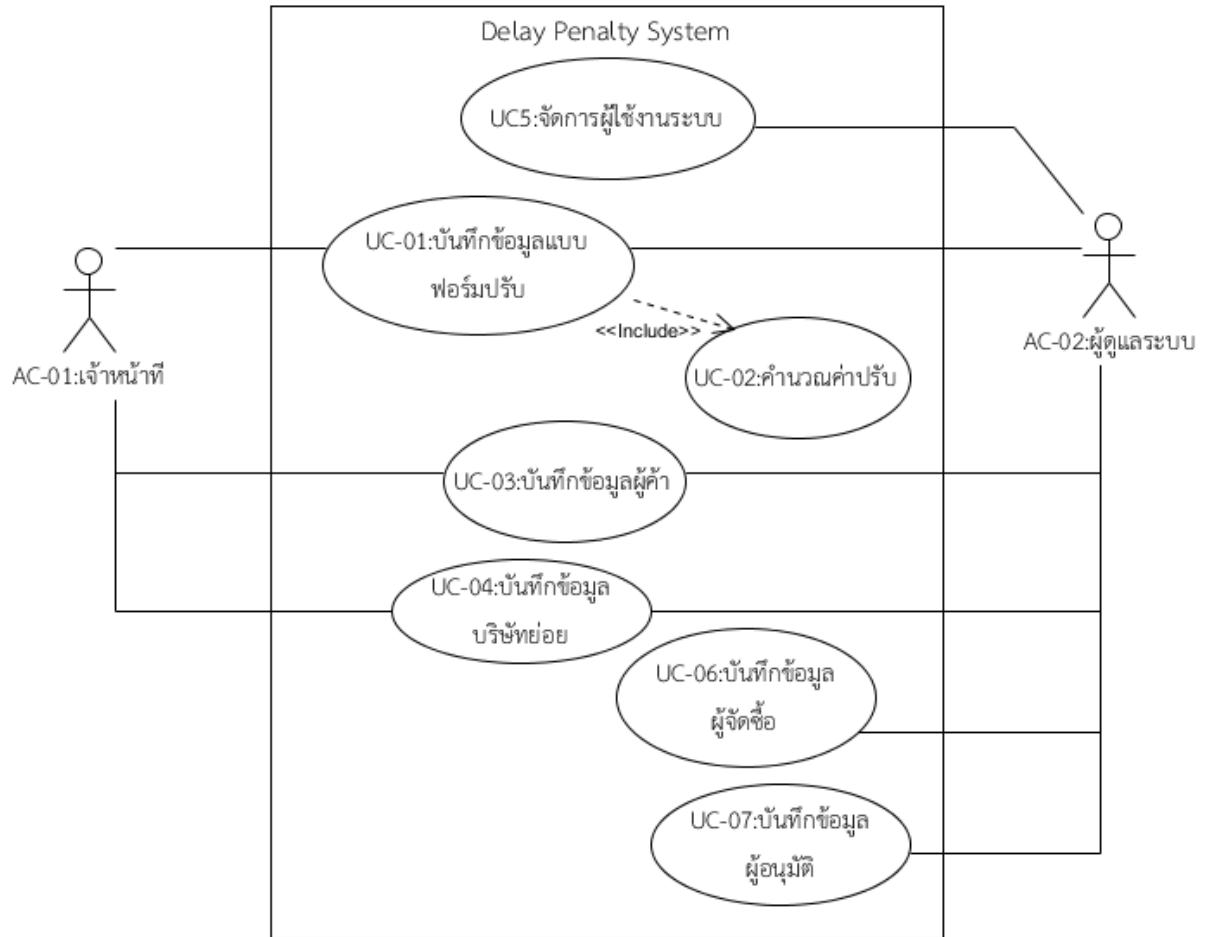
เลขอ้างอิง	รายละเอียด	ความสัมพันธ์
FR-01	ระบบต้องสามารถบันทึกแบบฟอร์มปรับได้ โดยแยกตามประเภทของแบบฟอร์มทั้งหมด 4 ประเภท โดยกำหนดให้บันทึกหนึ่งแบบฟอร์มต่อหนึ่งรายการปรับเท่านั้น	FR-02, FR-03, FR-04, FR-05 และ FR-06
FR-02	ระบบต้องสามารถบันทึกข้อมูลตามแบบฟอร์มปรับประเภทการจัดซื้อวัสดุได้	FR-01
FR-03	ระบบต้องสามารถบันทึกข้อมูลตามแบบฟอร์มปรับประเภทการจัดซื้อบริการได้	FR-01
FR-04	ระบบต้องสามารถบันทึกข้อมูลตามแบบฟอร์มปรับประเภทการจัดจ้างแรงงานได้	FR-01
FR-05	ระบบต้องสามารถบันทึกข้อมูลตามแบบฟอร์มปรับประเภทการทำ Key Performance Index (KPI) ได้	FR-01
FR-06	ระบบต้องสามารถคำนวณค่าปรับในแต่ละประเภทของแบบฟอร์มได้	FR-01
FR-07	ระบบต้องสามารถออกรายงานสรุปผลการเรียกปรับในทุกแบบฟอร์มตามช่วงเวลาได้	FR-01
FR-08	ระบบต้องสามารถสร้างผู้ใช้งานระบบ และกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลได้	
FR-09	ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบริษัทย่อยที่ใช้อ้างอิงในการบันทึกแบบฟอร์มปรับได้ (ข้อมูลใช้สำหรับการบันทึกแบบฟอร์มปรับ)	
FR-10	ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบริษัทผู้ร่วมค้าที่ถูกเรียกปรับได้ (ข้อมูลใช้สำหรับการบันทึกแบบฟอร์มปรับ)	
FR-11	ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบุคคล/พนักงาน ผู้สั่งซื้อได้ (ข้อมูลใช้สำหรับการบันทึกแบบฟอร์มปรับ)	
FR-12	ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลบุคคลผู้ที่ทำการอนุมัติการสั่งซื้อได้ (ข้อมูลใช้สำหรับการบันทึกแบบฟอร์มปรับ)	
FR-13	ระบบต้องสามารถค้นหาแบบฟอร์มปรับที่บันทึกได้จาก เลขที่แบบฟอร์ม ช่วงเวลาที่บันทึก ช่วงเวลาเรียกปรับได้	FR-01
NR-01	ระบบต้องทำการสลับหน้า (Paging) ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหา โดยแสดงผลลัพธ์ 30 รายการปรับต่อหน้าแสดงผล	

ตารางที่ ก.2 รายการคำขอการเปลี่ยนแปลงกรณีตัวอย่างที่ 1

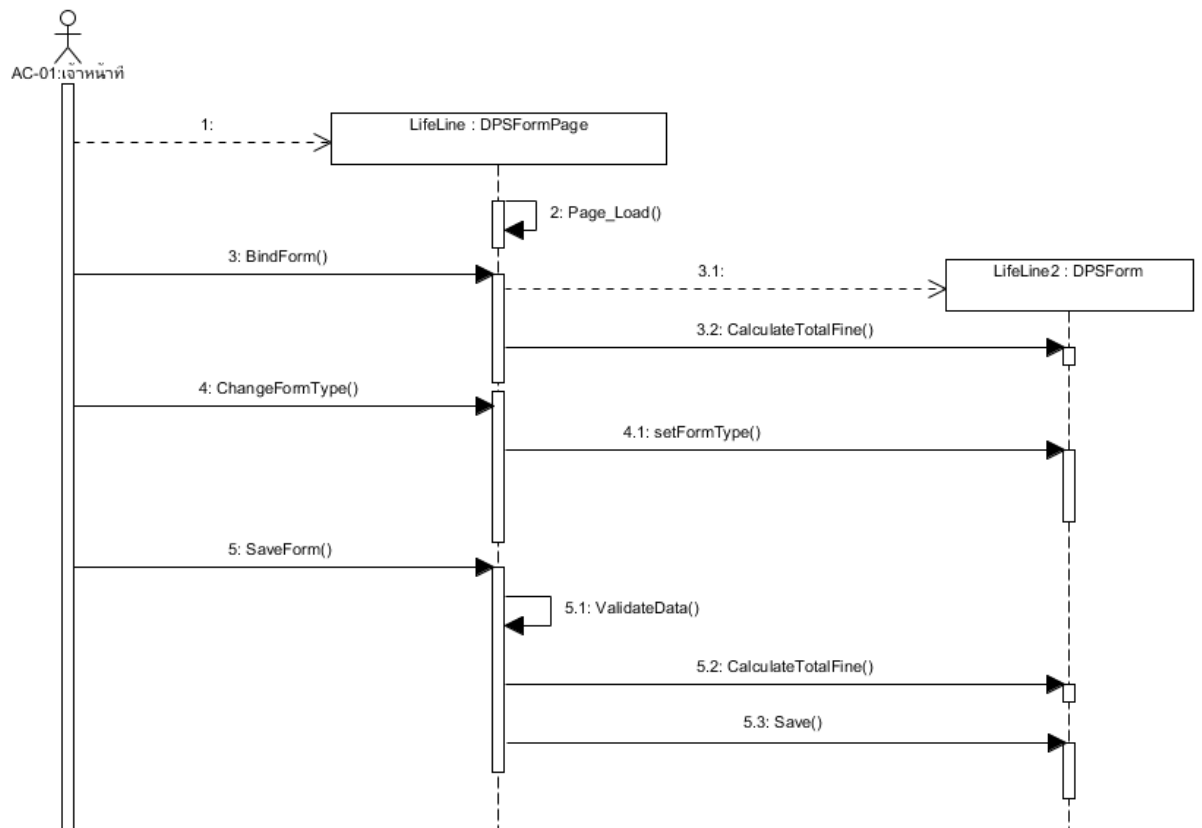
รหัสคำขอการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด	ความต้องการเดิมที่ได้รับผลกระทบ
CRQ-01	ระบบต้องสามารถบันทึกแบบฟอร์มปรับได้ โดยแยกตามประเภทของแบบฟอร์มทั้งหมด 4 ประเภท โดยกำหนดให้สามารถบันทึกหนึ่งแบบฟอร์มต่อหลายรายการปรับได้	FR-01, FR-02, FR-03, FR-04, FR-05, FR-06
CRQ-02	ระบบต้องสามารถบันทึกแบบฟอร์มปรับ โดยสามารถบันทึกผู้อนุมัติได้อย่างน้อยหนึ่งคน	FR-01, FR-07
CRQ-03	ระบบต้องสามารถกำหนดเจ้าหน้าที่ที่มีสิทธิ์ในการบันทึกแบบฟอร์มปรับแต่ละประเภทได้	FR-01
CRQ-04	ระบบต้องสามารถออกจดหมายเรียกปรับเป็นเอกสารไมโครซอฟท์เวิร์ดได้	ไม่มี (เป็นความต้องการใหม่)
CRQ-05	ระบบต้องสามารถจัดการรูปแบบ (Template) ของจดหมายเรียกปรับแต่ละประเภทได้	ไม่มี (เป็นความต้องการใหม่)
CRQ-06	ระบบต้องสามารถออกรายงานสรุปผลตามผู้อนุมัติได้ โดยให้สิทธิ์การออกรายงานกับผู้จัดการเท่านั้น	FR-07
CRQ-07	ระบบต้องสามารถออกรายงานสรุปผลตามผู้จัดซื้อได้ โดยให้สิทธิ์การออกรายงานกับผู้จัดการเท่านั้น	FR-07



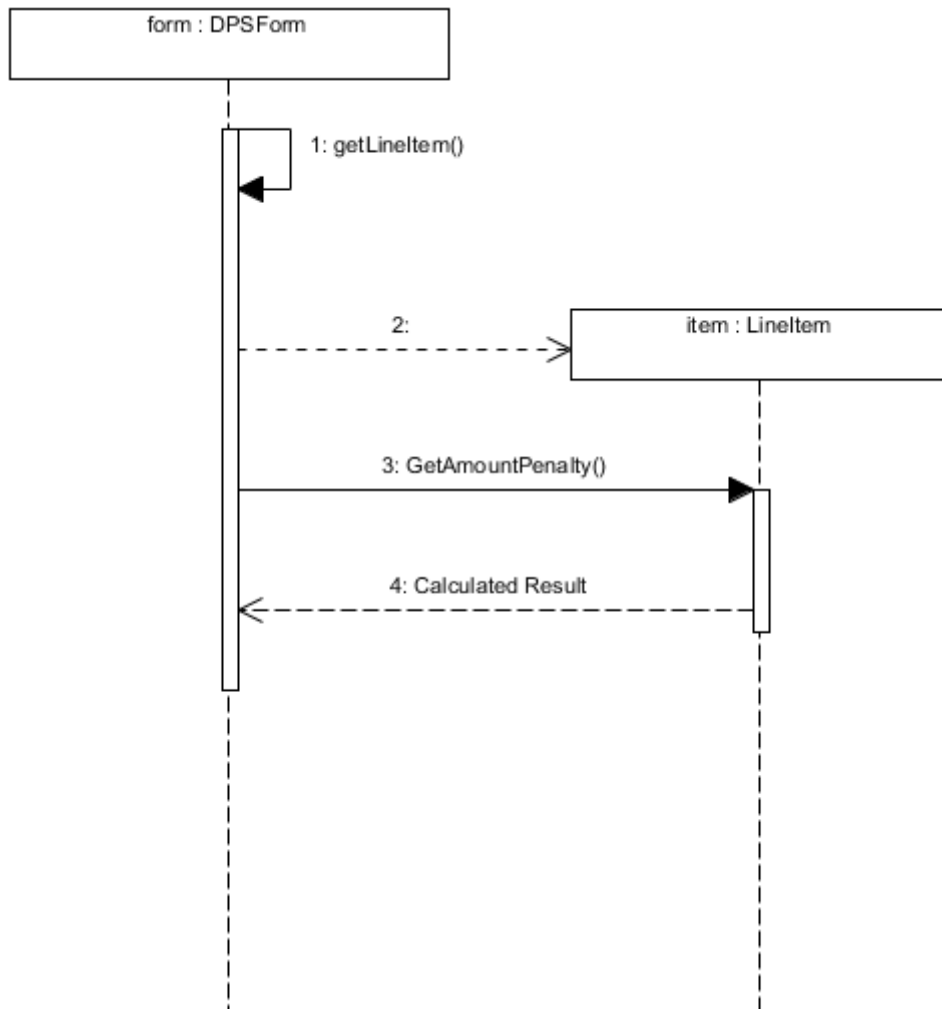
แผนภาพเชิงวิเคราะห์ก่อนการเปลี่ยนแปลงกรณีตัวอย่างที่ 1 แสดงดังภาพที่ ก.1 ถึง ก.9  
 ดังนี้



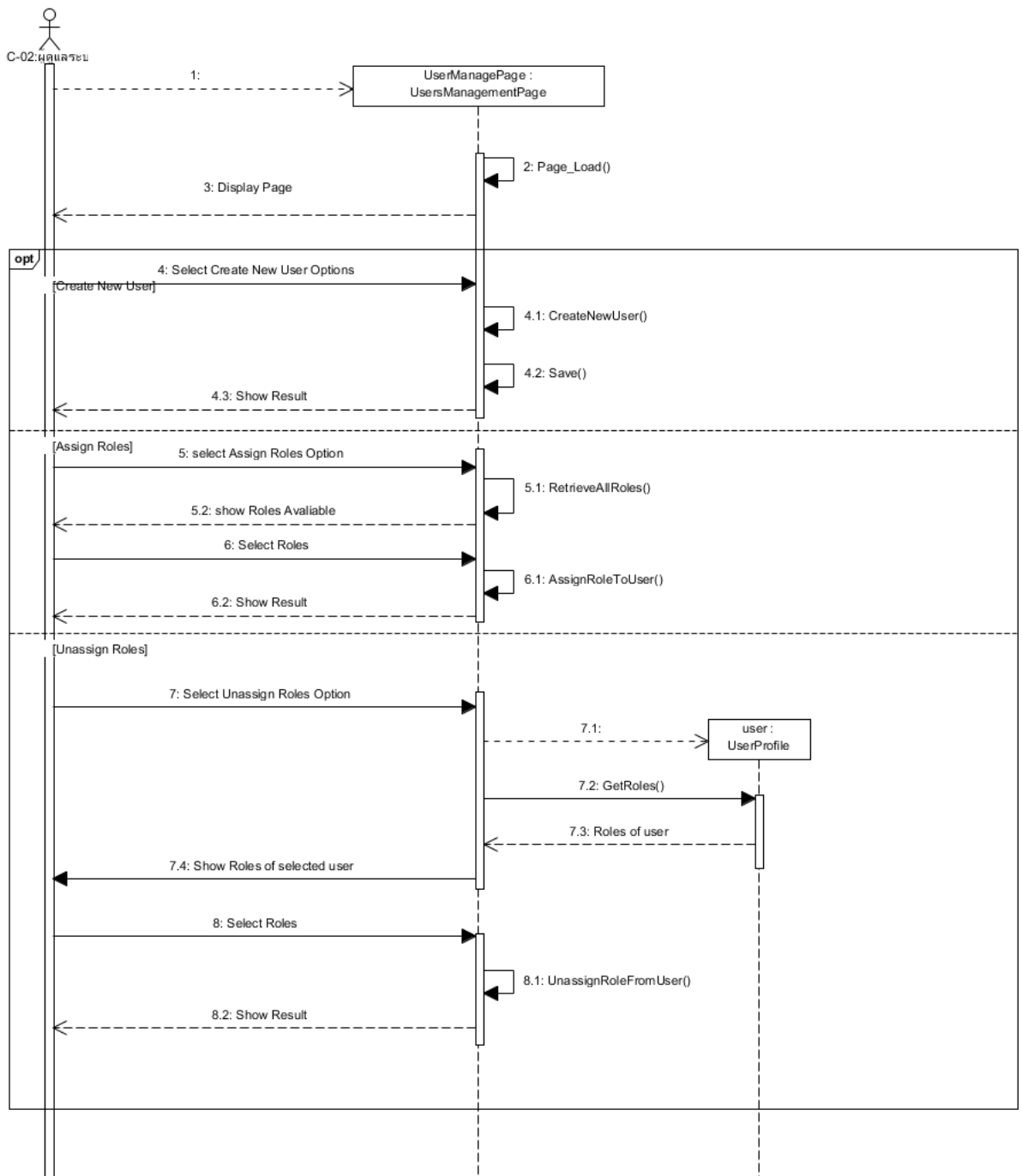
ภาพที่ ก.1 แผนภาพยูสเคสกรณีตัวอย่างที่ 1 (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



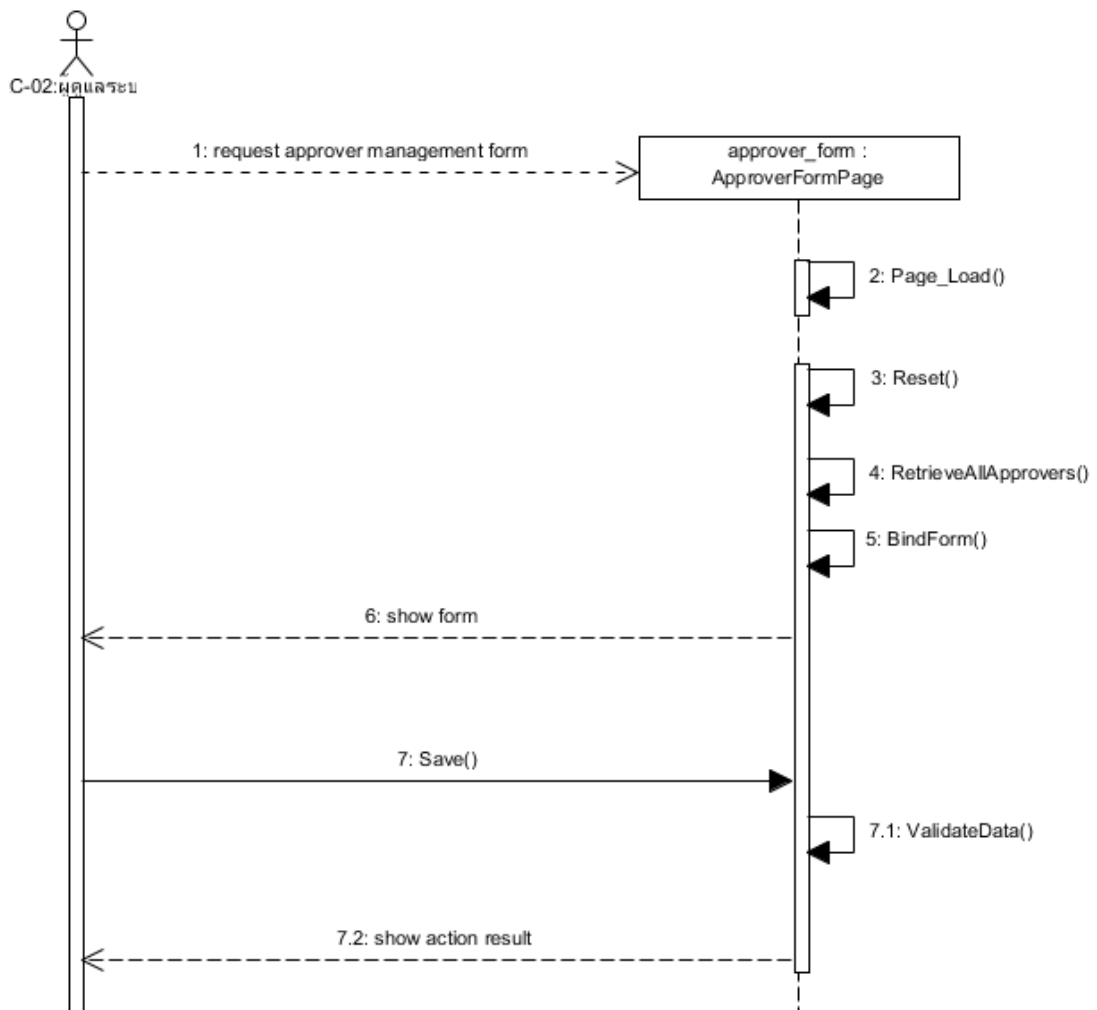
ภาพที่ ก.2 แผนภาพลำดับขั้นที่ข้อมูลแบบฟอร์มปรับ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



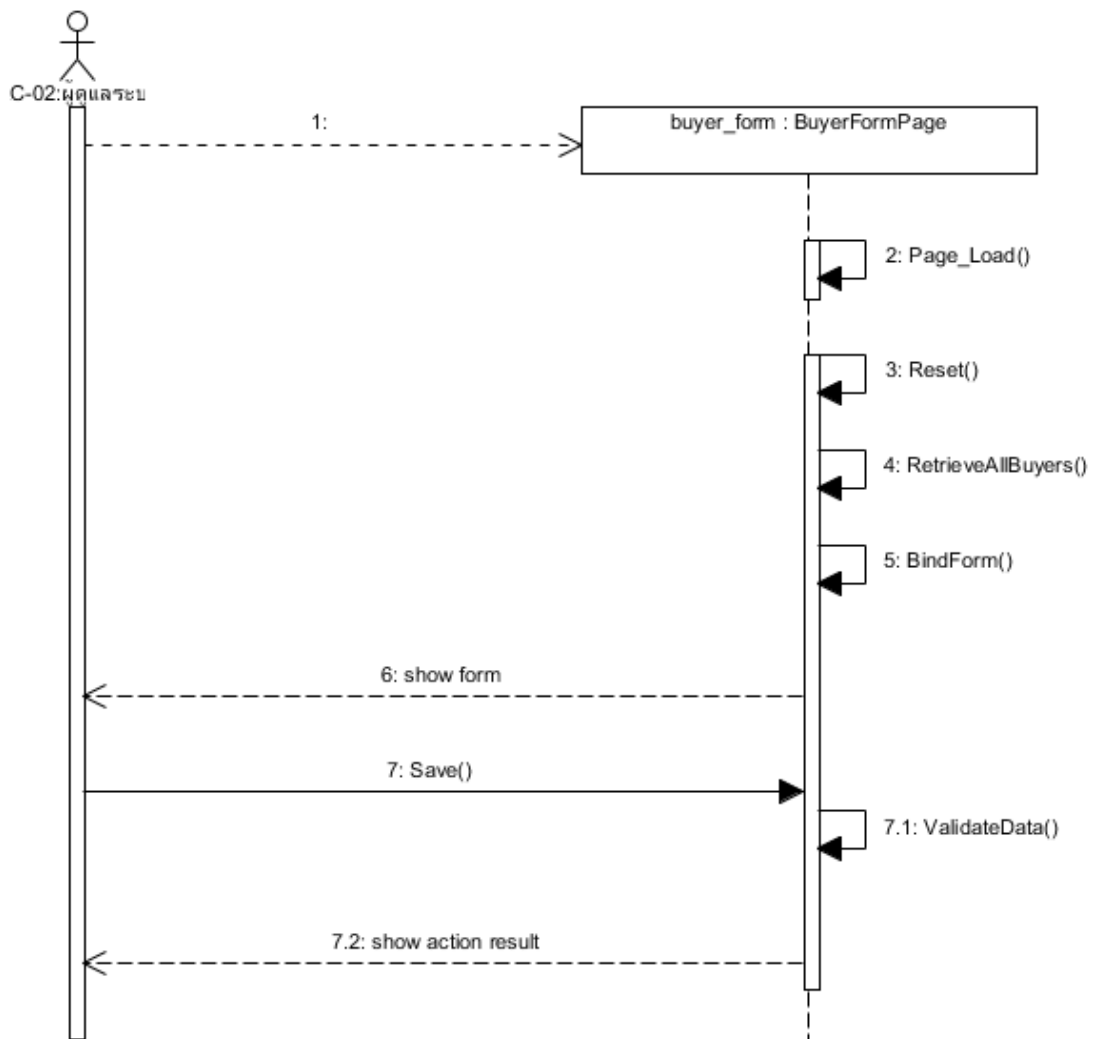
ภาพที่ ก.3 แผนภาพลำดับค่านวนค่าปรับ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



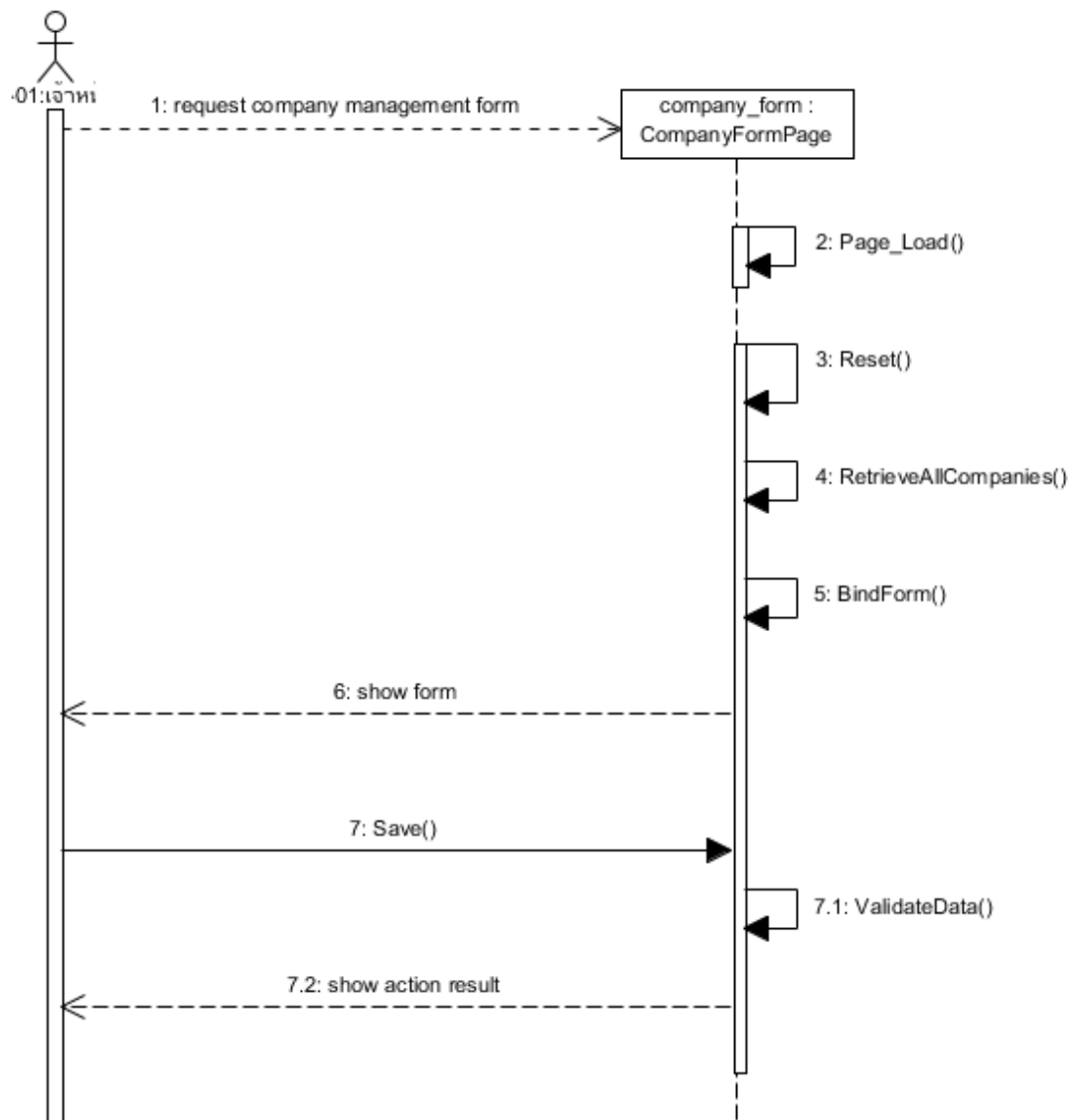
ภาพที่ ก.4 แผนภาพลำดับจัดการผู้ใช้งานระบบ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



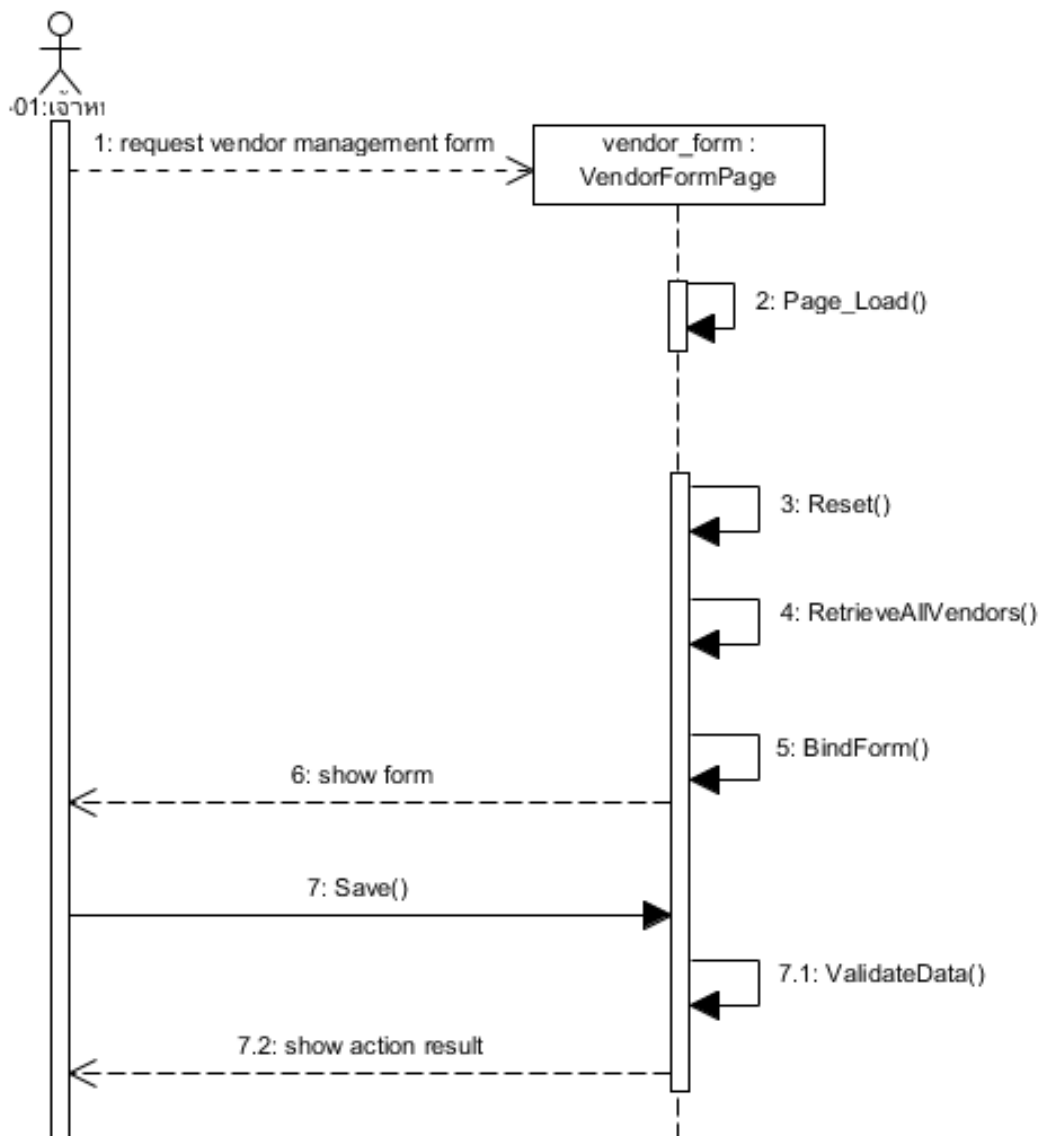
ภาพที่ ก.5 แผนภาพลำดับขั้นที่กข้อมูลผู้อนุมัติ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



ภาพที่ ก.6 แผนภาพลำดับขั้นที่กข้อมูลผู้จัดซื้อ (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)

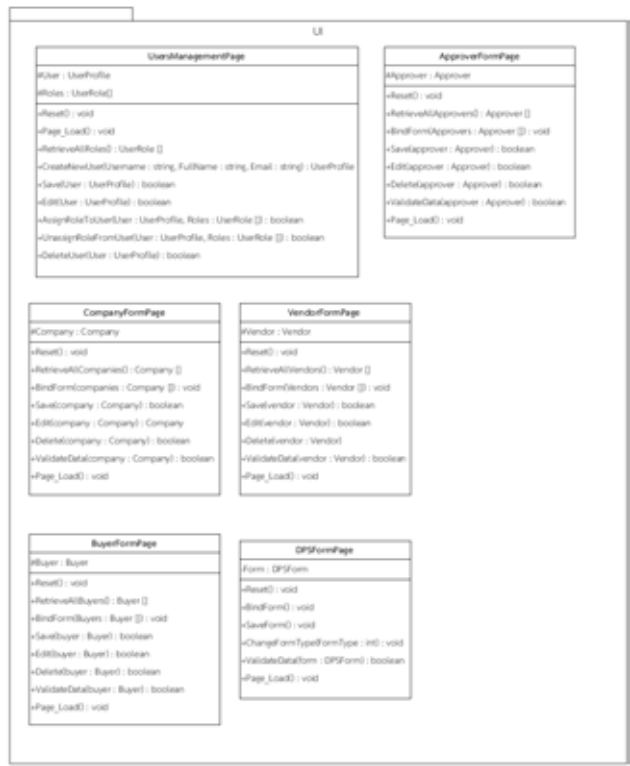
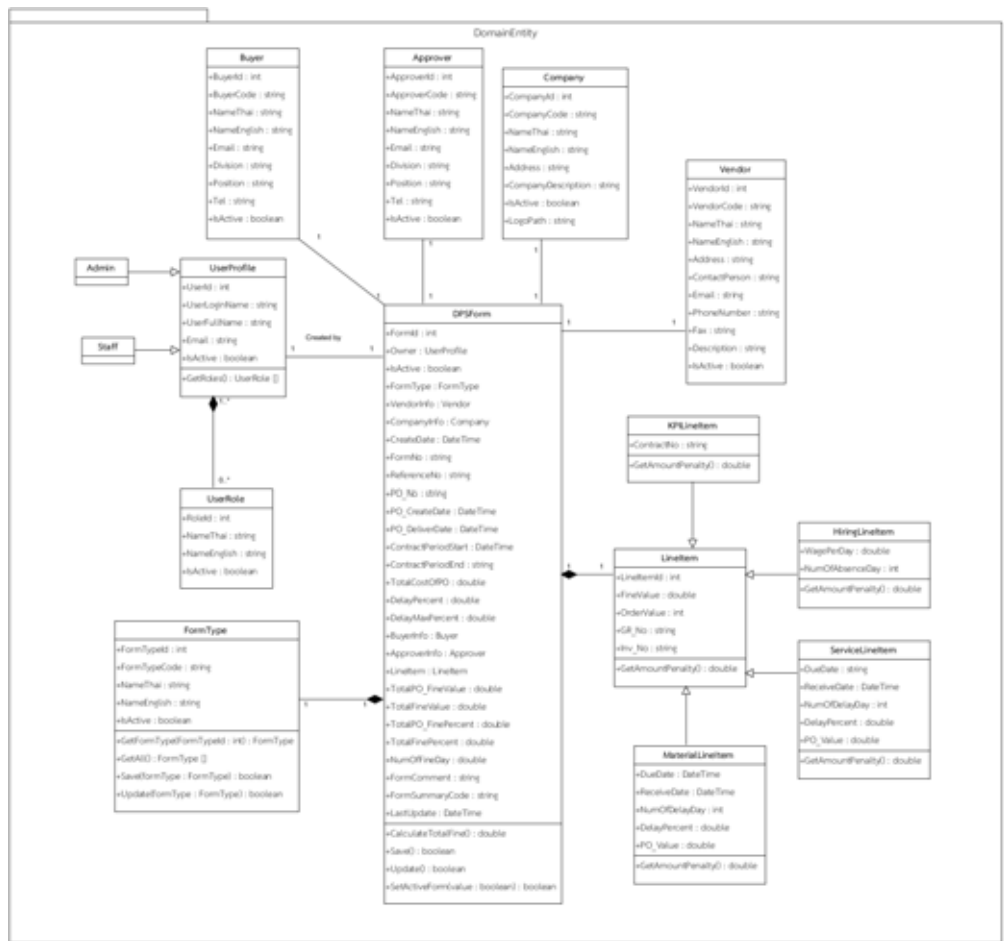


ภาพที่ ก.7 แผนภาพลำดับขั้นที่กข้อมูลบริษัทย่อย (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



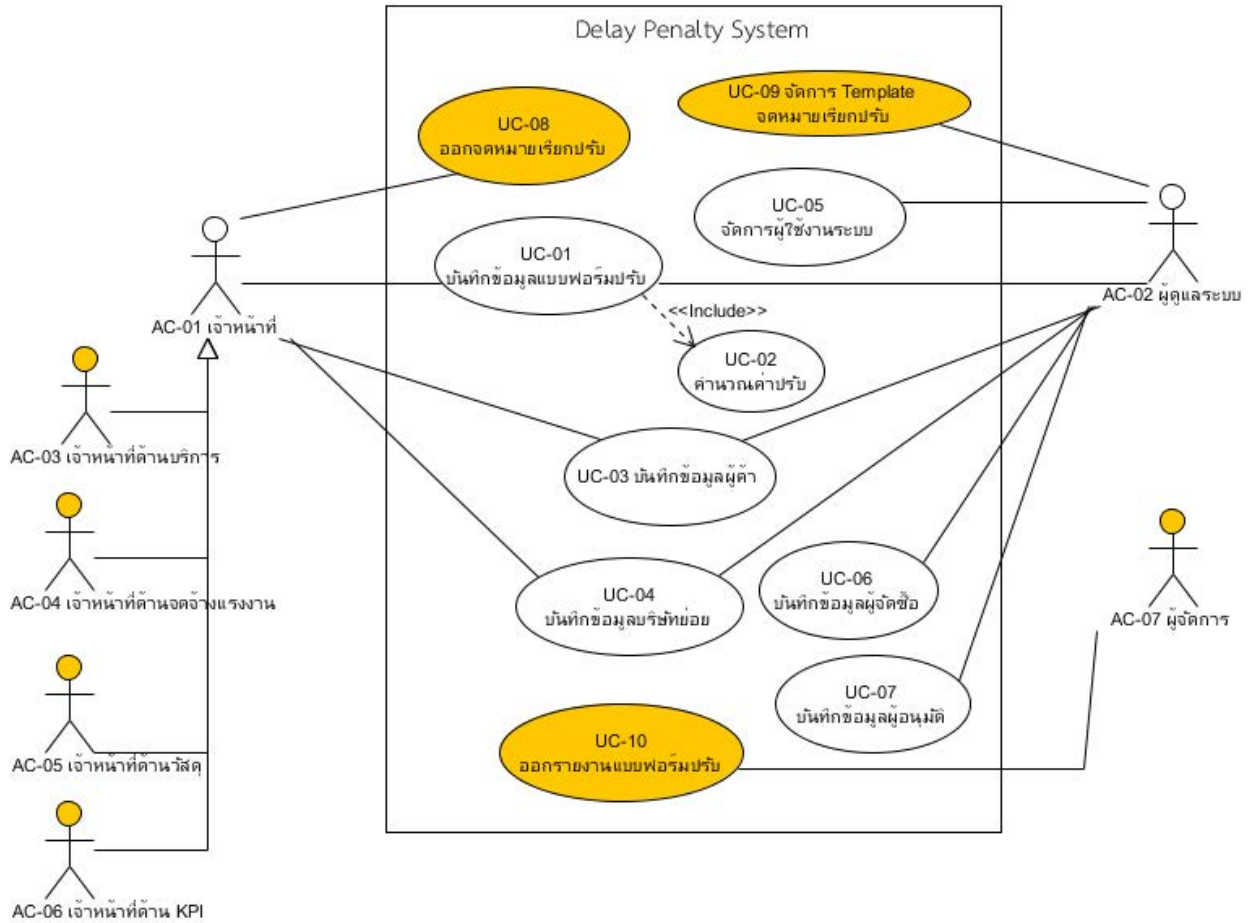
ภาพที่ ก.8 แผนภาพลำดับขั้นที่กข้อมูลผู้ค้า (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



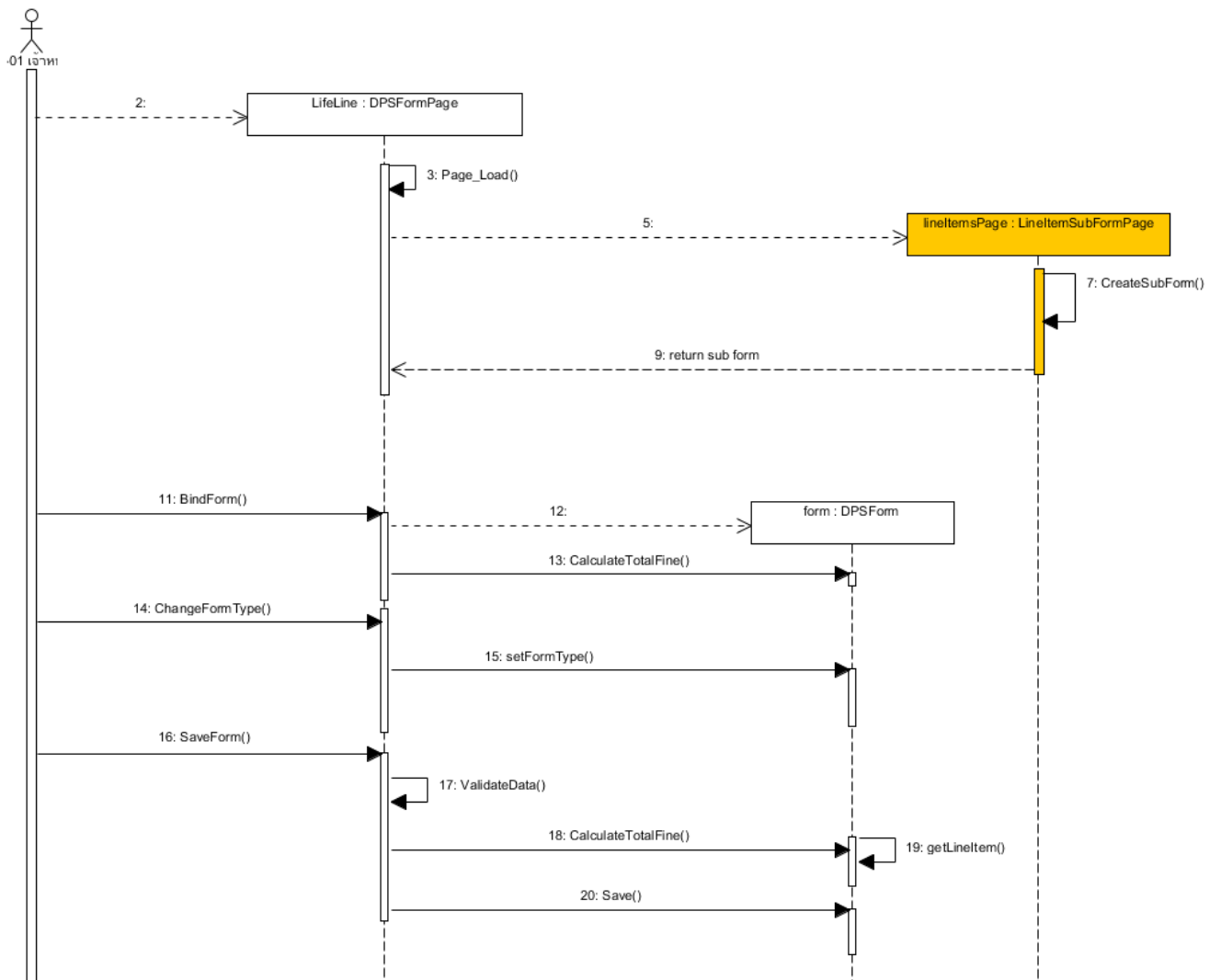


ภาพที่ ก.9 แผนภาพคลาสกรณิตัวอย่างที่ 1 (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)

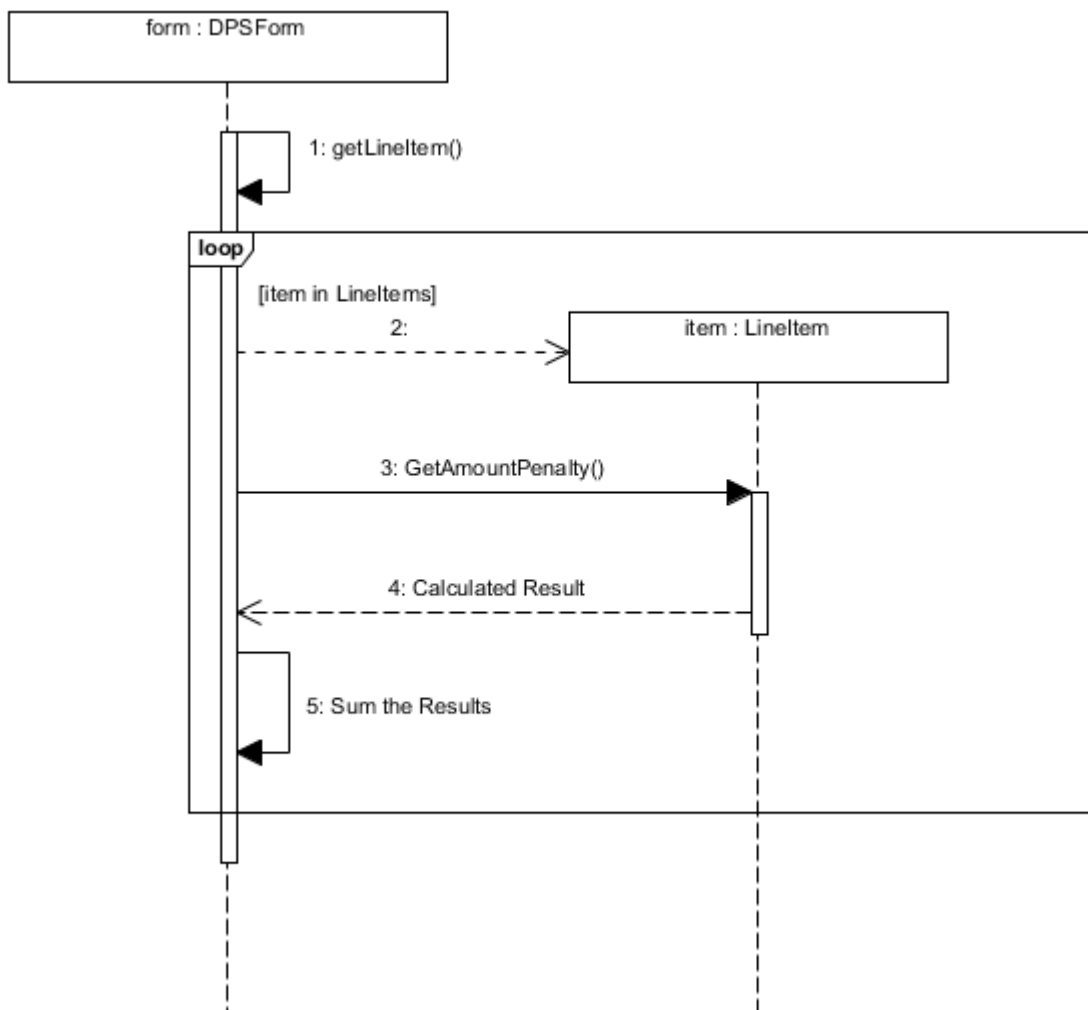
แผนภาพเชิงวิเคราะห์หลังการเปลี่ยนแปลงกรณีตัวอย่างที่ 1 เฉพาะที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมในแผนภาพเชิงวิเคราะห์ แสดงดังภาพที่ ก.10 ถึง ก.16 ดังนี้



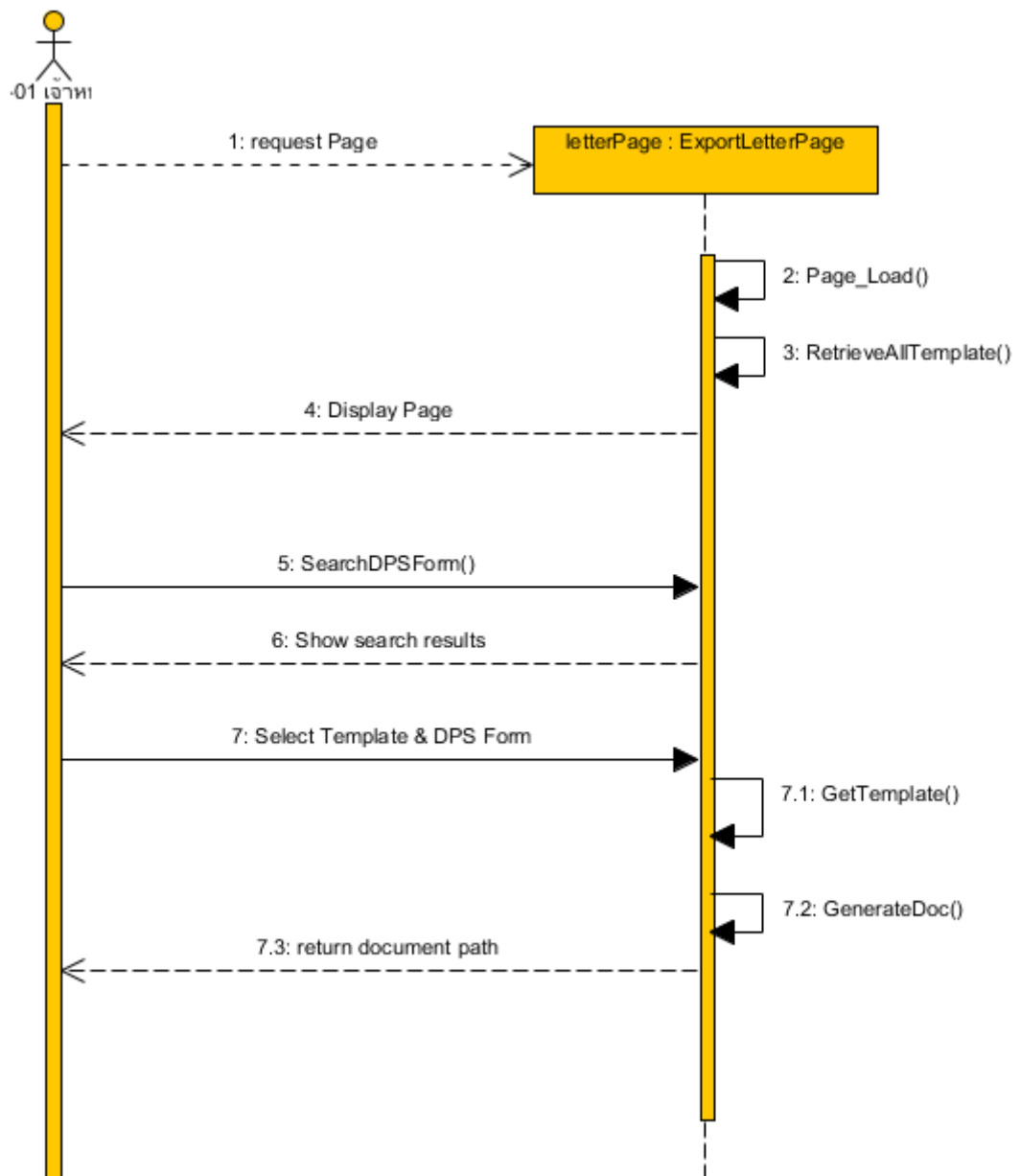
ภาพที่ ก.10 แผนภาพยูสเคส (หลังการเปลี่ยนแปลง)



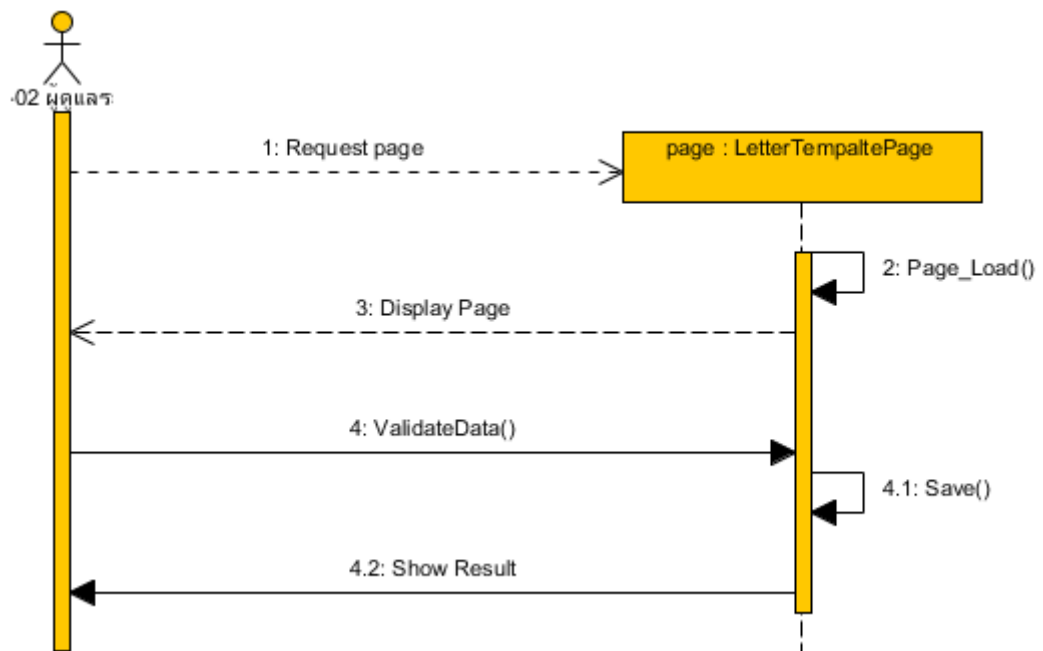
ภาพที่ ก.11 แผนภาพลำดับขั้นที่กข้อมูลแบบฟอร์มปรับ (หลังการเปลี่ยนแปลง)



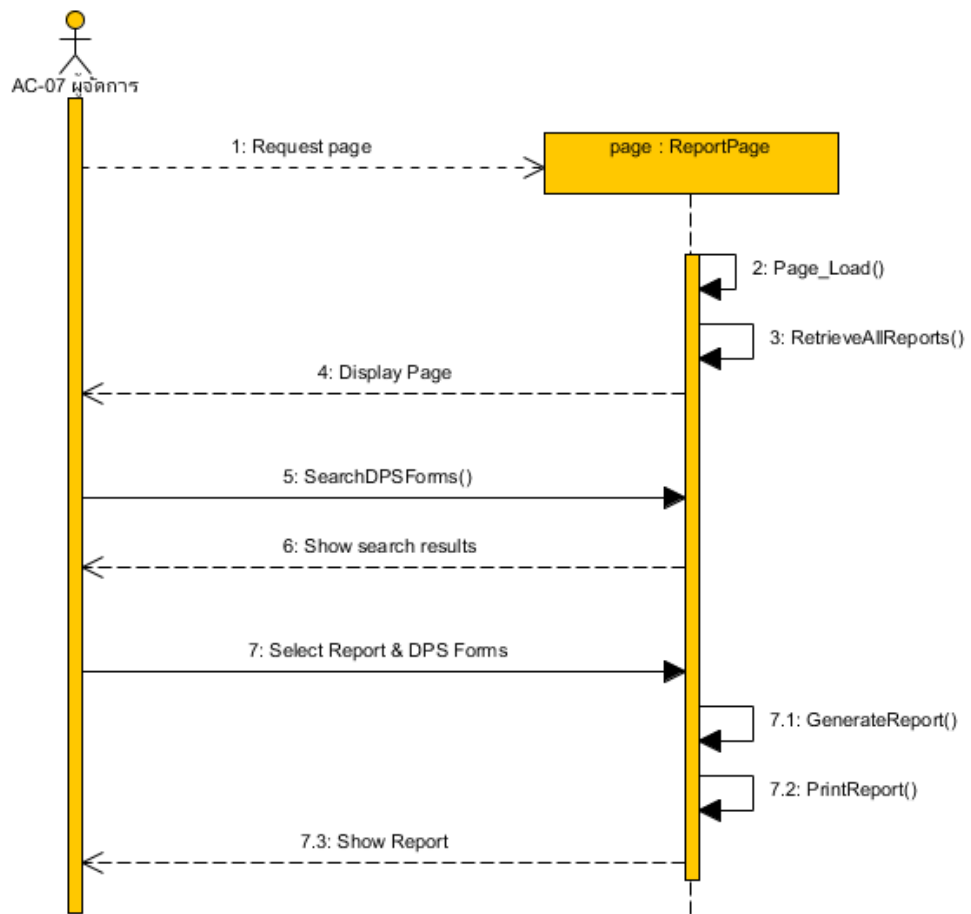
ภาพที่ ก.12 แผนภาพลำดับคำนวณค่าปรับ (หลังการเปลี่ยนแปลง)



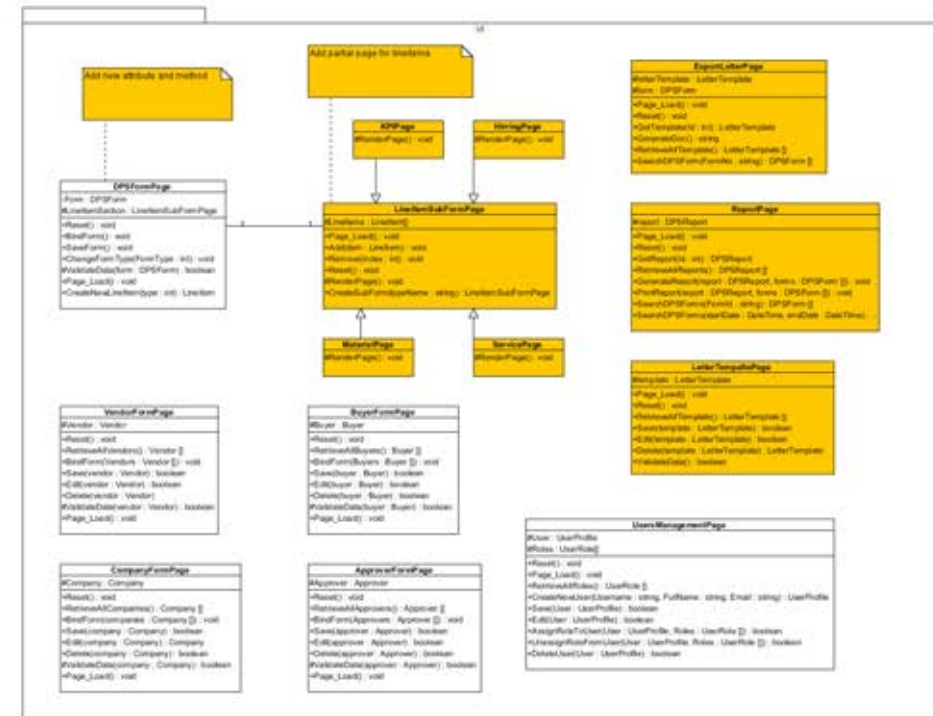
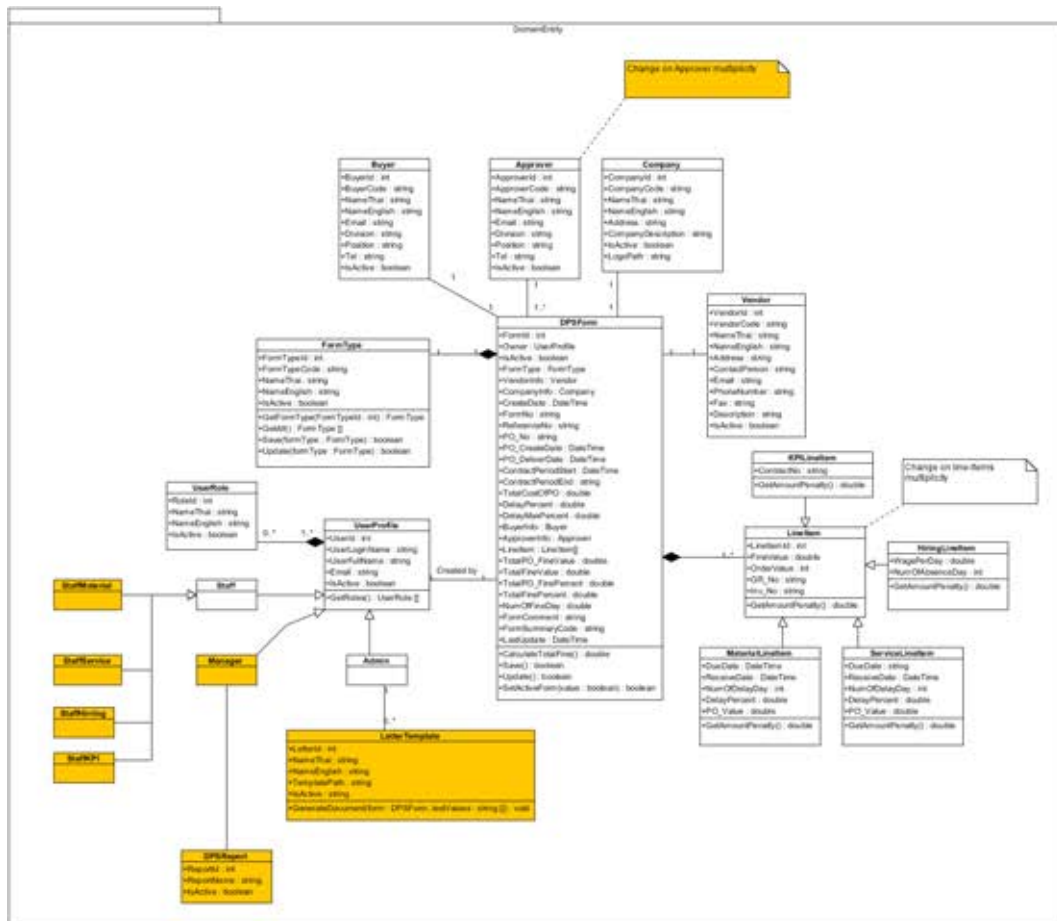
ภาพที่ ก.13 แผนภาพลำดับออกรายงานแบบฟอร์มปรับ (เพิ่มเติม)



ภาพที่ ก.14 แผนภาพลำดับจัดการ Template จดหมายเรียกปรับ (เพิ่มเติม)



ภาพที่ ก.15 แผนภาพลำดับออกรายงานแบบฟอร์มปรับ (เพิ่มเติม)



ภาพที่ ก.16 แผนภาพคลาสกรณีตัวอย่างที่ 1 (หลังการเปลี่ยนแปลง)



ตารางที่ ก.3 รายการความต้องการกรณีตัวอย่างที่ 2

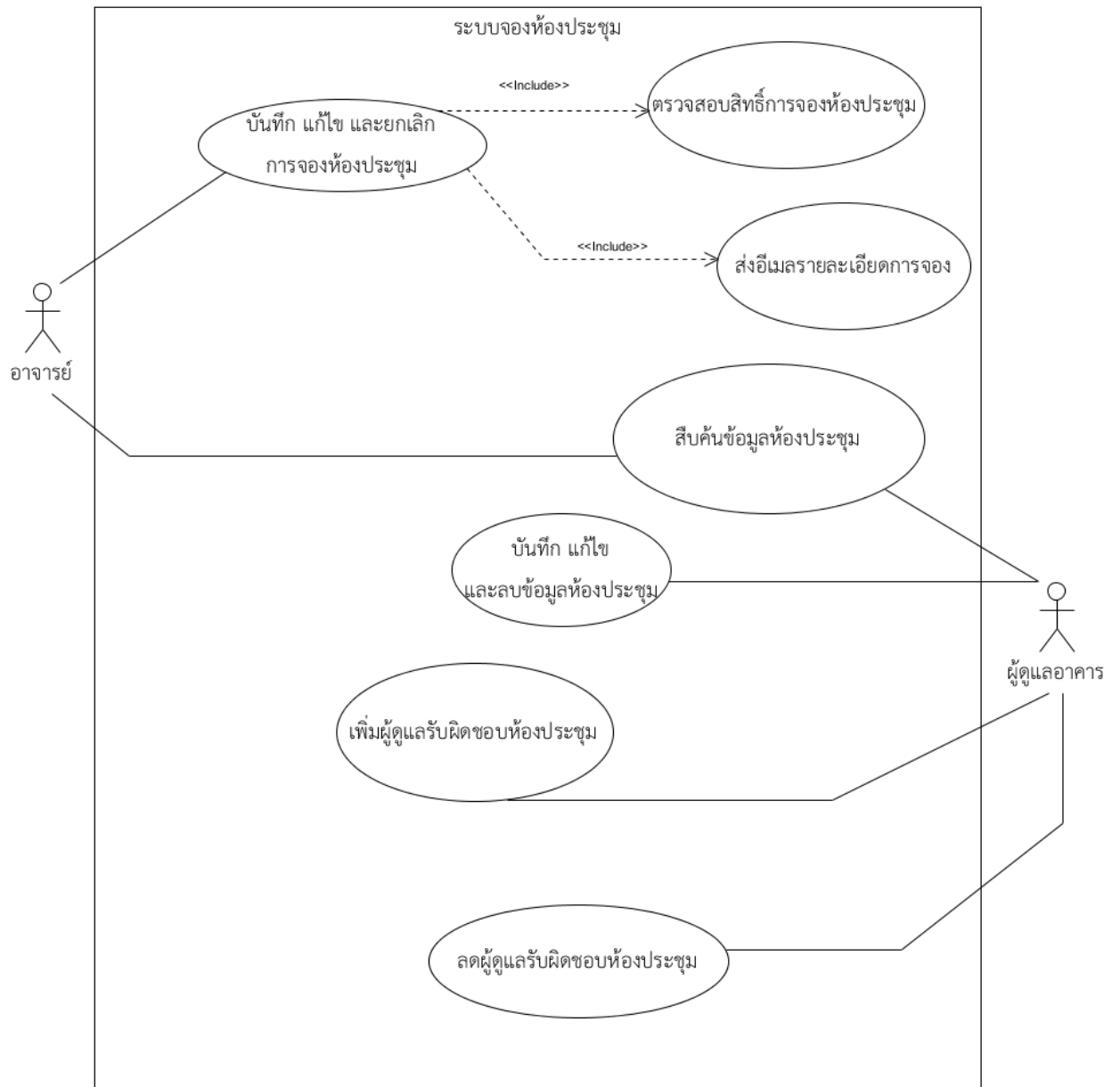
เลขอ้างอิง	รายละเอียด	ความสัมพันธ์
FR-01	ระบบต้องสามารถสืบค้นข้อมูลรายละเอียดห้องประชุมได้	
FR-02	ระบบต้องสามารถเพิ่มหรือลดผู้ดูแลห้องประชุมได้	
FR-03	ระบบต้องสามารถบันทึก แก้ไข หรือลบ ข้อมูลรายละเอียดห้องประชุมได้	
FR-04	ระบบต้องสามารถส่งอีเมลรายละเอียดการจองให้ผู้ดูแลได้	FR-05
FR-05	ระบบต้องสามารถบันทึก แก้ไข หรือยกเลิกการจองห้องประชุมได้	FR-04 และ NR-01
NR-01	ระบบต้องสามารถตรวจสอบสิทธิ์ผู้ที่สามารถจองห้องประชุมได้	FR-04

ตารางที่ ก.4 รายการคำขอการเปลี่ยนแปลงกรณีตัวอย่างที่ 2

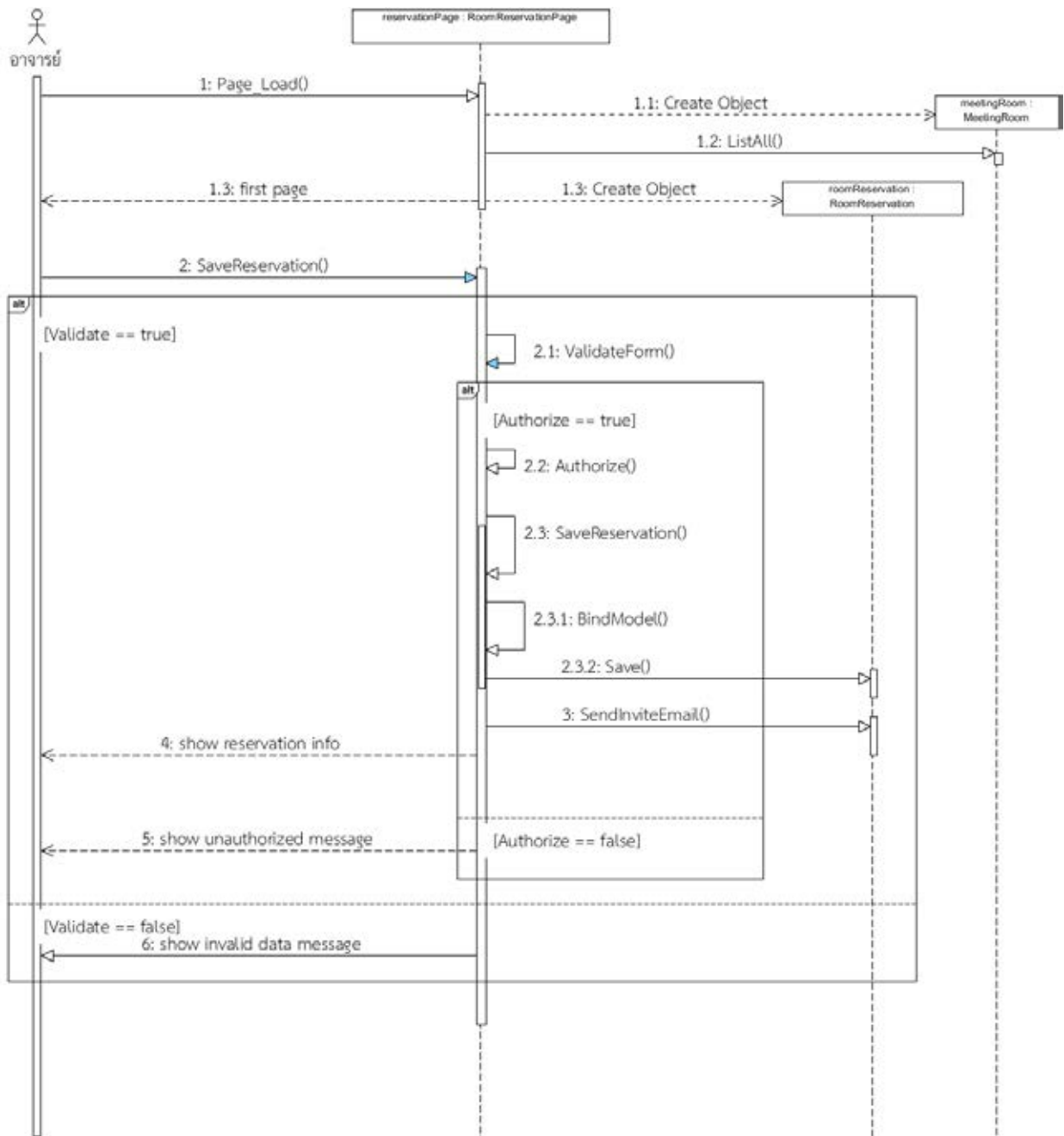
รหัสคำขอการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด	ความต้องการเดิมที่ได้รับผลกระทบ
CRQ-01	ระบบต้องสามารถสืบค้นข้อมูลห้องประชุมที่มีสถานะว่างและพร้อมใช้งานในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้	FR-01 (เป็นความต้องการใหม่)
CRQ-02	ระบบต้องสามารถบันทึก แก้ไข หรือลบ ข้อมูลอุปกรณ์เสริมที่ได้	ไม่มี (เป็นความต้องการใหม่)
CRQ-03	ระบบต้องสามารถนำเข้าเอกสาร PDF Microsoft Word หรือ Microsoft Excel ที่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดการประชุมได้	FR-05 (เป็นความต้องการใหม่)
CRQ-04	มีความต้องการบันทึกข้อมูลวิทยาเขตที่ห้องประชุมตั้งอยู่ โดยเพิ่มเติมจากการเก็บข้อมูลเดิม	FR-03
CRQ-05	มีความต้องการบันทึกข้อมูลจุดประสงค์การจองห้องประชุมเพิ่มเติมจากการเก็บข้อมูลเดิม	FR-05

แผนภาพเชิงวิเคราะห์ก่อนการเปลี่ยนแปลงกรณีตัวอย่างที่ 2 แสดงดังภาพที่ ก.17 ถึง ก.25

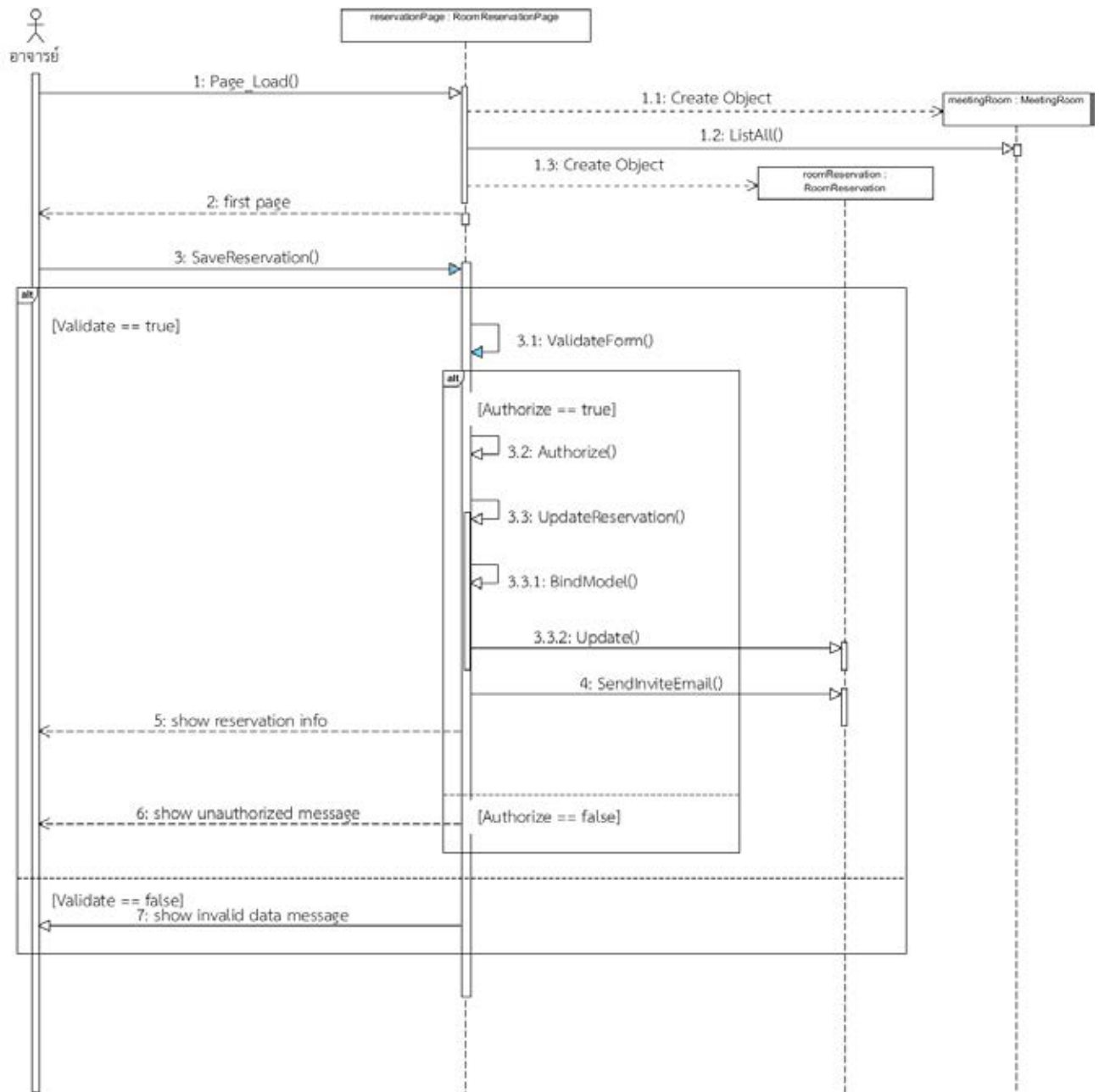
ดังนี้



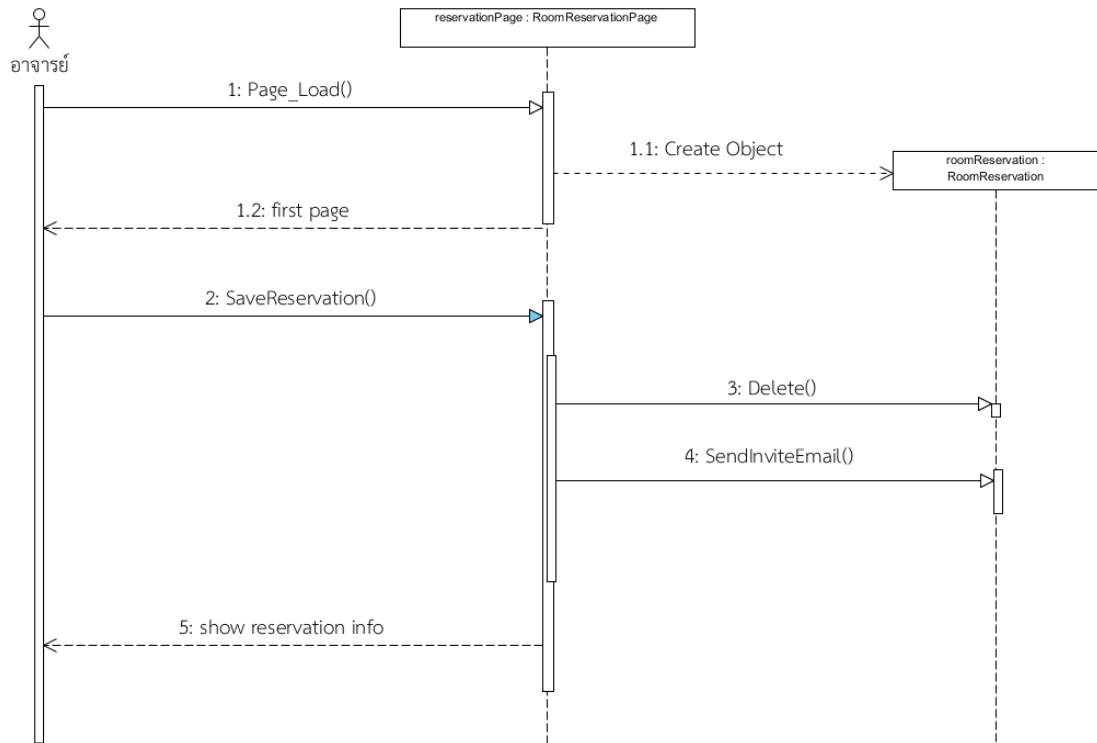
ภาพที่ ก.17 แผนภาพยูสเคสกรณีตัวอย่างที่ 2 (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



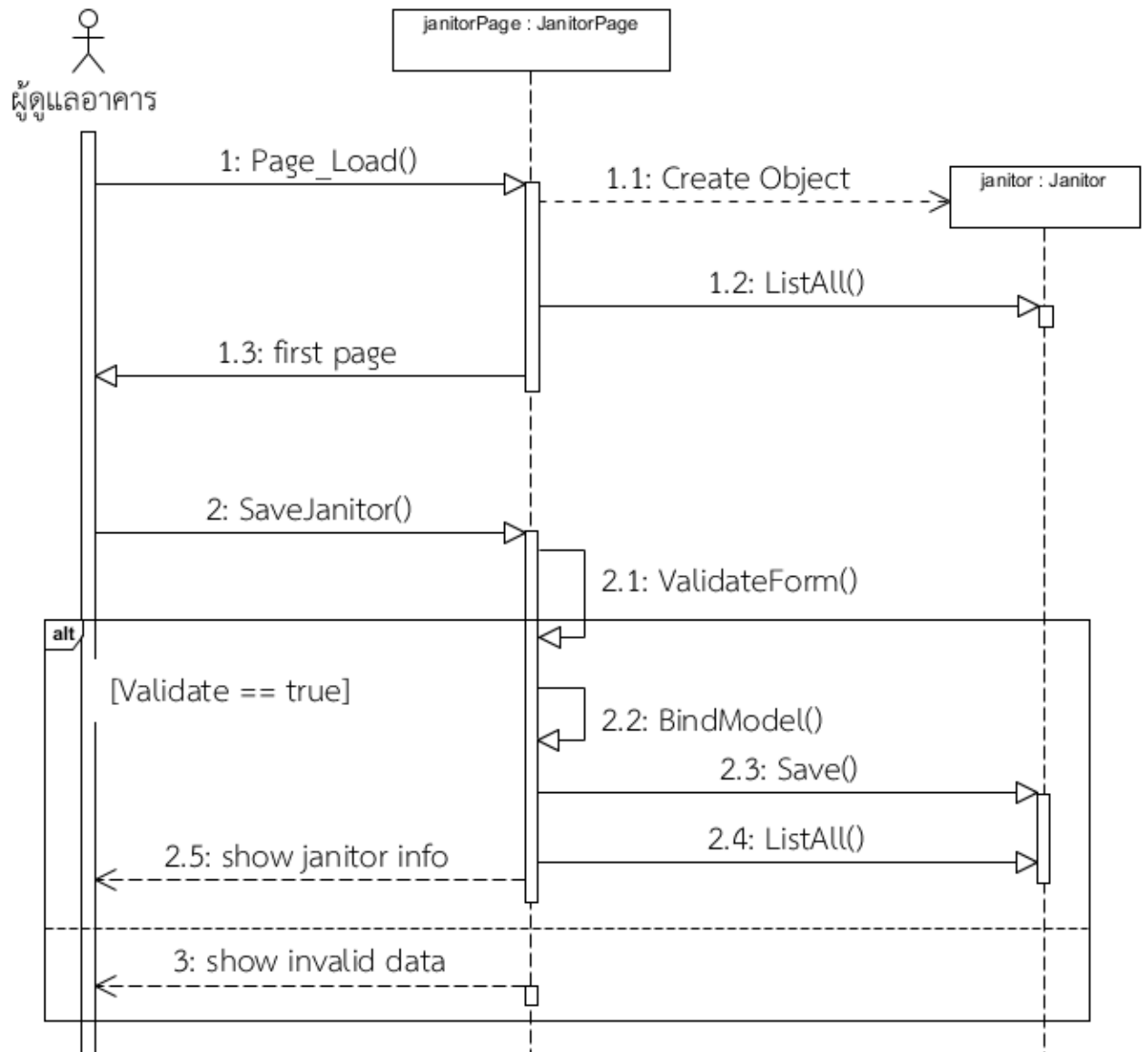
ภาพที่ ก.18 แผนภาพลำดับขั้นตอนที่การจองห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



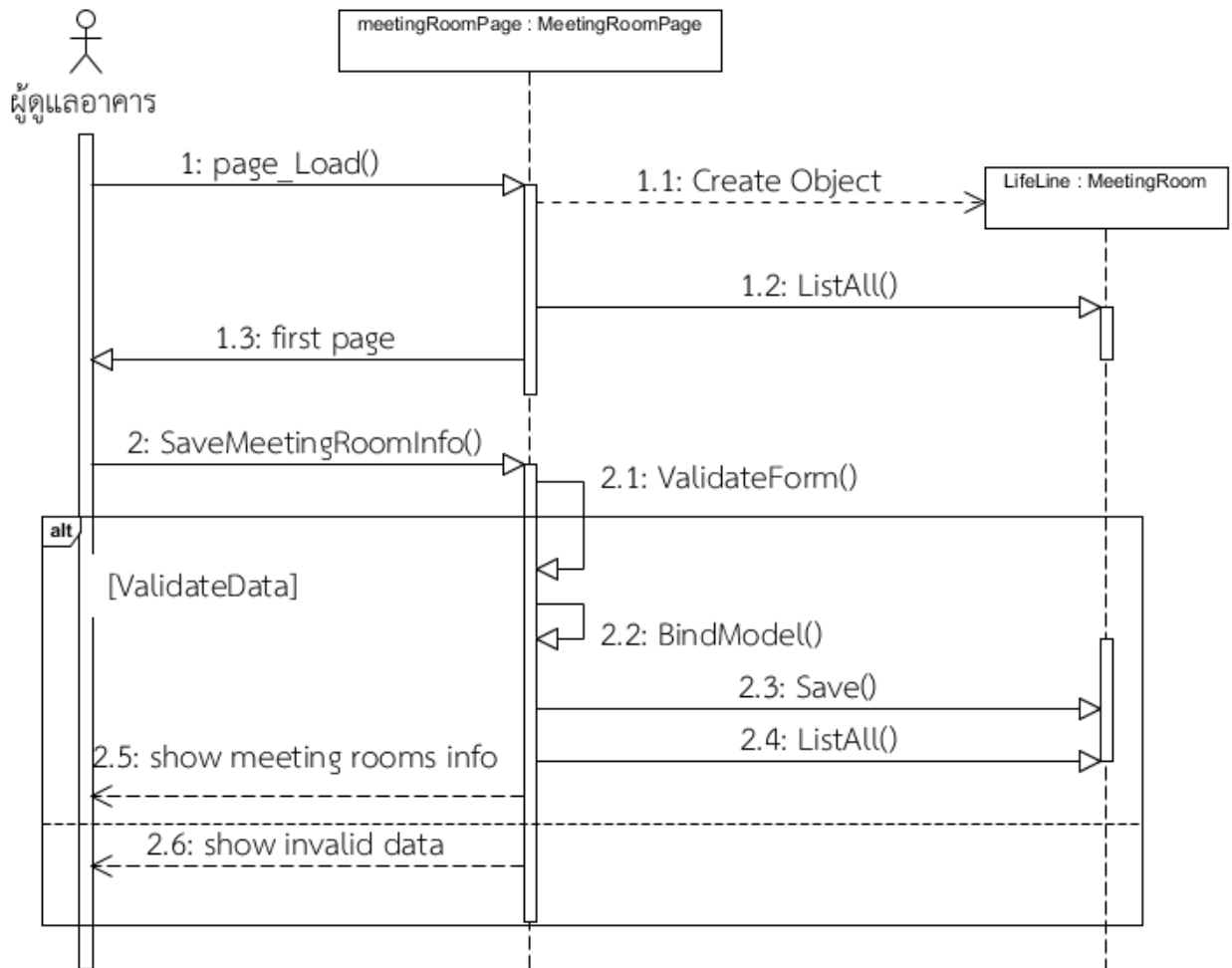
ภาพที่ ก.19 แผนภาพลำดับแก้ไขการจองห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



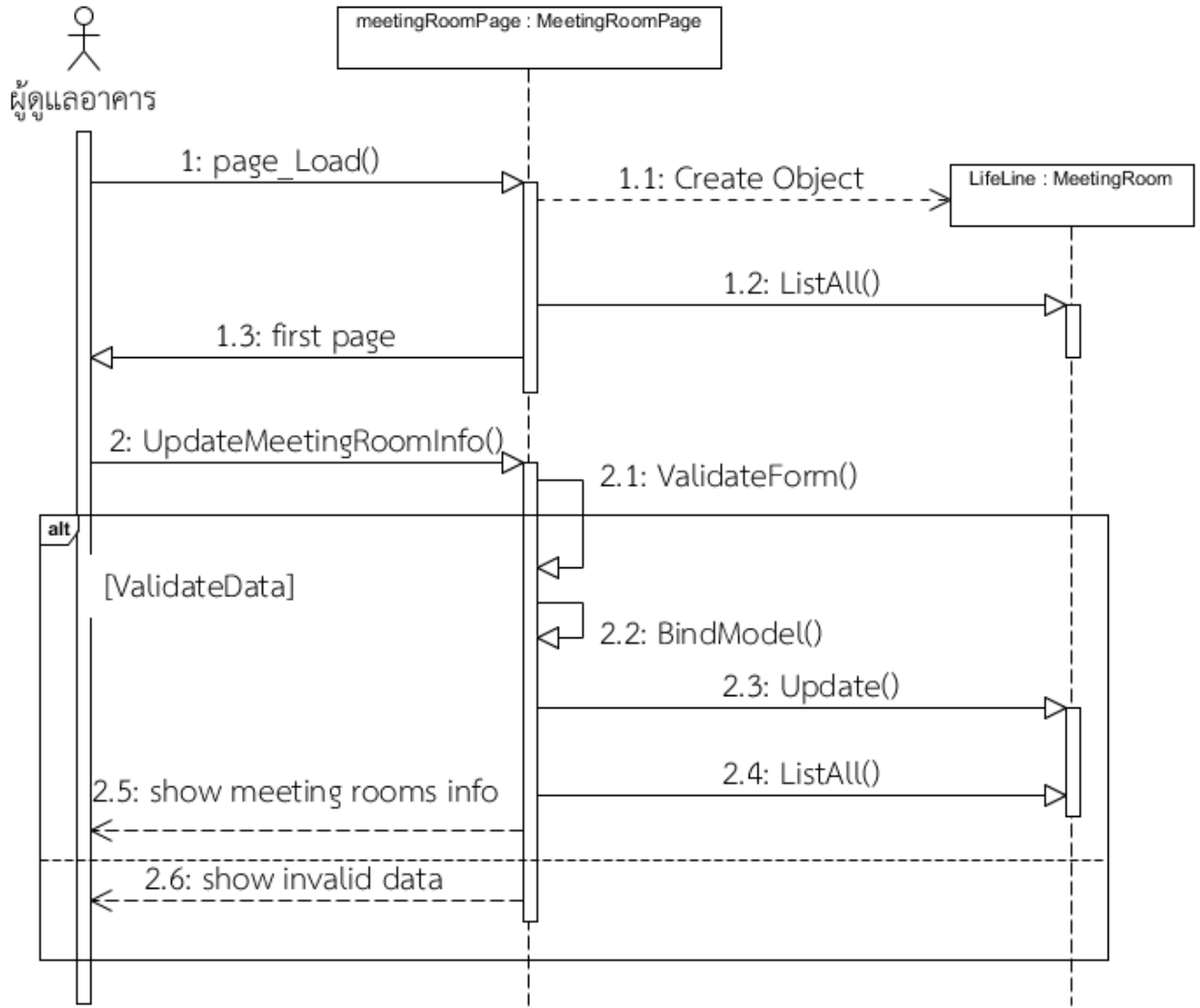
ภาพที่ ก.20 แผนภาพลำดับยกเลิกการจองห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



ภาพที่ ก.21 แผนภาพลำดับเพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)

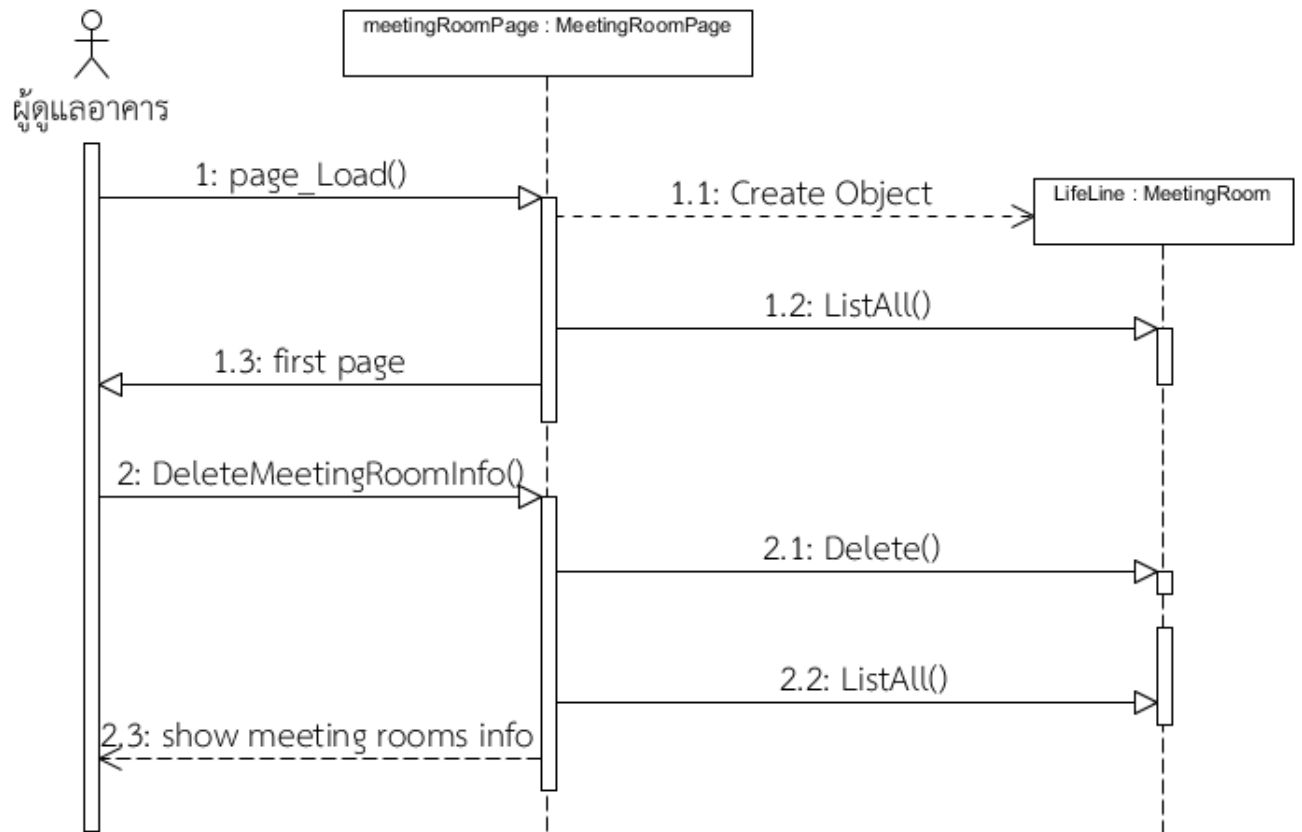


ภาพที่ ก.22 แผนภาพลำดับเพิ่มข้อมูลห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)

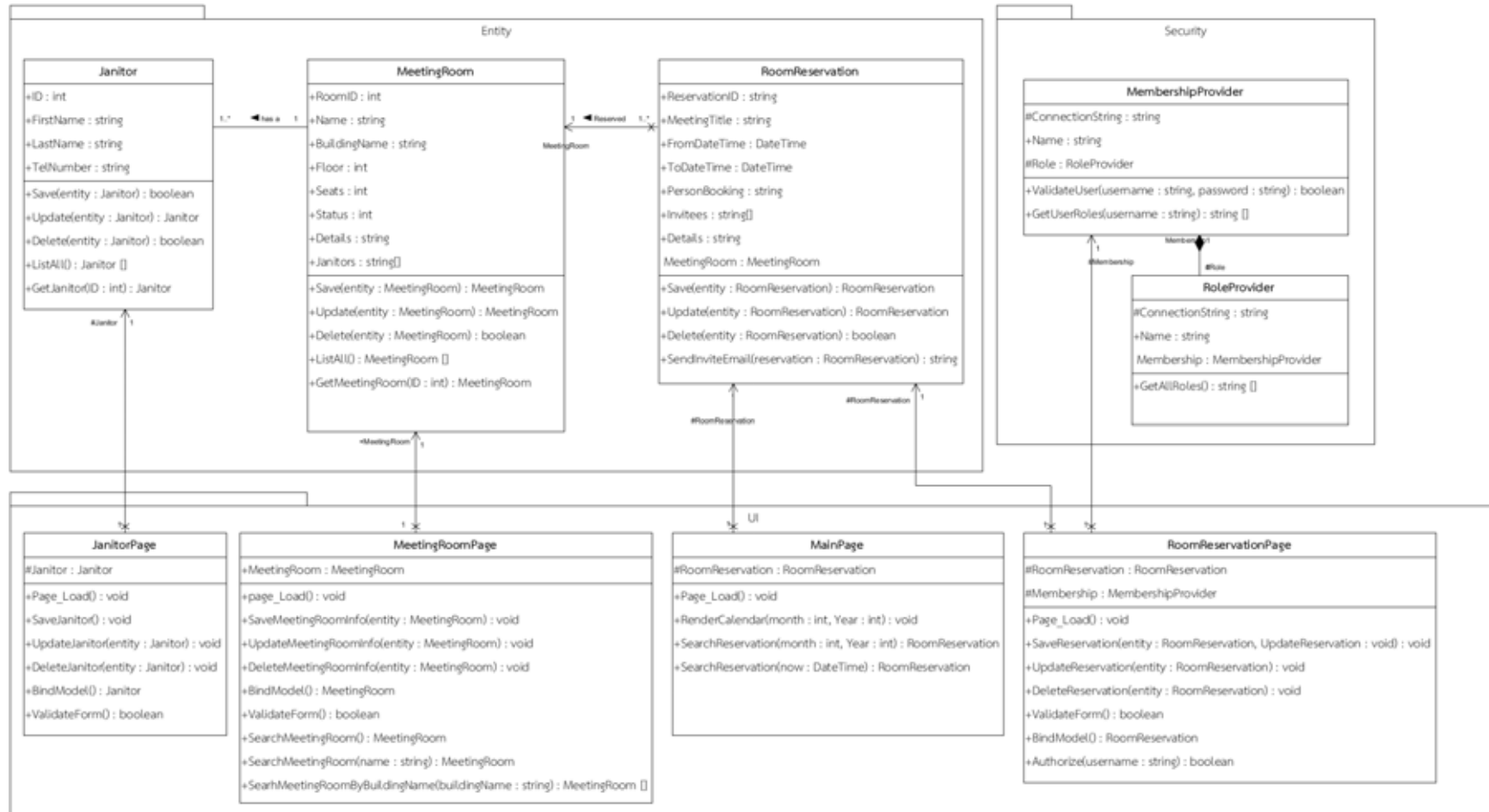


ภาพที่ ก.23 แผนภาพลำดับแก้ไขข้อมูลห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)



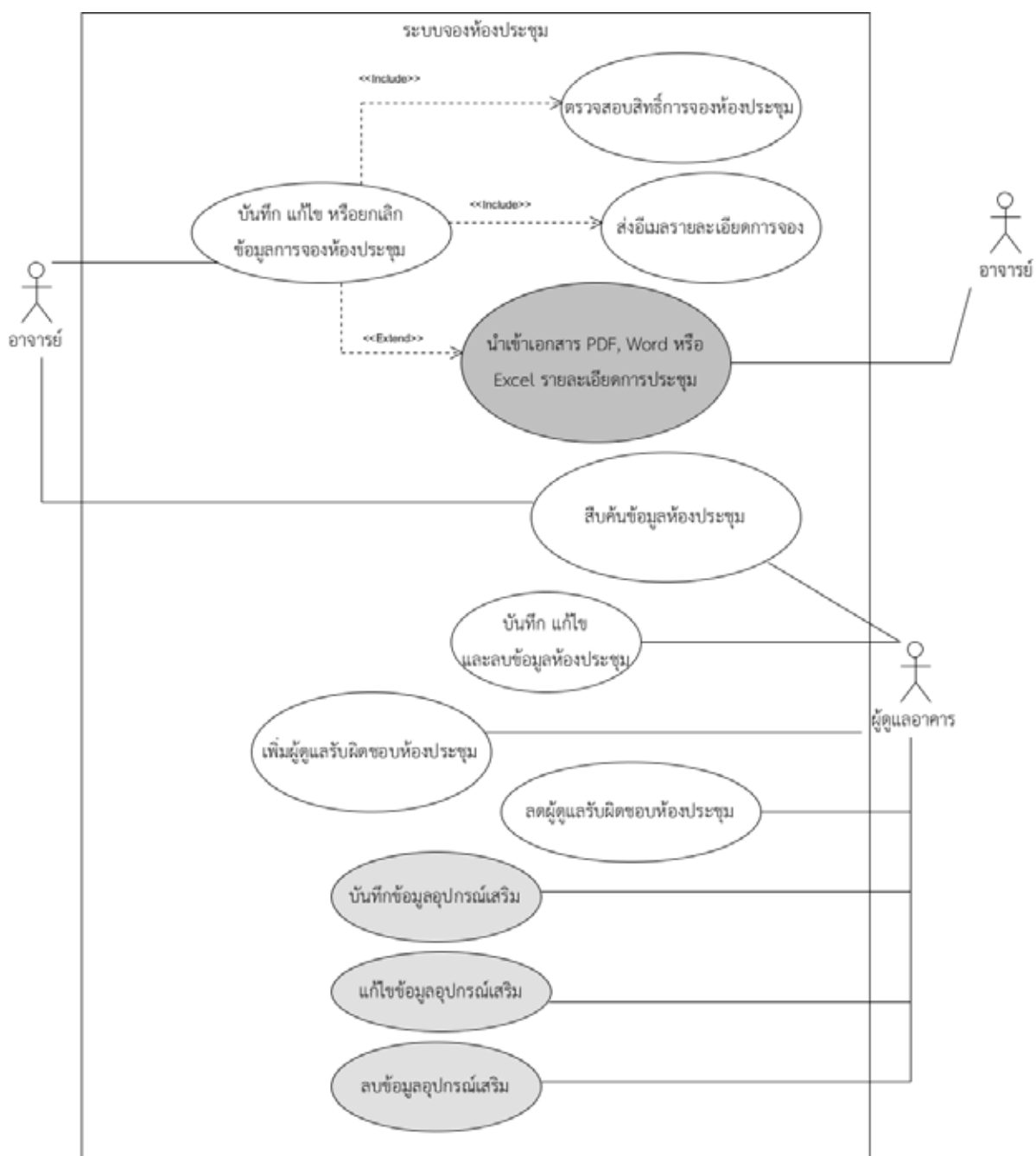


ภาพที่ ก.24 แผนภาพลำดับลข้อมูลห้องประชุม (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)

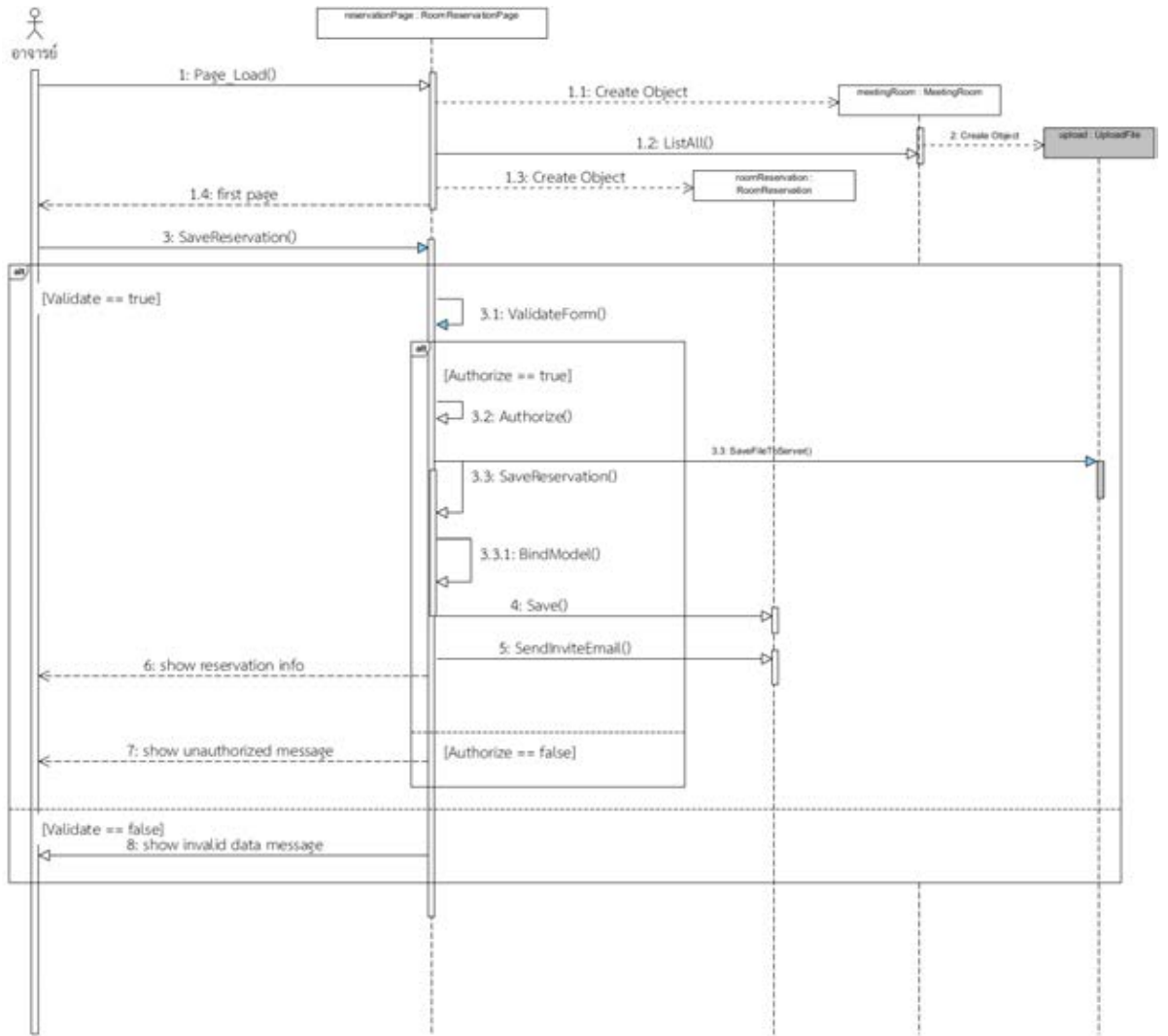


ภาพที่ ก.25 แผนภาพคลาสกรณีตัวอย่างที่ 2 (ก่อนการเปลี่ยนแปลง)

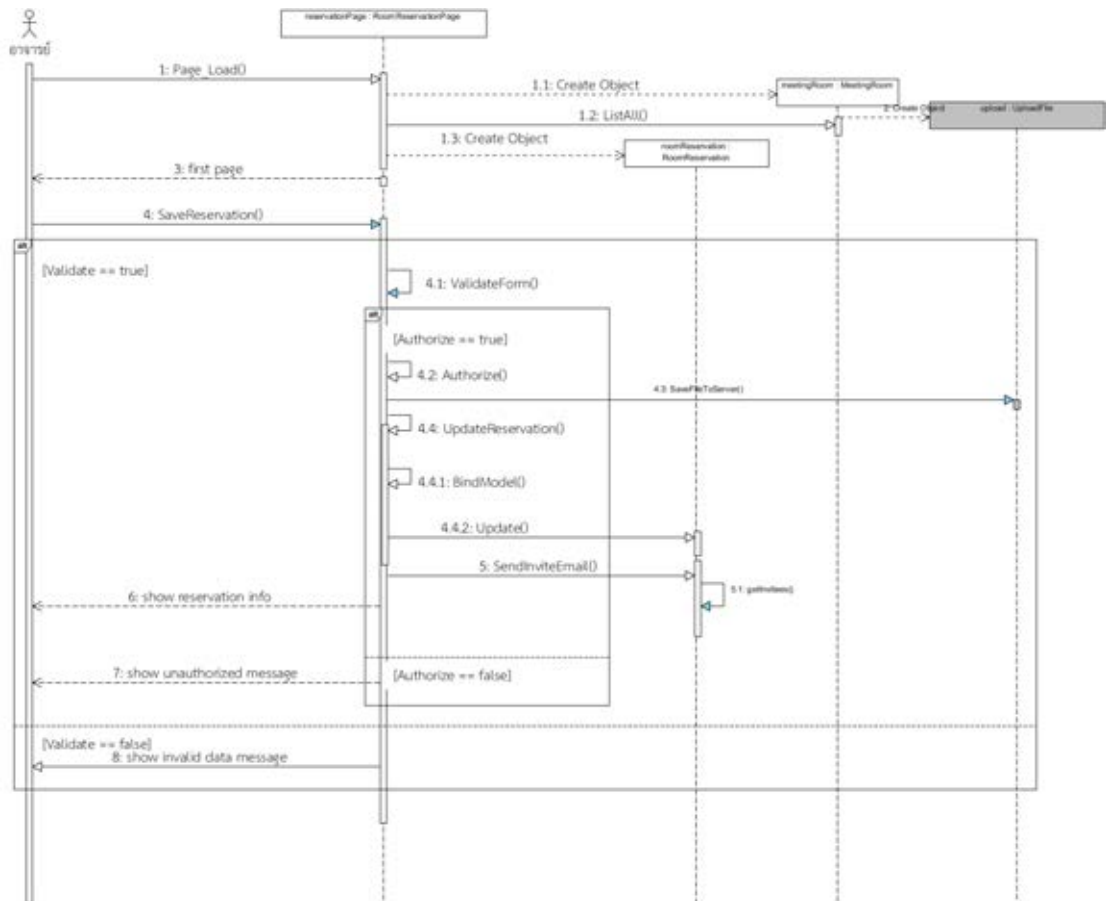
แผนภาพเชิงวิเคราะห์หลังการเปลี่ยนแปลงกรณีตัวอย่างที่ 2 เฉพาะที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมในแผนภาพเชิงวิเคราะห์ แสดงดังภาพที่ ก.26 ถึง ก.34 ดังนี้



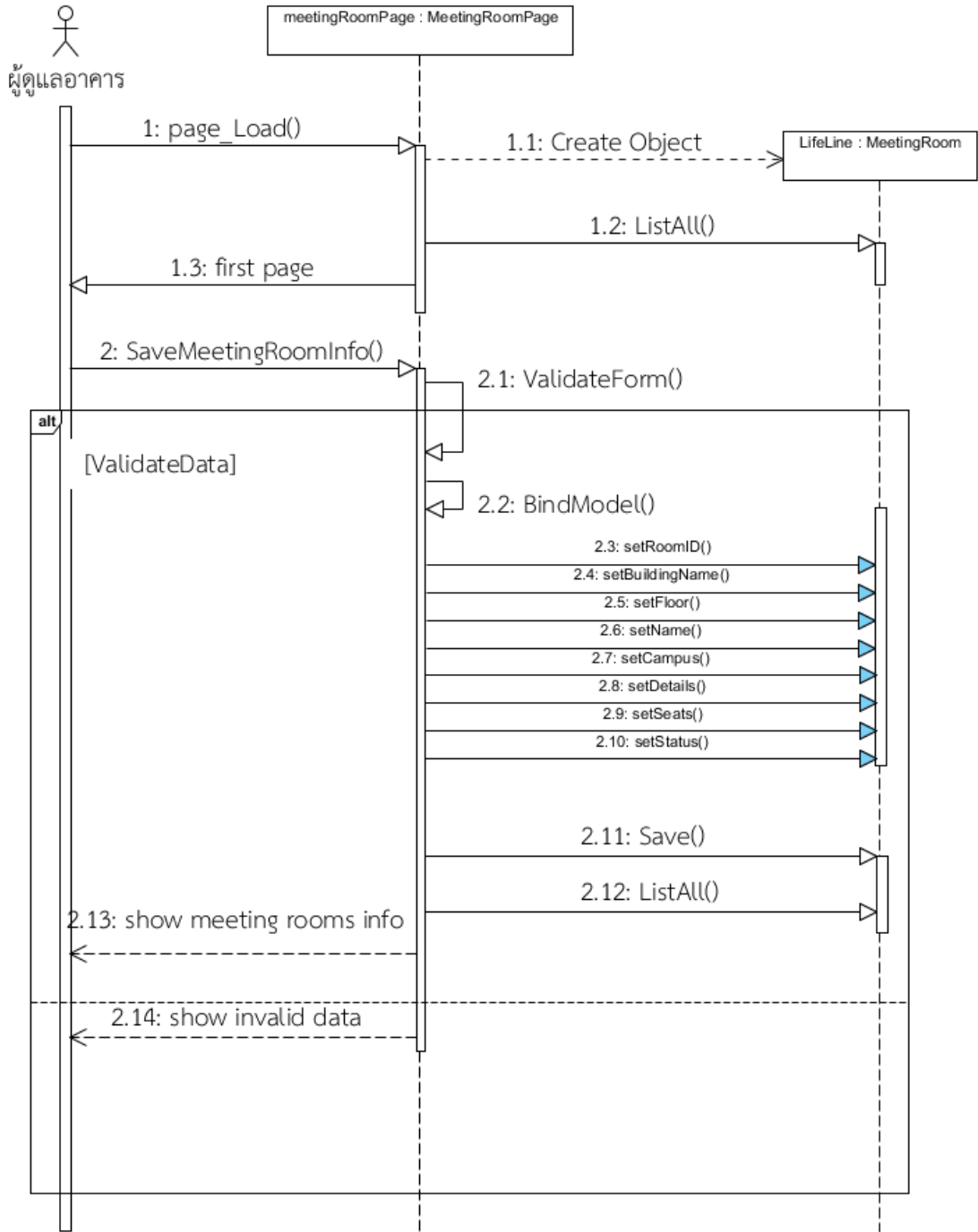
ภาพที่ ก. 26 แผนภาพยูสเคสกรณีตัวอย่างที่ 2 (หลังการเปลี่ยนแปลง)



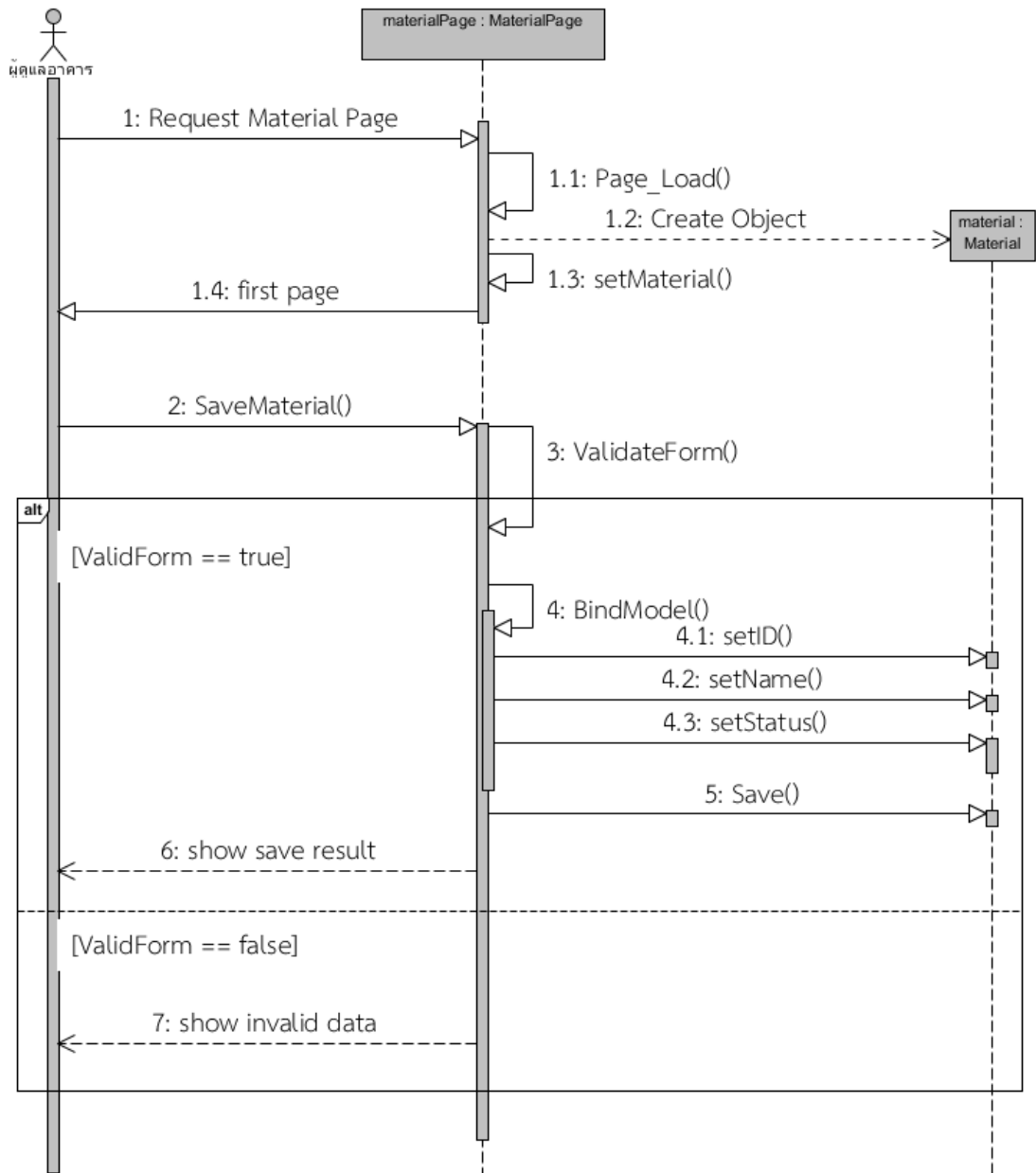
ภาพที่ ก.27 แผนภาพลำดับขั้นที่การจองห้องประชุม (หลังการเปลี่ยนแปลง)



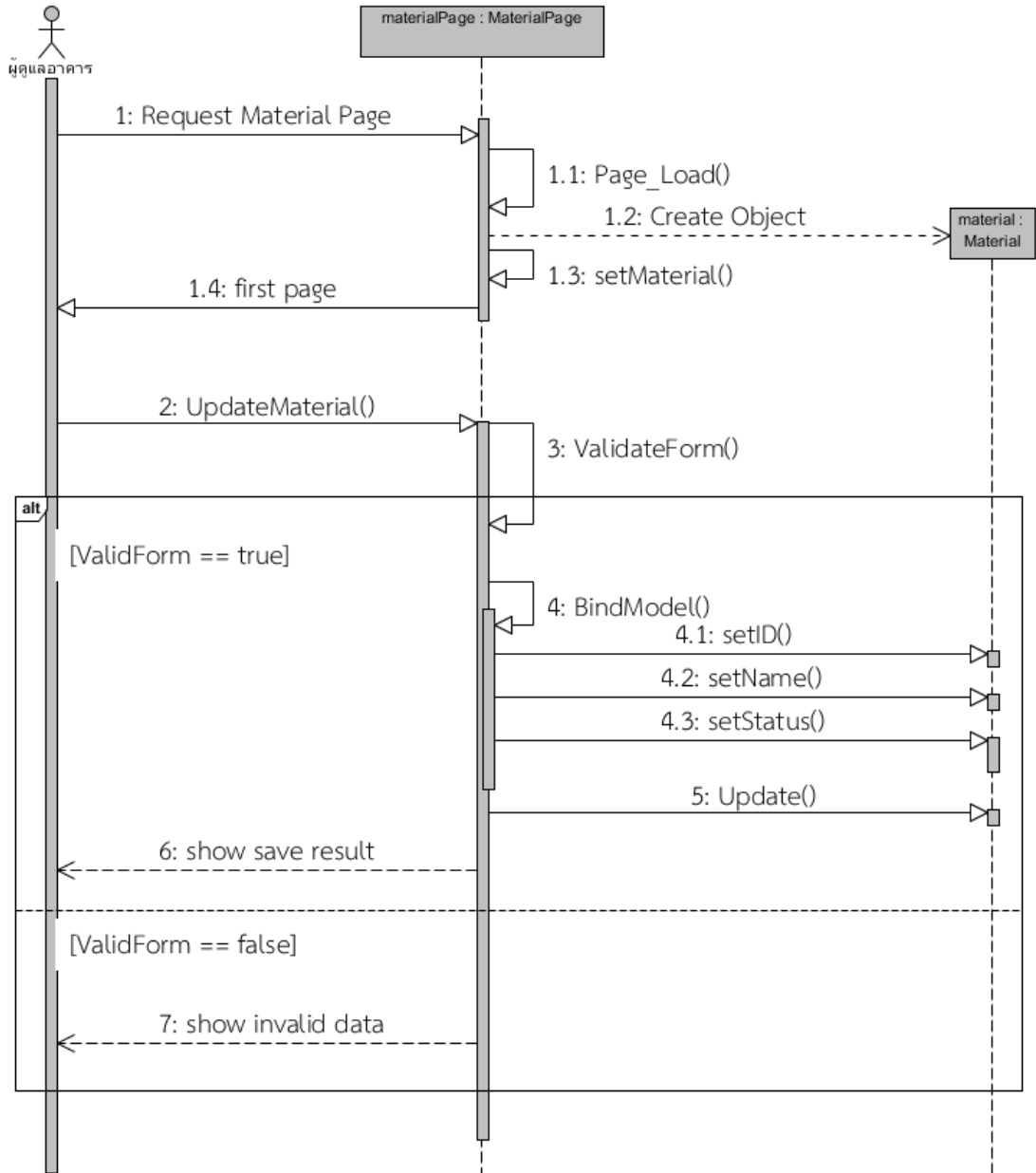
ภาพที่ ก.28 แผนภาพลำดับแก้ไขการจองห้องประชุม (หลังการเปลี่ยนแปลง)



ภาพที่ ก.29 แผนภาพลำดับเพิ่มข้อมูลห้องประชุม (หลังการเปลี่ยนแปลง)

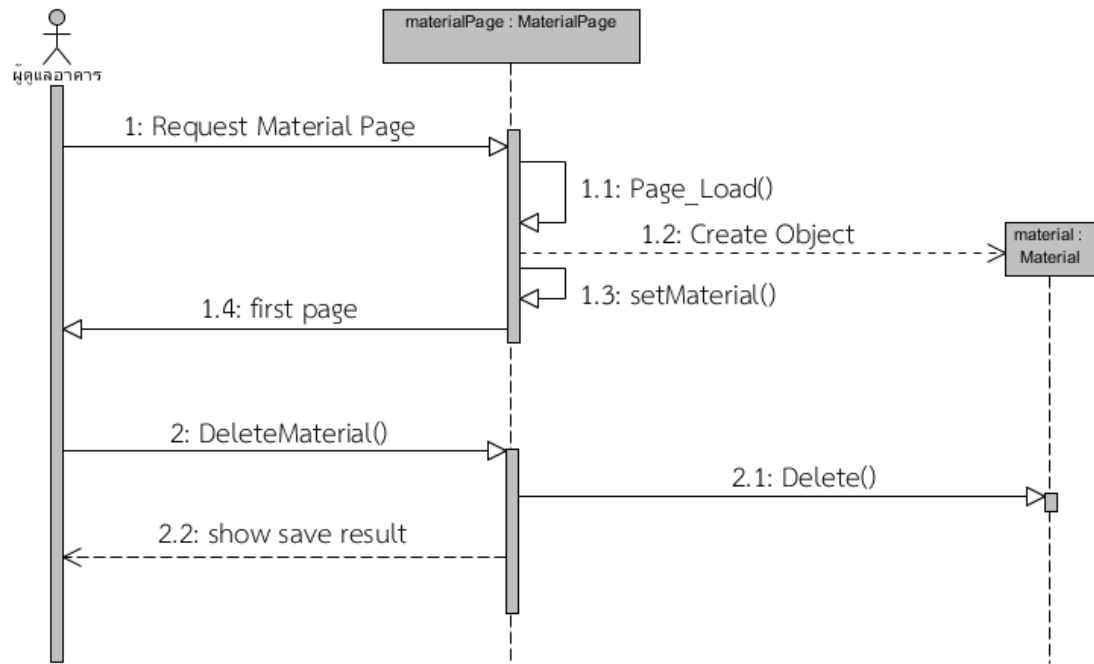


ภาพที่ ก.30 แผนภาพลำดับขั้นที่กข้อมูลอุปกรณ์เสริม (เพิ่มเติม)

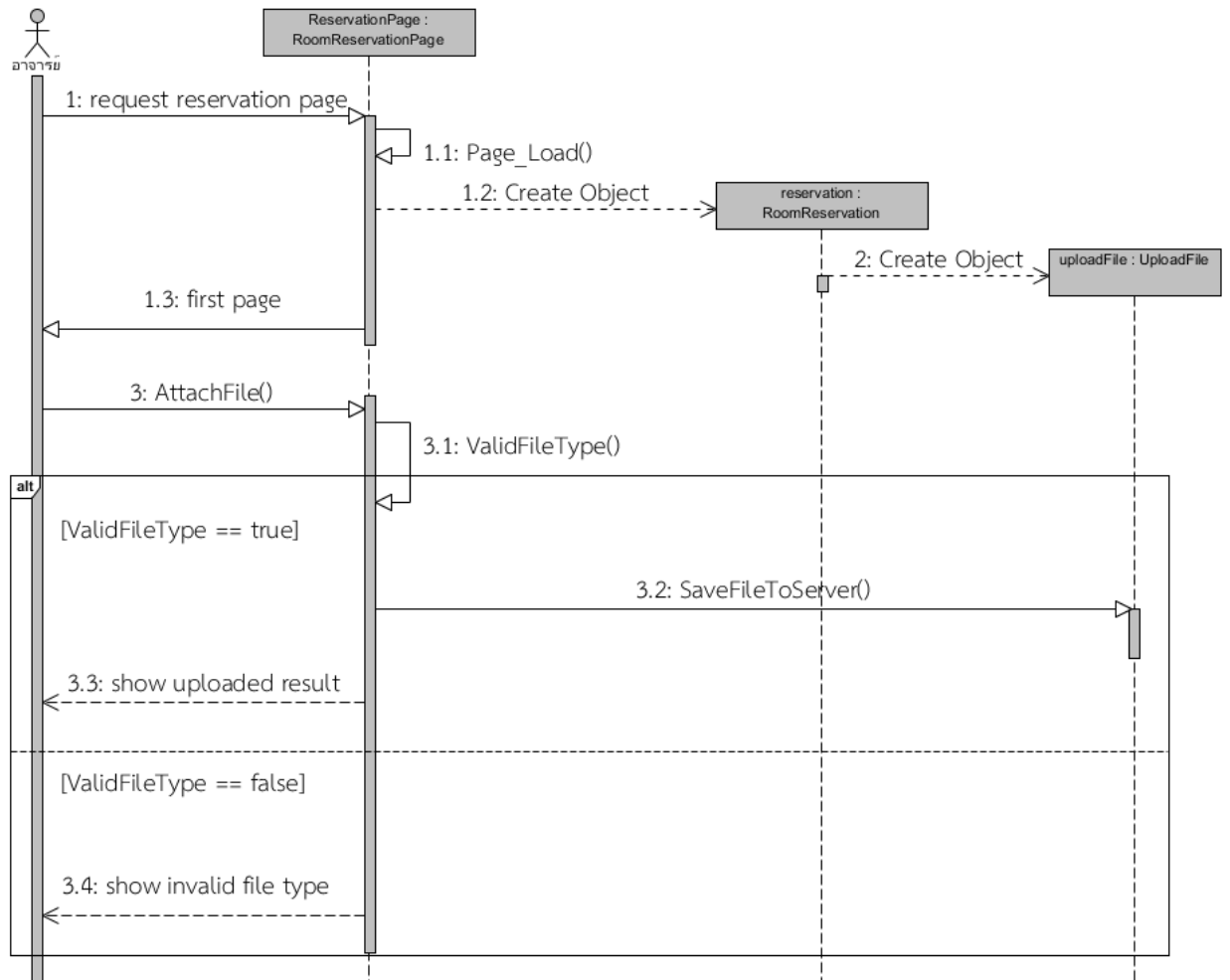


ภาพที่ ก.31 แผนภาพลำดับแก้ไขข้อมูลอุปกรณ์เสริม (เพิ่มเติม)

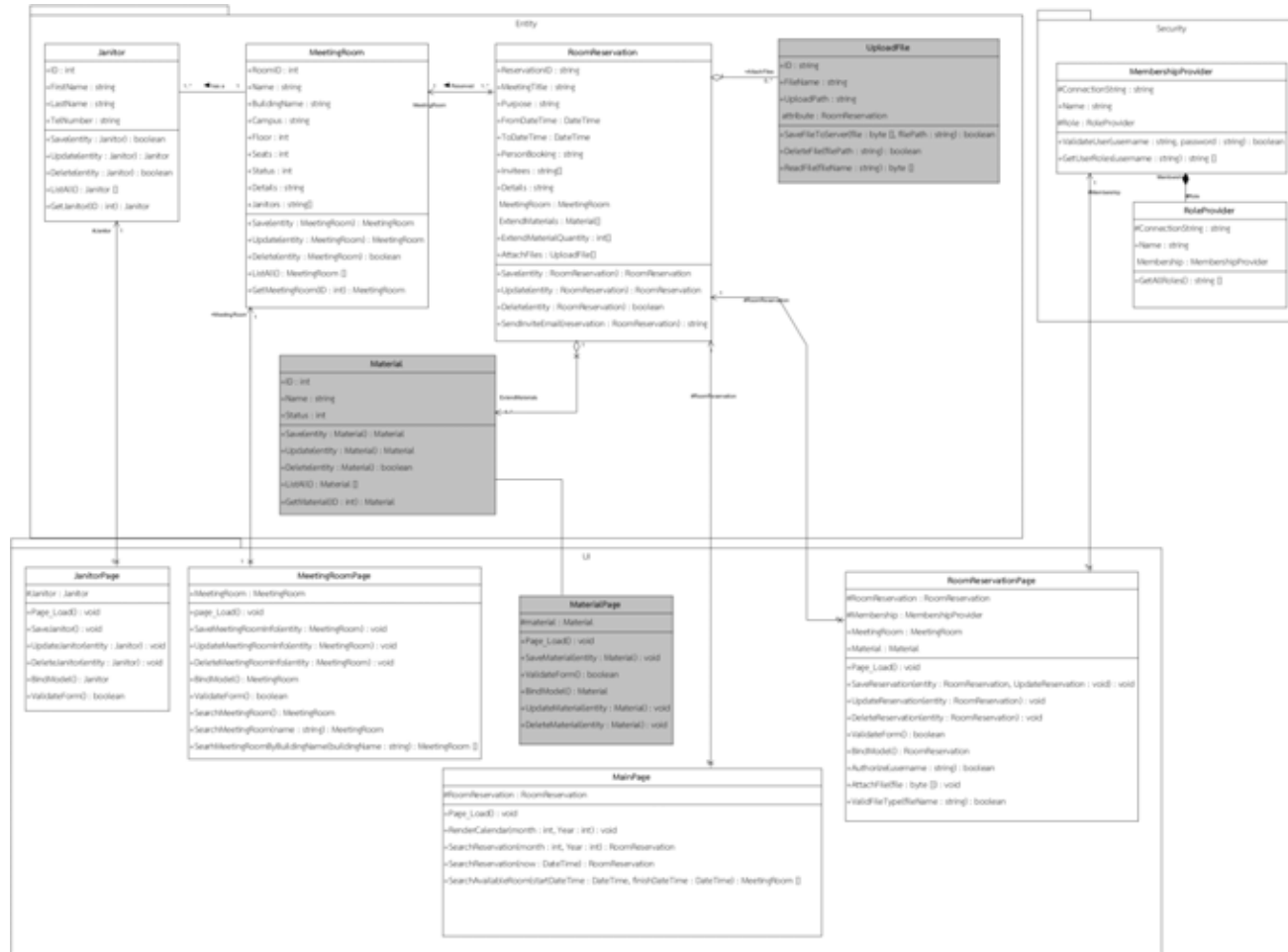




ภาพที่ ก.32 แผนภาพลำดับข้อมูลอุปกรณ์เสริม (เพิ่มเติม)



ภาพที่ ก.33 แผนภาพลำดับแบบเอกสารรายละเอียดการประชุม (เพิ่มเติม)



ภาพที่ ก.34 แผนภาพคลาสกรณิตัวอย่างที่ 2 (หลังการเปลี่ยนแปลง)

**ภาคผนวก ข**  
**คำอธิบายยูสเคส**

ในส่วนนี้จะแสดงคำอธิบายรายละเอียดของแต่ละยูสเคสตามที่ได้มีการออกแบบไว้ในบทของการพัฒนาเครื่องมือ

ตารางที่ ข.1 คำอธิบายยูสเคสสร้างโครงการซอฟต์แวร์

<b>Usecase Name:</b> สร้างโครงการซอฟต์แวร์	<b>ID:</b> UCD-01	<b>Importance Level:</b> Medium
<b>Primary Actor:</b> ผู้ใช้งานระบบ	<b>Usecase Type:</b> Detail, Essential	
<b>Stakeholders and Interests :</b> ผู้ใช้งานที่ต้องการสร้างโครงการซอฟต์แวร์เข้าสู่ระบบ เพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบ		
<b>Brief Description :</b> การสร้างโครงการซอฟต์แวร์เข้าสู่ระบบ โดยการกรอกข้อมูลรายละเอียดโครงการผ่านเครื่องมือได้แก่ ชื่อโครงการ และรายละเอียดโครงการ		
<b>Trigger:</b> มีการสร้างโครงการซอฟต์แวร์ขึ้นภายในองค์กร และมีความต้องการใช้การประเมินผลกระทบ		
<b>Type:</b> External		
<b>Relationships:</b>  Association : - Include : - Extend : - Generalization : -		
<b>Normal Flow Events :</b>  1. เปิดระบบในส่วนการจัดการโครงการซอฟต์แวร์ 2. ทำการกดปุ่มสร้างโครงการซอฟต์แวร์ 3. ทำการกรอกข้อมูลทั่วไปของโครงการ 4. ทำการกดปุ่มสร้างโครงการ 5. ระบบทำการบันทึกข้อมูลทั่วไปของโครงการ 6. ระบบพาผู้ใช้กลับไปหน้าจัดการโครงการ		

## ตารางที่ ข.1 คำอธิบายยูสเคสสร้างโครงการซอฟต์แวร์ (ต่อ)

<b>Usecase Name:</b> สร้างโครงการซอฟต์แวร์	<b>ID:</b> UCD-01	<b>Importance Level:</b> Medium
<b>Subflows :</b> -		
<b>Alternate/Exceptional Flows:</b> กรณีที่มีชื่อโครงการซ้ำในระบบ ระบบจะขึ้นข้อความโต้ตอบเพื่อเตือนผู้ใช้งานในการสร้างโครงการ		

## ตารางที่ ข.2 คำอธิบายยูสเคสจัดการข้อมูลรายการความต้องการ

<b>Usecase Name:</b> จัดการข้อมูลรายการความต้องการ	<b>ID:</b> UCD-02	<b>Importance Level:</b> Medium
<b>Primary Actor:</b> ผู้ใช้งานระบบ	<b>Usecase Type:</b> Detail, Essential	
<b>Stakeholders and Interests :</b> ผู้ใช้งานที่ต้องการกรอกข้อมูลรายละเอียดความต้องการของโครงการซอฟต์แวร์		
<b>Brief Description :</b> การเพิ่มลบและแก้ไขข้อมูลรายการความต้องการ โดยการกรอกข้อมูลรายละเอียดความต้องการได้แก่ ชื่อความต้องการ รายละเอียดความต้องการ และประเภทความต้องการ		
<b>Trigger:</b> มีการสร้างโครงการซอฟต์แวร์เข้าสู่ระบบแล้ว		
<b>Type:</b> External		
<b>Relationships:</b> Association : - Include : - Extend : - Generalization : -		
<b>Normal Flow Events :</b>		

ตารางที่ ข.2 คำอธิบายยูสเคสจัดการข้อมูลรายการความต้องการ (ต่อ)

<b>Usecase Name:</b> จัดการข้อมูลรายการความต้องการ	<b>ID:</b> UCD-02	<b>Importance Level:</b> Medium
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เปิดระบบในส่วนจัดการรายการความต้องการ</li> <li>2. ทำการกรอกข้อมูลรายละเอียดความต้องการ</li> <li>3. ทำการกดปุ่ม Save</li> <li>4. ระบบแสดงรายการความต้องการที่บันทึกเรียบร้อยแล้ว</li> </ol>		
<b>Subflows :</b> -		
<b>Alternate/Exceptional Flows:</b> -		

ตารางที่ ข.3 คำอธิบายยูสเคสจัดการข้อมูลแผนภาพ

<b>Usecase Name:</b> จัดการข้อมูลแผนภาพ	<b>ID:</b> UCD-03	<b>Importance Level:</b> High
<b>Primary Actor:</b> ผู้ใช้งานระบบ	<b>Usecase Type:</b> Detail, Essential	
<b>Stakeholders and Interests :</b> ผู้ใช้งานที่ต้องการกรอกข้อมูลแผนภาพของโครงการซอฟต์แวร์		
<b>Brief Description :</b> การเพิ่มหรือลบข้อมูลแผนภาพ โดยการนำเข้าเอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่ได้จากเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์และออกแบบซอฟต์แวร์		
<b>Trigger:</b> มีความต้องการเพิ่มหรือลบข้อมูลแผนภาพ		
<b>Type:</b> External		
<b>Relationships:</b> Association : -		

ตารางที่ ข.3 คำอธิบายยูสเคสจัดการข้อมูลแผนภาพ (ต่อ)

<b>Usecase Name:</b> จัดการข้อมูลแผนภาพ	<b>ID:</b> UCD-03	<b>Importance Level:</b> High
<p>Include : นำเข้าข้อมูลการออกแบบซอฟต์แวร์ (XML)</p> <p>Extend : -</p> <p>Generalization : -</p>		
<p><b>Normal Flow Events :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เปิดระบบในส่วนจัดการข้อมูลแผนภาพ</li> <li>2. ทำการกดปุ่มเลือกไฟล์ และทำการเลือกไฟล์ .zip ของข้อมูลแผนภาพ</li> <li>3. ทำการกดปุ่ม Upload</li> <li>4. ระบบแสดงรายการข้อมูลแผนภาพที่บันทึก</li> </ol>		
<p><b>Subflows :</b></p> <p>-</p>		
<p><b>Alternate/Exceptional Flows:</b></p> <p>กรณีที่มีข้อมูลแผนภาพอยู่แล้ว ระบบจะทำการลบข้อมูลเดิมก่อนการบันทึก</p>		

ตารางที่ ข.4 คำอธิบายยูสเคสจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง

<b>Usecase Name:</b> จัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง	<b>ID:</b> UCD-04	<b>Importance Level:</b> High
<b>Primary Actor:</b> ผู้ใช้งานระบบ	<b>Usecase Type:</b> Detail, Essential	
<p><b>Stakeholders and Interests :</b></p> <p>ผู้ใช้งานที่ต้องการกรอกข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลงของโครงการซอฟต์แวร์</p>		
<p><b>Brief Description :</b></p> <p>การเพิ่มลบหรือแก้ไขข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลง โดยการกรอกข้อมูลรายละเอียดคำขอการเปลี่ยนแปลงได้แก่ ชื่อคำขอการเปลี่ยนแปลง จุดประสงค์ รายละเอียดคำขอการเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์กับความต้องการ</p>		
<p><b>Trigger:</b></p>		

ตารางที่ ข.4 คำอธิบายยูสเคสจัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง (ต่อ)

<b>Usecase Name:</b> จัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง	<b>ID:</b> UCD-04	<b>Importance Level:</b> High
มีความต้องการเพิ่มลบหรือแก้ไขข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลง		
<b>Type:</b> External		
<b>Relationships:</b>  Association : - Include : จัดการความสัมพันธ์ระหว่างคำขอเปลี่ยนแปลงและความต้องการ Extend : - Generalization : -		
<b>Normal Flow Events :</b>  1. เปิดระบบในส่วนจัดการข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลง 2. ทำการกรอกข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับคำขอการเปลี่ยนแปลง 3. ทำการกดปุ่ม Save 4. ระบบแสดงรายการข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลงที่บันทึก		
<b>Subflows :</b>  -		
<b>Alternate/Exceptional Flows:</b>  -		



ตารางที่ ข.5 คำอธิบายยูสเคสนำเข้าข้อมูลรายละเอียดการออกแบบซอฟต์แวร์ (XML)

<b>Usecase Name:</b> นำเข้าข้อมูลรายละเอียดการออกแบบซอฟต์แวร์ (XML)	<b>ID:</b> UCD-05	<b>Importance Level:</b> High
<b>Primary Actor:</b> ผู้ใช้งานระบบ	<b>Usecase Type:</b> Detail, Essential	
<b>Stakeholders and Interests :</b> ผู้ใช้งานที่ต้องการนำเข้าข้อมูลรายละเอียดการออกแบบซอฟต์แวร์		
<b>Brief Description :</b> การนำเข้าข้อมูลรายละเอียดการออกแบบซอฟต์แวร์ โดยการนำเข้าเอกสารเอกซ์เอ็มแอลข้อมูลโครงการที่ได้จากเครื่องมือวิเคราะห์และออกแบบซอฟต์แวร์		
<b>Trigger:</b> มีความต้องการนำเข้าข้อมูลรายละเอียดการออกแบบซอฟต์แวร์		
<b>Type:</b> External		
<b>Relationships:</b> Association : - Include : จัดการข้อมูลแผนภาพ Extend : - Generalization : -		
<b>Normal Flow Events :</b> 1. เปิดระบบในส่วนการจัดการแผนภาพ 2. ทำการกดปุ่มเลือกไฟล์ และทำการเลือกไฟล์ .zip ของข้อมูลโครงการหลังการเปลี่ยนแปลง 3. ทำการกดปุ่ม Upload 4. ระบบแสดงรายการข้อมูลโครงการที่บันทึก		
<b>Subflows :</b> -		
<b>Alternate/Exceptional Flows:</b> กรณีที่มีเอกสารเอกซ์เอ็มแอลเดิมอยู่แล้วจะทำการลบก่อนแล้วจึงบันทึกเอกสารที่นำเข้ามาใหม่		

ตารางที่ ข.6 คำอธิบายยูสเคสจัดการความสัมพันธ์ระหว่างคำขอเปลี่ยนแปลงและความต้องการ

<b>Usecase Name:</b> จัดการความสัมพันธ์ระหว่างคำขอเปลี่ยนแปลงและความต้องการ	<b>ID:</b> UCD-06	<b>Importance Level:</b> Medium
<b>Primary Actor:</b> ผู้ใช้งานระบบ	<b>Usecase Type:</b> Detail, Essential	
<b>Stakeholders and Interests :</b> ผู้ใช้งานที่ต้องการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอการเปลี่ยนแปลงกับความต้องการที่บันทึกไว้		
<b>Brief Description :</b> การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอเปลี่ยนแปลงและความต้องการ เพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตผลกระทบ		
<b>Trigger:</b> หลังจากการผู้ใช้งานบันทึกคำขอการเปลี่ยนแปลง		
<b>Type:</b> External		
<b>Relationships:</b> Association : - Include : จัดการคำขอการเปลี่ยนแปลง Extend : - Generalization : -		
<b>Normal Flow Events :</b> 1. เปิดระบบในส่วนจัดการข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลง 2. ทำการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำขอเปลี่ยนแปลงและความต้องการ 3. ทำการกดปุ่ม Save 4. ระบบแสดงรายการข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลงที่บันทึก		
<b>Subflows :</b> -		
<b>Alternate/Exceptional Flows:</b> -		

ตารางที่ ข.7 คำอธิบายยูสเคสจัดการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ

<b>Usecase Name:</b> จัดการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและ แผนภาพ	<b>ID:</b> UCD-07	<b>Importance Level:</b> Medium
<b>Primary Actor:</b> ผู้ใช้งานระบบ	<b>Usecase Type:</b> Detail, Essential	
<b>Stakeholders and Interests :</b> ผู้ใช้งานที่ต้องการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพที่บันทึกไว้		
<b>Brief Description :</b> การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ เพื่อใช้ในการระบุผลกระทบที่ เฉพาะเจาะจง		
<b>Trigger:</b> หลังจากการผู้ใช้งานบันทึกข้อมูลรายการความต้องการและบันทึกข้อมูลแผนภาพ		
<b>Type:</b> External		
<b>Relationships:</b> Association : - Include : - Extend : - Generalization : -		
<b>Normal Flow Events :</b> 1. เปิดระบบในส่วนจัดการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ 2. ทำการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ 3. ทำการกดปุ่ม Save 4. ระบบแสดงรายการข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพที่ บันทึก		
<b>Subflows :</b> -		
<b>Alternate/Exceptional Flows:</b>		

ตารางที่ ข.7 คำอธิบายยูสเคสจัดการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและแผนภาพ

<b>Usecase Name:</b> จัดการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและ แผนภาพ	<b>ID:</b> UCD-07	<b>Importance Level:</b> Medium
-		

ตารางที่ ข.8 คำอธิบายยูสเคสวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง

<b>Usecase Name:</b> วิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง	<b>ID:</b> UCD-08	<b>Importance Level:</b> High
<b>Primary Actor:</b> ผู้ใช้งานระบบ	<b>Usecase Type:</b> Detail, Essential	
<b>Stakeholders and Interests :</b> ผู้ใช้งานที่ต้องการประมวลผลส่วนของโครงการที่ได้รับผลกระทบ จากข้อมูลโครงการที่มีในระบบ		
<b>Brief Description :</b> การประมวลผลส่วนของโครงการที่ได้รับผลกระทบจากข้อมูลโครงการที่มีในระบบ ข้อมูลคำขอการเปลี่ยนแปลง ความสัมพันธ์ของชิ้นงานต่างๆ และทำการกำหนดขอบเขตผลกระทบ และตามรอยผลกระทบ เพื่อให้ได้มาซึ่งชุดของผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น		
<b>Trigger:</b> มีความต้องการประมวลผลส่วนของโครงการที่ได้รับผลกระทบ		
<b>Type:</b> External		
<b>Relationships:</b> Association : - Include : คำนวนเพื่อจัดลำดับผลลัพธ์ Extend : - Generalization : -		
<b>Normal Flow Events :</b> 1. เปิดระบบในส่วนนำเข้าข้อมูลรายละเอียดการออกแบบซอฟต์แวร์หลังจากการเปลี่ยนแปลง 2. ทำการกดปุ่มเลือกไฟล์ และทำการเลือกไฟล์ .zip ของข้อมูลโครงการหลังการ		

ตารางที่ ข.8 คำอธิบายยูสเคสวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง (ต่อ)

<b>Usecase Name:</b> วิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง	<b>ID:</b> UCD-08	<b>Importance Level:</b> High
<p>เปลี่ยนแปลง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. ทำการกดปุ่ม Upload</li> <li>4. ระบบแสดงรายการข้อมูลโครงการหลังการเปลี่ยนแปลง</li> <li>5. ทำการเลือกรูปแบบการคำนวณว่าต้องการใช้ค่าน้ำหนักหรือไม่</li> <li>6. ทำการกดปุ่มวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง</li> </ol>		
<b>Subflows :</b> -		
<b>Alternate/Exceptional Flows:</b> กรณีที่เคยมีการนำเข้าข้อมูลรายละเอียดการออกแบบซอฟต์แวร์หลังจากการเปลี่ยนแปลงแล้ว ระบบจะแสดงรายละเอียดโครงการหลังจากการเปลี่ยนแปลง และสามารถวิเคราะห์ได้โดยไม่ต้องนำเข้าไฟล์ซ้ำอีก		

ตารางที่ ข.9 คำอธิบายยูสเคสคำนวณเพื่อจัดลำดับผลลัพธ์

<b>Usecase Name:</b> คำนวณเพื่อจัดลำดับผลลัพธ์	<b>ID:</b> UCD-09	<b>Importance Level:</b> Medium
<b>Primary Actor:</b> ผู้ใช้งานระบบ	<b>Usecase Type:</b> Detail, Essential	
<b>Stakeholders and Interests :</b> ผู้ใช้งานที่ต้องการประมวลผลส่วนของโครงการที่ได้รับผลกระทบ จากข้อมูลโครงการที่มีในระบบ		
<b>Brief Description :</b> หลังจากการประมวลผลส่วนของโครงการที่ได้รับผลกระทบ และได้ชุดของผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นแล้วจึงนำมาคำนวณตามขั้นตอนวิธีแพรคทีคัลเพจแรงค์ร่วมกับค่าน้ำหนักของลักษณะการออกแบบ ซึ่งค่าเพจแรงค์ที่มีค่ามากที่สุดหมายถึงส่วนที่มีความสำคัญมากที่สุด		
<b>Trigger:</b> หลังจากการประมวลผลส่วนของโครงการที่ได้รับผลกระทบ		

ตารางที่ ข.9 คำอธิบายยูสเคสคำนวณเพื่อจัดลำดับผลลัพธ์ (ต่อ)

<b>Usecase Name:</b> คำนวณเพื่อจัดลำดับผลลัพธ์	<b>ID:</b> UCD-09	<b>Importance Level:</b> Medium
<b>Type:</b> External		
<b>Relationships:</b> Association : - Include : - Extend : - Generalization : -		
<b>Normal Flow Events :</b> 1. หาความสัมพันธ์ของการอ้างอิงของส่วนย่อย 2. คำนวณขั้นตอนวิธีแพรคทีเคิลเพจแรงค์ จนกว่าค่าเพจแรงค์จะเสถียร 3. เรียงลำดับผลลัพธ์ตามค่าเพจแรงค์จากมากไปน้อย		
<b>Subflows :</b> -		
<b>Alternate/Exceptional Flows:</b> -		

ตารางที่ ข.10 คำอธิบายยูสเคสกำหนดค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับผลลัพธ์

<b>Usecase Name:</b> กำหนดค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับผลลัพธ์	<b>ID:</b> UCD-10	<b>Importance Level:</b> Low
<b>Primary Actor:</b> ผู้ใช้งานระบบ	<b>Usecase Type:</b> Detail, Essential	
<b>Stakeholders and Interests :</b> ผู้ใช้งานที่ต้องการกำหนดค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับผลลัพธ์		
<b>Brief Description :</b> การกำหนดค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับผลลัพธ์ เพื่อใช้ประกอบการคำนวณร่วมกับขั้นตอนวิธี		

ตารางที่ ข.10 คำอธิบายยูสเคสกำหนดค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับผลลัพธ์

<b>Usecase Name:</b> กำหนดค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับผลลัพธ์	<b>ID:</b> UCD-10	<b>Importance Level:</b> Low
แพรคติเคิลเพจแรงค์		
<b>Trigger:</b> มีความต้องการแก้ไขค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับผลลัพธ์		
<b>Type:</b> External		
<b>Relationships:</b>  Association : - Include : - Extend : - Generalization : -		
<b>Normal Flow Events :</b>  1. เปิดระบบในส่วนกำหนดค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับผลลัพธ์ 2. ทำการกรอกค่าน้ำหนักให้ลักษณะการออกแบบที่ต้องการ 3. ทำการกดปุ่มบันทึก 4. ระบบแสดงผลการบันทึก		
<b>Subflows :</b>  -		
<b>Alternate/Exceptional Flows:</b>  -		

## ภาคผนวก ค

## คำอธิบายคลาส

ในส่วนนี้จะแสดงคำอธิบายรายละเอียดของแต่ละคลาสตามที่ได้มีการออกแบบไว้ในบทของการพัฒนาเครื่องมือ

ตารางที่ ค.1 คำอธิบายคลาส User

<b>Class Name:</b> User	<b>ID:</b> CRC-01	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> ผู้ใช้งานระบบ เครื่องมือรองรับการสมัครสมาชิกเพื่อบันทึกข้อมูลผู้ใช้งานเพื่อใช้จำแนกโครงการซอฟต์แวร์ในการดูแลรับผิดชอบ	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b> Actor : ผู้ใช้งานระบบ	
<b>Responsibilities</b> -	<b>Collaborators</b> -	
<b>Attributes:</b> ID เลขที่อ้างอิง Username ชื่อเข้าใช้งาน Password รหัสผ่าน Projects โครงการซอฟต์แวร์ Roles บทบาทการใช้งานเครื่องมือ	<b>Operations :</b> -	
<b>Relationships:</b> Generalization (a-kind-of): - Aggregation (has-parts): - Other Association: Project		



ตารางที่ ค.2 คำอธิบายคลาส Roles

<b>Class Name:</b> Roles	<b>ID:</b> CRC-02	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> บทบาทการเข้าใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถ กำหนดบทบาทการเข้าใช้งานได้สองประเภท คือ ผู้ใช้ทั่วไป และผู้ดูแลระบบ	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b>  <b>Use Case :</b>	
<b>Responsibilities</b>  -	<b>Collaborators</b>  -	
<b>Attributes:</b> ID เลขที่อ้างอิง Name ชื่อบทบาท Description คำอธิบาย	<b>Operations :</b>  -	
<b>Relationships:</b>  Generalization (a-kind-of): - Aggregation (has-parts): - Other Association: User		

## ตารางที่ ค.3 คำอธิบายคลาส Project

<b>Class Name:</b> Project	<b>ID:</b> CRC-03	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> โครงการซอฟต์แวร์ที่ต้องการได้รับการระบุ ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b>  <b>Use Case :</b> UCD-01	
<b>Responsibilities</b> -	<b>Collaborators</b> -	
<b>Attributes:</b> ID เลขที่อ้างอิง Name ชื่อบทบาท Description คำอธิบาย CreateDate วันและเวลาที่ทำการสร้าง LastModifiedDate วันและเวลาที่แก้ไขล่าสุด Owner ผู้ใช้ที่สร้างโครงการ Changes รายการคำขอการเปลี่ยนแปลง Requirements รายการความต้องการ	<b>Operations :</b> -	
<b>Relationships:</b>  Generalization (a-kind-of): -  Aggregation (has-parts): User  Other Association: Requirements, ChangeRequest		

ตารางที่ ค.4 คำอธิบายคลาส Requirements

<b>Class Name:</b> Requirements	<b>ID:</b> CRC-04	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> ความต้องการของโครงการซอฟต์แวร์ โดยเป็นความต้องการที่นำไปใช้อ้างอิง และการตามรอยผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b>  <b>Use Case :</b> UCD-02	
<b>Responsibilities</b> -	<b>Collaborators</b> -	
<b>Attributes:</b> ID เลขที่อ้างอิง RequirementCode รหัสความต้องการ Name ชื่อความต้องการ Description คำอธิบาย Priority ค่าระดับความสำคัญ ModelID เลขอ้างอิงกับแบบรูปการออกแบบ RequirementType ประเภทความต้องการ Status สถานะของความต้องการ Project โครงการเจ้าของความต้องการ	<b>Operations :</b> -	
<b>Relationships:</b>  Generalization (a-kind-of): -  Aggregation (has-parts): -  Other Association: Requirements, Project, ChangeRequest, DiagramElement		

ตารางที่ ค.5 คำอธิบายคลาส ChangeRequest

<b>Class Name:</b> ChangeRequest	<b>ID:</b> CRC-05	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> คำขอการเปลี่ยนแปลงของโครงการซอฟต์แวร์ โดยเป็นคำขอที่ได้รับการยอมรับการ เปลี่ยนแปลง	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b>  <b>Use Case :</b> UCD-02	
<b>Responsibilities</b>  -	<b>Collaborators</b>  -	
<b>Attributes:</b> ID เลขที่อ้างอิง ChangeRequestCode รหัสคำขอการ เปลี่ยนแปลง Reason สาเหตุการแก้ไข Description คำอธิบายคำขอการเปลี่ยนแปลง Project โครงการเจ้าของความต้องการ	<b>Operations :</b>  -	
<b>Relationships:</b>  Generalization (a-kind-of): - Aggregation (has-parts): - Other Association: Project, Requirements		

ตารางที่ ค.6 คำอธิบายคลาส DiagramElement

<b>Class Name:</b> DiagramElement	<b>ID:</b> CRC-06	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> ส่วนย่อยของแผนภาพที่อยู่ในรูปแบบเอกสาร เอกซ์เอ็มแอล เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูล แผนภาพต่าง ๆ	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b>  <b>Use Case :</b> UCD-02	
<b>Responsibilities</b>  -	<b>Collaborators</b>  -	
<b>Attributes:</b>  -	<b>Operations :</b>  -	
<b>Relationships:</b>  Generalization (a-kind-of): -  Aggregation (has-parts): -  Other Association: Requirement		

## ตารางที่ ค.7 คำอธิบายคลาส Diagram

<b>Class Name:</b> Diagram	<b>ID:</b> CRC-07	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> แผนภาพ โดยสืบทอดคุณสมบัติมาจาก ส่วนย่อยของแผนภาพ (Diagram Element)	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b>  <b>Use Case :</b> UCD-02	
<b>Responsibilities</b>  -	<b>Collaborators</b>  -	
<b>Attributes:</b>  -	<b>Operations :</b>  -	
<b>Relationships:</b>  Generalization (a-kind-of): DiagramElement Aggregation (has-parts): - Other Association: -		

ตารางที่ ค.8 คำอธิบายคลาส ModelWeight

<b>Class Name:</b> ModelWeight	<b>ID:</b> CRC-08	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> ค่าน้ำหนักของลักษณะการออกแบบส่วนย่อย ของแผนภาพ เพื่อใช้ประกอบการคำนวณเพื่อ จัดลำดับผลลัพธ์	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b>  Use Case : UCD-03	
<b>Responsibilities</b>  -	<b>Collaborators</b>  -	
<b>Attributes:</b> ID เลขที่อ้างอิง Name ชื่อความต้องการ DiagramType ลักษณะการออกแบบ Weight ค่าน้ำหนัก	<b>Operations :</b>  -	
<b>Relationships:</b>  Generalization (a-kind-of): - Aggregation (has-parts): - Other Association: CIA		

ตารางที่ ค.9 คำอธิบายคลาส CIA

<b>Class Name:</b> CIA	<b>ID:</b> CRC-09	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> การวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสำหรับ พัฒนาขึ้นเพื่อเป็น ส่วนงานสำหรับการตามรอยผลกระทบ และการจัดลำดับผลลัพธ์ จากประเภทการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และข้อมูลโครงการซอฟต์แวร์ที่มีในระบบ	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b> <b>Use Case :</b> UCD-04, UCD-05	
<b>Responsibilities</b> -	<b>Collaborators</b> -	
<b>Attributes:</b> Project โครงการซอฟต์แวร์ที่ใช้วิเคราะห์	<b>Operations :</b> ChangeImpactAnalysis วิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง CalculatePageRank คำนวณและจัดลำดับผลลัพธ์	
<b>Relationships:</b> Generalization (a-kind-of): - Aggregation (has-parts): - Other Association: ModelWeight, ChangeType		



ตารางที่ ค.10 คำอธิบายคลาส ChangeType

<b>Class Name:</b> ChangeType	<b>ID:</b> CRC-10	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> ประเภทการเปลี่ยนแปลงที่จำแนกเพื่อใช้ในการระบุทิศทางในการตามรอยจากส่วนย่อยที่ได้รับการแก้ไขการออกแบบ	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b>  <b>Use Case :</b> UCD-04	
<b>Responsibilities</b> -	<b>Collaborators</b> -	
<b>Attributes:</b> ID เลขที่อ้างอิง ChangeCode รหัสการเปลี่ยนแปลง Name ชื่อความต้องการ Definition นิยามการเปลี่ยนแปลง Suggestion คำแนะนำ ChangeOnElementType ประเภทของส่วนย่อยที่เปลี่ยนแปลง IsActive สถานะการใช้งานอยู่	<b>Operations :</b> -	
<b>Relationships:</b>  Generalization (a-kind-of): -  Aggregation (has-parts): ChangeRule  Other Association: CIA		

ตารางที่ ค.11 คำอธิบายคลาส ChangeRule

<b>Class Name:</b> ChangeRule	<b>ID:</b> CRC-11	<b>Type:</b> Concrete, Domain
<b>Description:</b> กฎการเปลี่ยนแปลงที่ใช้ระบุทิศทางในการตามรอยจากส่วนย่อยหนึ่งไปยังส่วนย่อยถัดไป เพื่อให้สามารถตามรอยผลกระทบต่อเนื่องได้	<b>Associated Use Cases &amp; Actors:</b>  <b>Use Case :</b> UCD-04	
<b>Responsibilities</b> -	<b>Collaborators</b> -	
<b>Attributes:</b> ID เลขที่อ้างอิง Name ชื่อกฎการเปลี่ยนแปลง Description คำอธิบาย IsNotImpact ไม่ส่งผลกระทบ ImpactElementType ประเภทของส่วนย่อยที่ได้รับผลกระทบ Direction ทิศทางการตามรอยผลกระทบ PreviousRule กฎการเปลี่ยนแปลงก่อนหน้า NextRule กฎการเปลี่ยนแปลงถัดไป	<b>Operations :</b> -	
<b>Relationships:</b>  Generalization (a-kind-of): -  Aggregation (has-parts): ChangeType  Other Association: ChangeRule		

**ภาคผนวก ง****รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลง**

ในส่วนนี้จะแสดงกฎการเปลี่ยนแปลงจากหัวข้อที่ 3.3.2 ที่ระบุไว้ให้กับแต่ละประเภทการเปลี่ยนแปลงจากหัวข้อที่ 3.3.1 โดยเป็นลักษณะเชิงบรรยายความดังต่อไปนี้

ตารางที่ ง.1 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพยูสเคส

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
System	+	AS	ระบบที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อทุกยูสเคสที่มีภายในระบบนั้น	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุกแผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูสเคสนั้น
	-	DS	ระบบที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อทุกยูสเคสที่มีภายในระบบนั้น	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุกแผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูสเคสนั้น
Use Case	+	AUC	ยูสเคสที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อทุกยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กับยูสเคสนั้น	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุกแผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูสเคสนั้น
	+	AUC	ยูสเคสที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อทุกแอกเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กับยูสเคสนั้น	ไม่มี
	+	AUC	ยูสเคสที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุกแผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูสเคสนั้น	ส่งผลกระทบต่ออ็อบเจกต์ภายในแผนภาพลำดับนั้น
	+	AUC	ยูสเคสที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุก	ส่งผลกระทบต่อแมสเสจภายใน

ตารางที่ ง.1 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
				แผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูสเคสนั้น	แผนภาพลำดับขั้น
	-	DUC	ยูสเคสที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อทุกยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กับยูสเคสนั้น	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุกแผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูสเคสนั้น
	-	DUC	ยูสเคสที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อทุกแอกเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กับยูสเคสนั้น	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ใช้ในการแทนแอกเตอร์นั้น
	-	DUC	ยูสเคสที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุกแผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูสเคสนั้น	ส่งผลกระทบต่อทุกอ็อบเจกต์ภายในแผนภาพลำดับขั้น
	-	DUC	ยูสเคสที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุกแผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูสเคสนั้น	ส่งผลกระทบต่อทุกแมสเสจภายในแผนภาพลำดับขั้น
Actor	+	AAT	แอกเตอร์ที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อทุกยูสเคสที่มี	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่มี

ตารางที่ ง.1 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
				ความสัมพันธ์กับแอกเตอรืนั้น	ความสัมพันธ์กับยูสเคสนั้น
	+	AAT	แอกเตอรืที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อทุกแอกเตอรืที่มี ความสัมพันธ์แอกเตอรืนั้น	ไม่มี
	+	AAT	แอกเตอรืที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ต้องเพิ่มคลาส ใหม่ที่ใช้ในการแทนแอกเตอรืนั้น	ไม่มี
	-	DAT	แอกเตอรืที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อทุกยูสเคสที่มี ความสัมพันธ์กับแอกเตอรืนั้น	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุก แผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูส เคสนั้น
	-	DAT	แอกเตอรืที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อทุกแอกเตอรืที่มี ความสัมพันธ์กับยูสเคสนั้น	ไม่มี
Association	+	AUCAso	แอสโซซิเอชันที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อแอกเตอรืและยูสเคส ที่เป็นคู่ความสัมพันธ์ระหว่างแอสโซซิ เอชันนั้น	ส่งผลกระทบต่อทุกแผนภาพลำดับที่ อธิบายการทำงานของยูสเคสที่นำอีก ยูสเคสมาใช้

ตารางที่ ง.1 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	-	DUCAsso	แอสโซซิเอชันที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อแอคเตอร์และยูสเคส ที่เป็นคู่ความสัมพันธ์ระหว่างแอสโซซิ เอชันนั้น	ส่งผลกระทบต่อทุกแผนภาพลำดับที่ อธิบายการทำงานของยูสเคสที่นำอีก ยูสเคสมาใช้
Include	+	AINC	อินคลูดที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่นำอีกยูสเคส หนึ่งมาใช้	ส่งผลกระทบต่อทุกแผนภาพลำดับที่ อธิบายการทำงานของยูสเคสที่นำอีก ยูสเคสมาใช้
	-	DINC	อินคลูดที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่นำอีกยูสเคส หนึ่งมาใช้	ส่งผลกระทบต่อทุกแผนภาพลำดับที่ อธิบายการทำงานของยูสเคสที่นำอีก ยูสเคสมาใช้
	M (To EXT)	CINCToEXT	อินคลูดที่แก้ไขเป็นเอกซ์เทนด	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสต้นทาง ความสัมพันธ์ของคู่ความสัมพันธ์ ระหว่างอินคลูดนั้น	ส่งผลกระทบต่อทุกแผนภาพลำดับที่ อธิบายการทำงานของยูสเคสที่นำอีก ยูสเคสมาใช้

ตารางที่ ง.1 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	S (To GENZ)	CINCToGENZ	อินคลูดที่แก้ไขเป็นเจเนอรัลไลเซชัน	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสต้นทาง ความสัมพันธ์ของคู่ความสัมพันธ์ ระหว่างอินคลูดนั้น	ส่งผลกระทบต่อทุกแผนภาพลำดับที่ อธิบายการทำงานของยูสเคสที่นำอีก ยูสเคสมาใช้
Extend	+	AEXT	เอกซ์เทนดต์ที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่นำอีกยูสเคส หนึ่งมาใช้	ส่งผลกระทบต่อทุกแผนภาพลำดับที่ อธิบายการทำงานของยูสเคสที่นำอีก ยูสเคสมาใช้
	-	DEXT	เอกซ์เทนดต์ที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่นำอีกยูสเคส หนึ่งมาใช้	ส่งผลกระทบต่อทุกแผนภาพลำดับทุก แผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูส เคสนั้น
	M (To INC)	CEXTToINC	เอกซ์เทนดต์ที่แก้ไขเป็นอินคลูด	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสต้นทาง ความสัมพันธ์ของคู่ความสัมพันธ์ ระหว่างเอกซ์เทนดต์นั้น	ส่งผลกระทบต่อทุกแผนภาพลำดับทุก แผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูส เคสนั้น
	S (To GENZ)	CEXTToGENZ	เอกซ์เทนดต์ที่แก้ไขเป็น เจเนอรัลไลเซชัน	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสต้นทาง ความสัมพันธ์ของคู่ความสัมพันธ์ ระหว่างเอกซ์เทนดต์นั้น	ส่งผลกระทบต่อทุกแผนภาพลำดับทุก แผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูส เคสนั้น



ตารางที่ ง.1 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
Generalization	+ (UC - UC)	AGENZ-UC	เจเนอร์ลไลเซชันที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่สืบทอด คุณสมบัติจากอีกยูสเคสหนึ่ง	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุก แผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูส เคสนั้น
	- (UC - UC)	DGENZ-UC	เจเนอร์ลไลเซชันที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่สืบทอด คุณสมบัติจากอีกยูสเคสหนึ่ง	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับทุก แผนภาพที่อธิบายการทำงานของยูส เคสนั้น
	+ (AC - AC)	AGENZ-ACT	เจเนอร์ลไลเซชันที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อแอคเตอร์ที่สืบทอด คุณสมบัติและแอคเตอร์ที่ถ่ายทอด คุณสมบัติ	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่มี ความสัมพันธ์กับแอคเตอร์ที่ถ่ายทอด คุณสมบัติ
	- (AC - AC)	DGENZ-ACT	เจเนอร์ลไลเซชันที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อแอคเตอร์ที่สืบทอด คุณสมบัติและแอคเตอร์ที่ถ่ายทอด คุณสมบัติ	ไม่มี
	M (To INC)	CGENZToINC	เจเนอร์ลไลเซชันที่แก้ไขเป็นอิน คลูต	ส่งผลกระทบต่อแอคเตอร์ที่สืบทอด คุณสมบัติและแอคเตอร์ที่ถ่ายทอด คุณสมบัติ	ไม่มี

ตารางที่ ง.1 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	M (To EXT)	CGENZToEXT	เจเนอรัลไลเซชันที่แก้ไขเป็น เอกซ์เทนด์	ส่งผลกระทบต่อแอคเตอร์ที่สืบทอด คุณสมบัติและแอคเตอร์ที่ถ่ายทอด คุณสมบัติ	ไม่มี

ตารางที่ ง.2 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพลำดับ

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
Sequence Diagram	+	ASQ	แผนภาพลำดับที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่ออ็อบเจกต์ภายใน แผนภาพลำดับนั้น	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่อ็อบเจกต์อ้างอิงถึง
			แผนภาพลำดับที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อแมสเสจภายใน แผนภาพลำดับนั้น	ส่งผลกระทบต่อเมทอดที่เส้นชีวิตนั้น อ้างอิงถึง

ตารางที่ ง.2 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพลำดับ (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	-	DSQ	แผนภาพลำดับที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่ออ็อบเจกต์ภายใน แผนภาพลำดับนั้น	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่อ็อบเจกต์อ้างอิงถึง
			แผนภาพลำดับที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อแมสเสจภายใน แผนภาพลำดับนั้น	ส่งผลกระทบต่อเม็ทอดที่เส้นชีวิตนั้น อ้างอิงถึง
Actor	+	AASQ	แอกเตอร์ที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ต้องเพิ่มคลาส ใหม่ที่ใช้ในการแทนแอกเตอร์นั้น	ส่งผลกระทบต่อทุกความสัมพันธ์ที่ เกิดขึ้นระหว่างคลาสที่เพิ่มเข้ามา
	-	DASQ	แอกเตอร์ที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ต้องลบคลาส ออกที่ใช้ในการแทนแอกเตอร์นั้น	ส่งผลกระทบต่อทุกความสัมพันธ์ที่ เกิดขึ้นระหว่างคลาสที่ลบออก
LifeLine	+	AOL	อ็อบเจกต์ที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับที่ ปรากฏอ็อบเจกต์ดังกล่าว	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่ก่อให้เกิด แผนภาพลำดับ

ตารางที่ ง.2 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพลำดับ (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	-	DOL	อีอบเจกต์ที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับที่ ปรากฏอีอบเจกต์ดังกล่าว	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่ก่อให้เกิด แผนภาพลำดับ
Message	+	ASMS	แมสเสจที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับที่ ปรากฏอีอบเจกต์ดังกล่าว	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่ก่อให้เกิด แผนภาพลำดับ
	-	DSMS	แมสเสจที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับที่ ปรากฏอีอบเจกต์ดังกล่าว	ส่งผลกระทบต่อยูสเคสที่ก่อให้เกิด แผนภาพลำดับ

ตารางที่ ง.3 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาส

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
Class	+	AC	คลาสที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อทุกลักษณะประจำ และเมทอดภายในคลาสนั้น	ไม่มี
			คลาสที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อทุกความสัมพันธ์ ระหว่างคลาสนั้น	ไม่มี
	-	DC	คลาสที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อทุกลักษณะประจำ และเมทอดภายในคลาสนั้น	ไม่มี
			คลาสที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อทุกความสัมพันธ์ ระหว่างคลาสนั้น	ไม่มี
			คลาสที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่ออ็อบเจกต์ที่อ้างถึง คลาสนั้น	ส่งผลกระทบต่อแผนภาพลำดับที่ ปรากฏอ็อบเจกต์ดังกล่าว

ตารางที่ ง.3 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
Attribute	+	AF	ลักษณะประจำที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกับคลาสที่เป็นแม่แบบของ ลักษณะประจํานี้	ไม่มี
			ลักษณะประจำที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกับทุกเมทอดที่เรียกใช้ลักษณะ ประจํานี้	ส่งผลกระทบต่อไปยังแมสเสจที่ใช้แทนเมทอดนั้น
	-	DF	ลักษณะประจำที่ลบออกไป	ส่งผลกับคลาสที่เป็นแม่แบบของ ลักษณะประจํานี้	ไม่มี
			ลักษณะประจำที่ลบออกไป	ส่งผลกับทุกเมทอดที่เรียกใช้ลักษณะ ประจํานี้	ส่งผลกระทบต่อไปยังแมสเสจที่ใช้แทนเมทอดนั้น
	M	CTF	ลักษณะประจำที่เปลี่ยน ประเภทข้อมูล	ส่งผลกับคลาสที่เป็นแม่แบบของ ลักษณะประจํานี้	ไม่มี

ตารางที่ ง.3 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
			ลักษณะประจำที่เปลี่ยน ประเภทข้อมูล	ส่งผลกับทุกเมทอดที่เรียกใช้ลักษณะ ประจํา นั้น	ส่งผลกระทบต่อไปยังแมสเสจที่ใช้แทนเมทอด นั้น
	M	CNF	ลักษณะประจำที่เปลี่ยนชื่อ	ส่งผลกับคลาสที่เป็นแม่แบบของ ลักษณะประจํา นี้	ไม่มี
			ลักษณะประจำที่เปลี่ยนชื่อ	ส่งผลกับทุกเมทอดที่เรียกใช้ลักษณะ ประจํา นั้น	ส่งผลกระทบต่อไปยังแมสเสจที่ใช้แทนเมทอด นั้น
Method	+	AM	เมทอดที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อกับคลาสแม่แบบของ เมทอดนั้น	ไม่มี
				ส่งผลกระทบต่อกับทุกลักษณะประจำที่ ถูกเมทอดนั้นเรียกใช้	ไม่มี

ตารางที่ ง.3 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	-	DM	เมทอดที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อคลาสแม่แบบของ เมทอดนั้น	ส่งผลกระทบต่ออ็อบเจกต์ที่อ้างถึงคลาสนั้น
			เมทอดที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อทุกลักษณะประจำที่ ถูกเมทอดนั้นเรียกใช้	ไม่มี
			เมทอดที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อไปยังแมสเสจที่ใช้แทน เมทอดนั้น	ไม่มี
Association	+	ARA	แอสโซซิเอชันที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อคลาสต้นทางและ ปลายทางความสัมพันธ์ของคู่ ความสัมพันธ์ระหว่างนั้น	ส่งผลกระทบต่ออ็อบเจกต์ที่อ้างถึงคลาสนั้น



ตารางที่ ง.3 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	-	DRA	แอสโซซิเอชันที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อคลาสทั้งต้นทางและ ปลายทางของคลาส	ส่งผลกระทบต่ออ็อบเจกต์ที่อ้างถึงคลาสนั้น
	M	IMTA	แอสโซซิเอชันที่เพิ่มมัลติพลิซิติ	ส่งผลกระทบต่อคลาสฝั่งตรงข้ามที่ เพิ่มมัลติพลิซิติ	ไม่มี
	M	DMTA	แอสโซซิเอชันที่ลดมัลติพลิซิติ	ส่งผลกระทบต่อคลาสฝั่งตรงข้ามที่ ลดมัลติพลิซิติ	ไม่มี
	M	CRAtoc	แอสโซซิเอชันที่แก้ไขเป็น คอมโพสิท	ส่งผลกระทบต่อคลาสทั้งต้นทางและ ปลายทางของคลาส	ไม่มี
	M	CRAtoAgg	แอสโซซิเอชันที่แก้ไขเป็นแอก กรีเกชัน	ส่งผลกระทบต่อคลาสทั้งต้นทางและ ปลายทางของคลาส	ไม่มี

ตารางที่ ง.3 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	S	CRAtoG	แอสโซซิเอชันที่แก้ไขเป็น เจเนอรัลไลเซชัน	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ได้รับการสืบ ทอด	ไม่มี
Aggregation	+	Aagg	แอกกรีเกชันที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อคลาสรวม (Whole) ของความสัมพันธ์นั้น	ไม่มี
	-	Dagg	แอกกรีเกชันที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อทั้งคลาสรวมและ คลาสย่อย (Part) ของความสัมพันธ์ นั้น	ไม่มี
	M	IMTAgg	แอกกรีเกชันที่เพิ่มมัลติพลิซิตี	ส่งผลกระทบต่อคลาสฝั่งตรงข้ามที่ เพิ่มมัลติพลิซิตี	ไม่มี

ตารางที่ ง.3 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	M	DMTA <sub>agg</sub>	แอกกรีเกชันที่ลดมัลติพลิซิติ	ส่งผลกระทบต่อคลาสฝังตรงข้ามที่ ลดมัลติพลิซิติ	ไม่มี
	M	CRA <sub>ggt</sub> oA	แอกกรีเกชันที่แก้ไขเป็นแอสโซ ซิเอชัน	ส่งผลกระทบต่อคลาสรวมของ ความสัมพันธ์นั้น	ไม่มี
	M	CRA <sub>ggt</sub> oC	แอกกรีเกชันที่แก้ไขเป็น คอมโพสิท	ส่งผลกระทบต่อทั้งคลาสรวมและ คลาสย่อยของความสัมพันธ์นั้น	ส่งผลกระทบต่ออ็อบเจกต์ที่อ้างถึงคลาส นั้น
	S	CRA <sub>ggt</sub> oG	แอกกรีเกชันที่แก้ไขเป็น เจเนอรัลไลเซชัน	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ได้รับการสื ทอดคุณสมบัติ	ไม่มี
Composited	+	ARC	คอมโพสิทที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อทั้งคลาสรวมและ คลาสย่อยของความสัมพันธ์นั้น	ไม่มี

ตารางที่ ง.3 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	-	DRC	คอมโพสิทที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อทั้งคลาสรวมและ คลาสย่อยของความสัมพันธ์นั้น	ไม่มี
	M	IMTC	คอมโพสิทที่เพิ่มมัลติพลิซิติ	ส่งผลกระทบต่อคลาสฝังตรงข้ามที่ เพิ่มมัลติพลิซิติ	ไม่มี
	M	DMTC	คอมโพสิทที่ลดมัลติพลิซิติ	ส่งผลกระทบต่อคลาสฝังตรงข้ามที่ ลดมัลติพลิซิติ	ไม่มี
	M	CRCtoA	คอมโพสิทที่แก้ไขเป็นแอสโซซิ เอชัน	ส่งผลกระทบต่อทั้งคลาสรวมและ คลาสย่อยของความสัมพันธ์นั้น	ไม่มี
	M	CRCtoAgg	คอมโพสิทที่แก้ไขเป็นแอกกรีเก ชัน	ส่งผลกระทบต่อคลาสรวมของ ความสัมพันธ์นั้น	ไม่มี

ตารางที่ ง.3 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	S	CRCtoG	คอมโพสิทที่แก้ไขเป็น เจเนอรัลไลเซชัน	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ได้รับการสืบ ทอดคุณสมบัติ	ไม่มี
Generalization	+	ARG	เจเนอรัลไลเซชันที่เพิ่มเข้ามา	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ได้รับการสืบ ทอดคุณสมบัติและถ่ายทอดคุณสมบัติ	ไม่มี
	-	DRG	เจเนอรัลไลเซชันที่ลบออกไป	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ได้รับการสืบ ทอดคุณสมบัติและถ่ายทอดคุณสมบัติ	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่มีความสัมพันธ์ กับคลาสที่ได้รับการถ่ายทอดคุณสมบัติ
	M	CRGtoA	เจเนอรัลไลเซชันที่แก้ไขเป็น แอสโซซิเอชัน	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ได้รับการสืบ ทอดคุณสมบัติ	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่มีความสัมพันธ์ กับคลาสที่ได้รับการถ่ายทอดคุณสมบัติ
	M	CRGtoAgg	เจเนอรัลไลเซชันที่แก้ไขเป็น แอกกรีเกชัน	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ได้รับการสืบ ทอดคุณสมบัติ	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่มีความสัมพันธ์ กับคลาสที่ได้รับการถ่ายทอดคุณสมบัติ

ตารางที่ ง.3 รายละเอียดกฎการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาส (ต่อ)

ส่วนย่อยของ แผนภาพ	ตัวดำเนินการ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	การตามรอยระดับที่ 1	การตามรอยระดับที่ 2	การตามรอยระดับที่ 3
	M	CRGtoC	เจเนอรัลไลเซชันที่แก้ไขเป็น คอมโพสิท	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่ได้รับการสืบ ทอดคุณสมบัติ	ส่งผลกระทบต่อคลาสที่มีความสัมพันธ์ กับคลาสที่ได้รับการถ่ายทอดคุณสมบัติ

## ภาคผนวก จ

### รายละเอียดกรณีทดสอบการตามรอยผลกระทบ

ในส่วนนี้จะแสดงกรณีทดสอบที่จัดทำขึ้นเพื่อทดสอบการตามรอยผลกระทบตามขอบเขตการตามรอยความต้องการและกฎการเปลี่ยนแปลงที่กำหนดไว้ ซึ่งกรณีทดสอบแบ่งตามแผนภาพเชิงวิเคราะห์ได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ แสดงดังตารางที่ จ.1 จ.2 และ จ.3 ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
1	AS	Room Reservation	UseCase:บันทึก แก้ไข และยกเลิก การจองห้องประชุม	UseCase:บันทึก แก้ไข และยกเลิก การจองห้องประชุม(0.0009)	ผ่าน
			UseCase:แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม	ยกเลิกการจองห้องประชุม[Sequence Diagram](0.0004)	ผ่าน
			UseCase:ยกเลิกการจองห้องประชุม	บันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0004)	ผ่าน
			UseCase:สืบค้นข้อมูลห้องประชุม	แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม[Sequence Diagram] (0.0004)	ผ่าน
			UseCase:บันทึก แก้ไข และลบข้อมูลห้องประชุม	UseCase:แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม (0.0009)	ผ่าน
			UseCase:แก้ไขข้อมูลห้องประชุม	UseCase:ยกเลิกการจองห้องประชุม (0.0011)	ผ่าน
			UseCase:ลบข้อมูลห้องประชุม	UseCase:สืบค้นข้อมูลห้องประชุม (0.0010)	ผ่าน



ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
			UseCase:ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง	UseCase:บันทึก แก้ไข และลบข้อมูลห้องประชุม(0.0007)	ผ่าน
			UseCase:ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้องประชุม	แก้ไขข้อมูลห้องประชุม[Sequence Diagram](0.0004)	ผ่าน
			UseCase:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม	บันทึกข้อมูลห้องประชุม[Sequence Diagram](0.0004)	ผ่าน
			UseCase:ลดผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม	ลบข้อมูลห้องประชุม[Sequence Diagram](0.0004)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ยกเลิกการจองห้องประชุม	UseCase:แก้ไขข้อมูลห้องประชุม (0.0007)	ผ่าน
			Sequence Diagram:บันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:ลบข้อมูลห้องประชุม (0.0007)	ผ่าน
			Sequence Diagram:แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง (0.0008)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
			Sequence Diagram:แก้ไขข้อมูลห้องประชุม	ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง[Sequence Diagram] (0.0005)	ผ่าน
			Sequence Diagram:บันทึกข้อมูลห้องประชุม	UseCase:ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้องประชุม (0.0008)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ลบข้อมูลห้องประชุม	ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0005)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง	UseCase:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม (0.0007)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้องประชุม	เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0005)	ผ่าน
			Sequence Diagram:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม	UseCase:ลดผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม (0.0007)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
2	DS	Room Reservation	UseCase:บันทึก แก้ไข และยกเลิก การจองห้องประชุม	UseCase:บันทึก แก้ไข และยกเลิก การจองห้องประชุม(0.0009)	ผ่าน
			UseCase:แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม	ยกเลิกการจองห้องประชุม[Sequence Diagram](0.0004)	ผ่าน
			UseCase:ยกเลิกการจองห้องประชุม	บันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0004)	ผ่าน
			UseCase:สืบค้นข้อมูลห้องประชุม	แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม[Sequence Diagram] (0.0004)	ผ่าน
			UseCase:บันทึก แก้ไข และลบข้อมูลห้องประชุม	UseCase:แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม (0.0009)	ผ่าน
			UseCase:แก้ไขข้อมูลห้องประชุม	UseCase:ยกเลิกการจองห้องประชุม (0.0011)	ผ่าน
			UseCase:ลบข้อมูลห้องประชุม	UseCase:สืบค้นข้อมูลห้องประชุม (0.0010)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
			UseCase:ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง	UseCase:บันทึก แก้ไข และลบข้อมูลห้องประชุม(0.0007)	ผ่าน
			UseCase:ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้องประชุม	แก้ไขข้อมูลห้องประชุม[Sequence Diagram](0.0004)	ผ่าน
			UseCase:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม	บันทึกข้อมูลห้องประชุม[Sequence Diagram](0.0004)	ผ่าน
			UseCase:ลดผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม	ลบข้อมูลห้องประชุม[Sequence Diagram](0.0004)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ยกเลิกการจองห้องประชุม	UseCase:แก้ไขข้อมูลห้องประชุม (0.0007)	ผ่าน
			Sequence Diagram:บันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:ลบข้อมูลห้องประชุม (0.0007)	ผ่าน
			Sequence Diagram:แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง (0.0008)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
			Sequence Diagram:แก้ไขข้อมูลห้องประชุม	ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง[Sequence Diagram] (0.0005)	ผ่าน
			Sequence Diagram:บันทึกข้อมูลห้องประชุม	UseCase:ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้องประชุม (0.0008)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ลบข้อมูลห้องประชุม	ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0005)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง	UseCase:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม (0.0007)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้องประชุม	เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0005)	ผ่าน
			Sequence Diagram:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม	UseCase:ลดผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม (0.0007)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
3	AUC	Room Reservation	UseCase:บันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม	UseCase:บันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม (0.0085)	ผ่าน
			Sequence Diagram:บันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม	บันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม[Sequence Diagram] (0.0074)	ผ่าน
			Actor:ผู้ดูแลอาคาร	Actor:ผู้ดูแลอาคาร (0.0182)	ผ่าน
4	DUC	Room Reservation	UseCase:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม	UseCase:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม (0.0087)	ผ่าน
			Sequence Diagram:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม	เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0073)	ผ่าน
			Actor:ผู้ดูแลอาคาร	Actor:ผู้ดูแลอาคาร (0.0182)	ผ่าน
5	AAT	Room Reservation	Actor:หัวหน้าแผนกอาคาร	Actor:หัวหน้าแผนกอาคาร (0.0955)	ผ่าน
			Actor:ผู้ดูแลอาคาร	Actor:ผู้ดูแลอาคาร (0.1158)	ผ่าน
			UseCase:ออกรายงานตารางเวลาการใช้ห้องประชุม	UseCase:ออกรายงานตารางเวลาการใช้ห้องประชุม(0.0705)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
6	DAT	Room Reservation	Actor:ผู้ดูแลอาคาร	Actor:ผู้ดูแลอาคาร (0.1158)	ผ่าน
			UseCase:ออกรายงานตารางเวลาการใช้ห้องประชุม	UseCase:ออกรายงานตารางเวลาการใช้ห้องประชุม(0.0705)	ผ่าน
7	AUCAsso	Room Reservation	Association (Actor:ผู้ดูแลอาคาร และ UseCase:บันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม)	Association from Actor:ผู้ดูแลอาคาร to UseCase:บันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม (0.0087)	ผ่าน
			UseCase:บันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม	UseCase:บันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม (0.0105)	ผ่าน
			Sequence Diagram:บันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม	บันทึกข้อมูลอุปกรณ์เสริม[Sequence Diagram] (0.0081)	ผ่าน
			Actor:ผู้ดูแลอาคาร	Actor:ผู้ดูแลอาคาร (0.0169)	ผ่าน
8	DUCAsso	Room Reservation	Association (Actor:ผู้ดูแลอาคาร และ UseCase:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม)	Association from Actor:ผู้ดูแลอาคาร to UseCase:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม (0.0087)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
			UseCase:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม	UseCase:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม (0.0087)	ผ่าน
			Sequence Diagram:เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม	เพิ่มผู้ดูแลรับผิดชอบห้องประชุม [Sequence Diagram](0.0073)	ผ่าน
			Actor:ผู้ดูแลอาคาร	Actor:ผู้ดูแลอาคาร (0.0169)	ผ่าน
9	AINC	Room Reservation	Include(UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง และ UseCase:ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง)	Include from UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม to UseCase:ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง (0.0151)	ผ่าน
			UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม (0.0227)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ยกเลิกการจองห้องประชุม	ยกเลิกการจองห้องประชุม[Sequence Diagram](0.0133)	ผ่าน
			Sequence Diagram:บันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม	บันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0133)	ผ่าน



ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
			Sequence Diagram:แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม	แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม[Sequence Diagram] (0.0133)	ผ่าน
10	DINC	Room Reservation	Include(UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง และ UseCase:ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง)	Include from UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม to UseCase:ส่งอีเมลรายละเอียดการจอง (0.0151)	ผ่าน
			UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม (0.0227)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ยกเลิกการจองห้องประชุม	ยกเลิกการจองห้องประชุม[Sequence Diagram](0.0133)	ผ่าน
			Sequence Diagram:บันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม	บันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0133)	ผ่าน
			Sequence Diagram:แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม	แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม[Sequence Diagram] (0.0133)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
11	CINCToEXT	Room Reservation	Extend (UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม และ UseCase:นำเข้าเอกสาร PDF, Word หรือ Excel รายละเอียดการประชุม)	Extend from UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม to UseCase:นำเข้าเอกสาร PDF, Word หรือ Excel รายละเอียดการประชุม (0.0087)	ผ่าน
			UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม(0.0112)	ผ่าน
			UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม (0.0227)	ผ่าน
12	CINCToGENZ	Room Reservation	Extend (UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม และ UseCase:นำเข้าเอกสาร PDF, Word หรือ Excel รายละเอียดการประชุม)	Extend from UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม to UseCase:นำเข้าเอกสาร PDF, Word หรือ Excel รายละเอียดการประชุม (0.0087)	ผ่าน
			UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม(0.0112)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
			UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม (0.0227)	ผ่าน
13	AEXT	Room Reservation	Extend (UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม และ UseCase:นำเข้าเอกสาร PDF, Word หรือ Excel รายละเอียดการประชุม)	Extend from UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม to UseCase:นำเข้าเอกสาร PDF, Word หรือ Excel รายละเอียดการประชุม (0.0087)	ผ่าน
			UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม(0.0112)	ผ่าน
14	DEXT	Room Reservation	Extend (UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง และ UseCase:นำเข้าเอกสาร PDF, Word หรือ Excel รายละเอียดการประชุม)	Extend from UseCase:นำเข้าเอกสาร PDF, Word หรือ Excel รายละเอียดการประชุม to UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง (0.0151)	ผ่าน
			UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม (0.0227)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
			Sequence Diagram:ยกเลิกการจองห้องประชุม	ยกเลิกการจองห้องประชุม[Sequence Diagram](0.0133)	ผ่าน
			Sequence Diagram:บันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม	บันทึกข้อมูลการจองห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0133)	ผ่าน
			Sequence Diagram:แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม	แก้ไขข้อมูลการจองห้องประชุม[Sequence Diagram] (0.0133)	ผ่าน
15	CEXTToINC	Room Reservation	Extend (UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม และ UseCase:นำเข้าเอกสาร PDF, Word หรือ Excel รายละเอียดการประชุม)	Extend from UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม to UseCase:นำเข้าเอกสาร PDF, Word หรือ Excel รายละเอียดการประชุม (0.0087)	ผ่าน
			UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม	UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม(0.0112)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
16	CEXTToGENZ	DPS System	Generalization (UseCase:UC-01 บันทึกข้อมูลแบบฟอร์มปรับ และ UseCase:บันทึกแบบฟอร์มปรับการ จัดซื้อบริการ)	Generalization from UseCase:UC-01 บันทึกข้อมูลแบบฟอร์มปรับ to UseCase: บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดซื้อ บริการ (0.0124)	ผ่าน
			UseCase:บันทึกแบบฟอร์มปรับการ จัดซื้อบริการ	UseCase:บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดซื้อ บริการ(0.0097)	ผ่าน
			UseCase:UC-01 บันทึกข้อมูล แบบฟอร์มปรับ	UseCase:UC-01 บันทึกข้อมูลแบบฟอร์ม ปรับ (0.0058)	ผ่าน
17	AGENZ-UC	DPS System	Generalization (UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง ประชุม และ UseCase:ตรวจสอบสิทธิ์ การจองห้องประชุม)	Generalization from UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม to UseCase:ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้อง ประชุม (0.0151)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ตรวจสอบสิทธิ์ การจองห้องประชุม	ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0135)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
18	DGENZ-UC	DPS System	Generalization (UseCase:UC-01 บันทึกข้อมูลแบบฟอร์มปรับ และ UseCase:บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัด จ้างแรงงาน)	Generalization from UseCase:UC-01 บันทึกข้อมูลแบบฟอร์มปรับ to UseCase: บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดจ้าง แรงงาน (0.0141)	ผ่าน
			UseCase:บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัด จ้างแรงงาน	UseCase:บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดจ้าง แรงงาน (0.0141)	ผ่าน
19	AGENZ-ACT		Generalization (Actor:AC-01 เจ้าหน้าที่ และ Actor:AC-06 เจ้าหน้าที่ ด้าน KPI)	Generalization from Actor:AC-01 เจ้าหน้าที่ to Actor:AC-06 เจ้าหน้าที่ด้าน KPI (0.0141)	ผ่าน
20	DGENZ-ACT	DPS System	Generalization (Actor:AC-01 เจ้าหน้าที่ และ Actor:AC-06 เจ้าหน้าที่ ด้าน KPI)	Generalization from Actor:AC-01 เจ้าหน้าที่ to Actor:AC-06 เจ้าหน้าที่ด้าน KPI (0.0141)	ผ่าน
			Actor:AC-03 เจ้าหน้าที่ด้านบริการ	Actor:AC-03 เจ้าหน้าที่ด้าน บริการ (0.0141)	ผ่าน

ตารางที่ จ.1 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
21	CGENZToINC	DPS System	Generalization (UseCase:UC-01 บันทึกข้อมูลแบบฟอร์มปรับ และ UseCase:บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัด จ้างแรงงาน)	Generalization from UseCase:UC-01 บันทึกข้อมูลแบบฟอร์มปรับ to UseCase: บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดจ้าง แรงงาน (0.0141)	ผ่าน
			UseCase:บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัด จ้างแรงงาน	UseCase:บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดจ้าง แรงงาน (0.0141)	ผ่าน
22	CGENZToEXT	Room Reservation	Generalization (UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้อง ประชุม และ UseCase:ตรวจสอบสิทธิ์ การจองห้องประชุม)	Generalization from UseCase:บันทึก แก้ไข หรือยกเลิก ข้อมูลการจองห้องประชุม to UseCase:ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้อง ประชุม (0.0151)	ผ่าน
			Sequence Diagram:ตรวจสอบสิทธิ์ การจองห้องประชุม	ตรวจสอบสิทธิ์การจองห้องประชุม [Sequence Diagram] (0.0135)	ผ่าน

ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพคลาส

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
23	AC	Room Reservation	Class:Material	Class:Material (0.0072)	ผ่าน
			Attribute:ID	Attribute:ID (0.0063)	ผ่าน
			Attribute:Name	Attribute:Name (0.0063)	ผ่าน
			Attribute:Status	Attribute:Status (0.0063)	ผ่าน
			Operation:Save()	Operation:Save() (0.0063)	ผ่าน
			Operation:Update()	Operation:Update() (0.0063)	ผ่าน
			Operation>Delete()	Operation>Delete() (0.0063)	ผ่าน
			Operation>ListAll()	Operation>ListAll() (0.0063)	ผ่าน
			Operation:GetMaterial()	Operation:GetMaterial() (0.0063)	ผ่าน
			Class:RoomReservation	Class:RoomReservation (0.0084)	ผ่าน
			Class:MaterialPage	Class:MaterialPage (0.0067)	ผ่าน
24	DC	DPS System	Class:Buyer	Class:Buyer (0.0088)	ผ่าน
			Attribute:BuyerId	Attribute:BuyerId (0.0088)	ผ่าน
			Attribute:BuyerCode	Attribute:BuyerCode (0.0088)	ผ่าน



ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพคลาส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
			Attribute:NameThai	Attribute:NameThai (0.0088)	ผ่าน
			Attribute:NameEnglish	Attribute:NameEnglish (0.0088)	ผ่าน
			Attribute:Email	Attribute:Email (0.0088)	ผ่าน
			Attribute:Division	Attribute:Division (0.0088)	ผ่าน
			Attribute:Position	Attribute:Position (0.0088)	ผ่าน
			Attribute:Tel	Attribute:Tel (0.0088)	ผ่าน
			Attribute:IsActive	Attribute:IsActive (0.0088)	ผ่าน
			Class:DPSForm	Class:DPSForm (0.0115)	ผ่าน
25	AF	Room Reservation	Attribute:AttachFiles	Attribute:AttachFiles (0.0076)	ผ่าน
			Class:RoomReservation	Class:RoomReservation (0.0102)	ผ่าน
			Class:UploadFile	Class:UploadFile (0.0088)	ผ่าน
26	DF	DPS System	Attribute:IsActive	Attribute:IsActive (0.0126)	ผ่าน
			Class:UserRole	Class:UserRole (0.0228)	ผ่าน

ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพคลาส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
27	CTF	DPS System	Attribute:NumOfFineDay	Attribute:NumOfFineDay (0.0136)	ผ่าน
			Class:DPSForm	Class:DPSForm (0.0183)	ผ่าน
			CalculateTotalFine()	CalculateTotalFine() (0.0136)	ผ่าน
28	CNF	DPS System	Attribute:TotalPOFineValue	Attribute:TotalPOFineValue (0.0136)	ผ่าน
			Class:DPSForm	Class:DPSForm (0.0183)	ผ่าน
			CalculateTotalFine()	CalculateTotalFine() (0.0136)	ผ่าน
29	AM	DPS System	Reset()	Reset() (0.0050)	ผ่าน
			Class:DPSFormPage	Class:DPSFormPage (0.0461)	ผ่าน
			Class:LinItemSubFormPage	Class:LinItemSubFormPage (0.0113)	ผ่าน
30	DM	DPS System	Page_Load()	Page_Load() (0.0050)	ผ่าน
			Class:DPSFormPage	Class:DPSFormPage (0.0461)	ผ่าน
			Class:LinItemSubFormPage	Class:LinItemSubFormPage (0.0113)	ผ่าน

ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพคลาส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
31	ARA	Room Reservation	Association (Class:Material และ Class:MaterialPage)	Association from Class:Material to Class:MaterialPage (0.0073)	ผ่าน
			Class:MaterialPage	Class:MaterialPage (0.0081)	ผ่าน
			Class:Material	Class:Material (0.0090)	ผ่าน
32	DRA	DPS System	Association (Class:DPSFormPage และ Class:LineItemSubFormPage)	Association from Class:DPSFormPage to Class:LineItemSubFormPage (0.0063)	ผ่าน
			Class:LineItemSubFormPage	Class:LineItemSubFormPage (0.0113)	ผ่าน
			Class:DPSFormPage	Class:DPSFormPage (0.0461)	ผ่าน
33	IMTA	DPS System	Association (Class:Approver และ Class:DPSForm)	Association from Class:Approver to Class:DPSForm (0.0046)	ผ่าน
			Class:DPSForm	Class:DPSForm (0.0087)	ผ่าน
			Class:Approver	Class:Approver (0.0055)	ผ่าน
34	DMTA	DPS System	Association (Class:Approver และ Class:DPSForm)	Association from Class:Approver to Class:DPSForm (0.0046)	ผ่าน

ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพคลาส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
			Class:DPSForm	Class:DPSForm (0.0087)	ผ่าน
			Class:Approver	Class:Approver (0.0055)	ผ่าน
35	CRAtoC	DPS System	Association (Class:Lineltem และ Class:ServiceLineltem)	Association from Class:Lineltem to Class:ServiceLineltem (0.0103)	ผ่าน
			Class:ServiceLineltem	Class:ServiceLineltem (0.0080)	ผ่าน
			Class:Lineltem	Class:Lineltem (0.0135)	ผ่าน
36	CRAtoAgg	Room Reservation	Aggregation (Class:Janitor และ Class:JanitorPage)	Aggregation from Class:Janitor to Class:JanitorPage (0.0073)	ผ่าน
			Class:JanitorPage	Class:JanitorPage (0.0095)	ผ่าน
37	CRAtoG	DPS System	Generalization (Class:DPSFormPage และ Class:LineltemSubFormPage)	Generalizationn from Class:DPSFormPage to Class:LineltemSubFormPage (0.0039)	ผ่าน
			Class:DPSFormPage	Class:DPSFormPage (0.0165)	ผ่าน
			Class:LineltemSubFormPage	Class:LineltemSubFormPage (0.0156)	ผ่าน

ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพคลาส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
38	ARAgg	Room Reservation	Aggregation (Class:RoomReservation และ Class:Material)	Aggregation from Class:RoomReservation to Class:Material (0.0073)	ผ่าน
			Class:RoomReservation	Class:RoomReservation (0.0102)	ผ่าน
39	DAgg	Room Reservation	Aggregation (Class:RoomReservation และ Class:Material)	Aggregation from Class:RoomReservation to Class:Material (0.0073)	ผ่าน
			Class:RoomReservation	Class:RoomReservation (0.0102)	ผ่าน
40	IMTAgg	DPS System	Aggregation (Class:Lineltem และ Class:ServiceLineltem)	Aggregation (Class:Lineltem และ Class:ServiceLineltem)	ผ่าน
			Class:Lineltem	Class:Lineltem (0.0249)	ผ่าน
41	DMTAgg	DPS System	Aggregation (Class:Lineltem และ Class:ServiceLineltem)	Aggregation (Class:Lineltem และ Class:ServiceLineltem)	ผ่าน
			Class:Lineltem	Class:Lineltem (0.0249)	ผ่าน

ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพคลาส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
42	CRAggttoA	Room Reservation	Aggregation (Class:RoomReservation และ Class:Material)	Aggregation from Class:RoomReservation to Class:Material (0.0073)	ผ่าน
			Class:RoomReservation	Class:RoomReservation (0.0102)	ผ่าน
43	CRAggttoC	DPS System	Aggregation (Class:DPSForm และ Class:LineItem)	Association from Class:DPSForm to Class:LineItem(0.0047)	ผ่าน
			Class:LineItem	Class:LineItem (0.0233)	ผ่าน
44	CRAggttoG	DPS System	Aggregation (Class:DPSForm และ Class:Vendor)	Aggregation from Class:DPSForm to Class:Vendor (0.0073)	ผ่าน
			Class:Vendor	Class:Vendor (0.0169)	ผ่าน
			Class:DPSForm	Class:DPSForm (0.0289)	ผ่าน
45	ARC	DPS System	Composited (Class:LineItem และ Class:MaterialLineItem)	Composited from Class:LineItem to Class:MaterialLineItem (0.0103)	ผ่าน
			Class:MaterialLineItem	Class:MaterialLineItem (0.0080)	ผ่าน
			Class:LineItem	Class:LineItem (0.0135)	ผ่าน

ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพคลาส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
46	DRC	DPS System	Composited (Class:LineItem และ Class:MaterialLineItem)	Composited from Class:LineItem to Class:MaterialLineItem (0.0103)	ผ่าน
			Class:MaterialLineItem	Class:MaterialLineItem (0.0080)	ผ่าน
			Class:LineItem	Class:LineItem (0.0135)	ผ่าน
47	IMTC	DPS System	Composited (Class:DPSForm และ Class:LineItem)	Composited from Class:DPSForm to Class:LineItem (0.0046)	ผ่าน
			Class:LineItem	Class:LineItem (0.0055)	ผ่าน
			Class:DPSForm	Class:DPSForm (0.0087)	ผ่าน
48	DMTC	DPS System	Composited (Class:DPSForm และ Class:LineItem)	Association from Class:DPSForm to Class:LineItem (0.0)	ผ่าน
			Class:DPSForm	Class:DPSForm (0.0121)	ผ่าน
49	CRCtoA	DPS System	Composited (Class:DPSForm และ Class:LineItem)	Association from Class:DPSForm to Class:LineItem (0.0)	ผ่าน
			Class:DPSForm	Class:DPSForm (0.0121)	ผ่าน

ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพคลาส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
50	CRCtoAgg	DPS System	Composited (Class:UserProfile และ Class:UserRole)	Composited from Class:UserProfile to Class:UserRole (0.0132)	ผ่าน
			Class:UserProfile	Class:UserProfile (0.0140)	ผ่าน
51	CRCtoG	DPS System	Composited (Class:DPSForm และ Class:LineItem)	Association from Class:DPSForm to Class:LineItem (0.0)	ผ่าน
			Class:LineItem	Class:LineItem (0.0055)	ผ่าน
52	ARG	DPS System	Generalization (Class:LineItemSubFormPage และ Class:MaterialPage)	Generalization from Class:LineItemSubFormPage to Class:MaterialPage(0.0046)	ผ่าน
			Class:MaterialPage	Class:MaterialPage (0.0049)	ผ่าน
53	DRG	DPS System	Generalization (Class:LineItemSubFormPage และ Class:MaterialPage)	Generalization from Class:LineItemSubFormPage to Class:MaterialPage(0.0046)	ผ่าน
			Class:MaterialPage	Class:MaterialPage (0.0049)	ผ่าน



ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพคลาส (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
54	CRGtoA	DPS System	Generalization (Class:HiringLinItem และ Class:LinItem)	Association from Class:HiringLinItem to Class:LinItem (0.0048)	ผ่าน
			Class:LinItem	Class:LinItem (0.0233)	ผ่าน
			Class:HiringLinItem	Class:HiringLinItem (0.0160)	ผ่าน
55	CRGtoAgg	DPS System	Generalization (Class:LinItem to Class:ServiceLinItem)	Association from Class:LinItem to Class:ServiceLinItem (0.0103)	ผ่าน
			Class:ServiceLinItem	Class:ServiceLinItem (0.0080)	ผ่าน
			Class:LinItem	Class:LinItem (0.0135)	ผ่าน
56	CRGtoC	DPS System	Generalization (Class:DPSFormPage และ Class:LinItemSubFormPage)	Generalizationn from Class:DPSFormPage to Class:LinItemSubFormPage (0.0039)	ผ่าน
			Class:DPSFormPage	Class:DPSFormPage (0.0165)	ผ่าน

ตารางที่ จ.3 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพลำดับ

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
57	ASQ	DPS System	Sequence Diagram:บันทึกแบบฟอร์ม ปรับการจัดซื้อวัสดุ	บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดซื้อวัสดุ [Sequence Diagram] (0.0092)	ผ่าน
			InteractionLifeLine:material:Class:MaterialPage	material:Class:MaterialPage[InteractionLifeLine] (0.0024)	ผ่าน
58	DSQ	DPS System	Sequence Diagram:บันทึกแบบฟอร์ม ปรับการจัดซื้อวัสดุ	บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดซื้อวัสดุ [Sequence Diagram] (0.0092)	ผ่าน
			InteractionLifeLine:material:Class:MaterialPage	material:Class:MaterialPage[InteractionLifeLine] (0.0024)	ผ่าน
59	AASQ	DPS System	Actor:AC-01 เจ้าหน้าที่	Actor:AC-01 เจ้าหน้าที่ (0.0026)	ผ่าน
			Class:Staff	Class:Staff (0.0115)	ผ่าน
60	DASQ	Room Reservation	Actor:ผู้ดูแลอาคาร	Actor:ผู้ดูแลอาคาร (0.0026)	ผ่าน
			Class:Janitor	Class:Janitor	ผ่าน

ตารางที่ จ.3 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพลำดับ (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
61	AOL	DPS System	InteractionLifeLine:dps:Class:DPSForm	dps:Class:DPSForm[InteractionLifeLine] (0.0073)	ผ่าน
			Sequence Diagram:บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดซื้อวัสดุ	บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดซื้อวัสดุ [Sequence Diagram] (0.0092)	ผ่าน
62	DOL	DPS System	InteractionLifeLine:lineltemsPage:Class:LinitemSubFormPage	lineltemsPage:Class:LinitemSubFormPage[InteractionLifeLine](0.0072)	ผ่าน
			Sequence Diagram:Penalty Form Management	Penalty Form Management[Sequence Diagram] (0.00136)	ผ่าน
63	ASMS	DPS System	Penalty Calculation[Sequence Diagram]/Sequence Number 7	Penalty Calculation[Sequence Diagram]/Sequence Number 7.(0.0024)	ผ่าน
			Sequence Diagram:Penalty Calculation	Penalty Calculation[Sequence Diagram] (0.0136)	ผ่าน

ตารางที่ จ.3 กรณีทดสอบและผลการทดสอบการตามรอยผลกระทบของแผนภาพลำดับ (ต่อ)

เลขที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลลัพธ์จริง	ผลการทดสอบ
64	DSMS	DPS System	บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดซื้อวัสดุ [Sequence Diagram]/Sequence Number 2. (0.0024)	บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดซื้อวัสดุ [Sequence Diagram]/Sequence Number 2. (0.0024)	ผ่าน
			Sequence Diagram:บันทึกแบบฟอร์ม ปรับการจัดซื้อวัสดุ	บันทึกแบบฟอร์มปรับการจัดซื้อวัสดุ [Sequence Diagram] (0.0092)	ผ่าน

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเอกพล อินทร์ภิรมย์ เกิดเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2530 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานครสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศจาก มหาวิทยาลัยกรุงเทพ เมื่อ พ.ศ. 2552 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2554