

การควบคุมเวอร์ชันบนสเต็มฐานข้อมูลและกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความ  
ต้องการเชิงฟังก์ชัน



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Version Control on Database Schema and Test Cases from Functional Requirements'  
Input Changes

Miss Parichat Kiatphao



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 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูลและกรณีทดสอบ  
จากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน  
โดย นางสาวปารีชาติ เกียรติเฝ้า  
สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมิ่นไชยศรี)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรชัย กลิตโรจน์วงศ์)

ปาริชาติ เกียรติเฒ่า : การควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูลและกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน (Version Control on Database Schema and Test Cases from Functional Requirements' Input Changes) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.ธรรมาทิพย์ สุวรรณศาสตร์, 138 หน้า.

ความต้องการเชิงฟังก์ชัน เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อกำหนดฟังก์ชันการทำงานของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้า แต่อย่างไรก็ตาม ความต้องการเชิงฟังก์ชันเหล่านั้นอาจมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นตลอดเวลา ระหว่างการพัฒนา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงย่อมส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ ตารางการตามรอยความต้องการ และสคีมาฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันนั้นๆ อีกด้วย

ดังนั้น เพื่อเตรียมรับมือกับผลกระทบหากการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหลายๆ ครั้ง วิทยานิพนธ์เล่มนี้จึงนำเสนอการควบคุมเวอร์ชัน สำหรับความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ สคีมาฐานข้อมูล และตารางการตามรอยความต้องการจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันโดยประยุกต์ใช้วิธีการควบคุมเวอร์ชันด้วยกลยุทธ์แบบย้อนกลับ นอกจากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชันตามที่นำเสนอ โดยเครื่องมือมีความสามารถนำเข้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่างๆ อีกทั้งสามารถจัดการการร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจากผู้ควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลง และยังสามารถรองรับการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดได้ สุดท้ายเครื่องมือได้ถูกนำไปทดสอบความถูกต้องกับ 3 กรณีศึกษา ผลที่ได้แสดงว่าเครื่องมือสามารถจัดการการเปลี่ยนแปลง และควบคุมเวอร์ชันตามที่คาดหวังได้อย่างถูกต้อง

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

# # 5870947021 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS: VERSION CONTROL / FUNCTIONAL REQUIREMENTS' INPUT CHANGES /  
DATABASE SCHEMA

PARICHAT KIATPHAO: Version Control on Database Schema and Test Cases  
from Functional Requirements' Input Changes. ADVISOR: ASSOC. PROF.  
TARATIP SUWANNASART, Ph.D., 138 pp.

Functional requirements are important components in software development. Functional requirements are used for specifying the functions of a software product in order to serve client's needs. However, it is possible that the functional requirements can be changed during the development. The changes obviously effect test cases, requirements traceability matrix, and database schema relates to the functional requirements' input.

In order to handle with the effect of multiple changes, this thesis proposes a version control of the functional requirements, test cases, requirements traceability matrix, and database schema from the changes of functional requirements' input by using backward versioning strategy. This thesis also presents the development of a supporting tool that applies the proposed version control. This tool allows users to import relevant data, manage change requests, control the version of the changed data, and cancel the latest change. Lastly, the supporting tool is validated with three case studies and the result shows that the supporting tool is able to manage the changes and control the version correctly.

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

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

Academic Year: 2016

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการดูแลเอาใจใส่ ความช่วยเหลือและความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาอันมีค่าคอยให้คำแนะนำปรึกษา ชี้แนะแนวทางการทำวิจัยอันเกิดประโยชน์อย่างยิ่งกับงานวิทยานิพนธ์นี้ ตลอดจนคอยตรวจทานปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง อีกทั้งยังให้ความรู้ในด้านต่างๆ ทั้งด้านวิชาการ ด้านประสบการณ์ชีวิต ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์จนทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินงานวิจัยจนประสบความสำเร็จ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์ ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมั่นไชยศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทำวิจัย เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณเหล่าคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชามอบความรู้ทางด้านวิชาการและด้านต่างๆ ที่ล้วนแล้วแต่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง อีกทั้งรวมถึงบุคลากรทุกท่านในภาควิชาฯ ที่คอยให้ข้อมูล คำแนะนำและความช่วยเหลือในระหว่างที่ผู้วิจัยกำลังศึกษาตลอดจนสอบวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาฯ ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และเป็นแรงสนับสนุนแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณบิดามารดาของผู้วิจัย ที่คอยสนับสนุนในการศึกษาเล่าเรียน และคอยให้กำลังใจเสมอมาซึ่งเป็นสิ่งที่มีค่าที่สุดแก่ผู้วิจัย

อนึ่ง ผู้วิจัยหวังว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย สำหรับข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ด
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.6 บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1.1 การควบคุมเวอร์ชัน (Version Control).....	6
2.1.2 กรณีทดสอบ (Test Case) .....	7
2.1.3 สคีมาฐานข้อมูล (Database Schema) .....	7
2.1.4 ตารางการตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Matrix) .....	8
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	8
2.2.1 งานวิจัย “An Efficient Method for Version Control of a Tree data Structure” [3].....	9

2.2.2 งานวิจัย “Impact Analysis to Database Schema and Test Cases from Inputs of Functional Requirement Changes” [1] .....	9
บทที่ 3 วิธีการควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	11
3.1 ภาพรวมวิธีการควบคุมเวอร์ชันฯ .....	11
3.1.1 นำเข้าข้อมูลตั้งต้น .....	12
3.1.2 วิเคราะห์และจัดเก็บรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ...	13
3.1.3 วิเคราะห์หาผลกระทบและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	15
3.1.4 จัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลงและควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลผลกระทบ .....	19
3.1.5 ดำเนินการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด .....	29
3.1.6 รายงานผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลง .....	31
บทที่ 4 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ .....	32
4.1 การออกแบบเครื่องมือสนับสนุน .....	32
4.1.1 แผนภาพยูสเคส .....	32
4.1.2 แผนภาพกิจกรรม .....	34
4.1.3 แผนภาพคลาส .....	38
4.1.4 แผนภาพลำดับ .....	51
4.1.5 แผนภาพการติดตั้ง .....	57
4.2 การพัฒนาเครื่องมือสนับสนุน .....	58
4.2.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ .....	58
4.2.2 โครงสร้างของฐานข้อมูล .....	58
4.2.3 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือสนับสนุน .....	62
บทที่ 5 การทดสอบเครื่องมือ .....	73
5.1 การทดสอบเครื่องมือ .....	73



5.1.1	กรณีศึกษาที่ 1 ระบบโรงพยาบาล .....	73
5.1.2	กรณีศึกษาที่ 2 ระบบร้านค้าออนไลน์.....	85
5.1.3	กรณีศึกษาที่ 3 ระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล.....	95
5.2	ผลการทดสอบเครื่องมือ.....	105
บทที่ 6	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	108
6.1	สรุปผลการวิจัย.....	108
6.2	ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	108
6.3	ข้อเสนอแนะและแนวทางการดำเนินงานต่อ .....	109
รายการอ้างอิง	.....	110
ภาคผนวก ก	รายละเอียดยูนิตของเครื่องมือ .....	112
ภาคผนวก ข	ตัวอย่างข้อมูลทดสอบเครื่องมือ.....	121
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	.....	138

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างข้อมูลนำเข้าของสคีมารฐานข้อมูล .....	13
ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันก่อนการเปลี่ยนแปลง .....	14
ตารางที่ 3-3 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	15
ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างประวัติการเปลี่ยนแปลงของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ .....	20
ตารางที่ 3-5 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันก่อนการเปลี่ยนแปลง .....	20
ตารางที่ 3-6 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันหลังการเปลี่ยนแปลง .....	20
ตารางที่ 3-7 ความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุด .....	21
ตารางที่ 3-8 ตัวอย่างกรณีทดสอบก่อนการเปลี่ยนแปลง .....	22
ตารางที่ 3-9 ตัวอย่างประวัติการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ .....	22
ตารางที่ 3-10 ตัวอย่างรายละเอียดของกรณีทดสอบหมายเลข TC-01 ที่ได้รับผลกระทบ .....	23
ตารางที่ 3-11 ตัวอย่างรายละเอียดของกรณีทดสอบหมายเลข TC-06 ที่ได้รับผลกระทบ .....	23
ตารางที่ 3-12 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของกรณีทดสอบก่อนการเปลี่ยนแปลง .....	24
ตารางที่ 3-13 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของกรณีทดสอบหลังการเปลี่ยนแปลง .....	24
ตารางที่ 3-14 ตัวอย่างกรณีทดสอบที่ถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุด .....	24
ตารางที่ 3-15 ตัวอย่างข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการก่อนการเปลี่ยนแปลง .....	25
ตารางที่ 3-16 ตัวอย่างประวัติการเปลี่ยนแปลงของตารางการตามรอยความต้องการ .....	25
ตารางที่ 3-17 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการก่อน เปลี่ยนแปลง .....	25
ตารางที่ 3-18 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการหลังเปลี่ยนแปลง ..	26
ตารางที่ 3-19 ข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการที่ถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุด .....	26
ตารางที่ 3-20 ตัวอย่างประวัติการเปลี่ยนแปลงของสคีมารฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ .....	26
ตารางที่ 3-21 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูลก่อนการเปลี่ยนแปลง .....	27

ตารางที่ 3-22 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของสคีมามาฐานข้อมูลหลังการเปลี่ยนแปลง .....	27
ตารางที่ 3-23 ข้อมูลสคีมามาฐานข้อมูลที่ถูกรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุด .....	28
ตารางที่ 3-24 ผลลัพธ์การค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ต้องการยกเลิก .....	29
ตารางที่ 3-25 ผลลัพธ์การค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบที่ต้องการยกเลิก .....	29
ตารางที่ 3-26 ผลลัพธ์การค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของตารางการตามรอยความต้องการ .....	30
ตารางที่ 3-27 ผลลัพธ์การค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของสคีมามาฐานข้อมูลที่ต้องการยกเลิก .....	30
ตารางที่ 5-1 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS_FR_01 ครั้งที่ 1 .....	74
ตารางที่ 5-2 ผลการปรับปรุงสคีมามาฐานข้อมูลที่รับผลกระทบเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการ เปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 ของระบบโรงพยาบาล .....	75
ตารางที่ 5-3 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS_FR_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุด จากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 .....	76
ตารางที่ 5-4 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS_TC_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการ เปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 .....	77
ตารางที่ 5-5 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS_TC_05 เป็นเวอร์ชันเริ่มต้น .....	77
ตารางที่ 5-6 ผลการปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการของระบบโรงพยาบาลเป็นเวอร์ชัน ล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 .....	78
ตารางที่ 5-7 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS_FR_01 ครั้งที่ 2 .....	78
ตารางที่ 5-8 ผลการปรับปรุงสคีมามาฐานข้อมูลที่รับผลกระทบเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการ เปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 ของระบบโรงพยาบาล .....	78
ตารางที่ 5-9 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS_FR_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุด จากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 .....	80
ตารางที่ 5-10 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS_FR_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุด จากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 .....	80

ตารางที่ 5-11 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS_TC_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	81
ตารางที่ 5-12 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS_TC_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	81
ตารางที่ 5-13 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS_TC_05 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	82
ตารางที่ 5-14 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS_FR_01 ครั้งที่ 3.....	82
ตารางที่ 5-15 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3 ของระบบโรงพยาบาล.....	83
ตารางที่ 5-16 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS_FR_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3.....	84
ตารางที่ 5-17 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS_TC_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3.....	84
ตารางที่ 5-18 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS_TC_05 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3.....	85
ตารางที่ 5-19 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS_FR_01.....	86
ตารางที่ 5-20 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 ของระบบร้านค้าออนไลน์ .....	87
ตารางที่ 5-21 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS_FR_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุด ..	87
ตารางที่ 5-22 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS_FR_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 .....	88
ตารางที่ 5-23 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข OS_TC_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1.....	88
ตารางที่ 5-24 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข OS_TC_06 เป็นเวอร์ชันเริ่มต้น.....	89

ตารางที่ 5-25 ผลการปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการของระบบร้านค้าออนไลน์เป็น เวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1.....	89
ตารางที่ 5-26 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS_FR_03.....	89
ตารางที่ 5-27 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลของระบบร้านค้าออนไลน์เป็นเวอร์ชันล่าสุดจาก การเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	91
ตารางที่ 5-28 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS_FR_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุด ..	92
ตารางที่ 5-29 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS_FR_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุด จากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	92
ตารางที่ 5-30 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข OS_TC_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการ เปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	93
ตารางที่ 5-31 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข OS_TC_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการ เปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	93
ตารางที่ 5-32 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข OS_TC_07 เป็นเวอร์ชันเริ่มต้น.....	93
ตารางที่ 5-33 ผลการปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการของระบบร้านค้าออนไลน์เป็น เวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	94
ตารางที่ 5-34 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR_FR_01.....	95
ตารางที่ 5-35 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคลเป็น เวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1.....	96
ตารางที่ 5-36 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR_FR_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุด จากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1.....	97
ตารางที่ 5-37 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR_FR_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุด จากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1.....	98
ตารางที่ 5-38 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR_FR_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุด จากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1.....	98

ตารางที่ 5-39 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HR_TC_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1.....	99
ตารางที่ 5-40 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HR_TC_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1.....	99
ตารางที่ 5-41 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HR_TC_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1.....	100
ตารางที่ 5-42 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR_FR_03.....	100
ตารางที่ 5-43 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคลเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	102
ตารางที่ 5-44 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR_FR_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	103
ตารางที่ 5-45 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HR_TC_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	103
ตารางที่ 5-46 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HR_TC_04 เป็นเวอร์ชันเริ่มต้น.....	104
ตารางที่ 5-47 ผลการปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคลเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2.....	104
ตารางที่ 5-48 สรุปผลการทดสอบเครื่องมือ.....	106
ตารางที่ ก-1 รายละเอียดยูสเคสลงชื่อเข้าใช้งาน.....	112
ตารางที่ ก-2 รายละเอียดยูสเคสจัดการโครงการ.....	112
ตารางที่ ก-3 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าข้อมูลตั้งต้น.....	113
ตารางที่ ก-4 รายละเอียดยูสเคสอัปเดตเพิ่มข้อมูล.....	113
ตารางที่ ก-5 รายละเอียดยูสเคสร้องขอการเปลี่ยนแปลง.....	114
ตารางที่ ก-6 รายละเอียดยูสเคสควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลง.....	115
ตารางที่ ก-7 รายละเอียดยูสเคสการจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลง.....	116

ตารางที่ ก-8 รายละเอียดยูสเคสรายงานผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลง .....	117
ตารางที่ ก-9 รายละเอียดยูสเคสร้องขอยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด .....	117
ตารางที่ ก-10 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดที่จะยกเลิก .....	118
ตารางที่ ก-11 รายละเอียดยูสเคสควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกย้อนกลับคืน.....	119
ตารางที่ ก-12 รายละเอียดยูสเคสรายงานผลลัพธ์การยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด .....	120
ตารางที่ ข-1 ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลตั้งต้นของระบบโรงพยาบาล.....	122
ตารางที่ ข-2 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยรายใหม่ .....	122
ตารางที่ ข-3 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับสร้างการนัดหมายพบแพทย์.....	123
ตารางที่ ข-4 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับเพิ่มข้อมูลแพทย์.....	123
ตารางที่ ข-5 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยรายใหม่แบบที่หนึ่ง .....	124
ตารางที่ ข-6 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยรายใหม่แบบที่สอง .....	124
ตารางที่ ข-7 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการสร้างการนัดหมายพบแพทย์ .....	125
ตารางที่ ข-8 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลแพทย์ .....	125
ตารางที่ ข-9 ตัวอย่างตารางการตามรอยความต้องการของระบบโรงพยาบาล .....	125
ตารางที่ ข-10 ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลตั้งต้นของระบบร้านค้าออนไลน์ .....	128
ตารางที่ ข-11 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลสินค้า.....	129
ตารางที่ ข-12 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการสร้างคำสั่งซื้อสินค้า.....	129
ตารางที่ ข-13 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการสร้างรายการสั่งซื้อสินค้า .....	130
ตารางที่ ข-14 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการค้นหาข้อมูลลูกค้า .....	130
ตารางที่ ข-15 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลสินค้า .....	131
ตารางที่ ข-16 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการสร้างคำสั่งซื้อสินค้า .....	131
ตารางที่ ข-17 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการสร้างรายการสั่งซื้อสินค้า .....	131
ตารางที่ ข-18 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการค้นหาข้อมูลลูกค้าแบบที่หนึ่ง.....	132

ตารางที่ ข-19 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการค้นหาข้อมูลลูกค้าแบบที่สอง .....	132
ตารางที่ ข-20 ตัวอย่างตารางการตามรอยความต้องการของระบบร้านค้าออนไลน์.....	132
ตารางที่ ข-21 ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลตั้งต้นของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล .....	133
ตารางที่ ข-22 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลงาน .....	134
ตารางที่ ข-23 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการค้นหาประวัติการทำงาน .....	135
ตารางที่ ข-24 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลพนักงาน .....	135
ตารางที่ ข-25 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลงาน .....	136
ตารางที่ ข-26 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการค้นหาประวัติการทำงาน .....	136
ตารางที่ ข-27 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลพนักงาน.....	136
ตารางที่ ข-28 ตัวอย่างตารางการตามรอยความต้องการของระบบสารสนเทศฝ่ายทรัพยากร บุคคล .....	137



## สารบัญรูป

รูปที่ 2-1 ตัวอย่างสคีมาฐานข้อมูลของระบบฐานข้อมูลมหาวิทยาลัย [7].....	8
รูปที่ 2-2 วิธีการควบคุมเวอร์ชันแบบโครงสร้างต้นไม้ [3].....	9
รูปที่ 3-1 ภาพรวมวิธีการควบคุมเวอร์ชัน.....	11
รูปที่ 3-2 ตัวอย่างข้อมูลรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงที่ส่งไปยังเว็บเซอร์วิสในรูปแบบของ JSON ...	16
รูปที่ 3-3 ตัวอย่างข้อมูลผลกระทบจำลองที่ได้รับจากเว็บเซอร์วิสในรูปแบบของ JSON.....	17
รูปที่ 3-4 ตัวอย่างคำสั่งเอสคิวแอลที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลสคีมาฐานข้อมูล .....	27
รูปที่ 3-5 ตัวอย่างผลลัพธ์จากชุดคำสั่งเอสคิวแอลของการสืบค้นคุณสมบัติของคอลัมน์.....	28
รูปที่ 4-1 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชัน .....	33
รูปที่ 4-2 แผนภาพกิจกรรมการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น .....	34
รูปที่ 4-3 แผนภาพกิจกรรมการร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	36
รูปที่ 4-4 แผนภาพกิจกรรมการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด .....	37
รูปที่ 4-5 แผนภาพคลาสแสดงโครงสร้างของเครื่องมือ .....	38
รูปที่ 4-6 โครงสร้างของคลาสเอนทิตีที่ถูกจัดกลุ่มตามแพ็คเกจ.....	39
รูปที่ 4-7 รายละเอียดของคลาส LoginUI และคลาส LoginController .....	40
รูปที่ 4-8 รายละเอียดของคลาส DashboardUI และ DashboardController .....	40
รูปที่ 4-9 รายละเอียดของคลาส ImportUI และ ImportController.....	41
รูปที่ 4-10 รายละเอียดของคลาส ChangeRequestUI และ ChangeManagementController..	41
รูปที่ 4-11 รายละเอียดของคลาส CancellationUI และ CancellationController .....	42
รูปที่ 4-12 รายละเอียดของคลาส User .....	42
รูปที่ 4-13 รายละเอียดของคลาส Project.....	43
รูปที่ 4-14 รายละเอียดของคลาส RequirementVersion.....	44

รูปที่ 4-15 รายละเอียดของคลาส RequirmentsInfo.....	44
รูปที่ 4-16 รายละเอียดของคลาส RequirementsInput.....	44
รูปที่ 4-17 รายละเอียดของคลาส TestCaseVersion.....	45
รูปที่ 4-18 รายละเอียดของคลาส TestCaseInfo .....	45
รูปที่ 4-19 รายละเอียดของคลาส TestCaseInput.....	46
รูปที่ 4-20 รายละเอียดของคลาส RTM Version.....	46
รูปที่ 4-21 รายละเอียดของคลาส RTMDetails .....	47
รูปที่ 4-22 รายละเอียดของคลาส DatabaseSchemaVersion.....	47
รูปที่ 4-23 รายละเอียดของคลาส DatabaseSchemaInfo .....	48
รูปที่ 4-24 รายละเอียดของคลาส ChangeRequest .....	48
รูปที่ 4-25 รายละเอียดของคลาส ChangeRequestInput.....	49
รูปที่ 4-26 รายละเอียดของคลาส RequirementsChangeHistory .....	49
รูปที่ 4-27 รายละเอียดของคลาส TestCaseChangeHistory .....	50
รูปที่ 4-28 รายละเอียดของคลาส SchemaChangeHistory .....	50
รูปที่ 4-29 รายละเอียดของคลาส RTMInfoChangeHistory.....	50
รูปที่ 4-30 รายละเอียดของคลาส RTMDetailChangeHistory .....	51
รูปที่ 4-31 แผนภาพลำดับเกี่ยวกับร้องขอการเปลี่ยนแปลง.....	52
รูปที่ 4-32 แผนภาพลำดับการควบคุมเวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูล.....	53
รูปที่ 4-33 แผนภาพลำดับการควบคุมเวอร์ชันของความต้อการเชิงฟังก์ชัน .....	54
รูปที่ 4-34 แผนภาพลำดับการควบคุมเวอร์ชันของกรณีทดสอบ.....	55
รูปที่ 4-35 แผนภาพลำดับการควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้อการ.....	56
รูปที่ 4-36 แผนภาพลำดับการจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลง .....	56
รูปที่ 4-37 แผนภาพการติดตั้งของเครื่องมือ.....	57

รูปที่ 4-38 แผนภาพอีอาร์ของเครื่องมือ .....	60
รูปที่ 4-39 แผนภาพวินโดว์เนวิกชันของเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชัน .....	61
รูปที่ 4-40 หน้าต่างลงชื่อเข้าใช้งาน.....	62
รูปที่ 4-41 หน้าต่างหลัก.....	63
รูปที่ 4-42 หน้าต่างสำหรับค้นหาข้อมูลโครงการ .....	64
รูปที่ 4-43 หน้าต่างสำหรับเพิ่มโครงการใหม่.....	65
รูปที่ 4-44 หน้าต่างค้นหาความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ตั้งต้น .....	65
รูปที่ 4-45 หน้าต่างนำเข้าความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ตั้งต้น .....	66
รูปที่ 4-46 หน้าต่างค้นหากรณีทดสอบที่ตั้งต้น.....	66
รูปที่ 4-47 หน้าต่างนำเข้ากรณีทดสอบที่ตั้งต้น .....	66
รูปที่ 4-48 หน้าต่างค้นหาสคีมาฐานข้อมูลที่ตั้งต้น .....	67
รูปที่ 4-49 หน้าต่างนำเข้าสคีมาฐานข้อมูลที่ตั้งต้น .....	67
รูปที่ 4-50 หน้าต่างค้นหาตารางการตามรอยความต้องการที่ตั้งต้น .....	68
รูปที่ 4-51 หน้าต่างนำเข้าตารางการตามรอยความต้องการที่ตั้งต้น.....	68
รูปที่ 4-52 หน้าต่างค้นหาความต้องการเชิงฟังก์ชันที่จะถูกเปลี่ยนแปลง .....	69
รูปที่ 4-53 หน้าต่างร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	70
รูปที่ 4-54 φόρμสำหรับเพิ่มอินพุต.....	70
รูปที่ 4-55 φόρμสำหรับแก้ไขรายละเอียดของอินพุต.....	71
รูปที่ 4-56 หน้าต่างค้นหารายการคำร้องขอเปลี่ยนแปลง .....	71
รูปที่ 4-57 หน้าต่างยกเลิกคำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุด .....	72
รูปที่ 5-1 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 ของระบบโรงพยาบาล.....	75
รูปที่ 5-2 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 ของระบบโรงพยาบาล .....	79
รูปที่ 5-3 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3 ของระบบโรงพยาบาล .....	83

รูปที่ 5-4 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 ของระบบร้านค้าออนไลน์.....	90
รูปที่ 5-5 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 ของระบบร้านค้าออนไลน์.....	94
รูปที่ 5-6 ผลลัพธ์เครื่องมือจากการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดของระบบร้านค้าออนไลน์.....	95
รูปที่ 5-7 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 ของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล .....	101
รูปที่ 5-8 ผลลัพธ์เครื่องมือจากการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด ของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล.....	102
รูปที่ 5-9 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 ของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล .....	105
รูปที่ ข-1 สคีมาฐานข้อมูลของระบบโรงพยาบาล .....	121
รูปที่ ข-2 ตัวอย่างข้อมูลผลกระทบที่ได้จากเว็บเซอร์วิสในรูปแบบข้อมูลชนิด JSON .....	126
รูปที่ ข-3 สคีมาฐานข้อมูลของระบบร้านค้าออนไลน์.....	127
รูปที่ ข-4 สคีมาฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล.....	133

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาในทุก ๆ ชั้นของวัฏจักรชีวิตการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น เกิดจากขั้นตอนการเก็บรวบรวมความต้องการที่ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้การออกแบบระบบไม่ครอบคลุมหรือไม่ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ ทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นในขณะที่กำลังพัฒนาซอฟต์แวร์ได้ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ได้อีกด้วย เช่น คู่แข่งทางการค้าปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ เป็นต้น ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอาจจะส่งผลกระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชัน (Functional Requirements) ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่ระบุถึงความสามารถหรือฟังก์ชันการทำงานของซอฟต์แวร์ที่จะต้องให้บริการ ความต้องการเชิงฟังก์ชันมักจะมีการระบุอินพุตที่ใช้ในการประมวลผลเพื่อให้ได้ข้อมูลส่งออกเป็นผลลัพธ์ตามที่ต้องการ โดยอินพุตที่ระบุไว้มักมีความสัมพันธ์กับลักษณะประจำ (Attribute) ของสคีมาฐานข้อมูล ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะหรือเงื่อนไขของอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน เช่นการแก้ไขความยาวข้อมูล หรือแก้ไขชนิดข้อมูล เป็นต้น ย่อมส่งผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูล

การทดสอบซอฟต์แวร์เป็นหนึ่งในกระบวนการที่สำคัญของการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพราะเป็นกระบวนการที่จะช่วยให้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมา มีความถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ ดังนั้นกรณีทดสอบจึงถูกนำมาใช้ทดสอบการทำงานเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการเชิงฟังก์ชันที่กำหนดไว้ ดังนั้นเมื่ออินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันถูกเปลี่ยนแปลงย่อมทำให้กรณีทดสอบได้รับผลกระทบด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ถ้าหากกรณีทดสอบได้รับผลกระทบ ตารางการตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Matrix: RTM) ที่ใช้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันและกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้องก็อาจจะได้รับผลกระทบอีกด้วย ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นบ่อยครั้งทำให้มีข้อมูลหลากหลายเวอร์ชัน เพราะฉะนั้นการควบคุมเวอร์ชันจึงเป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้สำหรับจัดการการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้น

ซึ่งเดิมได้มีงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่นำเสนอวิธีการวิเคราะห์หาผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูลและกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยมีการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันและกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ [1] แต่จะเป็นการปรับปรุงข้อมูลใหม่ทับข้อมูลเก่าเสมอโดยไม่มีการจัดเก็บข้อมูลเดิมก่อนการเปลี่ยนแปลงไว้ ดังนั้นถ้าต้องการนำข้อมูลเก่ามาใช้งาน

ไม่สามารถทำได้เพราะเข้าถึงได้เพียงข้อมูลล่าสุดเท่านั้น นอกจากนี้ถ้าการเปลี่ยนแปลงเกิดข้อผิดพลาดขึ้นก็จะยากที่ย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้า

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการควบคุมเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ ตารางการตามรอยความต้องการ และสคีมาฐานข้อมูล จากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยออกแบบวิธีการบันทึกเวอร์ชันของข้อมูลแต่ละเวอร์ชันให้มีความสัมพันธ์เชื่อมต่อกันแบบเชิงเส้น และนำแนวคิดของการทำเวอร์ชันแบบย้อนกลับ (Backward Versioning) มาประยุกต์ใช้ในลักษณะของโครงสร้างข้อมูล เพื่อให้สามารถทำการย้อนกลับเวอร์ชันได้ในกรณีที่ต้องการยกเลิกการเปลี่ยนแปลง และพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนตามการควบคุมเวอร์ชันที่นำเสนอ

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อนำเสนอการควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูลและกรณีทดสอบ จากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. การควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูลและกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจะถูกนำไปพัฒนาเป็นเครื่องมือสนับสนุนโดยมีความสามารถดังต่อไปนี้

- 1.1. สามารถป้อนรายการคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันได้ โดยรองรับการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 3 แบบดังนี้

- 1) การเพิ่มอินพุต
- 2) การลบอินพุต
- 3) การแก้ไขคุณลักษณะหรือเงื่อนไขข้อบังคับของอินพุต ได้แก่
  - การเปลี่ยนแปลงค่าว่าง
  - การเปลี่ยนแปลงค่าที่ไม่ซ้ำกัน (Unique)
  - การเปลี่ยนแปลงค่าโดยปริยาย (Default)
  - การเปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูล
  - การเปลี่ยนแปลงความยาวข้อมูล
  - การเปลี่ยนแปลงค่าต่ำสุด (ในกรณีที่ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข)
  - การเปลี่ยนแปลงค่าสูงสุด (ในกรณีที่ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข)

- 1.2. สามารถบันทึกและควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันในลักษณะของการทำเวอร์ชันแบบย้อนกลับ

หลังจากที่เว็บเซอร์วิสประมวลผลเพื่อวิเคราะห์หาผลกระทบและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งข้อมูลผลกระทบที่ได้รับประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน
- 2) ข้อมูลกรณีทดสอบ
- 3) ข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการ
- 4) ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลเป้าหมาย

1.3. สามารถยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด โดยจะย้อนข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันกรณีทดสอบ ตารางการตามรอยความต้องการ และสคีมาฐานข้อมูล ให้กลับคืนเวอร์ชันเดิมก่อนการเปลี่ยนแปลงได้

2. เครื่องมือรองรับการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นล่าสุดเท่านั้นและสามารถยกเลิกต่อเนื่องกันได้อย่างน้อย 3 การเปลี่ยนแปลง
3. สำหรับขั้นตอนการวิเคราะห์หาผลกระทบและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง เป็นความรับผิดชอบในส่วนของเซอร์วิสที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในรูปแบบของสตัป (Stub) ซึ่งมีหน้าที่ในการนำเข้าและส่งออกข้อมูลตามข้อ 1.2
4. อินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันทั้งหมดในระบบจะต้องมีชื่อที่ไม่ซ้ำกัน
5. เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะถูกนำไปทดสอบความถูกต้องอย่างน้อย 3 กรณี เพื่อให้ครอบคลุมการทำงานตามวิธีการที่นำเสนอ ได้แก่
  - 5.1. ทดสอบการควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ครอบคลุมรูปแบบการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 แบบตามข้อ 1.1
  - 5.2. ทดสอบการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงและการย้อนกลับคืนข้อมูล
  - 5.3. ทดสอบการควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงและสลับกับการยกเลิกการเปลี่ยนแปลง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการบันทึกเวอร์ชัน

#### 1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษางานที่เกี่ยวข้อง
  - 1.1. ศึกษาโครงสร้างวิธีการบันทึกเวอร์ชันของข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบตารางการตามรอยความต้องการ และสคีมาฐานข้อมูล
  - 1.2. ศึกษาวิธีการจัดการการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
2. กำหนดแนวคิดและขอบเขตความสามารถ
3. ออกแบบเครื่องมือสนับสนุน
  - 3.1. ออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
  - 3.2. ออกแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล
  - 3.3. ออกแบบโครงสร้างเครื่องมือ
4. พัฒนาเครื่องมือสำหรับควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันตามที่ได้ออกแบบไว้
5. ทดสอบการทำงานของเครื่องมือที่พัฒนา
6. ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือ
7. สรุปและประเมินผลการทดสอบ
8. จัดทำวิทยานิพนธ์และนำเสนอบทความวิชาการ

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องมือสนับสนุนที่ถูกพัฒนาขึ้นจากวิธีที่นำเสนอสามารถช่วยจัดการและควบคุมข้อมูลที่เกิดผลกระทบขึ้นหลากหลายเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน เพื่อให้ข้อมูลนั้นมีความต้องการกันและถูกต้อง
2. ช่วยลดความผิดพลาดในการย้อนคืนข้อมูล สำหรับกรณีที่ต้องการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น



## 1.6 บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

งานวิจัยนี้ได้รับคัดเลือกและตีพิมพ์เป็นบทความวิชาการเรื่อง “Version Control on Database Schema and Test Cases from Functional Requirements’ Input Changes” โดย ปาริชาติ เกียรติแผ้ว และ ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ ในการประชุมวิชาการ “The 25<sup>th</sup> International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS 2017)” ระหว่างวันที่ 15-17 มีนาคม 2560 ณ โรงแรม เดอะ รอยัล การ์เด้น เมืองเกาลูน เขตบริหารพิเศษฮ่องกงแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 การควบคุมเวอร์ชัน (Version Control)

ในด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ การควบคุมเวอร์ชันเป็นงานที่ทำหายและสำคัญอย่างหนึ่งในขั้นตอนของการพัฒนาและบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ ซึ่งประกอบไปด้วยกิจกรรมหรือวิธีการสำหรับจัดการการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดในทุกๆ ช่วงของการพัฒนาซอฟต์แวร์และบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ [2] เพื่อควบคุมความหลากหลายของเวอร์ชัน ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงสถานะ ณ ช่วงเวลาหนึ่งของซอฟต์แวร์ โดยที่การควบคุมเวอร์ชันจะมุ่งเน้นในการดูแลรักษาส่วนประกอบของซอฟต์แวร์เวอร์ชันเก่า ก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงและสร้างเวอร์ชันใหม่ขึ้นมา [3]

วิธีการควบคุมเวอร์ชันสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) วิธีคัดลอกแบบสมบูรณ์ (Full Copy) คือวิธีดูแลรักษาเวอร์ชันของส่วนประกอบของซอฟต์แวร์แบบทั้งหมด ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกสร้างด้วยการคัดลอกให้เป็นไฟล์ใหม่ด้วยชื่อเดียวกันแต่มีเลขเวอร์ชันที่แตกต่างกัน จึงเป็นวิธีที่ง่ายต่อการค้นคืนเวอร์ชันก่อนหน้าได้แบบตรงไปตรงมา แต่อย่างไรก็ตามการจัดเก็บเวอร์ชันด้วยวิธีนี้ ก็จะทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บ

2) วิธีการเดลต้า (Delta) [4] คือวิธีการดูแลรักษาเวอร์ชันแบบที่มีการจัดเก็บเพียงหนึ่งเวอร์ชันที่สมบูรณ์และส่วนที่แตกต่างกันระหว่างเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลง (แทนด้วยสัญลักษณ์เดลต้าหรือ  $\Delta$ ) กำหนดให้  $CV_x(n)$  คือเลขเวอร์ชัน  $n$  ของส่วนประกอบ  $x$  โดยที่  $n_0$  คือเวอร์ชันที่เก่าที่สุด  $CV$  แทนเวอร์ชันที่สมบูรณ์ และ  $\Delta_x(k, k')$  แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงหรือเดลต้าระหว่างเวอร์ชัน  $k$  และ  $k'$  ของส่วนประกอบ  $x$  โดยการจัดการเวอร์ชันแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่

- Forward Versioning คือ กลยุทธ์การควบคุมเวอร์ชันในลักษณะที่มีการเก็บเวอร์ชันแรกสุดเป็นเวอร์ชันที่สมบูรณ์ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงจะเก็บเฉพาะส่วนที่แตกต่างกับเวอร์ชันก่อนหน้าไปเรื่อยๆ ตัวอย่างเช่น

$$\text{Version}(X) = (\Delta_x(n, n-1), \Delta_x(n-1, n-2), \dots, \Delta_x(n_0+1, n_0), CV_x(n_0))$$

- Backward Versioning คือ กลยุทธ์ที่ดำเนินการในทิศทางตรงกันข้าม ตัวอย่างเช่น

$$\text{Version}(X) = (CV_x(n), \Delta_x(n, n-1), \Delta_x(n-1, n-2), \dots, \Delta_x(n_0+1, n_0))$$

แต่เนื่องจากเวอร์ชันที่เป็นปัจจุบันมักจะถูกนำมาใช้มากกว่า จากการพิจารณาทำให้ทราบว่าการใช้แบบ backward versioning นั้นเหมาะสำหรับการควบคุมเวอร์ชันมากกว่า เพราะสามารถทำให้เข้าถึงเวอร์ชันปัจจุบันได้รวดเร็วกว่า

เวอร์ชันจะถูกทำให้เห็นถึงความแตกต่างโดยใช้ตัวระบุเวอร์ชัน (Version Identifiers) ลักษณะการควบคุมและชนิดของเวอร์ชันแบ่งได้ 3 แบบคือ แบบต่อเนื่อง (Successive Version) แบบคู่ขนาน (Parallel Version) และแบบรวม (Composed Version) [5]

อย่างไรก็ตามกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ในบางองค์กรยังคงขาดการนำวิธีการควบคุมเวอร์ชันไปใช้ โดยยังคงมีการจัดเก็บข้อมูลหรือไฟล์ก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของแฟ้มสำรอง (Backup File) หรือบางกรณีอาจไม่มีการจัดเก็บแฟ้มสำรองไว้เลยมีเพียงข้อมูลหรือไฟล์เวอร์ชันล่าสุดเท่านั้น ดังนั้นเมื่อมีข้อมูลหลายเวอร์ชันมาอยู่รวมกันอาจทำให้ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ ทำให้เมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้นจึงยากที่จะแก้ไขและเปลี่ยนแปลงในภายหลัง

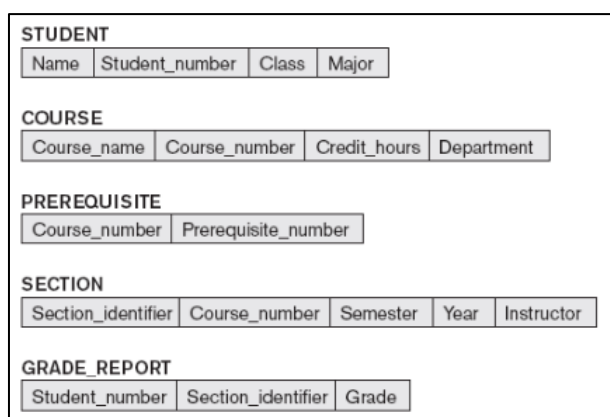
### 2.1.2 กรณีทดสอบ (Test Case)

กรณีทดสอบ [6] เป็นข้อมูลหรือเอกสารที่ออกแบบโดยผู้ทดสอบ (Tester) เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของโปรแกรมให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยตรวจสอบความถูกต้องว่าสอดคล้องตามความต้องการที่กำหนดไว้หรือไม่ กรณีทดสอบประกอบด้วยโครงสร้างดังต่อไปนี้

- หมายเลขกรณีทดสอบ (Test Case ID)
- เงื่อนไขก่อนเริ่มทำการทดสอบ (Preconditions)
- ข้อมูลนำเข้าที่ใช้ทดสอบ (Input)
- ประเภทของกรณีทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กรณีที่ถูกต้อง (Valid) และกรณีที่ไม่ถูกต้อง (Invalid)
- ผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected Output)

### 2.1.3 สคีมาฐานข้อมูล (Database Schema)

สคีมาฐานข้อมูล คือ โครงสร้างของฐานข้อมูลหรือนิยามข้อมูล ซึ่งเป็นโครงร่างที่ได้จากการออกแบบฐานข้อมูล โดยมีการกำหนดว่าฐานข้อมูลประกอบด้วยตารางข้อมูลอะไรบ้าง คุณลักษณะของข้อมูลในแต่ละคอลัมน์เป็นอย่างไร และมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอย่างไร แสดงตัวอย่างสคีมาฐานข้อมูลดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 ตัวอย่างสคีมาฐานข้อมูลของระบบฐานข้อมูลมหาวิทยาลัย [7]

ตัวอย่างสคีมาฐานข้อมูลของระบบฐานข้อมูลมหาวิทยาลัย แสดงดังรูปที่ 2-1 ซึ่งประกอบด้วย ตารางจัดเก็บข้อมูลนักเรียน (STUDENT) ประกอบด้วยคอลัมน์ ดังต่อไปนี้ ชื่อ รหัสนักศึกษา ชั้นปี และสาขาวิชาหลัก ตารางจัดเก็บข้อมูลวิชาเรียน (COURSE) ประกอบด้วยคอลัมน์ ดังต่อไปนี้ รหัสวิชา ชื่อวิชา จำนวนชั่วโมง และคณะที่รับผิดชอบ ตารางจัดเก็บข้อมูลวิชาเรียนที่ต้องผ่านก่อน (PREREQUISITE) ประกอบด้วยคอลัมน์ ดังต่อไปนี้ รหัสวิชา และรหัสวิชาที่ต้องเรียนก่อน ตารางจัดเก็บข้อมูลตอนเรียน (SECTION) ประกอบด้วยคอลัมน์ ดังต่อไปนี้ รหัสตอนเรียน รหัสวิชา ปีการศึกษา ปี และผู้สอน และตารางจัดเก็บข้อมูลรายงานผลการเรียน (GRADE\_REPORT) ประกอบด้วยคอลัมน์ ดังต่อไปนี้ รหัสนักศึกษา รหัสตอนเรียน และเกรดที่ได้รับ นอกจากนี้ คุณลักษณะของข้อมูลในแต่ละคอลัมน์ จะถูกกำหนดด้วยชนิดข้อมูล ความยาวข้อมูล หรือเงื่อนไขข้อบังคับต่าง ๆ เป็นต้น

#### 2.1.4 ตารางการตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Matrix)

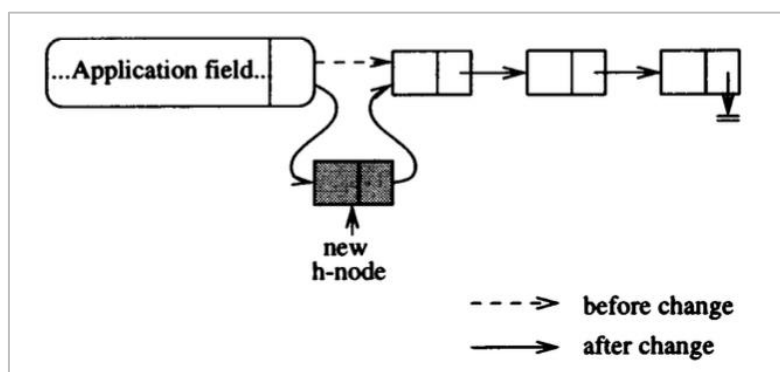
เอกสารการตามรอยความต้องการ เป็นเอกสารที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสอง ผลผลิตของกระบวนการการพัฒนาหรือมากกว่าสองขึ้นไป [8] ตัวอย่างเช่นเมทริกซ์ที่ใช้บันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและกรณีทดสอบที่เป็นส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ใด ๆ เพื่อใช้ในการติดตามตามรอยตลอดวงจรชีวิตของความต้องการ โดยเป็นเอกสารที่มีความสำคัญในการทวนสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าทุกความต้องการที่กำหนดไว้ในระบบได้มีการทดสอบครบทุกประเด็นแล้วหรือไม่

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมี 2 รายการได้แก่ งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้วิธีการของการควบคุมเวอร์ชัน และงานวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 2.2.1 งานวิจัย “An Efficient Method for Version Control of a Tree data Structure” [3]

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีสำหรับการจัดการและควบคุมเวอร์ชันโดยใช้รูปแบบโครงสร้างต้นไม้ด้วยวิธีที่เรียกว่า HiP (History in Parent) มีลักษณะการทำงานคือ วิธีนี้จะจัดเก็บข้อมูลล่าสุดเป็นเวอร์ชันที่สมบูรณ์ และเวอร์ชันเก่าก่อนหน้าจะถูกสร้างมาจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะกลายเป็นประวัติการเปลี่ยนแปลงและถูกจัดเก็บไว้ยังโหนดพ่อแม่ (Parent Node) ในรูปแบบลำดับของตัวชี้ (Pointer) ไปยังโหนดต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 วิธีการควบคุมเวอร์ชันแบบโครงสร้างต้นไม้ [3]

รูปที่ 2-2 แสดงวิธีการควบคุมเวอร์ชันแบบ HiP ที่ใช้กลยุทธ์ของ backward versioning กล่าวคือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจะทำการสร้างข้อมูลเวอร์ชันใหม่ (New h-node) แล้วให้ตัวชี้ของโหนดใหม่ชี้ไปยังข้อมูลเวอร์ชันก่อนหน้า จะได้ว่าโหนดดังกล่าวที่เป็นโหนดใบ (Leaf Node) คือข้อมูลที่เป็นเวอร์ชันปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้นำเสนอวิธีแบบโครงสร้างต้นไม้สำหรับการควบคุมเวอร์ชันในมุมมองของการดูแลรักษาซอร์สโค้ด ดังนั้นผู้วิจัยจะนำเอาเฉพาะวิธีการบันทึกประวัติการเปลี่ยนแปลง (Save\_History Algorithm) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในวิธี HiP จากงานวิจัยนี้มาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างวิธีสำหรับการควบคุมเวอร์ชันของผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

## 2.2.2 งานวิจัย “Impact Analysis to Database Schema and Test Cases from Inputs of Functional Requirement Changes” [1]

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์หาผลกระทบต่อสคีมฐานข้อมูลและกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยนำเข้าเอกสารความต้องการเชิงฟังก์ชันสองเวอร์ชัน จากนั้นวิเคราะห์หาผลกระทบต่อสคีมฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้า แล้วสร้างชุดคำสั่งเอสคิวแอล เพื่อปรับปรุงสคีมฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ จากนั้นวิเคราะห์

หาผลกระทบของกรณีทดสอบที่สัมพันธ์กับความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยใช้ตารางการตามรอยความต้องการซึ่งเป็นตารางที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและกรณีทดสอบ ดังนั้นถ้าหากข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันถูกเปลี่ยนแปลงย่อมส่งผลให้กรณีทดสอบจะถูกปรับปรุงแก้ไขตามด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้คือ ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน แต่มีข้อจำกัดที่ว่า ข้อมูลเดิมก่อนการเปลี่ยนแปลงในแต่ละครั้งไม่ได้ถูกจัดเก็บไว้ สามารถใช้งานได้เฉพาะข้อมูลล่าสุดเท่านั้น

ดังนั้นจากงานวิจัยดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้มาพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของการควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลผลกระทบ ได้แก่ ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน ข้อมูลกรณีทดสอบ ข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการ และข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการ เพื่อให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง และสามารถย้อนกลับคืนเวอร์ชันของข้อมูลในกรณีที่ต้องการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น



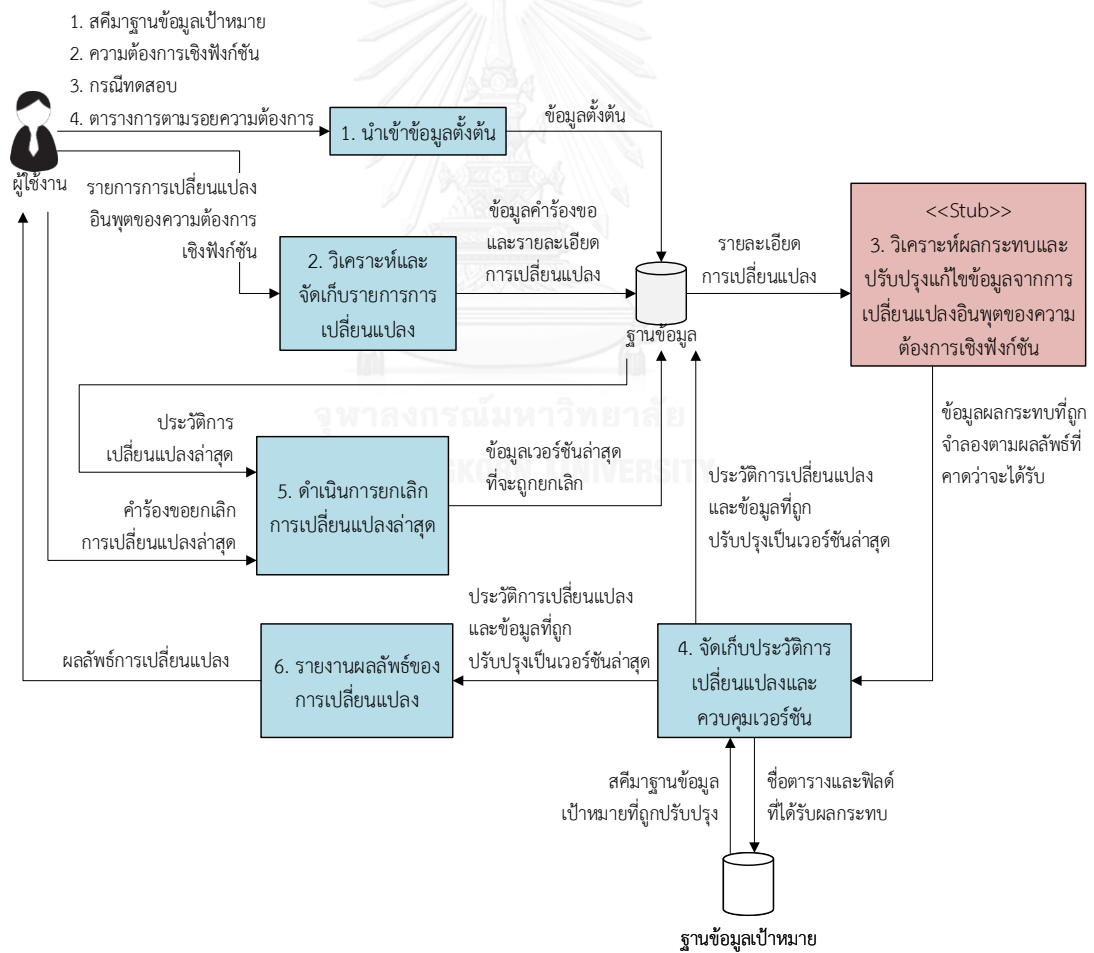
### บทที่ 3

## วิธีการควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

ในบทนี้จะอธิบายวิธีการควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนต่อไป มีรายละเอียดดังนี้

### 3.1 ภาพรวมวิธีการควบคุมเวอร์ชัน

ภาพรวมวิธีการควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ประกอบด้วย 6 ส่วนการทำงาน แสดงดังรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 ภาพรวมวิธีการควบคุมเวอร์ชัน

รูปที่ 3-1 แสดงถึงภาพรวมวิธีการควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 6 ส่วนการทำงาน โดยเริ่มต้นจาก (1) ผู้ใช้นำเข้าข้อมูลตั้งต้นเข้าสู่ฐานข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลสคีมาฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการ สำหรับการร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันในงานวิจัยนี้จะครอบคลุมทั้งการเปลี่ยนแปลงในลักษณะของการเพิ่มอินพุตใหม่ การลบอินพุต และการแก้ไขคุณลักษณะของอินพุต ส่วนถัดมาคือ (2) วิเคราะห์และจัดเก็บรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ผลลัพธ์ที่ได้คือ ข้อมูลคำร้องขอเปลี่ยนแปลง (Change Request) จะถูกบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้า (3) ส่งไปยังเว็บเซอร์วิสภายนอกซึ่งถูกพัฒนาเป็นสตัปเพื่อวิเคราะห์หาผลกระทบและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง แต่อย่างไรก็ตามเว็บเซอร์วิสจะจำลองข้อมูลผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับตามรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตที่ส่งไปเท่านั้น ประกอบไปด้วยข้อมูลสคีมาฐานข้อมูล ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน ข้อมูลกรณีทดสอบ และข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบ จากนั้นนำข้อมูลผลกระทบ (4) จัดเก็บเป็นประวัติการเปลี่ยนแปลงและดำเนินการควบคุมเวอร์ชัน ซึ่งข้อมูลจะถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันถัดไป นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นล่าสุดสามารถถูกร้องขอยกเลิกได้ (5) สำหรับการดำเนินการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด จะวิเคราะห์จากข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงล่าสุดนำมาประมวลผลเพื่อวิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดที่จะต้องถูกยกเลิกและย้อนข้อมูลกลับคืนไปยังเวอร์ชันก่อนหน้า สุดท้ายเมื่อการร้องขอเปลี่ยนแปลงหรือการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดเสร็จสิ้น (6) รายงานผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแจ้งผู้ใช้ให้รับทราบต่อไป

### 3.1.1 นำเข้าข้อมูลตั้งต้น

ผู้ใช้ดำเนินการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น ได้แก่

- 1) สคีมาฐานข้อมูลเป้าหมาย ได้แก่ ชื่อตาราง ชื่อคอลัมน์ ชนิดข้อมูล (Data Type) ความยาวข้อมูล (Data Length) สเกลหรือความยาวของหลักทศนิยม (Scale) และเงื่อนไขข้อบังคับ ได้แก่ ค่าคีย์หลัก (Primary Key) ค่าที่ไม่ซ้ำกัน (Unique) ค่าว่าง (NOT NULL) ค่าโดยปริยาย (Default) ค่าต่ำสุด (Min) และค่าสูงสุด (Max) ตัวอย่างข้อมูลนำเข้าสคีมาฐานข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3-1
- 2) ความต้องการเชิงฟังก์ชัน ประกอบด้วย หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน และคำอธิบายของความต้องการเชิงฟังก์ชัน รวมถึงรายการอินพุตที่ซึ่งประกอบไปด้วย ชื่ออินพุต ชื่อตาราง และคอลัมน์ของฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน



- 3) กรณีทดสอบ ประกอบด้วย หมายเลขกรณีทดสอบ ประเภทของกรณีทดสอบ รวมถึงรายการข้อมูลนำเข้า โดยแต่ละรายการประกอบด้วยชื่ออินพุต และข้อมูลทดสอบ
- 4) ตารางการตามรอยความต้องการ ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันและกรณีทดสอบ (โดยกรณีทดสอบหนึ่งจะต้องสัมพันธ์กับความต้องการเชิงฟังก์ชันเพียงความต้องการเดียวเท่านั้น)

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างข้อมูลนำเข้าของสคีมารฐานข้อมูล

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ความยาว	สกุล	ค่าที่ไม่ซ้ำ	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
STUDENT	STUDENT_ID	VARCHAR	10	-	Y	-	Y	-	-
STUDENT	FNAME	VARCHAR	45	-	N	-	Y	-	-
STUDENT	LNAME	VARCHAR	45	-	N	-	Y	-	-
STUDENT	MOBILE	VARCHAR	15	-	N	-	N	-	-
STUDENT	BIRTH_DATE	DATE	-	-	N	-	Y	-	-
STUDENT	YEAR	INT	-	-	N	1	Y	1	4

ตารางที่ 3-1 แสดงตัวอย่างข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลที่จะถูกนำเข้าเป็นข้อมูลตั้งต้นซึ่งจะถูกกำหนดให้เป็นเวอร์ชันเริ่มต้นโดยปริยาย

### 3.1.2 วิเคราะห์และจัดเก็บรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงบนอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยที่ความต้องการเชิงฟังก์ชันจะประกอบด้วยอินพุตหลายรายการที่มีชื่อไม่ซ้ำกัน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจะถูกกระทำได้ใน 3 ลักษณะคือ การเพิ่มอินพุตใหม่ การลบอินพุตเดิมออกจากความต้องการเชิงฟังก์ชันนั้น ๆ และการแก้ไขคุณลักษณะของอินพุต ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในแต่ละครั้งจะดำเนินการได้ที่ละหนึ่งความต้องการเชิงฟังก์ชันแต่สามารถร้องขอเปลี่ยนแปลงได้หลายอินพุต

เมื่อผู้ใช้ป้อนรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันเรียบร้อยแล้ว จากนั้นวิเคราะห์รายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และบันทึกข้อมูลคำร้องขอเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้ ได้แก่ ชื่ออินพุตที่ถูกเปลี่ยนแปลง ประเภทของการเปลี่ยนแปลง (เพิ่ม ลบ และแก้ไข) และรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงอินพุต ตัวอย่างข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันก่อนการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะแสดงดังตารางที่ 3-2

ตัวอย่างข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันก่อนการเปลี่ยนแปลงหมายเลข FR\_01 เวอร์ชัน 1 สำหรับเพิ่มข้อมูลนิสิตประกอบด้วย 8 อินพุต นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันทั้ง 3 แบบ ได้แก่

- *การเพิ่ม* หมายถึง การเพิ่มอินพุตใหม่ โดยจะต้องระบุ ชื่ออินพุต ชื่อตาราง และชื่อคอลัมน์ของสคีมาฐานข้อมูลที่สัมพันธ์กัน ชนิดข้อมูล ความยาวข้อมูล และเงื่อนไขข้อบังคับต่าง ๆ เช่น ค่าว่าง ค่าโดยปริยาย ค่าที่ไม่ซ้ำ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด เป็นต้น
- *การลบ* หมายถึง การลบอินพุตที่เลือกออกจากความต้องการเชิงฟังก์ชัน
- *การแก้ไข* คือ การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของอินพุต ได้แก่ ชนิดข้อมูล ความยาวข้อมูล และเงื่อนไขข้อบังคับต่าง ๆ ได้แก่ ค่าว่าง ค่าโดยปริยาย ค่าที่ไม่ซ้ำ ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด

ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันก่อนการเปลี่ยนแปลง

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		FR-01							
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน		Add a new student information							
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน		1							
รายการอินพุต							ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล		
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่ซ้ำ	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Student Id	VARCHAR	10	Y	-	Y	-	-	STUDENT	STUDENT_ID
First Name	VARCHAR	45	N	-	Y	-	-	STUDENT	FNAME
Last Name	VARCHAR	45	N	-	Y	-	-	STUDENT	LNAME
Fac No	VARCHAR	2	N	-	Y	-	-	FACULTY	FAC_NO
Dept No	VARCHAR	2	N	-	Y	-	-	DEPARTMENT	DEPT_NO
Year	INT	-	N	1	Y	1	4	STUDENT	YEAR
Phone No	VARCHAR	15	N	-	N	-	-	STUDENT	MOBILE
Birth Date	DATE	-	N	-	Y	-	-	STUDENT	BIRTH_DATE

ตารางที่ 3-3 แสดงตัวอย่างรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 รายการ ได้แก่ (1) การแก้ไขอินพุต *Student Id* เปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูลจากเดิม “VARCHAR” เป็น “NVARCHAR” และความยาวข้อมูลจากเดิม “10” เป็น “9” (2) การแก้ไขอินพุต *Year* เปลี่ยนแปลงค่าสูงสุดจากเดิม “4” เป็น “8” (3) การลบอินพุต *Birth Date* ออกจากความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-01 (4) การเพิ่มอินพุต *Email* ด้วยชนิดข้อมูลเป็น “VARCHAR” ความยาวข้อมูลเท่ากับ “45” ค่าที่ไม่ซ้ำเท่ากับ “ใช่” ค่าว่างเท่ากับ “ใช่” และกำหนดให้อินพุตมีความสัมพันธ์กับสคีมาฐานข้อมูลบนตาราง “STUDENT” คอลัมน์ “EMAIL” นอกจากนี้จะวิเคราะห์เบื้องต้นว่าอินพุตที่ถูกร้องขอเปลี่ยนแปลงนั้นมีผลกระทบต่อความต้องการเชิง

ฟังก์ชันอื่น ๆ อีกหรือไม่ ถ้าหากผลการวิเคราะห์ระบุว่าเกิดผลกระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชันอื่น จะแสดงข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้รับทราบและยืนยันที่จะเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่อไป

ตารางที่ 3-3 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

ชื่ออินพุต	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด
Student Id	แก้ไข	DataType (“VARCHAR”, “NVARCHAR”) DataLength (“10”, “9”)
Year	แก้ไข	Max (“4”, “8”)
Birth Date	ลบ	-
Email	เพิ่ม	DataType (“”, “VARCHAR”) DataLength (“”, “45”) Unique (“”, “Y”) NotNull (“”, “Y”) TableName (“”, “STUDENT”) ColumnName (“”, “EMAIL”)

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือข้อมูลรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันถูกบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูล

### 3.1.3 วิเคราะห์หาผลกระทบและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

หลังจากที่ผู้ใช้ร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันแล้ว ต่อมาจะนำรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้า ส่งต่อให้เว็บเซอร์วิสเพื่อวิเคราะห์หาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน แต่อย่างไรก็ตามเว็บเซอร์วิสที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะถูกพัฒนาเป็นสแต็บเพื่อจำลองข้อมูลผลกระทบที่เกิดขึ้นให้เป็นไปตามผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ ข้อมูลผลกระทบที่เว็บเซอร์วิสจะส่งกลับมา มีดังต่อไปนี้

- 1) ความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ
- 2) กรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบพร้อมข้อมูลทดสอบที่ถูกปรับปรุงแก้ไข
- 3) ชื่อตารางและชื่อคอลัมน์ของฐานข้อมูลเป้าหมายที่ได้รับผลกระทบ
- 4) ตารางการตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบ (ถ้ามี)

เนื่องด้วยงานวิจัยนี้มีการรับส่งข้อมูลผ่านบริการของเว็บเซอร์วิสเพื่อวิเคราะห์หาผลกระทบ ซึ่งจะใช้ชนิดข้อมูลแบบ JSON โดยมีตัวอย่างรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงที่ส่งไปยังเว็บเซอร์วิส แสดงดังรูปที่ 3-2 และผลลัพธ์ข้อมูลผลกระทบจำลองที่ได้รับจากเว็บเซอร์วิส แสดงดังรูปที่ 3-3

```

1. {
2.   "connectDatabaseInfo": {
3.     "databaseName": "STUDENT-DB","hostname": "DESKTOP-A05RI8M",
4.     "port": "8080","username": "user","password": "password"
5.   },
6.   "FRHeader": {
7.     "FR-01": {
8.       "functionVersion": "1",
9.       "functionDesc": "Add a new Student Information"
10.    }
11.  },
12.  "FRDetail": {
13.    "HS_FR_01": {
14.      "Student Id": {
15.        "dataType": "varchar","dataLength": "10","scale": null,"unique": "Y",
16.        "notNull": "Y","default": null,"min": null,"max": null,
17.        "tabelName": "STUDENT","columnName": "STUDENT_ID"
18.      }
19.    }
20.  },
21.  "TCHeader": {
22.    "TC-01": {
23.      "testCaseVersion": "1",
24.      "expectedResult": "VALID"
25.    }
26.  },
27.  "TCDetail": {
28.    "TC-01": {
29.      "Student Id": "5805100801","First Name": "Parichat","Last Name": "Kiatphao",
30.      "Fac No": "05","Dept No": "07","Year": "2","Phone No": "086-3948372",
31.      "Birth Date": "9-Oct-1991"
32.    }
33.  },
34.  "RTM": {
35.    "functionNo": "FR-01",
36.    "testCaseNo": "TC-01"
37.  },
38.  "changeRequestInfo": {
39.    "functionNo": "FR-01",
40.    "functionVersion": "1",
41.    "inputs": [{
42.      "changeType": "edit","inputName": "Student Id",
43.      "dataType": "nvarchar","dataLength": "9","scale": null,
44.      "unique": null,"notNull": null,
45.      "default": null,"min": null,"max": null,
46.      "tableName": null,"columnName": null,
47.      "modifyFlag": 1
48.    }
49.  ]
50. }
51. }

```

รูปที่ 3-2 ตัวอย่างข้อมูลรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงที่ส่งไปยังเว็บเซอร์วิสในรูปแบบของ JSON

รูปที่ 3-2 แสดงตัวอย่างข้อมูลรายละเอียดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ข้อมูลการติดต่อกับฐานข้อมูลเป้าหมาย ข้อมูลล่าสุดของความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการ (จากตัวอย่างตั้งแต่บรรทัดที่ 1 – 37) ส่วนถัดมาคือ ข้อมูลคำร้องขอเปลี่ยนแปลง ซึ่งระบุหมายเลขและเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ถูกเปลี่ยนแปลง พร้อมทั้งรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุต (จากตัวอย่างตั้งแต่บรรทัดที่ 38 – 51)

```

1. {
2.   "affectedSchema": [{
3.     "tableName": "STUDENT",
4.     "columnName": "STUDENT_ID",
5.     "affectedAction": "edit"
6.   },{
7.     "tableName": "STUDENT",
8.     "columnName": "YEAR",
9.     "affectedAction": "edit"
10.  },{
11.    "tableName": "STUDENT",
12.    "columnName": "BIRTH_DATE",
13.    "affectedAction": "delete"
14.  },{
15.    "tableName": "STUDENT",
16.    "columnName": "EMAIL",
17.    "affectedAction": "add"
18.  }
19. ],
20. "affectedRequirement": {
21.   "FR-01": {
22.     "functionVersion": "1",
23.     "functionInput": {
24.       "Student Id": {
25.         "refTableName": "STUDENT",
26.         "refColumnName": "STUDENT_ID",
27.         "changeType": "edit"
28.       },
29.       "Year": {
30.         "refTableName": "STUDENT",
31.         "refColumnName": "YEAR",
32.         "changeType": "edit"
33.       },
34.       "Birth Date": {
35.         "refTableName": "STUDENT",
36.         "refColumnName": "BIRTH_DATE",
37.         "changeType": "delete"
38.       },
39.       "Email": {
40.         "refTableName": "STUDENT",
41.         "refColumnName": "EMAIL",
42.         "changeType": "add"
43.       }
44.     },
45.   }
46. },

```

รูปที่ 3-3 ตัวอย่างข้อมูลผลกระทบจำลองที่ได้รับจากเว็บเซอร์วิสในรูปแบบของ JSON

```

47.   "affectedTestCase": {
48.     "TC-01": {
49.       "changeType": "edit",
50.       "testCaseVersion": 1,
51.       "expectedResult": "VALID",
52.       "testCaseDetails": {
53.         "Student Id": {
54.           "changeType": "edit",
55.           "testData": "34fr56hu8"
56.         },
57.         "Year": {
58.           "changeType": "edit",
59.           "testData": "7"
60.         },
61.         "Birth Date": {
62.           "changeType": "delete",
63.           "testData": "9-Oct-1991"
64.         }
65.       }
66.     }
67.     "TC-06": {
68.       "changeType": "add",
69.       "testCaseVersion": 1,
70.       "expectedResult": "VALID",
71.       "testCaseDetails": {
72.         "Student Id": {
73.           "changeType": "add",
74.           "testData": "34fr56hu8"
75.         },
76.         "First Name": {
77.           "changeType": "add",
78.           "testData": "Richa"
79.         },
80.         "Last Name": {
81.           "changeType": "add",
82.           "testData": "Richa"
83.         },
84.         ...
85.       }
86.     }
87.   },
88.   "affectedRTM": {
89.     "details": [{
90.       "changeType": "add",
91.       "functionNo": "FR_01",
92.       "testCaseNo": "TC_06"
93.     }
94.   ]
95. }
96. }

```

รูปที่ 3-3 ตัวอย่างข้อมูลผลกระทบจำลองที่ได้รับจากเว็บเซอร์วิสในรูปแบบของ JSON (ต่อ)

รูปที่ 3-3 แสดงตัวอย่างข้อมูลผลกระทบจำลองที่ได้รับจากเว็บเซอร์วิสในรูปแบบของ JSON ซึ่งอธิบายได้ว่า ข้อมูลปริมาณฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันประกอบด้วย 4 รายการ โดยข้อมูลจะระบุชื่อตาราง และชื่อคอลัมน์พร้อมทั้งประเภทของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละรายการ (จากตัวอย่างตั้งแต่บรรทัดที่ 1 - 19) ถัดมาคือ ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ ซึ่งจะถูกระบุหมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบพร้อมทั้งรายการอินพุตที่ถูกเปลี่ยนแปลง โดยในแต่ละรายการประกอบด้วย ชื่ออินพุต ชื่อตารางและชื่อคอลัมน์ที่มีความสัมพันธ์กับอินพุตนั้น และประเภทของการเปลี่ยนแปลง (จากตัวอย่างตั้งแต่บรรทัดที่ 20 - 46) สำหรับข้อมูลกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ จะถูกระบุหมายเลขกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบพร้อมทั้งประเภทของการเปลี่ยนแปลงกรณีทดสอบ โดยแต่ละกรณีทดสอบจะประกอบด้วยรายการข้อมูลนำเข้าที่ถูกเปลี่ยนแปลง ซึ่งแต่ละรายการ ประกอบด้วย ชื่ออินพุต ประเภทการเปลี่ยนแปลงอินพุต และข้อมูลทดสอบใหม่ที่ถูกรับปรับโดยเว็บเซอร์วิส (จากตัวอย่างตั้งแต่บรรทัด 47 - 87 ) สุดท้ายข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบ จะถูกระบุประเภทของการเปลี่ยนแปลงพร้อมด้วยหมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชันและกรณีทดสอบ (จากตัวอย่างตั้งแต่บรรทัด 88 - 96)

### 3.1.4 จัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลงและควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลผลกระทบ

หลังจากที่เว็บเซอร์วิสดำเนินการวิเคราะห์หาผลกระทบ ปรับปรุงแก้ไขข้อมูลและส่งผลลัพธ์กลับมายังเครื่องมือแล้ว ข้อมูลผลกระทบที่ได้จากการวิเคราะห์จะถูกนำมาจัดเก็บเป็นประวัติของการเปลี่ยนแปลงและควบคุมเวอร์ชัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1) จัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลงและควบคุมเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-01 ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงตามที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้ ดังนั้นทำให้ต้องมีการจัดเก็บประวัติของการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-01 ตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3-4 ประกอบด้วย

- หมายเลขคำร้องขอเปลี่ยนแปลง (Change Request No.)
- หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ
- เวอร์ชันก่อนปรับปรุง คือ เลขเวอร์ชันล่าสุดของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ
- เวอร์ชันหลังปรับปรุง คือ เลขเวอร์ชันถัดไปของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ
- รายการอินพุตที่ได้รับผลกระทบ ได้แก่ ชื่ออินพุตที่ถูกเปลี่ยนแปลง, ประเภทของการเปลี่ยนแปลง และคุณลักษณะของอินพุตทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างประวัติการเปลี่ยนแปลงของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ

หมายเลขคำร้องขอเปลี่ยนแปลง		CR-01	หมายเลขของความต้องการเชิงฟังก์ชัน			FR-01
เวอร์ชันก่อนปรับปรุง		1	เวอร์ชันหลังปรับปรุง			2
ชื่ออินพุตที่ถูกเปลี่ยนแปลง		Student Id	Year	Birth Date	Email	
ประเภทการเปลี่ยนแปลง		แก้ไข	แก้ไข	ลบ	เพิ่ม	
ชนิดข้อมูล	เก่า	VARCHAR		Date		
	ใหม่	NVARCHAR			VARCHAR	
ความยาวข้อมูล	เก่า	10				
	ใหม่	9			45	
ค่าที่ไม่ซ้ำ	เก่า			N		
	ใหม่				Y	
ค่าว่าง	เก่า			Y		
	ใหม่				Y	
ค่าต่ำสุด	เก่า					
	ใหม่					
ค่าสูงสุด	เก่า		4			
	ใหม่		8			

ตารางที่ 3-4 แสดงตัวอย่างการจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลงพร้อมรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลงหมายเลข CR-01 ซึ่งอธิบายได้ว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ส่งผลกระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-01 ทำให้ต้องมีการปรับปรุงเวอร์ชันจากเดิม เวอร์ชัน 1 เป็น เวอร์ชัน 2 ตัวอย่างการบันทึกเวอร์ชันก่อนการเปลี่ยนแปลง แสดงดังตารางที่ 3-5 และหลังการเปลี่ยนแปลง แสดงดังตารางที่ 3-6 จากนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันเป็น เวอร์ชันล่าสุดแสดงดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-5 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันก่อนการเปลี่ยนแปลง

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	หมายเลขเวอร์ชัน	หมายเลขเวอร์ชันก่อนหน้า	เริ่มมีผลวันที่	สิ้นสุดวันที่	สถานะ
FR-01	1	NULL	2017-01-01	NULL	Active

ตารางที่ 3-6 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันหลังการเปลี่ยนแปลง

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	หมายเลขเวอร์ชัน	หมายเลขเวอร์ชันก่อนหน้า	เริ่มมีผลวันที่	สิ้นสุดวันที่	สถานะ
FR-01	1	NULL	2017-01-01	2017-01-02	Inactive
	2	1	2017-01-02	NULL	Active



ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของความต้อการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-01 แสดงให้เห็นว่าสถานะของเวอร์ชันก่อนหน้าคือ เวอร์ชัน 1 จะถูกปรับปรุงจากสถานะเดิม “Active” เป็น “Inactive” ทำให้เวอร์ชันเดิมใช้งานไม่ได้ และจะต้องสร้างเวอร์ชันใหม่ขึ้นมาแทนคือ เวอร์ชัน 2 ดังนั้นเวอร์ชันที่ถูกสร้างขึ้นมาใหม่นี้จะมีสถานะใช้งานอยู่และเป็นเวอร์ชันล่าสุด

ตารางที่ 3-7 ความต้อการเชิงฟังก์ชันที่ถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุด

หมายเลขความต้อการเชิงฟังก์ชัน			FR-01						
คำอธิบายความต้อการเชิงฟังก์ชัน			เพิ่มข้อมูลนักศึกษา						
เวอร์ชันของความต้อการเชิงฟังก์ชัน			2						
รายการอินพุต						ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล			
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่ว่าง	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Student Id	NVARCHAR	9	Y	-	Y	-	-	STUDENT	STUDENT_ID
First Name	VARCHAR	45	N	-	Y	-	-	STUDENT	FNAME
Last Name	VARCHAR	45	N	-	Y	-	-	STUDENT	LNAME
Fac No	VARCHAR	2	N	-	Y	-	-	FACULTY	FAC_NO
Dept No	VARCHAR	2	N	-	Y	-	-	DEPARTMENT	DEPT_NO
Year	INT	-	N	1	Y	1	8	STUDENT	YEAR
Phone No	VARCHAR	15	N	-	N	-	-	STUDENT	MOBILE
Email	VARCHAR	45	Y	-	Y	-	-	STUDENT	EMAIL

## 2) จัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลงและควบคุมเวอร์ชันกรณีทดสอบ

การเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้อการเชิงฟังก์ชันสามารถส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบได้ เนื่องจากข้อมูลทดสอบมักมีความสอดคล้องกับอินพุตของความต้อการเชิงฟังก์ชัน ตัวอย่างกรณีทดสอบก่อนการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 3-8 ซึ่งเว็บเซอร์วิสจะดำเนินการวิเคราะห์หาผลกระทบต่อกรณีทดสอบและปรับปรุงข้อมูลทดสอบของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ ดังนั้นถ้ากรณีทดสอบถูกเปลี่ยนแปลง ในขั้นตอนนี้จะต้องดำเนินการจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงเวอร์ชันของกรณีทดสอบต่อไป ตัวอย่างประวัติการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบแสดงดังตารางที่ 3-9 และรายละเอียดของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบแสดงดังตารางที่ 3-10 และตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-8 ตัวอย่างกรณีทดสอบก่อนการเปลี่ยนแปลง

หมายเลขกรณีทดสอบ	TC-01
เวอร์ชันของกรณีทดสอบ	1
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	FR-01
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>	
<b>ชื่ออินพุต</b>	<b>ข้อมูลทดสอบ</b>
Student Id	5805100801
First Name	Parichat
Last Name	Kiatphao
Fac No	05
Dept No	07
Year	2
Phone No	086-3948372
Birth Date	9-Oct-1991

ตารางที่ 3-9 ตัวอย่างประวัติการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ

หมายเลขคำร้องขอเปลี่ยนแปลง	CR-01	
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	FR-01	
หมายเลขกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ	TC-01	TC-06
ประเภทของการเปลี่ยนแปลง	แก้ไข	เพิ่ม
เวอร์ชันก่อนปรับปรุง	1	-
เวอร์ชันหลังปรับปรุง	2	1

ตารางที่ 3-9 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบ ประกอบด้วย

- หมายเลขคำร้องขอเปลี่ยนแปลง
- หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชันที่เกี่ยวข้อง
- หมายเลขกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ
- ประเภทของการเปลี่ยนแปลง (เพิ่ม ลบ หรือแก้ไข)
- เวอร์ชันก่อนปรับปรุง คือ เลขเวอร์ชันก่อนการปรับปรุงกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ
- เวอร์ชันหลังปรับปรุง คือ เลขเวอร์ชันหลังการปรับปรุงกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ

ตารางที่ 3-10 ตัวอย่างรายละเอียดของกรณีทดสอบหมายเลข TC-01 ที่ได้รับผลกระทบ

หมายเลขคำร้องขอเปลี่ยนแปลง	CR-01		
หมายเลขกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ	TC-01	หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	FR-01
รายการข้อมูลนำเข้า		ข้อมูลทดสอบ	
ชื่ออินพุต	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	เก่า	ใหม่
Student Id	แก้ไข	5805100801	34fr56hu8
Birth Date	ลบ	9-Oct-1991	
Email	เพิ่ม		test@mail.com

ตารางที่ 3-11 ตัวอย่างรายละเอียดของกรณีทดสอบหมายเลข TC-06 ที่ได้รับผลกระทบ

หมายเลขคำร้องขอเปลี่ยนแปลง	CR-01		
หมายเลขกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ	TC-06	หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	FR-01
รายการข้อมูลนำเข้า		ข้อมูลทดสอบ	
ชื่ออินพุต	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	เก่า	ใหม่
Student Id	เพิ่ม		d8s0dkx9x
First Name	เพิ่ม		test Name
Last Name	เพิ่ม		test Last Name
Fac No	เพิ่ม		02
Dept No	เพิ่ม		09
Year	เพิ่ม		8
Phone No	เพิ่ม		09499558686
Email	เพิ่ม		mail@test.com

ตารางที่ 3-9 แสดงตัวอย่างข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบภายใต้คำร้องขอเปลี่ยนแปลงหมายเลข CR-01 ซึ่งประกอบด้วย กรณีทดสอบหมายเลข TC-01 ของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-01 ที่ระบุว่ากรณีทดสอบดังกล่าวถูกแก้ไข ดังนั้นจะต้องถูกปรับปรุงเวอร์ชันจากเวอร์ชันเดิมคือ เวอร์ชัน 1 เป็น เวอร์ชัน 2 นอกจากนี้ยังระบุได้ว่ากรณีทดสอบหมายเลข TC-06 ถูกสร้างขึ้นใหม่ ดังนั้นเวอร์ชันใหม่จะถูกสร้างขึ้นเป็นเวอร์ชันเริ่มต้นโดยปริยาย

ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของกรณีทดสอบก่อนการเปลี่ยนแปลง แสดงดังตารางที่ 3-12 และตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของกรณีทดสอบหลังการเปลี่ยนแปลง แสดงดังตารางที่ 3-13

ตารางที่ 3-12 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของกรณีทดสอบก่อนการเปลี่ยนแปลง

หมายเลขกรณีทดสอบ	หมายเลขเวอร์ชัน	หมายเลขเวอร์ชันก่อนหน้า	เริ่มมีผลวันที่	สิ้นสุดวันที่	สถานะ
TC-01	1	NULL	2017-01-01	NULL	Active

ตารางที่ 3-13 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของกรณีทดสอบหลังการเปลี่ยนแปลง

หมายเลขกรณีทดสอบ	หมายเลขเวอร์ชัน	หมายเลขเวอร์ชันก่อนหน้า	เริ่มมีผลวันที่	สิ้นสุดวันที่	สถานะ
TC-01	1	NULL	2017-01-01	2017-01-02	Inactive
	2	1	2017-01-02	NULL	Active
TC-06	1	NULL	2017-01-02	NULL	Active

ตารางที่ 3-12 แสดงตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของกรณีทดสอบ ณ ขณะนั้นก่อนการเปลี่ยนแปลง กรณีทดสอบหมายเลข TC-01 เวอร์ชัน 1 เป็นเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ ต่อจากนั้นหลังการเปลี่ยนแปลงจะถูกปรับปรุงสถานะของเวอร์ชัน จากเดิม “Active” เป็น “Inactive” เพื่อแสดงให้เห็นว่าเวอร์ชันเดิมใช้งานไม่ได้ และสร้างเวอร์ชันของกรณีทดสอบใหม่ขึ้นมาแทนเป็น เวอร์ชัน 2 โดยข้อมูลของเวอร์ชันใหม่จะอ้างอิงเวอร์ชันก่อนหน้าเพื่อใช้ตามรอยประวัติการเปลี่ยนแปลงได้ สำหรับกรณีทดสอบหมายเลข TC-06 ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ เวอร์ชันใหม่จะถูกสร้างเป็นเวอร์ชันเริ่มต้นโดยปริยาย แสดงดังตารางที่ 3-13 ตัวอย่างกรณีทดสอบที่ถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุดแสดงดังตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-14 ตัวอย่างกรณีทดสอบที่ถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุด

หมายเลขกรณีทดสอบ	TC-01	เวอร์ชัน	2
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	FR-01		
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Student Id	34fr56hu8		
First Name	Parichat		
Last Name	Kiatphao		
Fac No	05		
Dept No	07		
Year	2		
Phone No	086-3948372		
Email	test@mail.com		

### 3) จัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลงและควบคุมเวอร์ชันตารางการตามรอยความต้องการ

เนื่องด้วยการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันยังได้ส่งผลกระทบต่อตารางการตามรอยความต้องการ โดยภายหลังที่เว็บเซอร์วิสจำลองข้อมูลผลกระทบที่แสดงได้ว่าการสร้างกรณีทดสอบใหม่หรือลบกรณีทดสอบเดิมออกไป ตารางการตามรอยความต้องการจะต้องถูกปรับปรุงเวอร์ชันตามไปด้วย

ตารางที่ 3-15 แสดงตัวอย่างข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการก่อนการเปลี่ยนแปลง และเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ข้อมูลผลกระทบที่ได้รับจากเว็บเซอร์วิสจะระบุว่าตารางการตามรอยความต้องการได้รับผลกระทบ เนื่องจากมีการสร้างกรณีทดสอบใหม่ ดังนั้นขั้นตอนนี้จะจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการ ตัวอย่างข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลง แสดงดังตารางที่ 3-16

ตารางที่ 3-15 ตัวอย่างข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการก่อนการเปลี่ยนแปลง

เวอร์ชัน	1	หมายเลขกรณีทดสอบ				
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		TC-01	TC-02	TC-03	TC-04	TC-05
FR-01		X				
FR-02			X	X		
FR-03					X	X

ตารางที่ 3-16 ตัวอย่างประวัติการเปลี่ยนแปลงของตารางการตามรอยความต้องการ

หมายเลขคำร้องขอเปลี่ยนแปลง	CR-01		
เวอร์ชันก่อนปรับปรุง	1	เวอร์ชันหลังปรับปรุง	2
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	หมายเลขกรณีทดสอบ		ประเภทของการเปลี่ยนแปลง
FR-01	TC-06		เพิ่ม

ตารางที่ 3-16 แสดงตัวอย่างของตารางการตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบและถูกจัดเก็บเป็นประวัติการเปลี่ยนแปลงตามคำร้องขอเปลี่ยนแปลงหมายเลข CR-01 ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-01 และกรณีทดสอบหมายเลข TC-06 ที่ถูกเพิ่มเข้ามาใหม่ ดังนั้นตารางการตามรอยความต้องการจะต้องถูกปรับปรุงเวอร์ชันให้เป็นเวอร์ชันใหม่ถัดไป คือ เวอร์ชัน 2 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการก่อนการเปลี่ยนแปลง แสดงดังตารางที่ 3-17 และหลังการเปลี่ยนแปลง แสดงดังตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-17 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการก่อนเปลี่ยนแปลง

หมายเลขเวอร์ชัน	หมายเลขเวอร์ชันก่อนหน้า	เริ่มมีผลวันที่	สิ้นสุดวันที่	สถานะ
1	NULL	2017-01-01	NULL	Active

ตารางที่ 3-18 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการหลังเปลี่ยนแปลง

หมายเลขเวอร์ชัน	หมายเลขเวอร์ชันก่อนหน้า	เริ่มมีผลวันที่	สิ้นสุดวันที่	สถานะ
1	NULL	2017-01-01	2017-01-02	Inactive
2	1	2017-01-02	NULL	Active

ตารางที่ 3-17 แสดงตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการก่อนเปลี่ยนแปลง ซึ่งเดิมเวอร์ชัน 1 เป็นเวอร์ชันล่าสุดของตารางการตามรอยความต้องการ ต่อมาตารางการตามรอยความต้องการได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง จึงดำเนินการปรับปรุงสถานะของเวอร์ชันจากเดิม “Active” เป็น “Inactive” เพื่อแสดงให้เห็นว่าหยุดการใช้งานเวอร์ชันเดิมและสร้างเวอร์ชันใหม่ขึ้นมาแทนเป็น เวอร์ชัน 2 ซึ่งมีสถานะใช้งานอยู่และเป็นเวอร์ชันล่าสุดของตารางการตามรอยความต้องการ แสดงดังตารางที่ 3-18 สุดท้ายข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการที่ถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุดแสดงดังตารางที่ 3-19

ตารางที่ 3-19 ข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการที่ถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุด

เวอร์ชัน	2	หมายเลขกรณีทดสอบ					
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		TC-01	TC-02	TC-03	TC-04	TC-05	TC-06
FR-01		X					X
FR-02			X	X			
FR-03					X	X	

#### 4) จัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลงและควบคุมเวอร์ชันสคีมาฐานข้อมูล

การเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจะส่งผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูลโดยตรง เนื่องจากโครงสร้างของอินพุตมีความสัมพันธ์กับสคีมาฐานข้อมูล ดังนั้นหลังจากเว็บเซอร์วิสได้จำลองข้อมูลผลกระทบและปรับปรุงแก้ไขสคีมาฐานข้อมูลแล้ว ข้อมูลผลกระทบที่นำเข้าประกอบด้วยชื่อตารางและชื่อคอลัมน์ของฐานข้อมูลเป้าหมายที่ได้รับผลกระทบ ในขั้นตอนนี้จึงต้องจัดเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของสคีมาฐานข้อมูล แสดงดังตารางที่ 3-20

ตารางที่ 3-20 ตัวอย่างประวัติการเปลี่ยนแปลงของสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ

หมายเลขคำร้องขอเปลี่ยนแปลง	CR-01		
ชื่อตารางที่ได้รับผลกระทบ	STUDENT	ชื่อคอลัมน์ที่ได้รับผลกระทบ	STUDENT_ID
ประเภทของการเปลี่ยนแปลง	แก้ไข		
เวอร์ชันก่อนปรับปรุง	1	เวอร์ชันหลังปรับปรุง	2

ตารางที่ 3-20 แสดงตัวอย่างของสคีมารฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง ภายใต้คำร้องขอเปลี่ยนแปลงหมายเลข CR-01 ที่อธิบายได้ว่าสคีมารฐานข้อมูลตาราง STUDENT คอลัมน์ STUDENT\_ID ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูลและความยาวข้อมูล ดังนั้น เวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูลจะต้องถูกปรับปรุงจากเวอร์ชันเดิมคือ เวอร์ชัน 1 เป็น เวอร์ชัน 2 ซึ่งในงานวิจัยนี้จะครอบคลุมการควบคุมเวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูลในระดับคอลัมน์ ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันก่อนเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 3-21 และหลังเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 3-22

ตารางที่ 3-21 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูลก่อนการเปลี่ยนแปลง

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	หมายเลขเวอร์ชัน	หมายเลขเวอร์ชันก่อนหน้า	เริ่มมีผลวันที่	สิ้นสุดวันที่	สถานะ
STUDENT	STUDENT_ID	1	NULL	2017-01-01	NULL	Active

ตารางที่ 3-22 ตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูลหลังการเปลี่ยนแปลง

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	หมายเลขเวอร์ชัน	หมายเลขเวอร์ชันก่อนหน้า	เริ่มมีผลวันที่	สิ้นสุดวันที่	สถานะ
STUDENT	STUDENT_ID	1	NULL	2017-01-01	2017-01-02	Inactive
		2	1	2017-01-02	NULL	Active

ตารางที่ 3-21 แสดงตัวอย่างการควบคุมเวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง ซึ่งก็คือตาราง STUDENT และคอลัมน์ STUDENT\_ID แต่เดิมเวอร์ชัน 1 เป็นเวอร์ชันล่าสุดของสคีมารฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ ต่อมาหลังการเปลี่ยนแปลงสถานะของเวอร์ชันเดิมจะถูกปรับปรุงจาก “Active” เป็น “Inactive” เพื่อแสดงให้เห็นว่าเวอร์ชันเดิมใช้งานไม่ได้ และสร้างเวอร์ชันใหม่แทนคือ เวอร์ชัน 2 ซึ่งมีสถานะเป็นเวอร์ชันล่าสุดแสดงดังตารางที่ 3-22

ขั้นตอนต่อไปเป็นการนำชื่อตารางและคอลัมน์ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงไปสืบค้นข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลโดยตรงจากฐานข้อมูลเป้าหมายด้วยคำสั่งเอสคิวแอล เพื่อนำมาจัดเก็บเป็นข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลเวอร์ชันใหม่ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3-4 ซึ่งการเชื่อมต่อฐานข้อมูลเป้าหมายนั้นจะขึ้นอยู่กับชื่ออุปกรณ์ส่งข้อมูล (Data Source Name) ที่ระบุไว้ในแต่ละโครงการ

```

1. SELECT
2.     TABLE_NAME,
3.     COLUMN_NAME,
4.     COLUMN_DEFAULT,
5.     IS_NULLABLE,
6.     DATA_TYPE,
7.     CHARACTER_MAXIMUM_LENGTH,
8.     NUMERIC_PRECISION,
9.     NUMERIC_PRECISION_RADIX
10. FROM INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS
11. WHERE COLUMN_NAME = 'student_id' AND TABLE_NAME = 'student'

```

รูปที่ 3-4 ตัวอย่างคำสั่งเอสคิวแอลที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลสคีมารฐานข้อมูล

ตัวอย่างคำสั่งเอสคิวแอลที่ใช้สืบค้นข้อมูลเพื่อเรียกดูโครงสร้างสคีมาฐานข้อมูลสำหรับตาราง STUDENT และคอลัมน์ STUDENT\_ID โดยใช้ชื่อตารางและชื่อคอลัมน์ในการค้นหามูลฐานข้อมูล (SQL Server 2016) จากตาราง INFORMATION\_SCHEMA

	TABLE_NAME	COLUMN_NAME	COLUMN_DEFAULT	IS_NULLABLE	DATA_TYPE	CHARACTER_MAXIMUM_LENGTH	NUMERIC_PRECISION	NUMERIC_PRECISION_RADIX
1	student	studentId	NULL	NO	char	9	NULL	NULL

รูปที่ 3-5 ตัวอย่างผลลัพธ์จากชุดคำสั่งเอสคิวแอลของการสืบค้นคุณสมบัติของคอลัมน์

จากรูปข้างต้นข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลของตาราง “STUDENT” และคอลัมน์ “STUDENT\_ID” มีผลลัพธ์ที่ได้ดังต่อไปนี้

- TABLE\_NAME คือ ชื่อตาราง
- COLUMN\_NAME คือ ชื่อคอลัมน์
- COLUMN\_DEFAULT คือ ค่าเริ่มต้น
- IS\_NULLABLE คือ สามารถเป็นค่าว่างได้หรือไม่
- DATA\_TYPE คือ ชนิดข้อมูล
- CHARACTER\_MAXIMUM\_LENGTH คือ ความยาวของข้อมูล (กรณีทีประเภทข้อมูลเป็นอักขระ)
- NUMERIC\_PRECISION คือ จำนวนตัวเลข (กรณีทีประเภทข้อมูลเป็นตัวเลข)
- NUMERIC\_PRECISION\_RADIX คือ จำนวนหลักทศนิยม (กรณีทีประเภทข้อมูลเป็นตัวเลข)

หลังจากที่เครื่องมือทำการสืบค้นข้อมูลสคีมาจากฐานข้อมูลเป้าหมายเสร็จเรียบร้อยแล้วผลลัพธ์ที่ได้จะถูกบันทึกเป็นข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดดังตารางที่ 3-23

ตารางที่ 3-23 ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลที่ถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุด

ชื่อตาราง	STUDENT
ชื่อคอลัมน์	STUDENT_ID
เวอร์ชัน	2
ค่าคีย์หลัก	Y
ค่าที่ไม่ซ้ำ	Y
ชนิดข้อมูล	NVARCHAR
ความยาวข้อมูล	9
ค่าเริ่มต้น	
ค่าว่าง	Y
ค่าต่ำสุด	
ค่าสูงสุด	



### 3.1.5 ดำเนินการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด

กรณีที่ผู้ใช้ร้องขอยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด การทำงานจะเริ่มจากเรียกใช้บริการเว็บเซอร์วิสเพื่อวิเคราะห์หาข้อมูลผลกระทบและปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูล โดยจะส่งรายการการเปลี่ยนแปลงภายใต้คำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุดที่ได้บันทึกไว้ส่งไปยังเว็บเซอร์วิส เมื่อเว็บเซอร์วิสส่งคืนข้อมูลผลกระทบจำลองกลับมาให้แล้ว ต่อจากนั้นวิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดเพื่อดำเนินการยกเลิกและย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้า พร้อมทั้งควบคุมเวอร์ชันข้อมูลที่ถูกย้อนกลับและแสดงผลการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดให้ผู้ใช้ได้ทราบ

ยกตัวอย่างเช่นการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดภายใต้คำร้องขอเปลี่ยนแปลงหมายเลข CR-01 ตามที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้ เริ่มจากดำเนินการวิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดของข้อมูลจากประวัติการเปลี่ยนแปลงของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับคำร้องขอเปลี่ยนแปลงหมายเลข CR-01 หากไม่เจอข้อมูลแสดงว่าเวอร์ชันล่าสุดของทุก ๆ ความต้องการเชิงฟังก์ชันที่มีอยู่ในระบบไม่ได้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงนี้ แต่ถ้าเจอข้อมูลแสดงว่าเวอร์ชันล่าสุดของความต้องการเชิงฟังก์ชันนั้นๆ จะถูกยกเลิก ผลลัพธ์การค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ต้องการยกเลิก แสดงดังตารางที่ 3-24

ตารางที่ 3-24 ผลลัพธ์การค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ต้องการยกเลิก

หมายเลขของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	FR-01
เวอร์ชันล่าสุดที่ต้องการยกเลิก	2
เวอร์ชันก่อนหน้า	1

ผลลัพธ์ของการค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-01 ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงล่าสุดดังตารางที่ 3-24 จากตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าเวอร์ชัน 2 คือเวอร์ชันล่าสุดที่จะถูกยกเลิกและต้องย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชัน 1 ทำให้ทราบว่าจะต้องปรับรูปร่างข้อมูลกลับไปเป็น VARCHAR และความยาวข้อมูลเป็น 9 อักขระ

ขั้นตอนต่อไปค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบและตารางการตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงล่าสุด โดยใช้วิธีการตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบแสดงดังตารางที่ 3-25


ตารางที่ 3-25 ผลลัพธ์การค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบที่ต้องการยกเลิก

หมายเลขของกรณีทดสอบ	TC-01	TC-06
เวอร์ชันล่าสุดที่ต้องการยกเลิก	2	1
เวอร์ชันก่อนหน้า	1	

ผลลัพธ์ของการค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบหมายเลข TC-01 ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงล่าสุดดังตารางที่ 3-25 จากตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าเวอร์ชัน 2 ของกรณีทดสอบหมายเลข TC-01 คือเวอร์ชันล่าสุดที่จะถูกยกเลิกและต้องย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชัน 1 นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์แสดงได้ว่าเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบหมายเลข TC-06 คือ เวอร์ชัน 1 ซึ่งเป็นเวอร์ชันล่าสุดที่จะถูกยกเลิก

สำหรับการวิเคราะห์ประวัติการเปลี่ยนแปลงของตารางการตามรอยความต้องการเพื่อหาเวอร์ชันล่าสุด พบว่าตารางการตามรอยความต้องการได้รับผลกระทบ จากตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าเวอร์ชัน 2 คือเวอร์ชันล่าสุดที่จะถูกยกเลิกและต้องย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้า แสดงดังตารางที่ 3-26

ตารางที่ 3-26 ผลลัพธ์การค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของตารางการตามรอยความต้องการ

เวอร์ชันล่าสุดที่ต้องการยกเลิก	2	
เวอร์ชันก่อนหน้า	1	

จากนั้นวิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดของสคีมารฐานข้อมูลที่เกิดภายใต้คำร้องขอเปลี่ยนแปลงหมายเลข CR-01 ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดของสคีมารฐานข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3-27

ตารางที่ 3-27 ผลลัพธ์การค้นหาเวอร์ชันล่าสุดของสคีมารฐานข้อมูลที่ต้องการยกเลิก

ชื่อตารางที่ได้รับผลกระทบ	STUDENT	STUDENT	STUDENT
ชื่อคอลัมน์ที่ได้รับผลกระทบ	STUDENT_ID	YEAR	EMAIL
เวอร์ชันล่าสุดที่ต้องการยกเลิก	2	-	1
เวอร์ชันก่อนหน้า	1	1	-

ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดของสคีมารฐานข้อมูลดังตารางที่ 3-27 อธิบายได้ว่าคอลัมน์ STUDENT\_ID ของตาราง STUDENT ได้รับผลกระทบ ทำให้เวอร์ชัน 2 ซึ่งเป็นเวอร์ชันล่าสุดจะต้องถูกยกเลิกแล้วย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชัน 1 นอกจากนี้พบว่าคอลัมน์ YEAR ของตาราง STUDENT ถูกลบออกไปเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังนั้นข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลของคอลัมน์ YEAR เวอร์ชัน 1 จะต้องถูกนำกลับมา สุดท้ายผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าคอลัมน์ EMAIL ของตาราง STUDENT ถูกเพิ่มเข้ามาใหม่ ดังนั้นเวอร์ชันล่าสุดของข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลนี้จะต้องถูกยกเลิก

สุดท้ายสถานะของคำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุดจะถูกปรับปรุงเป็น “Cancel” เพื่อบ่งบอกว่าคำร้องขอเปลี่ยนแปลงดังกล่าวถูกยกเลิกเรียบร้อยแล้ว

### 3.1.6 รายงานผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลง

สุดท้ายเมื่อดำเนินการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหรือดำเนินการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อจากนั้นรายงานผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นให้ผู้ใช้ทราบว่าการดำเนินการสำเร็จหรือไม่ ใครคือผู้ร้องขอเปลี่ยนแปลง วันและเวลาที่เปลี่ยนแปลง และข้อมูลรายละเอียดผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง



## บทที่ 4

### การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ

สำหรับบทนี้จะนำวิธีการที่ได้อธิบายไว้ในบทก่อนหน้ามาพัฒนาเป็นเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชัน ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการโปรแกรมเชิงวัตถุด้วยภาษายูเอ็มแอลเพื่ออธิบายฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือประกอบไปด้วย แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) แผนภาพคลาส (Class Diagram) แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) และแผนภาพการติดตั้ง (Deployment Diagram) รวมถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือและโครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานของเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

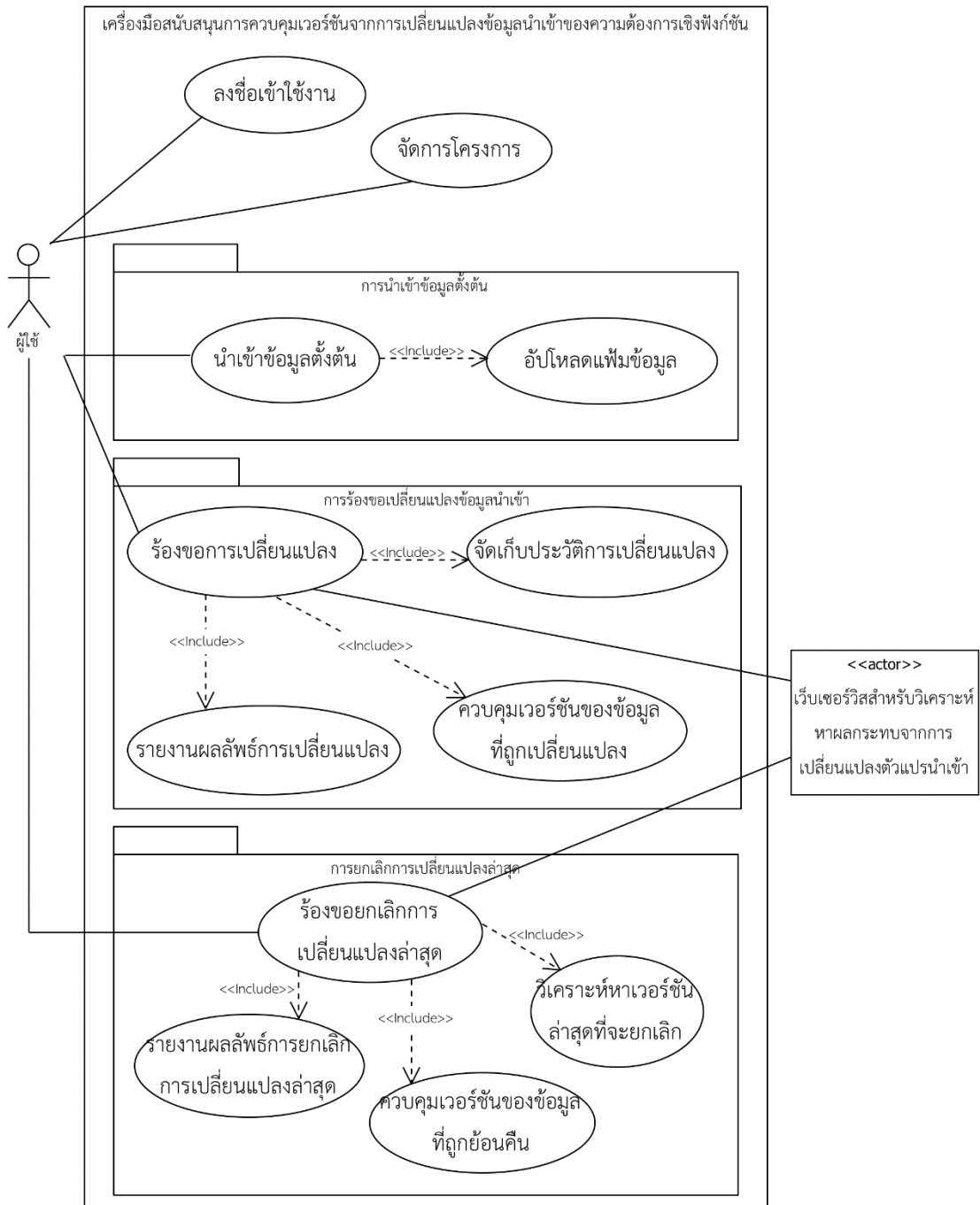
#### 4.1 การออกแบบเครื่องมือสนับสนุน

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงการออกแบบเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชัน โดยเริ่มจากการใช้แผนภาพยูสเคสอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันงานของเครื่องมือและปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ จากนั้นอธิบายขั้นตอนของกิจกรรมในแต่ละยูสเคสด้วยแผนภาพกิจกรรม อธิบายโครงสร้างข้อมูลของเครื่องมือด้วยแผนภาพคลาส แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานภายในด้วยแผนภาพลำดับ และแสดงสถาปัตยกรรมของเครื่องมือด้วยแผนภาพการติดตั้ง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 4.1.1 แผนภาพยูสเคส

แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ดังแสดงในรูปที่ 4-1 สามารถแบ่งออกเป็น 3 แพ็กเกจ โดยแพ็กเกจแรกคือกลุ่มยูสเคสสำหรับการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น เพื่อให้ผู้ใช้นำเข้าข้อมูลผ่านการอัปโหลดแฟ้มข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูล ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน ข้อมูลกรณีทดสอบ และข้อมูลตารางตามรอยความต้องการ แพ็กเกจถัดมาคือกลุ่มยูสเคสที่เกี่ยวกับการร้องขอการเปลี่ยนแปลงที่แสดงว่าผู้ใช้งานสามารถร้องขอการเปลี่ยนแปลง โดยเครื่องมือส่งรายการการเปลี่ยนแปลงไปยังเว็บเซอร์วิสเพื่อร้องขอข้อมูลผลกระทบ นำมาจัดเก็บเป็นประวัติการเปลี่ยนแปลงพร้อมทั้งควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลและรายงานผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงให้แก่ผู้ใช้งานได้ทราบ แพ็กเกจสุดท้ายคือกลุ่มยูสเคสที่เกี่ยวกับการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดที่แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานสามารถร้องขอยกเลิกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นล่าสุด เรียกใช้บริการเว็บเซอร์วิสเพื่อวิเคราะห์จำลองข้อมูลผลกระทบและปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูล จากนั้นเครื่องมือ

วิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดที่ต้องการยกเลิก สุดท้ายควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลและรายงานผลการยกเลิกให้แก่ผู้ใช้งานได้ทราบ (โดยคำอธิบายยูสเคสอย่างละเอียดถูกแสดงไว้ในภาคผนวก ก.)

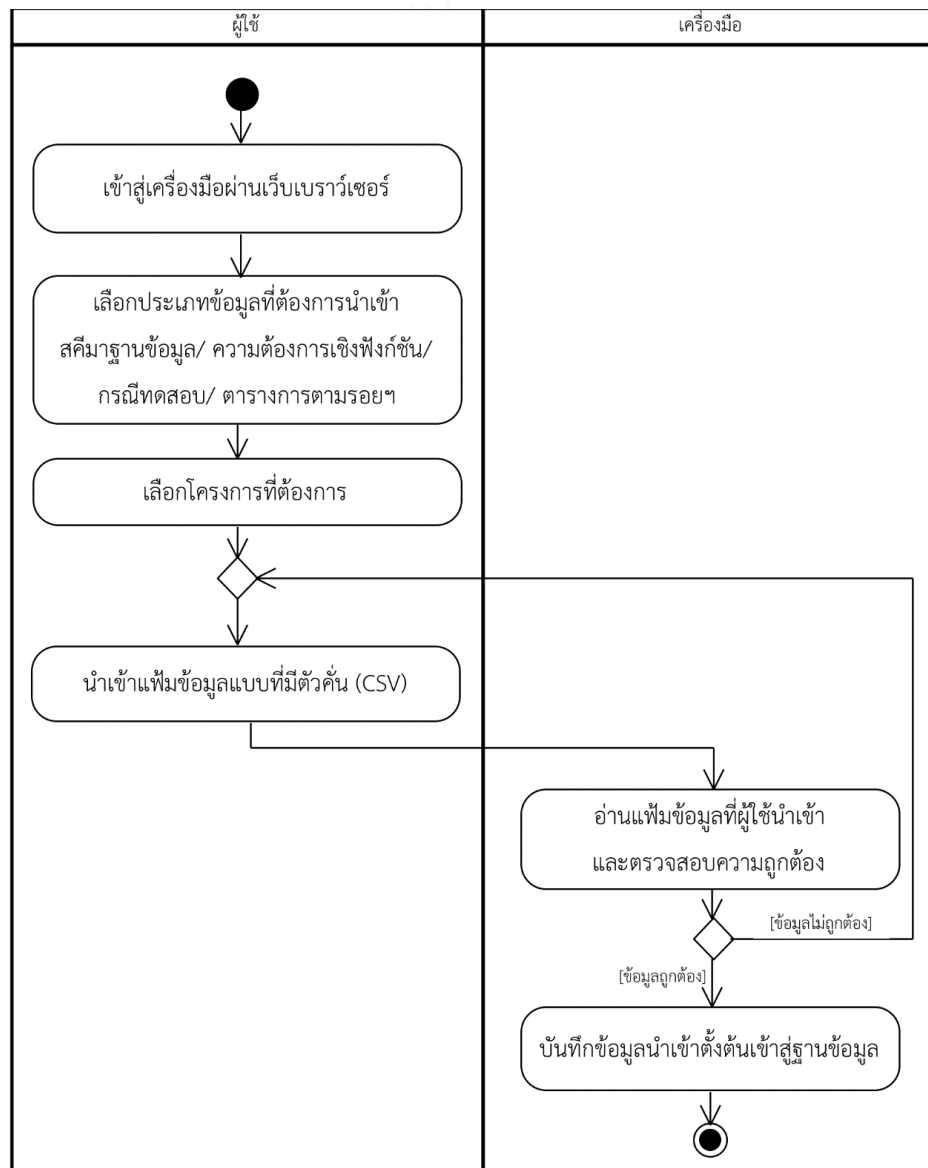


รูปที่ 4-1 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชัน

#### 4.1.2 แผนภาพกิจกรรม

แผนภาพกิจกรรมเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงขั้นตอนของกระบวนการทำงานของเครื่องมือสนับสนุนเพื่ออธิบายกิจกรรมที่เกิดขึ้นในลักษณะกระแสการไหลของการทำงาน โดยแสดงให้เห็นถึงว่าใครมีหน้าที่ความรับผิดชอบในแต่ละกิจกรรม ซึ่งเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ประกอบด้วยแผนภาพกิจกรรมหลัก ได้แก่ แผนภาพกิจกรรมการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น แสดงดังรูปที่ 4-2 แผนภาพกิจกรรมการร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน แสดงดังรูปที่ 4-3 และแผนภาพกิจกรรมการร้องขอยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด แสดงดังรูปที่ 4-4

##### 1) แผนภาพกิจกรรมการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น



รูปที่ 4-2 แผนภาพกิจกรรมการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น

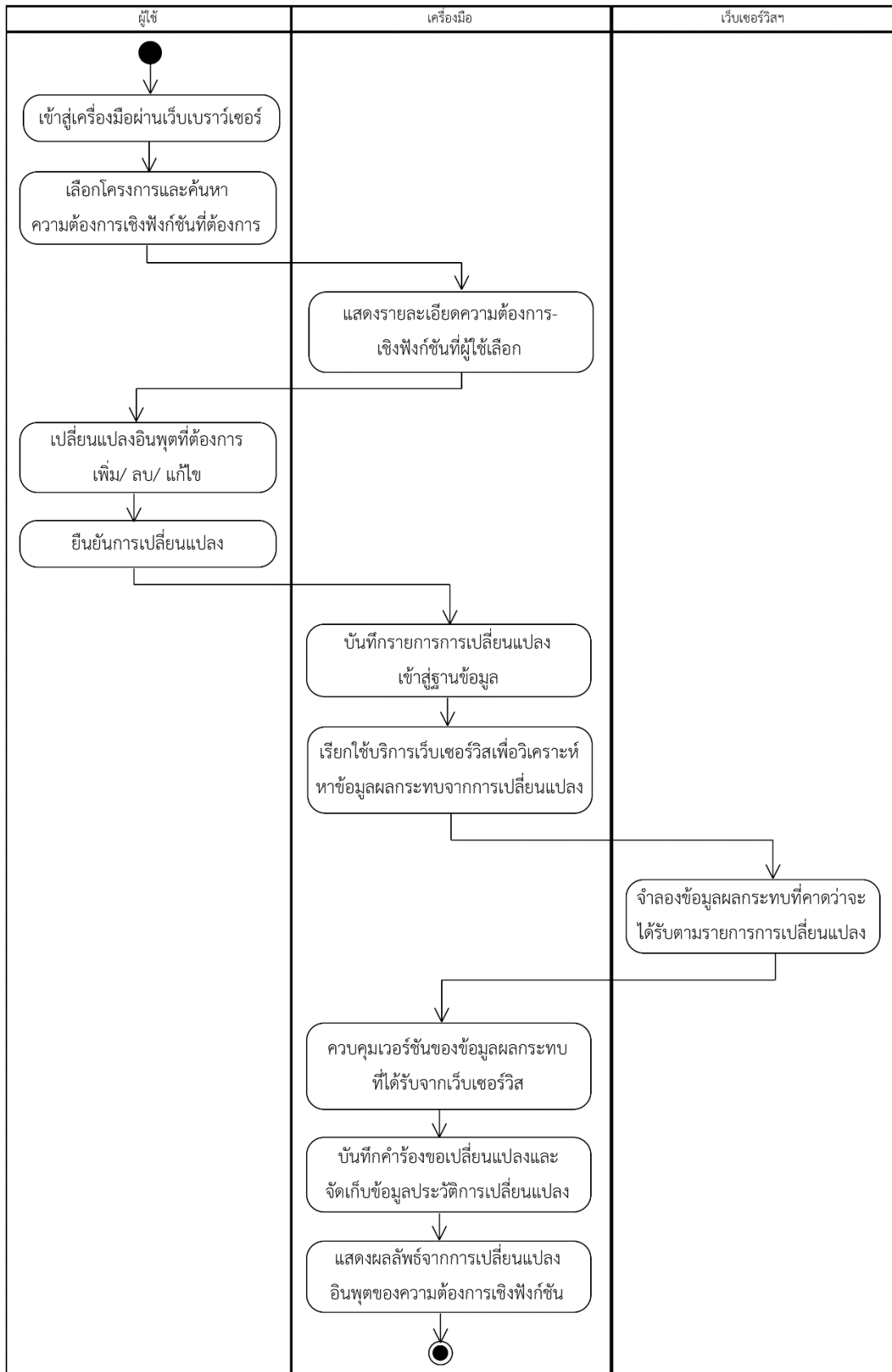
สำหรับการนำเข้าข้อมูลตั้งต้นที่แสดงแผนภาพดังรูปที่ 4-2 ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกที่ใช้ต้องนำเข้าข้อมูลตั้งต้นสำหรับแต่ละโครงการโดยเริ่มต้นจากผู้ใช้เข้าสู่เครื่องมือผ่านเบราว์เซอร์ จากนั้นเลือกประเภทข้อมูลตั้งต้นที่ต้องการนำเข้า ได้แก่ ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชันกรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการ ตามลำดับ นอกจากนี้ผู้ใช้จำเป็นต้องเลือกโครงการและนำเข้าแฟ้มข้อมูลแบบที่มีตัวคั่น (CSV) โดยเครื่องมือมีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ถ้าหากข้อมูลมีความถูกต้อง เครื่องมือจะบันทึกข้อมูลตั้งต้นเข้าสู่ฐานข้อมูลซึ่งข้อมูลที่นำเข้าจะถูกกำหนดเป็นเวอร์ชันเริ่มต้นโดยปริยาย

## 2) แผนภาพกิจกรรมการร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

สำหรับการร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน รายละเอียดแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 4-3 ทำให้เห็นถึงลำดับกิจกรรมโดยเริ่มจากผู้ใช้เข้าสู่เครื่องมือผ่านเว็บเบราว์เซอร์ จากนั้นเลือกโครงการและค้นหาความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ต้องการเปลี่ยนแปลง เครื่องมือแสดงรายละเอียดความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ผู้ใช้เลือก ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันได้ 3 แบบ คือ การเพิ่ม ลบ หรือแก้ไข เมื่อผู้ใช้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง เครื่องมือบันทึกรายการการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ฐานข้อมูล จากนั้นเรียกใช้บริการเว็บเซอร์วิสเพื่อจำลองข้อมูลผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับตามรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตที่ส่งไป เครื่องมือนำเข้าข้อมูลผลกระทบและจัดการควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลผลกระทบ พร้อมทั้งบันทึกประวัติการเปลี่ยนแปลงและแสดงผลการเปลี่ยนแปลงให้ผู้ใช้ได้รับทราบต่อไป

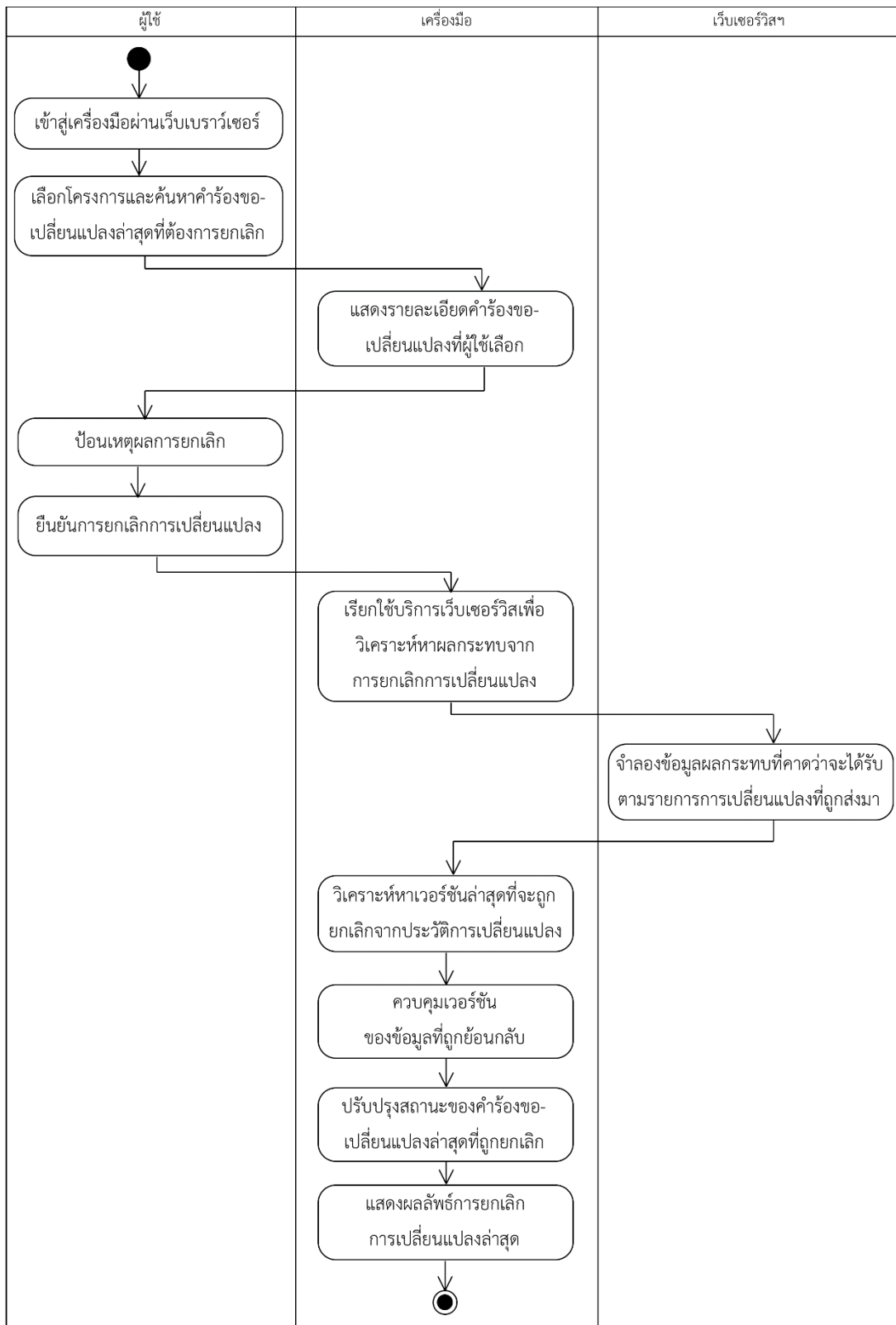
## 3) แผนภาพกิจกรรมการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น

สำหรับการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด รายละเอียดแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 4-4 โดยเริ่มต้นจากผู้ใช้เข้าสู่เครื่องมือผ่านเว็บเบราว์เซอร์ จากนั้นเลือกโครงการที่ต้องการ และค้นหาคำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุดที่ต้องการยกเลิก เครื่องมือจะแสดงรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลงที่ผู้ใช้เลือก ทั้งนี้ถ้าผู้ใช้ต้องการยกเลิกจะต้องป้อนเหตุผลสำหรับยกเลิกก่อนการยืนยัน ซึ่งเครื่องมือจะเรียกใช้บริการเว็บเซอร์วิสเพื่อจำลองข้อมูลผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับตามรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ส่งไป จากนั้นวิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดของข้อมูลจากประวัติการเปลี่ยนแปลง และดำเนินการยกเลิกเวอร์ชันล่าสุดพร้อมทั้งควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกย้อนกลับ เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วแสดงผลการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงให้ผู้ใช้ได้รับทราบต่อไป



รูปที่ 4-3 แผนภาพกิจกรรมการร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

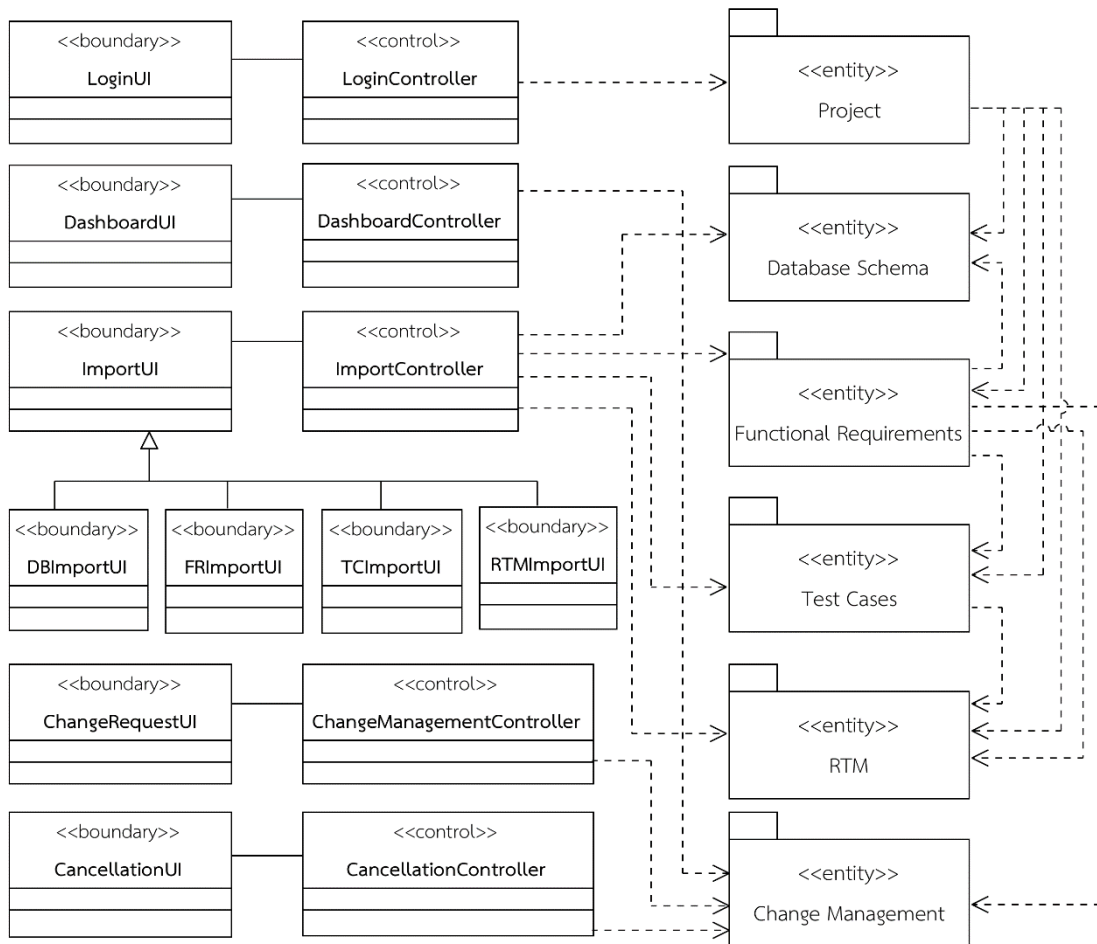




รูปที่ 4-4 แผนภาพกิจกรรมการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด

### 4.1.3 แผนภาพคลาส

แผนภาพคลาสแสดงโครงสร้างการทำงานและความสัมพันธ์ของแต่ละคลาสที่เกิดขึ้นภายในเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งแผนภาพคลาสของเครื่องมือสนับสนุนดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4-5 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 4-5 แผนภาพคลาสแสดงโครงสร้างของเครื่องมือ

รูปที่ 4-5 แสดงแผนภาพคลาสซึ่งเป็นแผนภาพที่แสดงโครงสร้างของเครื่องมือ โดยใช้แบบรูปอีซีบี (ECB Pattern) ในการอธิบายซึ่งแบ่งชนิดของคลาสออกเป็น 3 แบบชนิด ได้แก่ เอนทิตี (Entity) คือ อ็อบเจกต์ของคลาสที่ใช้เก็บข้อมูล, ควบคุม (Control) คืออ็อบเจกต์ที่เป็นตัวกลางระหว่างอ็อบเจกต์ชนิดขอบเขตและเอนทิตีซึ่งเป็นส่วนประมวลผลหลัก และขอบเขต (Boundary) คือ อ็อบเจกต์ที่เป็นส่วนต่อประสานกับผู้กระทำของเครื่องมือ นอกจากนี้คลาสชนิดเอนทิตีจะถูกจัดกลุ่มเป็นแพ็คเกจได้ทั้งหมด 6 แพ็คเกจ โครงสร้างของคลาสเอนทิตีที่ถูกจัดกลุ่มตามแพ็คเกจ แสดงดังรูปที่ 4-6

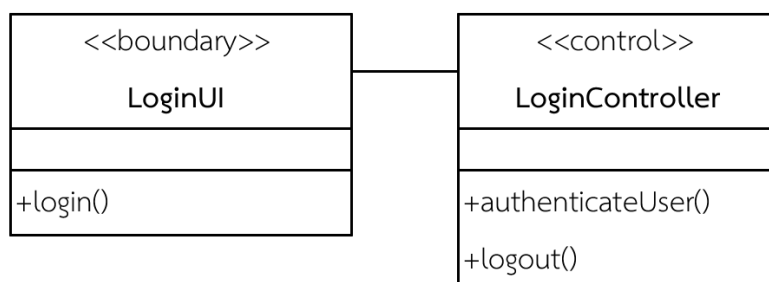


รูปที่ 4-6 โครงสร้างของคลาสเอนทิตีที่ถูกจัดกลุ่มตามแพ็คเกจ

แผนภาพคลาสที่แสดงโครงสร้างข้อมูลภายในของเครื่องมือแสดงดังรูปที่ 4-5 และรูปที่ 4-6 โดยมีรายละเอียดของคลาสในแต่ละส่วน ดังต่อไปนี้

1) คลาส LoginUI เป็นคลาสชนิดขอบเขตมีหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับการลงชื่อเข้าใช้งานโดยจะมีความสัมพันธ์กับคลาส Logincontroller นอกจากนี้คลาส LoginUI ยังมีการดำเนินการคือการลงชื่อเข้าใช้งาน แสดงดังรูปที่ 4-7

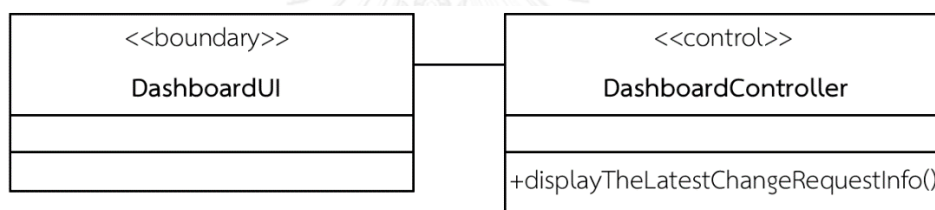
2) คลาส LoginController เป็นคลาสชนิดควบคุมมีหน้าที่ในการประมวลผลโดยรับคำสั่งมาจากคลาส LoginUI นอกจากนี้คลาส LoginController ยังมีการดำเนินการสำหรับการตรวจสอบผู้ที่มาลงชื่อเข้าใช้งานเครื่องมือ โดยจะทำการตรวจสอบจากชื่อผู้ใช้งาน (username) และรหัสผ่าน (password) จากคลาส User ว่ามีความถูกต้องตรงกันหรือไม่ และการดำเนินการออกจากเครื่องมือ แสดงดังรูปที่ 4-7



รูปที่ 4-7 รายละเอียดของคลาส LoginUI และคลาส LoginController

3) คลาส DashboardUI เป็นคลาสชนิดขอบเขตทำหน้าที่ในการแสดงข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยมีความสัมพันธ์กับคลาส DashboardController แสดงดังรูปที่ 4-8

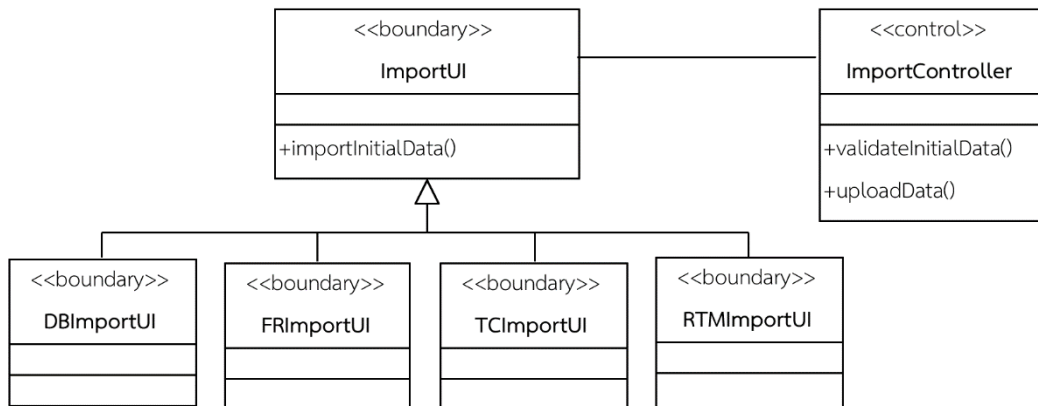
4) คลาส DashboardController เป็นคลาสชนิดควบคุมทำหน้าที่ในการประมวลผลดึงข้อมูลจากคลาส ChangeRequest ส่งไปแสดงยังเว็บเบราว์เซอร์ผ่านคลาส DashboardUI รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 4-8



รูปที่ 4-8 รายละเอียดของคลาส DashboardUI และ DashboardController

5) คลาส ImportUI เป็นคลาสชนิดขอบเขตทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานติดต่อกับผู้ใช้ โดยมีการดำเนินการสำหรับนำเข้าข้อมูลตั้งต้นของโครงการ นอกจากนี้คลาส ImportUI ยังมีการถ่ายทอดคุณสมบัติไปยังคลาสที่แยกตามข้อมูลเพื่อให้มีคุณลักษณะตามการทำงาน อันได้แก่ ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคลาส ImportController ดังรูปที่ 4-9

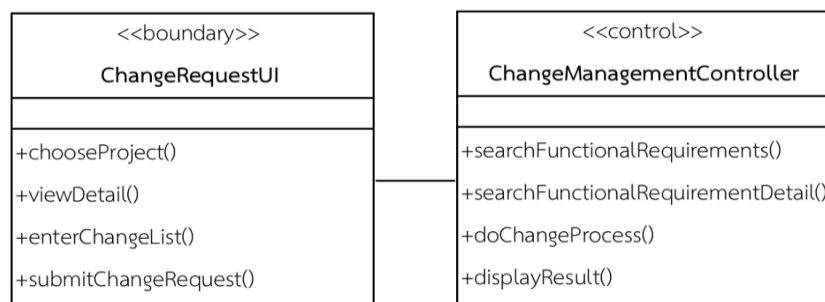
6) คลาส ImportController เป็นคลาสชนิดควบคุมทำหน้าที่ในการประมวลผลซึ่งรับคำสั่งมาจากคลาส ImportUI โดยมีการดำเนินการสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลตั้งต้น และการดำเนินการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล นอกจากนี้คลาส ImportController ยังติดต่อกับคลาสชนิดเอนทิตีของเพ็กเกจ Database Schema, Functional Requirements, Test Cases และ RTM อีกด้วย แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 4-9



รูปที่ 4-9 รายละเอียดของคลาส ImportUI และ ImportController

7) คลาส ChangeRequestUI เป็นคลาสชนิดขอบเขตทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานติดต่อกับผู้ใช้สำหรับการร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน นอกจากนี้คลาส ChangeRequestUI มีการดำเนินการเลือกโครงการเพื่อค้นหารายการความต้องการเชิงฟังก์ชัน เรียกดูรายละเอียดความต้องการเชิงฟังก์ชัน ป้อนรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุต และยืนยันการเปลี่ยนแปลง โดยมีความสัมพันธ์กับคลาส ChangeManagementController แสดงดังรูปที่ 4-10

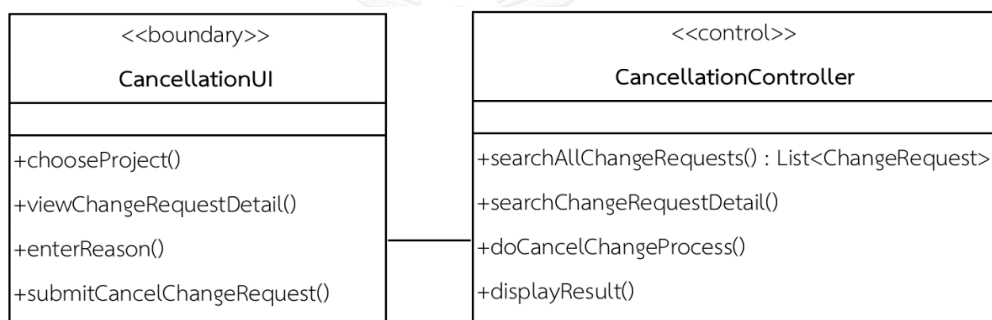
8) คลาส ChangeManagementController เป็นคลาสชนิดควบคุมทำหน้าที่ในการประมวลผลซึ่งรับคำสั่งมาจากคลาส ChangeRequestUI เป็นตัวกลางในการจัดการการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ค้นหารายการความต้องการเชิงฟังก์ชัน ค้นหารายละเอียดความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ผู้ใช้เลือก เรียกใช้บริการเว็บเซอร์วิส บันทึกข้อมูลคำร้องขอเปลี่ยนแปลง ควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลผลกระทบ รวมถึงการบันทึกประวัติการเปลี่ยนแปลง และแสดงผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงให้ผู้ใช้ได้ทราบผ่านคลาส ChangeRequestUI รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 4-10



รูปที่ 4-10 รายละเอียดของคลาส ChangeRequestUI และ ChangeManagementController

9) คลาส CancellationUI เป็นคลาสชนิดขอบเขตทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานติดต่อกับผู้ใช้ สำหรับการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด โดยมีการดำเนินการเลือกโครงการเพื่อค้นหารายการคำร้องขอเปลี่ยนแปลง เรียกดูรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลง ป้อนเหตุผลการยกเลิก และยืนยันการยกเลิกการเปลี่ยนแปลง โดยมีความสัมพันธ์กับคลาส CancellationController แสดงดังรูปที่ 4-11

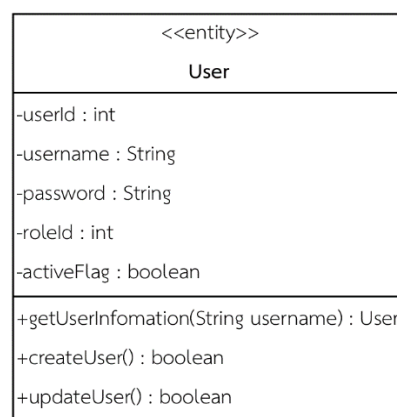
10) คลาส CancellationController เป็นคลาสชนิดควบคุมทำหน้าที่ในการประมวลผลซึ่งรับคำสั่งมาจากคลาส CancellationUI เป็นตัวกลางในการจัดการการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด ตั้งแต่การค้นหารายการคำร้องขอเปลี่ยนแปลงของโครงการที่ผู้ใช้เลือก ค้นหารายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลง อีกทั้งยังควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกย้อนกลับ ปรับปรุงสถานะของคำร้องขอเปลี่ยนแปลง และแสดงผลลัพธ์การยกเลิกไปยังเว็บเบราว์เซอร์ผ่านคลาส CancellationUI รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 4-11



รูปที่ 4-11 รายละเอียดของคลาส CancellationUI และ CancellationController

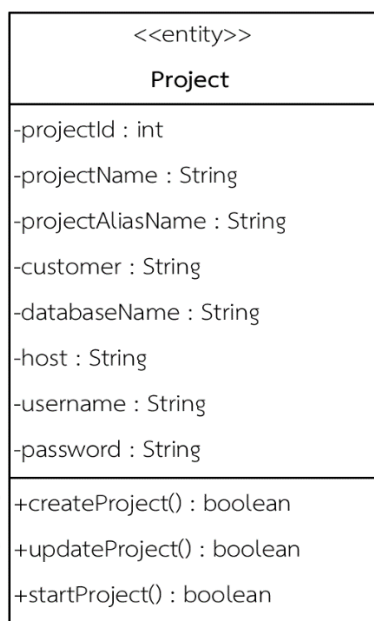
สำหรับคลาสชนิดเอนทิตีที่ถูกจัดรวมกลุ่มแบ่งออกเป็น 6 เพ็กเกจมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

11) คลาส User คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลผู้ใช้ซึ่งจะมีการระบุ รหัสอ้างอิงผู้ใช้ ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน รหัสบทบาทหน้าที่ และสถานะการใช้งาน โดยมีการดำเนินการทั่วไปคือการสร้าง เรียกดู หรือแก้ไขข้อมูลผู้ใช้ แสดงดังรูปที่ 4-12



รูปที่ 4-12 รายละเอียดของคลาส User

12) คลาส Project คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับการจัดเก็บข้อมูลโครงการ โดยจะมีการระบุ ชื่อโครงการ ชื่อย่อโครงการ ชื่อลูกค้า และข้อมูลรายละเอียดการติดต่อฐานข้อมูล นอกจากนี้คลาส Project ยังมีการดำเนินการทั่วไปคือการสร้างหรือการแก้ไขข้อมูลโครงการ อีกทั้งยังมีการดำเนินการเกี่ยวกับการเริ่มโครงการอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4-13



รูปที่ 4-13 รายละเอียดของคลาส Project

13) คลาส RequirementVersion คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลเวอร์ชันของความต้อการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสอ้างอิงเวอร์ชันของความต้อการเชิงฟังก์ชัน, หมายเลขเวอร์ชัน, วันที่มีผลเริ่มต้นและสิ้นสุด, สถานะเวอร์ชัน, รหัสอ้างอิงเวอร์ชันก่อนหน้า และข้อมูลความต้อการเชิงฟังก์ชันตามเวอร์ชัน นอกจากนี้คลาสดังกล่าวยังมีการดำเนินการทั่วไปคือการสร้าง เรียกดูข้อมูล แก้ไข และลบเวอร์ชันของความต้อการเชิงฟังก์ชัน แสดงดังรูปที่ 4-14

14) คลาส RequirementsInfo คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลความต้อการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสอ้างอิงความต้อการเชิงฟังก์ชัน หมายเลขความต้อการเชิงฟังก์ชัน คำอธิบายความต้อการเชิงฟังก์ชัน และรายการอินพุตของความต้อการเชิงฟังก์ชัน โดยมีการดำเนินการสำหรับการเพิ่มข้อมูลความต้อการเชิงฟังก์ชัน แสดงดังรูปที่ 4-15

15) คลาส RequirmentsInput คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บอินพุตของความต้อการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสอ้างอิง, ชื่ออินพุต, ชื่อตารางและชื่อคอลัมน์ที่สัมพันธ์กับสคีมารฐานข้อมูล ซึ่งการดำเนินการภายในคลาส RequirementsInfo สามารถเรียกใช้การดำเนินการในคลาสนี้ สำหรับเพิ่มหรือลบอินพุตได้ แสดงดังรูปที่ 4-16

<<entity>> RequirementsVersion
-requirementVersionId : int -requirementVersionNumber : int -effectiveStartDate : Date -effectiveEndDate : Date -activeFlag : boolean -previousRequirementVersionId : int -a RequirementInfo : RequirementsInfo
+createRequirementVersion() : boolean +updateRequirementVersion() : boolean +deleteRequirementVersion() : boolean +getLatestVersion(requirementNo) : RequirementsVersion

รูปที่ 4-14 รายละเอียดของคลาส RequirementVersion

<<entity>> RequirementsInfo
-requirementId : int -requirementNo : String -requirementDescription : String -requirementsInputList : List<RequirementsInput>
+createRequirementInfo() : boolean +deleteRequirementInfo() : boolean

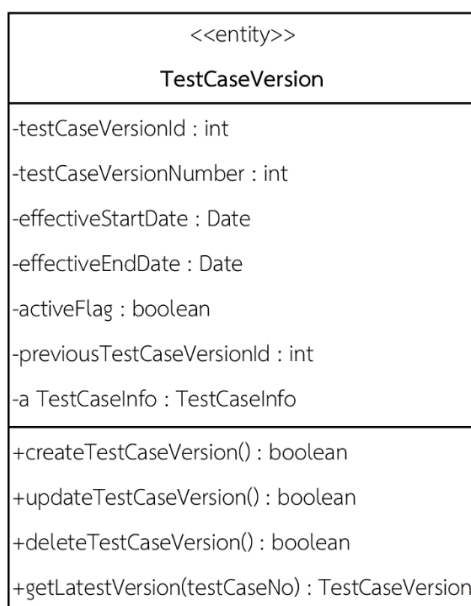
รูปที่ 4-15 รายละเอียดของคลาส RequirmentsInfo

<<entity>> RequirementsInput
-inputId : int -inputName : String -schemaVersionId : String
+createRequirementInput() : boolean +deleteRequirementInput() : boolean

รูปที่ 4-16 รายละเอียดของคลาส RequirementsInput

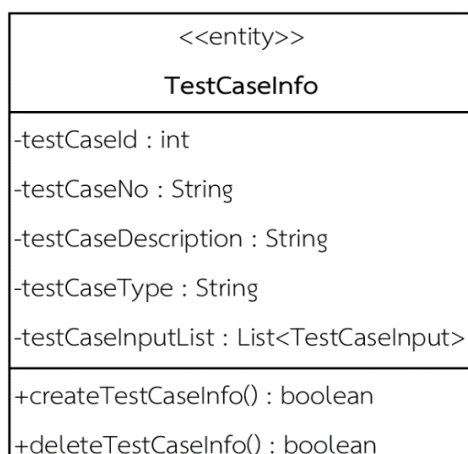


16) คลาส TestCaseVersion คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลเวอร์ชันของกรณีทดสอบ ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสอ้างอิงเวอร์ชันของกรณีทดสอบ, หมายเลขเวอร์ชันของกรณีทดสอบ, วันที่มีผลเริ่มต้นและสิ้นสุด, สถานะเวอร์ชัน, รหัสอ้างอิงเวอร์ชันก่อนหน้า และข้อมูลกรณีทดสอบของแต่ละเวอร์ชัน นอกจากนี้คลาส TestCaseVersion ยังมีการดำเนินการทั่วไป คือ การสร้าง ลบ แก้ไขข้อมูลเวอร์ชันของกรณีทดสอบ และสามารถเรียกดูข้อมูลกรณีทดสอบเวอร์ชันล่าสุดได้อีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4-17



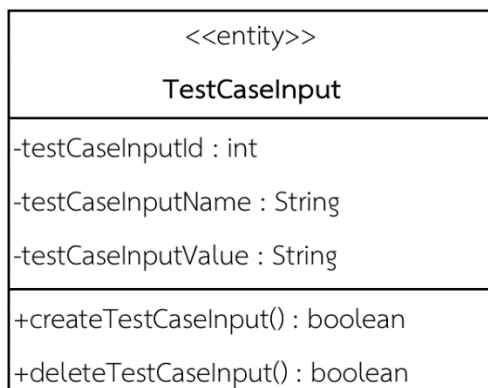
รูปที่ 4-17 รายละเอียดของคลาส TestCaseVersion

17) คลาส TestCaseInfo คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลกรณีทดสอบ ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสอ้างอิงกรณีทดสอบ, หมายเลขกรณีทดสอบ, คำอธิบายกรณีทดสอบ, ประเภทของการทดสอบ (Valid, Invalid) และรายการข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ มีการดำเนินการภายในสำหรับการเพิ่มและลบข้อมูลกรณีทดสอบ แสดงดังรูปที่ 4-18



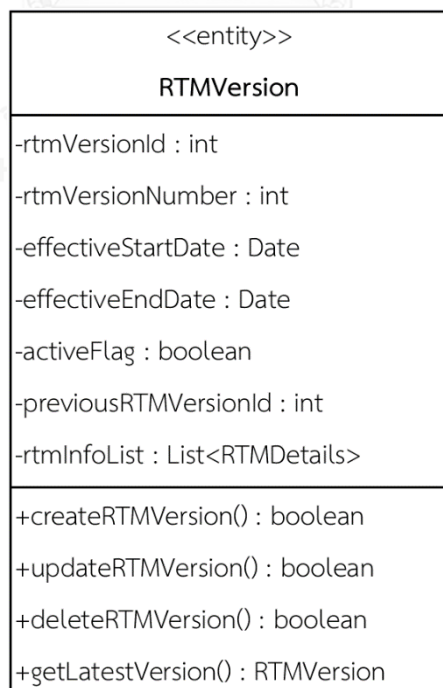
รูปที่ 4-18 รายละเอียดของคลาส TestCaseInfo

18) คลาส TestCaselInput คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับการจัดเก็บรายการข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสอ้างอิงของอินพุต, ชื่ออินพุต และข้อมูลทดสอบ ซึ่งคลาสดังกล่าวนี้ยังมีความสัมพันธ์กับคลาส RequirementsInput อีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4-19



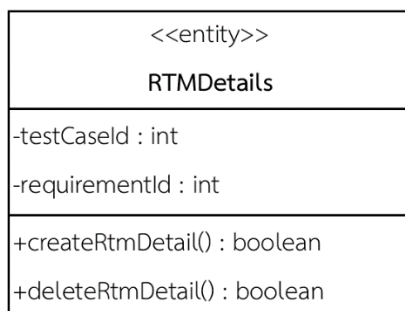
รูปที่ 4-19 รายละเอียดของคลาส TestCaselInput

19) คลาส RTMVersion คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการ ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสอ้างอิงเวอร์ชัน, หมายเลขเวอร์ชัน, วันที่มีผลเริ่มต้นและสิ้นสุด, สถานะเวอร์ชัน, รหัสอ้างอิงเวอร์ชันก่อนหน้า และรายการข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการที่ขึ้นกับเวอร์ชัน แสดงดังรูปที่ 4-20



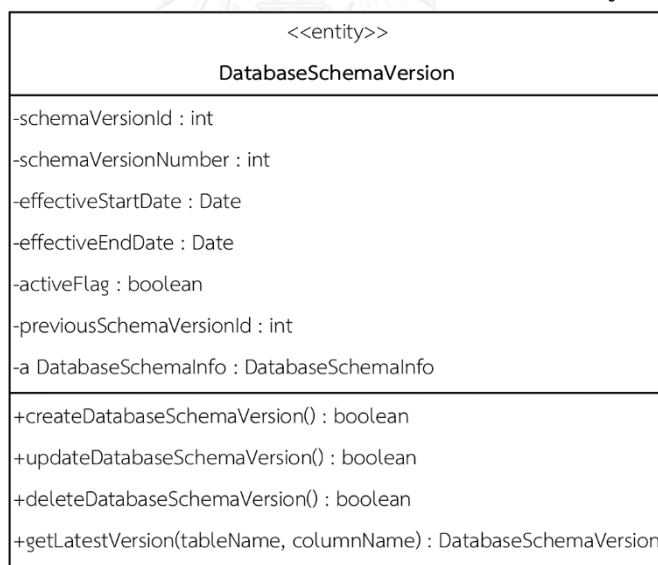
รูปที่ 4-20 รายละเอียดของคลาส RTM Version

20) คลาส RTMDetails คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับการจัดเก็บข้อมูล ตารางการตามรอยความต้องการของแต่ละโครงการ ประกอบด้วยความต้องการเชิงฟังก์ชันและกรณีทดสอบ แสดงดังรูปที่ 4-21



รูปที่ 4-21 รายละเอียดของคลาส RTMDetails

21) คลาส DatabaseSchemaVersion คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับการจัดเก็บข้อมูลเวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสอ้างอิงเวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูล, หมายเลขเวอร์ชัน, วันที่มีผลเริ่มต้นและสิ้นสุด, สถานะเวอร์ชัน, รหัสอ้างอิงเวอร์ชันก่อนหน้า และประกอบด้วยคลาส DatabaseSchemaInfo ที่ขึ้นกับเวอร์ชัน แสดงดังรูปที่ 4-22



รูปที่ 4-22 รายละเอียดของคลาส DatabaseSchemaVersion

22) คลาส DatabaseSchemaInfo คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลสคีมารฐานข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย ชื่อตาราง, ชื่อคอลัมน์, ชนิดข้อมูล, ความยาวข้อมูล, ความยาวของหลักทศนิยม, ตัวบ่งชี้ว่าเป็นค่าคีย์หลักหรือไม่, ตัวบ่งชี้ว่าเป็นค่าที่ไม่ซ้ำหรือไม่, ตัวบ่งชี้ว่าเป็นค่าว่างได้หรือไม่, ค่าโดยปริยาย, ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด แสดงดังรูปที่ 4-23

<<entity>> DatabaseSchemaInfo
-tableName : String -columnName : String -dataType : String -dataLength : int -scale : int -isPrimaryKey : boolean -isUnique : boolean -isNotNull : boolean -defaultValue : String -min : String -max : String
+createDatabaseSchemaInfo() : boolean +deleteDatabaseSchemaInfo() : boolean

รูปที่ 4-23 รายละเอียดของคลาส DatabaseSchemaInfo

23) คลาส ChangeRequest คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูล คำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งประกอบไปด้วย หมายเลขคำร้องขอเปลี่ยนแปลง, วันที่คำร้องขอเปลี่ยนแปลง, รหัสอ้างอิงผู้ใช้งาน, รหัสอ้างอิงความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ถูกร้องขอเปลี่ยนแปลง, รหัสอ้างอิงเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ถูกร้องขอเปลี่ยนแปลง, สถานะคำร้องขอเปลี่ยนแปลง, เหตุผลการยกเลิกคำร้องขอเปลี่ยนแปลง และข้อมูลรายการอินพุตที่ถูกร้องขอเปลี่ยนแปลง ของคลาส ChangeRequestInput แสดงดังรูปที่ 4-24

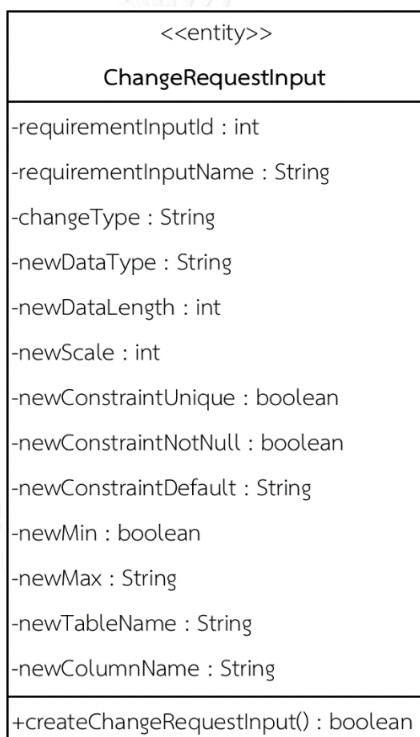
<<entity>> ChangeRequest
-changeRequestNo : String -changeRequestDate : Date -changeRequestUser : String -projectId : int -requirementId : int -requirementVersionId : int -changeStatus : String -reason : String -changeRequestInputList : List<ChangeRequestInput>
+createChangeRequest() : boolean +cancelChangeRequest(String changeRequestNo) : boolean +updateChangeRequestStatus(String changeRequestNo) : boolean +getChangeRequestList(int projectId) : List<ChangeRequest>

รูปที่ 4-24 รายละเอียดของคลาส ChangeRequest

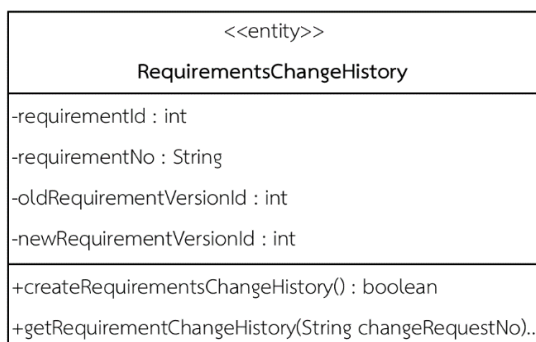
24) คลาส ChangeRequestInput ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บรายการอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ถูกร้องขอเปลี่ยนแปลง ซึ่งประกอบไปด้วย หมายเลขลำดับ, รหัสอ้างอิงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ถูกเปลี่ยนแปลง, ประเภทการเปลี่ยนแปลง, ชนิดข้อมูลใหม่, ความยาวข้อมูลใหม่, ความยาวหลักทศนิยมใหม่, ค่าใหม่ของเงื่อนไขข้อบังคับต่าง ๆ ชื่อตารางและชื่อคอลัมน์สำหรับกรณีการเพิ่มอินพุตใหม่ แสดงดังรูปที่ 4-25

25) คลาส RequirementsChangeHistory ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของความต้องการเชิงฟังก์ชัน แสดงดังรูปที่ 4-26

26) คลาส TestCaseChangeHistory ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบ แสดงดังรูปที่ 4-27



รูปที่ 4-25 รายละเอียดของคลาส ChangeRequestInput



รูปที่ 4-26 รายละเอียดของคลาส RequirementsChangeHistory

<<entity>> TestCaseChangeHistory
-testCaseId : int -testCaseNo : String -oldTestCaseVersionId : int -newTestCaseVersionId : int -changeType : String
+createTestCaseChangeHistory() : boolean +getTestCaseChangeHistory(String changeRequestNo) :...

รูปที่ 4-27 รายละเอียดของคลาส TestCaseChangeHistory

27) คลาส SchemaChangeHistory คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของสคีมารฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ แสดงดังรูปที่ 4-28

<<entity>> SchemaChangeHistory
-tableName : String -columnName : String -oldSchemaVersionId : int -newSchemaVersionId : int -changeType : String
+createSchemaChangeHistory() : boolean +getSchemaChangeHistory(String changeRequestNo)...

รูปที่ 4-28 รายละเอียดของคลาส SchemaChangeHistory

28) คลาส RTMInfoChangeHistory คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของตารางการตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบ ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสอ้างอิงเวอร์ชันก่อนและหลังปรับปรุง รวมถึงรายการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันและกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ แสดงดังรูปที่ 4-29

<<entity>> RTMInfoChangeHistory
-oldRTMVersionId : int -newRTMVersionId : int -rtmDetailChangeHistoryList : List<RTMDetailChangeHistory>
+createRTMInfoChangeHistory() : boolean +getRTMInfoChangeHistory(String changeRequestNo) : RTMInfoChangeHistory

รูปที่ 4-29 รายละเอียดของคลาส RTMInfoChangeHistory

29) คลาส RTMDetailChangeHistory คือคลาสชนิดเอนทิตีทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันและกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ พร้อมประเภทการเปลี่ยนแปลงในแต่ละรายการ แสดงดังรูปที่ 4-30

<<entity>> RTMDetailChangeHistory
-requirementId : int
-testCaseId : int
-changeType : String
+createRTMDetailChangeHistory() : boolean

รูปที่ 4-30 รายละเอียดของคลาส RTMDetailChangeHistory

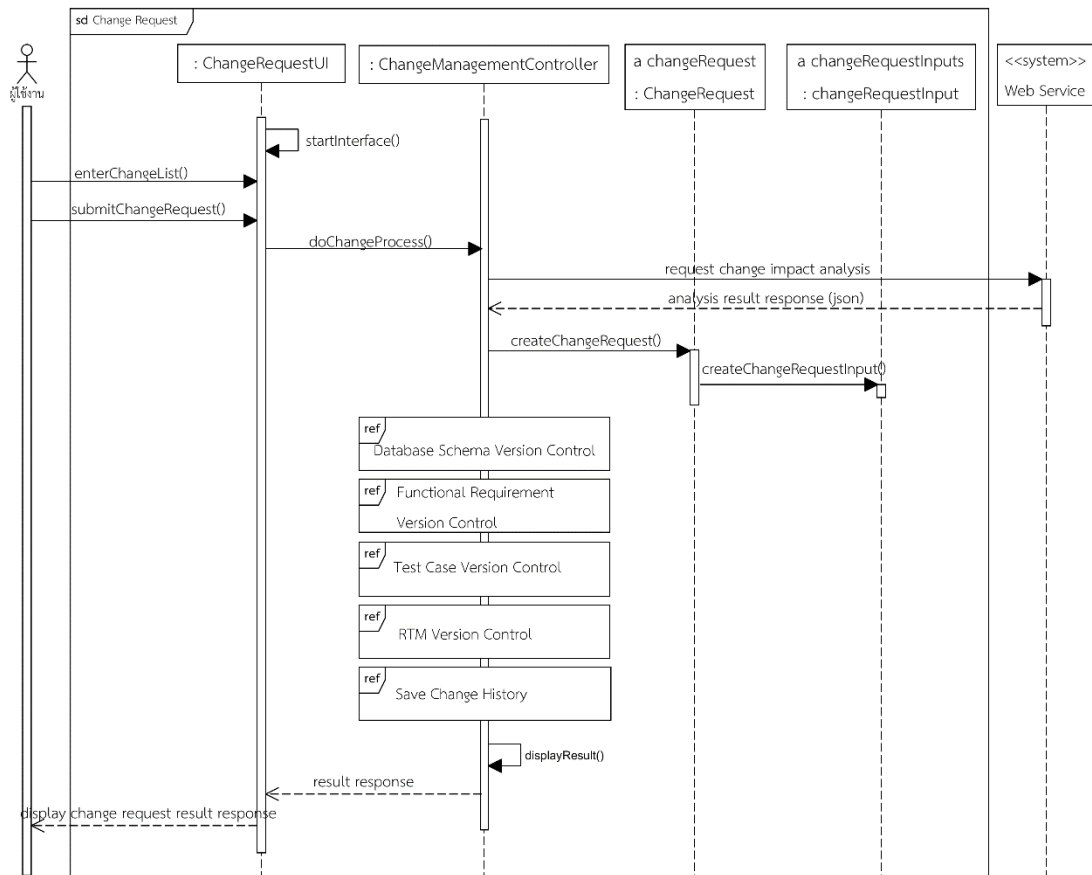
#### 4.1.4 แผนภาพลำดับ

หลังจากที่ได้ออกแบบแผนภาพคลาสเรียบร้อยแล้ว ถัดมาจึงได้จัดทำแผนภาพลำดับเพื่อแสดงให้เห็นถึงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างอ็อบเจกต์ของคลาส รวมถึงการส่งข้อความ (Message) ระหว่างอ็อบเจกต์ตามลำดับเวลา โดยการออกแบบแผนภาพลำดับในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทำงานของกิจกรรมการร้องขอการเปลี่ยนแปลงที่ครอบคลุมการควบคุมเวอร์ชัน การจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลงและรายงานผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 1) แผนภาพลำดับร้องขอการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

สำหรับการร้องขอเปลี่ยนแปลงฯ แสดงแผนภาพลำดับดังรูปที่ 4-31 เริ่มจากลำดับแรก ผู้ใช้ป้อนรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันโดยส่งข้อความ (Call Message) ไปยังส่วนต่อประสานเพื่อใช้งานการดำเนินการ enterChangeList() ของคลาส ChangeRequestUI กรณีผู้ใช้ต้องการยืนยันการเปลี่ยนแปลงด้วยการส่งข้อความเพื่อใช้งานการดำเนินการ submitChangeRequest() จากนั้นคลาส ChangeRequestUI ส่งข้อความเรียกไปยังตัวควบคุม ChangeManagementController เพื่อใช้งานการดำเนินการ doChangeProcess() สำหรับจัดการการเปลี่ยนแปลง ตัวควบคุมเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิส จากนั้นเว็บเซอร์วิสส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับมายังตัวควบคุม โดยผลลัพธ์ที่ได้คือ ข้อมูลผลกระทบที่ถูกจำลองตามรายการการเปลี่ยนแปลงที่ส่งไป ตัวควบคุมบันทึกข้อมูลคำร้องขอเปลี่ยนแปลงด้วยการส่งข้อความเรียกการดำเนินการ createChangeRequest() ของคลาส ChangeRequest และบันทึกรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตด้วยการส่งข้อความเรียกการดำเนินการ createChangeRequestInput() ของคลาส

ChangeRequestInput จากนั้นดำเนินการควบคุมเวอร์ชัน บันทึกประวัติการเปลี่ยนแปลงและแสดงผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงให้ผู้ใช้ได้รับทราบ



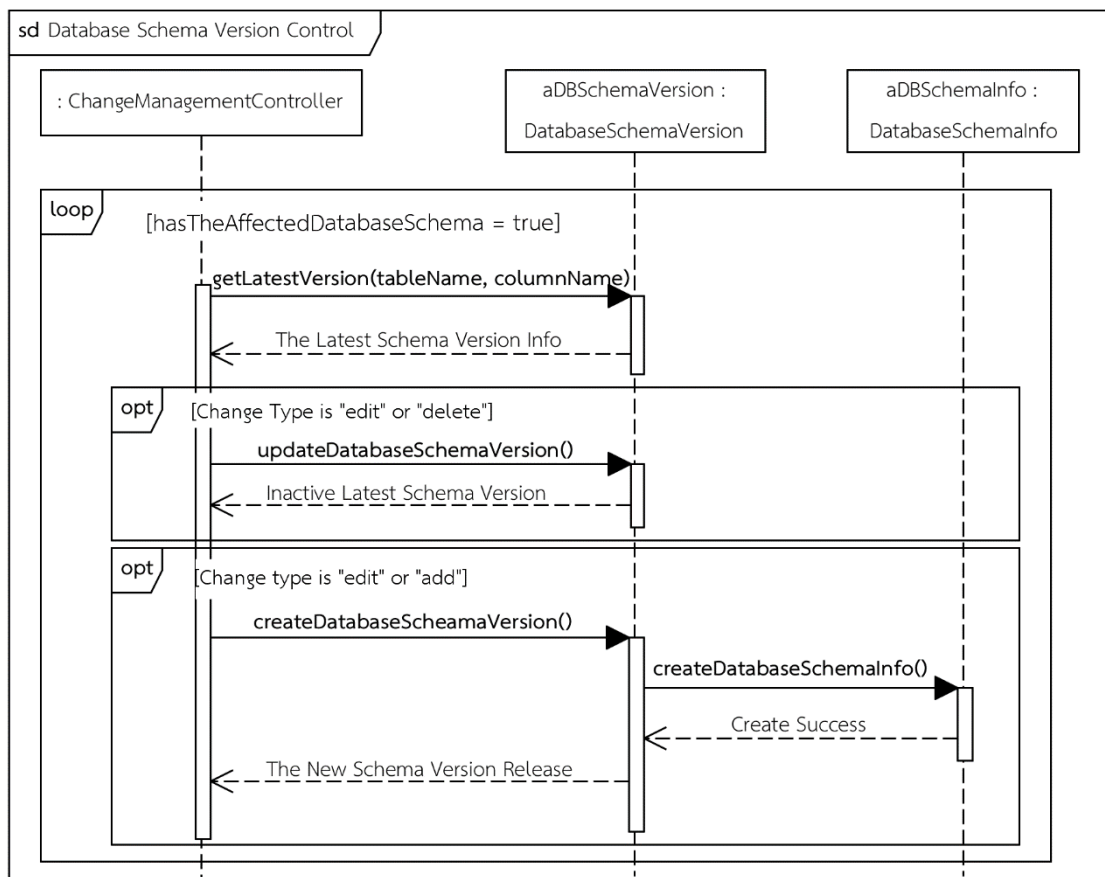
รูปที่ 4-31 แผนภาพลำดับเกี่ยวกับร้องขอการเปลี่ยนแปลง

## 2) แผนภาพลำดับการควบคุมเวอร์ชัน

สำหรับการควบคุมเวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง รายละเอียดแผนภาพลำดับแสดงดังรูปที่ 4-32 เริ่มจากตรวจสอบว่ามีข้อมูลผลกระทบของสคีมาฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้ามี ตัวควบคุม ChangeManagement ค้นหาข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดของสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ โดยส่งข้อความเรียกการดำเนินการ getLatestVersion(tableName, columnName) ของคลาส DatabaseSchemaVersion จากนั้นตรวจสอบประเภทของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เจ็อนไขแรกคือถ้าประเภทการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ “edit” หรือ “delete” แสดงว่าเวอร์ชันล่าสุดของสคีมาฐานข้อมูลจะถูกทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ โดยส่งข้อความเรียกการดำเนินการ updateDatabaseSchemaVersion() ของคลาส DatabaseSchemaVersion เจ็อนไขถัดไปคือถ้าประเภทของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ “add” หรือ “edit” แสดงว่าจะต้องสร้างเวอร์ชันใหม่ของข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ โดยส่งข้อความเรียกการดำเนินการ



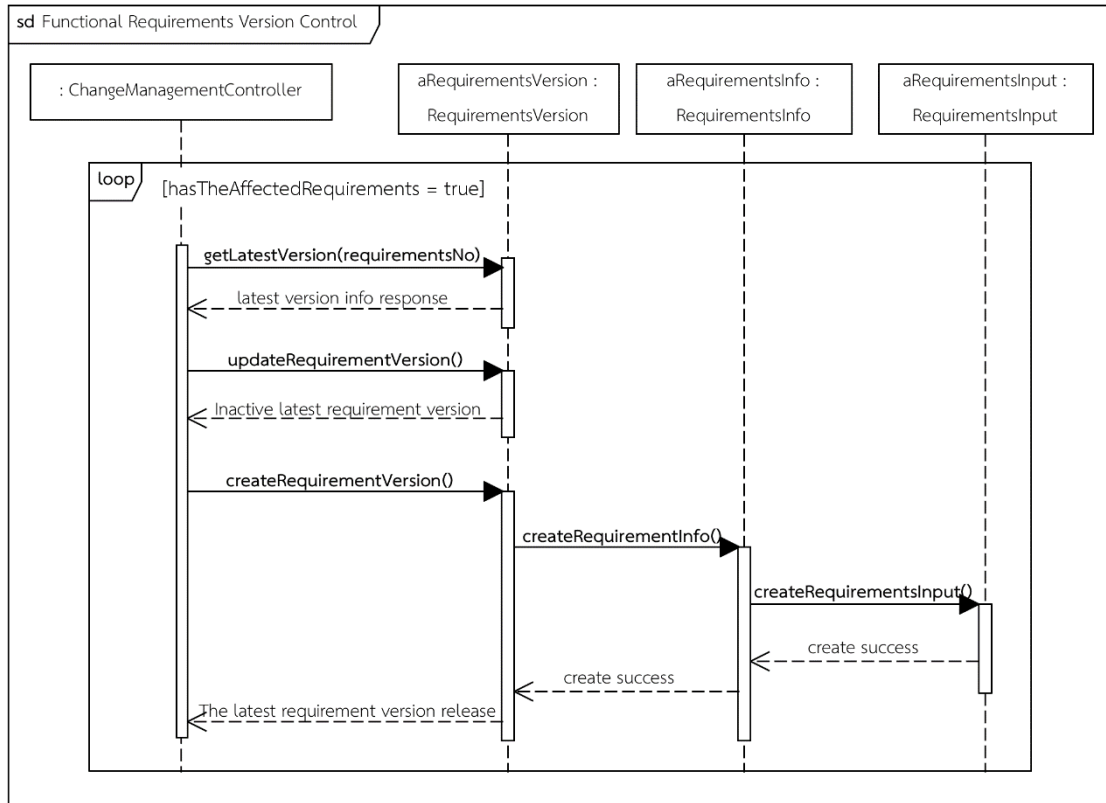
createDatabaseVersion() ของคลาส DatabaseSchemaVersion และให้อ็อบเจกต์ของคลาส DatabaseSchemaVersion เรียกตัวดำเนินการ createDatabaseSchemaInfo() ของคลาส DatabaseSchemaInfo จากนั้นบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลและทำซ้ำวนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่มีข้อมูลผลกระทบของสคีมาฐานข้อมูลอีกต่อไป



รูปที่ 4-32 แผนภาพลำดับการควบคุมเวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูล

แผนภาพลำดับการควบคุมเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ดังแสดงในรูปที่ 4-33 เริ่มจากตรวจสอบว่ามีข้อมูลผลกระทบของความต้องการเชิงฟังก์ชันหรือไม่ ถ้ามี ตัวควบคุม ChangemanagementController ค้นหาข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดจากหมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ โดยส่งข้อความเรียกการดำเนินการ getLatestVersion() ของคลาส RequirementsVersion จากนั้นทำการปรับปรุงเวอร์ชันล่าสุดไม่ให้ออกใช้งานได้ และสร้างข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันหลังปรับปรุงเป็นข้อมูลเวอร์ชันใหม่ โดยส่งข้อความเรียกการดำเนินการ updateRequirementVersion() ของคลาส RequirementsVersion และสร้างเวอร์ชันใหม่ด้วยการดำเนินการ createRequirementVersion() จากนั้นอ็อบเจกต์ของคลาสนั้นเรียกการดำเนินการ createRequirementInfo() และให้อ็อบเจกต์ของคลาส RequirementInfo เรียกการดำเนินการ

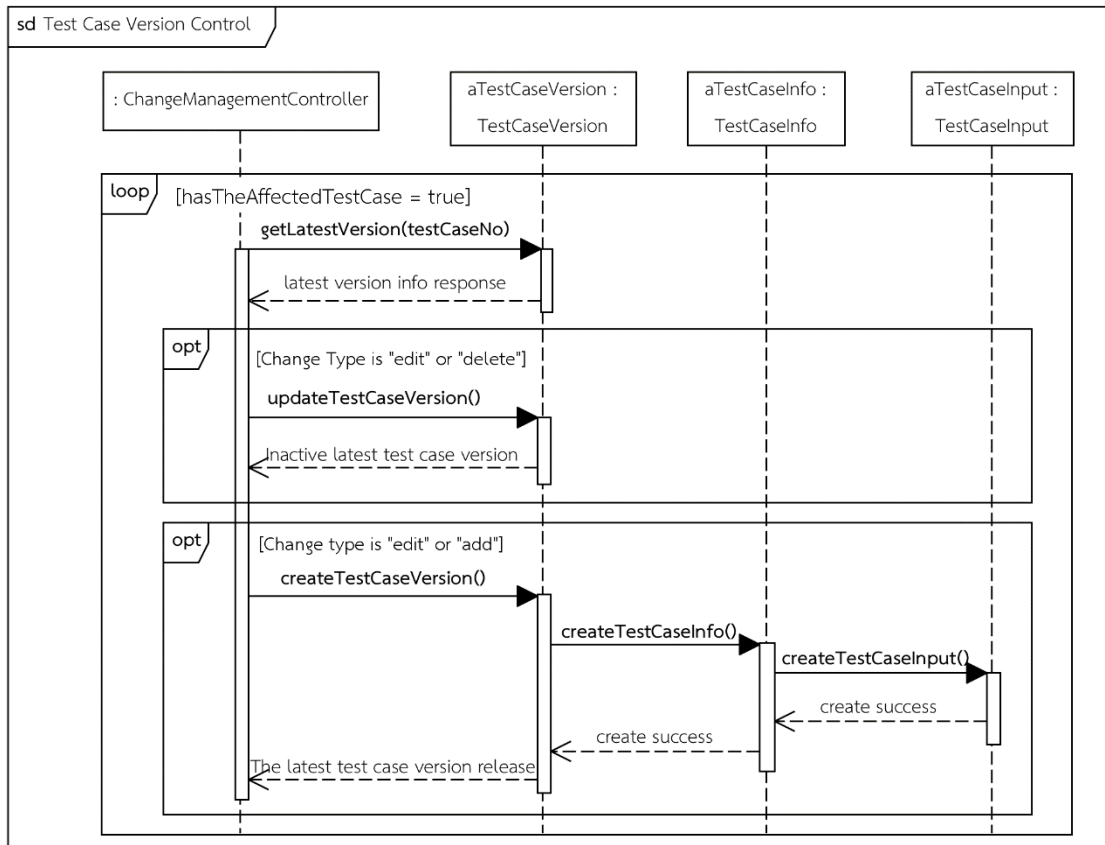
createRequirementsInput() เพื่อบันทึกข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันเวอร์ชันใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูล และทำซ้ำวนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่มีข้อมูลผลกระทบของความต้องการเชิงฟังก์ชันอีก



รูปที่ 4-33 แผนภาพลำดับการควบคุมเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

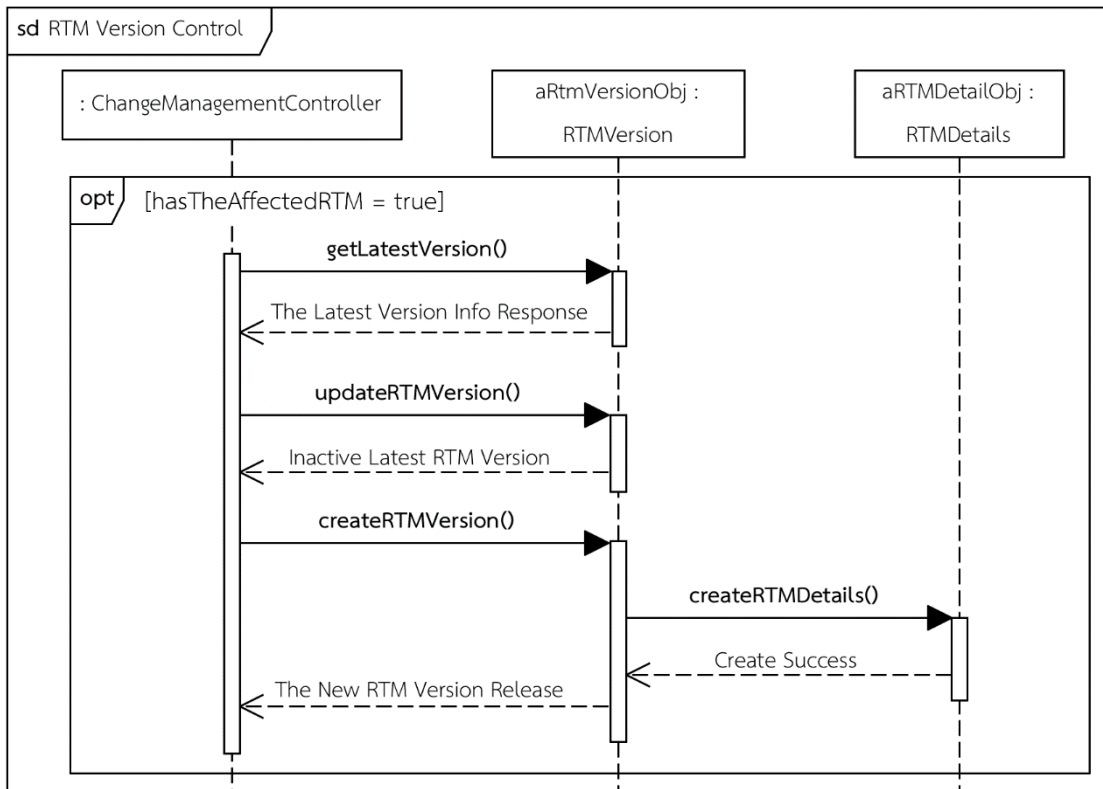
แผนภาพลำดับการควบคุมเวอร์ชันของกรณีทดสอบนี้จะแสดงถึงขั้นตอนการทำงานตามลำดับเวลาเกี่ยวกับการปรับปรุงเวอร์ชันของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน แสดงดังรูปที่ 4-34 กล่าวคือถ้ามีข้อมูลผลกระทบของกรณีทดสอบตัวควบคุม ChangemanagementController จะเรียกการดำเนินการ getLatestVersion() ของคลาส TestCaseVersion เพื่อหาเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ จากนั้นตรวจสอบประเภทของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เงื่อนไขแรกคือถ้าประเภทของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ “edit” หรือ “delete” แสดงว่าเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบดังกล่าวจะถูกทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ โดยส่งข้อความเรียกการดำเนินการ updateTestCaseVersion() ของคลาส TestCaseVersion เงื่อนไขถัดไปคือถ้าประเภทของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ “edit” หรือ “add” จะได้ว่ากรณีทดสอบดังกล่าวจะต้องถูกปรับปรุงข้อมูลให้เป็นเวอร์ชันใหม่ ตัวควบคุมจะส่งข้อความเรียกตัวดำเนินการ createTestCaseVersion() ของคลาส TestCaseVersion และให้อ็อบเจกต์ของคลาส TestCaseVersion เรียกการดำเนินการ createTestCaseInfo() ของคลาส TestCaseInfo และอ็อบ

เจกต์ของคลาส TestCaselInfo เรียกตัวดำเนินการ createTestCaselInput() ของคลาส TestCaselInput เพื่อบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลและทำซ้ำวนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่มีข้อมูล ผลกระทบของกรณีทดสอบอีก



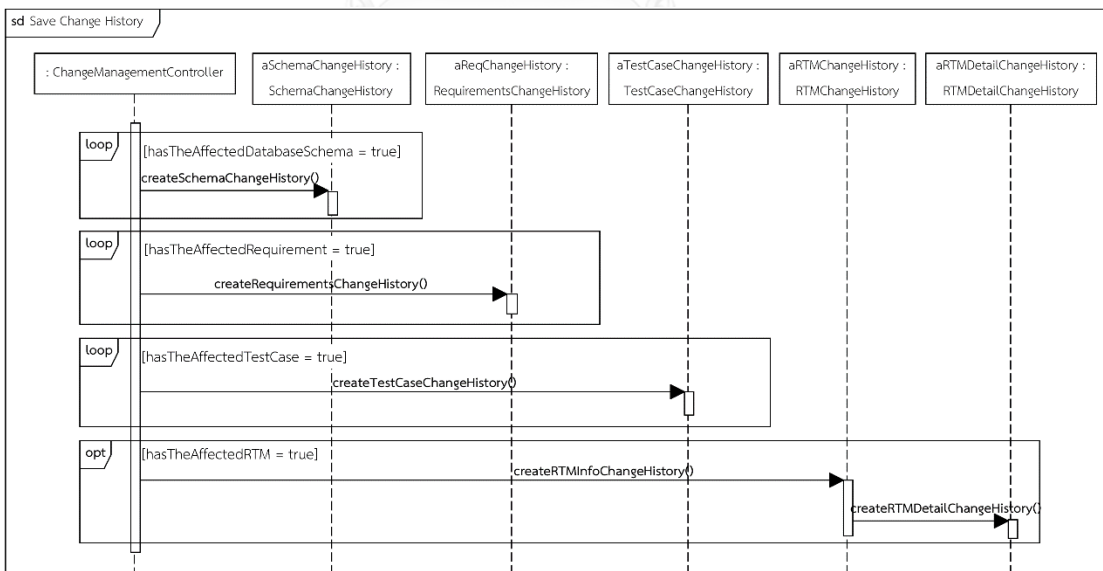
รูปที่ 4-34 แผนภาพลำดับการควบคุมเวอร์ชันของกรณีทดสอบ

แผนภาพลำดับนี้จะแสดงถึงขั้นตอนการทำงานตามลำดับเวลาเกี่ยวกับการควบคุมเวอร์ชันของตารางตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความ ต้องการเชิงฟังก์ชัน แสดงดังรูปที่ 4-35 อธิบายได้ว่าถ้ามีข้อมูลผลกระทบของตารางตามรอย ความ ต้องการ ตัวควบคุม ChangeManagementController จะเรียกการดำเนินการ getLatestVersion() ของคลาส RTMVersion เมื่อได้ข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดกลับมาแล้ว ตัวควบคุมจะทำการปรับปรุงเวอร์ชันล่าสุดของตารางตามรอยความต้องการไม่ให้อาจใช้งานได้ โดยส่งข้อความเรียกการดำเนินการ updateRTMVersion() ของคลาส RTMVersion จากนั้นจึงสร้างข้อมูลของตารางตามรอยความต้องการเป็นข้อมูลเวอร์ชันใหม่ ตัวควบคุมจะส่งข้อความเรียกการดำเนินการ createRTMVersion() เพื่อสร้างเวอร์ชันใหม่ และให้ออบเจกต์ของคลาส RTMVersion เรียกการดำเนินการ createRTMDetails() สุดท้ายเวอร์ชันใหม่ของตารางตามรอยความต้องการ หลังเปลี่ยนแปลงถูกปล่อยออกมา



รูปที่ 4-35 แผนภาพลำดับการควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการ

### 3) แผนภาพลำดับจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลง

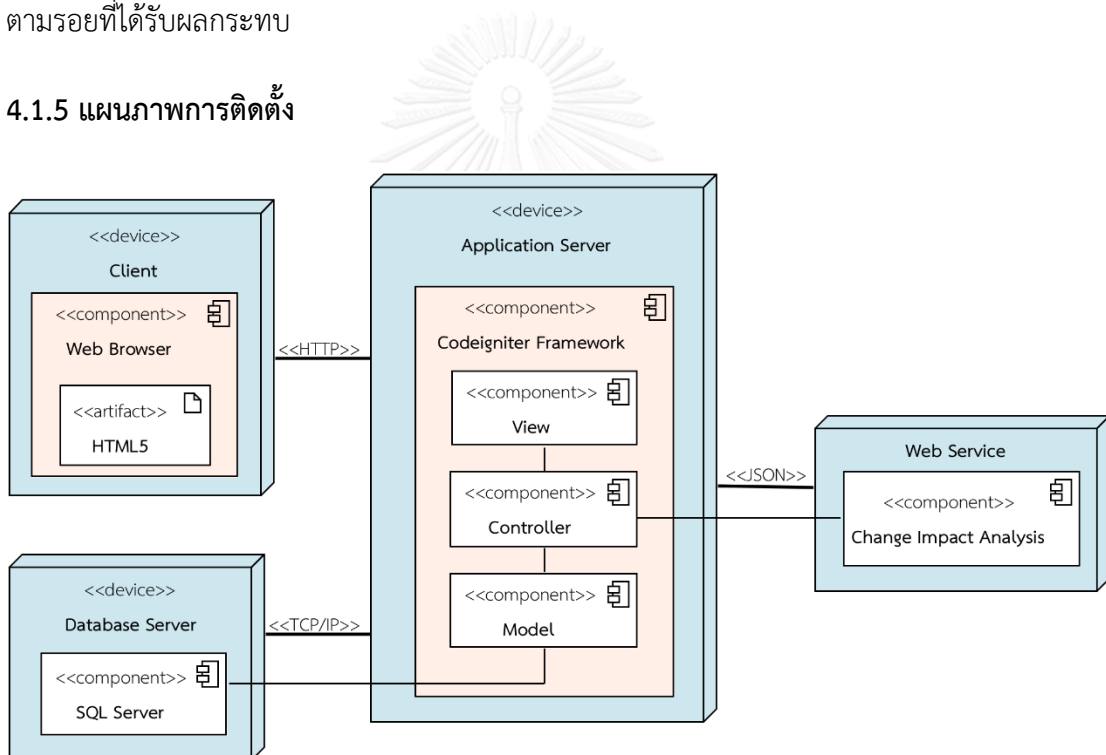


รูปที่ 4-36 แผนภาพลำดับการจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลง

รูปที่ 4-36 แสดงแผนภาพลำดับการจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลงหลังจากที่ขั้นตอนการควบคุมเวอร์ชันเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยเริ่มจากตัวควบคุมส่งข้อความเรียกการดำเนินการ

createSchemaChangeHistory() ของคลาส SchemaChangeHistory เพื่อสร้างประวัติการเปลี่ยนแปลงของสคีมารฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ ว่าสคีมารฐานข้อมูลใดได้รับผลกระทบบ้างแล้วจากการเปลี่ยนแปลงทำให้เวอร์ชันเก่าและใหม่เป็นอย่างไร จากนั้นลำดับถัดไปคือส่งข้อความเรียกการดำเนินการ createRequirementsChangeHistory() ของคลาส RequirementChangeHistory เพื่อสร้างประวัติการเปลี่ยนแปลงของความต้อการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ ลำดับถัดไปตัวควบคุมส่งข้อความเรียกการดำเนินการ createTestCaseChangeHistory() และสุดท้ายถ้าตารางการตามรอยความต้อการได้รับผลกระทบ ตัวควบคุมส่งข้อความเรียกการดำเนินการ createRTMInfoChangeHistory() จากนั้นอ็อบเจกต์ของคลาส RTMInfoChangeHistory ดังกล่าวจะเรียกการดำเนินการ createRTMDetailChangeHistory() เพื่อบันทึกรายละเอียดของตารางการตามรอยที่ได้รับผลกระทบ

#### 4.1.5 แผนภาพการติดตั้ง



รูปที่ 4-37 แผนภาพการติดตั้งของเครื่องมือ

หลังจากที่ได้วิเคราะห์และออกแบบแผนภาพยูสเคสซึ่งเป็นมุมมองของผู้ใช้งาน แผนภาพคลาสที่อธิบายถึงโครงสร้างข้อมูลของเครื่องมือหรือแผนภาพกิจกรรมและแผนภาพลำดับที่อธิบายในมุมมองของพฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน นอกจากนี้ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบแผนภาพการติดตั้ง (Deployment Diagram) ที่สามารถแสดงโครงสร้างสถาปัตยกรรมของเครื่องมือซึ่งรวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายใน

รูปที่ 4-37 แสดงโครงสร้างสถาปัตยกรรมของเครื่องมือ ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บโดยประยุกต์ใช้สถาปัตยกรรมแบบ 3 Tier ซึ่งแบ่งแยกหน้าที่ความรับผิดชอบออกเป็น 3 ระดับชั้น ได้แก่ ระดับชั้นแรกคือ Client จัดกระทำเกี่ยวกับการแสดงผลส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (เว็บเบราว์เซอร์) ระดับชั้นกลางคือ Application Server ซึ่งระดับชั้นดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้สถาปัตยกรรมของ MVC (Model-View-Controller) ด้วยเฟรมเวิร์คของ Codeigniter นอกจากนี้ยังมีการติดต่อเรียกใช้บริการเว็บเซอร์วิสผ่านการรับส่งข้อมูลในรูปแบบของ JSON และระดับชั้นสุดท้ายคือ Database Server ซึ่งเป็นส่วนในการจัดการฐานข้อมูลอีกด้วย

## 4.2 การพัฒนาเครื่องมือสนับสนุน

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชัน ประกอบด้วยสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ และการพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของแต่ละหน้าจอการทำงาน ซึ่งรายละเอียดมีดังต่อไปนี้

### 4.2.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

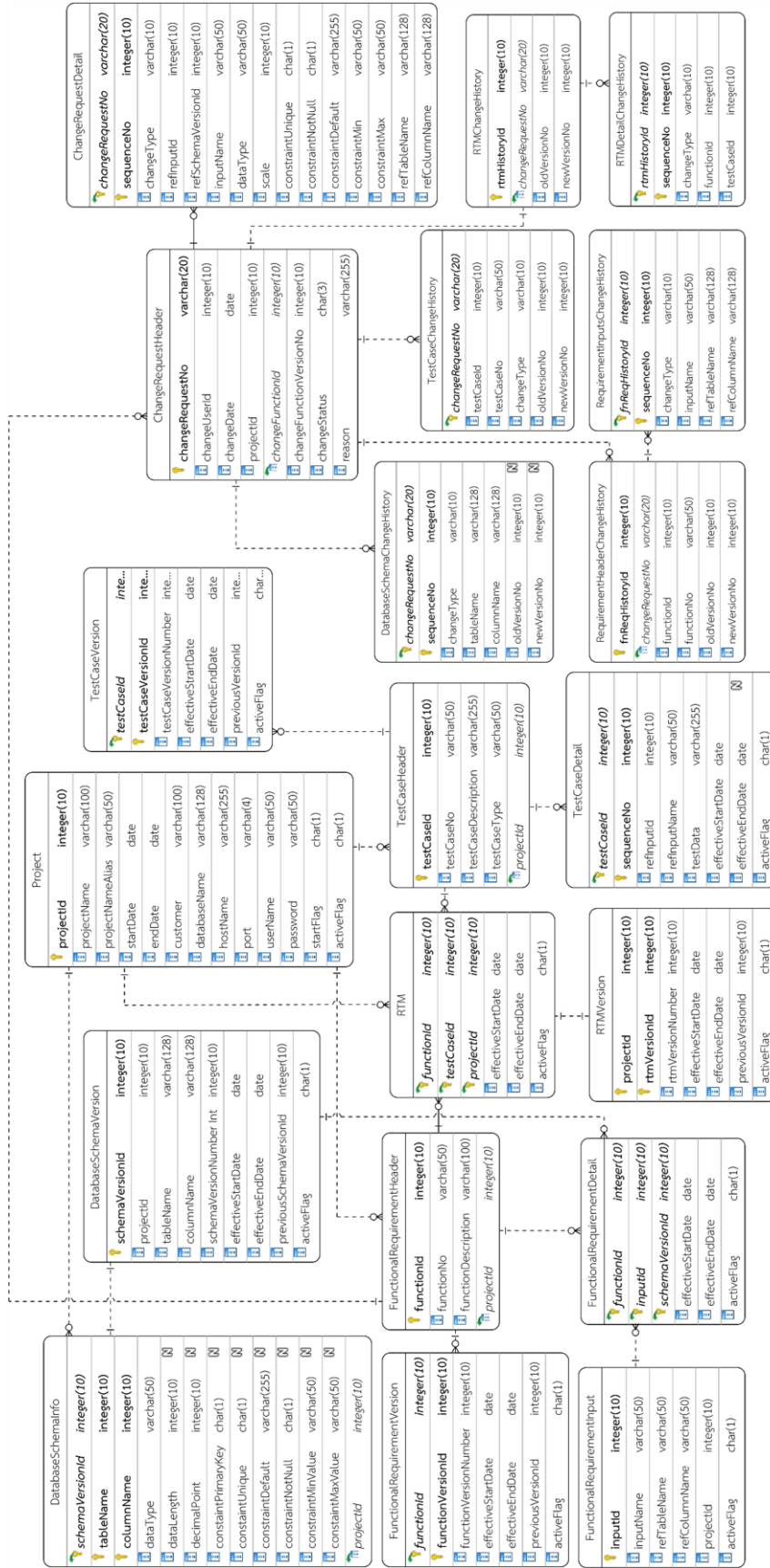
- 1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware)
  - เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา หน่วยประมวลผลอินเทลคอร์ไอเซเวน 3.0 กิกะเฮิร์ตซ์ (Intel Core i7 3.0GHz)
  - หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์หรือแรม (Ram) 8.0 กิกะไบต์ (8 GB)
  - ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) 1 เทระไบต์ (1 TB)
- 2) ซอฟต์แวร์ (Software)
  - ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ไมโครซอฟท์วินโดวส์ 10 (64 บิต)
  - ซับไลม์เท็กซ์ (Sublime Text) สำหรับสร้างและแก้ไขข้อความในการสร้างเว็บเพจ
  - ฐานข้อมูลเอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์ เวอร์ชัน 2016 (Microsoft SQL Server 2016)

### 4.2.2 โครงสร้างของฐานข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแผนภาพคลาสตามที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้แล้ว มาวิเคราะห์และออกแบบเป็นโครงสร้างของฐานข้อมูล แสดงด้วยแผนภาพอีอาร์ดังรูปที่ 4-38 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

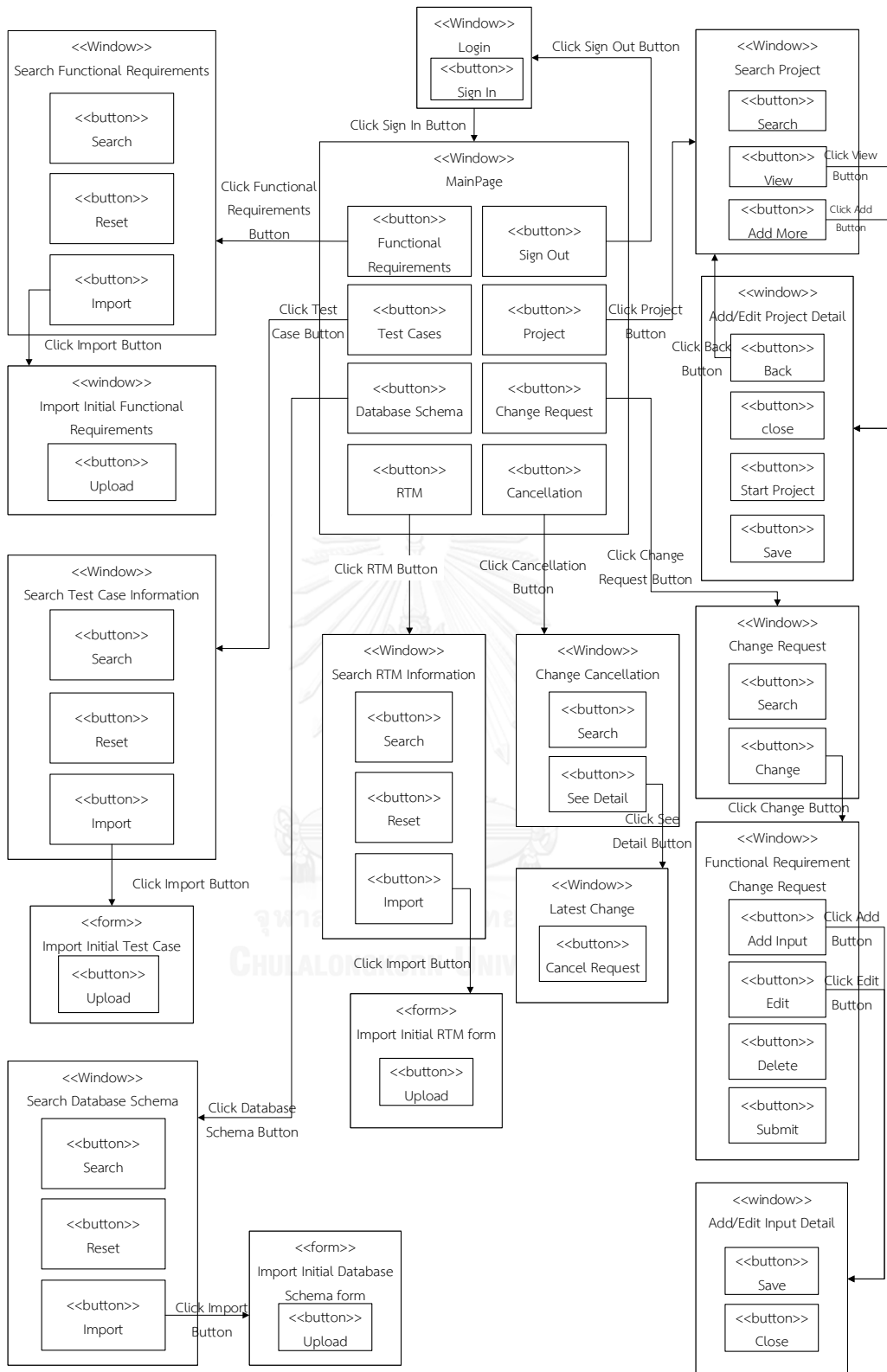
- 1) ตาราง Project เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลโครงการ
- 2) ตาราง DatabaseSchemaInfo เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลในแต่ละเวอร์ชัน
- 3) ตาราง DatabaseSchemaVersion เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บเวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูล

- 4) ตาราง FunctionRequirementHeader เป็นตารางที่ใช้สำหรับจัดเก็บส่วนหัวของข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน ประกอบด้วย รหัสอ้างอิงความต้องการเชิงฟังก์ชัน หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน และรหัสอ้างอิงโครงการ
- 5) ตาราง FunctionalRequirementDetail เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บรายละเอียดของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ว่าแต่ละความต้องการเชิงฟังก์ชันประกอบด้วยรายการอินพุตอะไรบ้าง นอกจากนี้อินพุตในแต่ละรายการจะมีความสัมพันธ์กับเวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูล
- 6) ตาราง FunctionalRequirementVersion เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
- 7) ตาราง FunctionalRequirementInput เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยชื่ออินพุตในแต่ละโครงการจะต้องมีชื่อที่ไม่ซ้ำกัน
- 8) ตาราง TestCaseHeader เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บส่วนหัวของข้อมูลกรณีทดสอบ
- 9) ตาราง TestCaseDetail เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บรายการข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ
- 10) ตาราง TestCaseVersion เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บเวอร์ชันของกรณีทดสอบ
- 11) ตาราง RTM เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการ
- 12) ตาราง RTM เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการ
- 13) ตาราง ChangeRequestHeader เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลคำร้องขอเปลี่ยนแปลง
- 14) ตาราง ChangeRequestDetail เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันของแต่ละคำร้องขอเปลี่ยนแปลง
- 15) ตาราง DatabaseSchemaChangeHistory เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของสคีมารฐานข้อมูล
- 16) ตาราง RequirementHeaderChangeHistory เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของความต้องการเชิงฟังก์ชัน กล่าวคือในแต่ละคำร้องขอเปลี่ยนแปลงมีความต้องการเชิงฟังก์ชันอะไรบ้างที่ได้รับผลกระทบ
- 17) ตาราง RequirementInputChangeHistory เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ
- 18) ตาราง TestCaseChangeHistory เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบ
- 19) ตาราง RTMChangeHistory เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงของตารางการตามรอยความต้องการ
- 20) ตาราง RTMDetailChangeHistory เป็นตารางที่ใช้สำหรับเก็บรายการความสัมพันธ์ของความต้องการเชิงฟังก์ชันและกรณีทดสอบที่ถูกเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 4-38 แผนภาพอ็วาร์ของเครื่องมือ





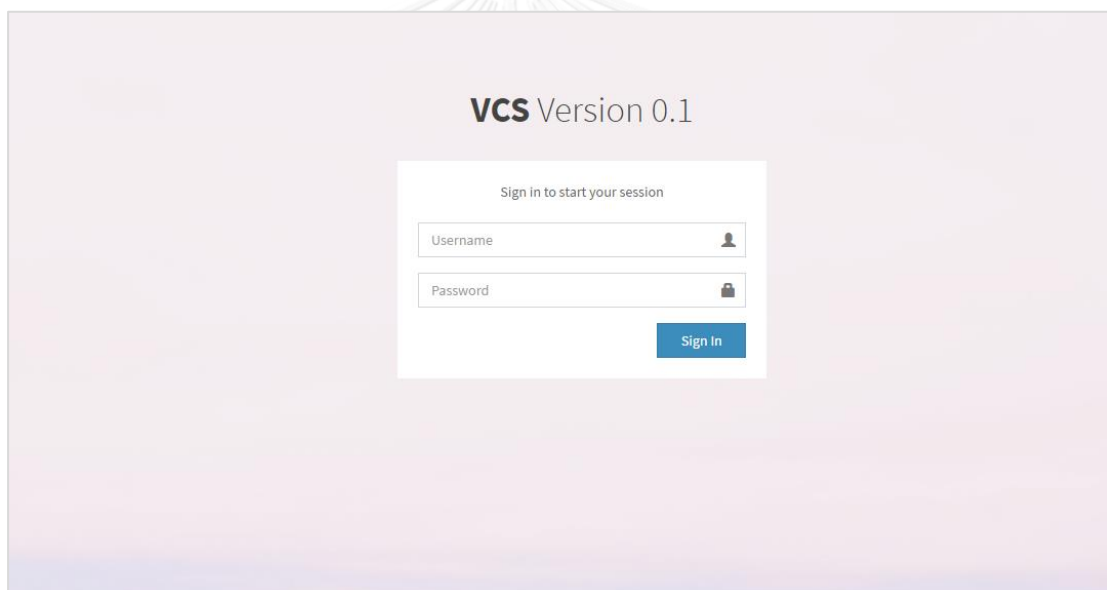
รูปที่ 4-39 แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันของเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชัน

### 4.2.3 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือสนับสนุน

โครงสร้างส่วนต่อประสานของเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชันของสคีมามาฐานข้อมูลกรณีทดสอบ ตารางการตามรอยความต้องการและความต้องการเชิงฟังก์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน สามารถอธิบายได้ด้วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (Window Navigation) ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบ แสดงดังรูปที่ 4-39

แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันที่ใช้อธิบายส่วนประกอบของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือสนับสนุน ซึ่งจะประกอบไปด้วย หน้าต่าง เมนู โดยที่แต่ละส่วนประกอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หน้าต่างลงชื่อเข้าใช้งาน เป็นหน้าต่างเริ่มต้นของเครื่องมือเพื่อเข้าใช้งาน โดยมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้ ชื่อโครงการ กล่องข้อความสำหรับกรอกชื่อผู้ใช้งาน กล่องข้อความสำหรับกรอกรหัสผ่านของผู้ใช้งานและปุ่ม “Sign In” เพื่อเข้าใช้งานเครื่องมือ แสดงดังรูปที่ 4-40



รูปที่ 4-40 หน้าต่างลงชื่อเข้าใช้งาน

2. หน้าต่างหลัก เป็นหน้าต่างแรกที่ปรากฏขึ้นมาหลังจากที่ผู้ใช้งานลงชื่อเข้าใช้งานสำเร็จ แสดงดังรูปที่ 4-41 ซึ่งโครงสร้างของหน้าต่างประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ๆ ดังนี้

- 2.1. ส่วนหัว (Header) เป็นส่วนที่อยู่บนสุดของหน้าต่าง ประกอบด้วย ชื่อเครื่องมือ
- 2.2. ส่วนของแถบเมนู (Menu) ประกอบไปด้วยเมนูการใช้งานต่าง ๆ ดังนี้
  - เมนูการจัดการข้อมูลตั้งต้น
  - เมนูการจัดการการเปลี่ยนแปลง
  - และเมนูการจัดการเวอร์ชัน

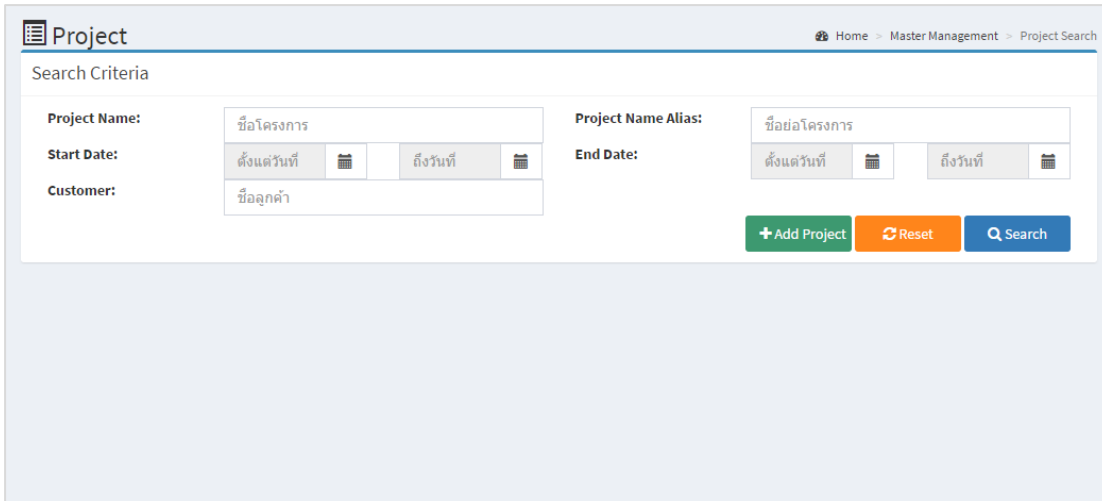
2.3. ส่วนของเนื้อหาหลัก (Main Content) เป็นส่วนที่แสดงเนื้อหาของเว็บไซต์ โดยเนื้อหาของหน้าแรกจะแสดงจำนวนของข้อมูล ได้แก่ จำนวนของโครงการ จำนวนของความต้องการเชิงฟังก์ชัน จำนวนของกรณีทดสอบ และจำนวนของสคีมารฐานข้อมูลที่อยู่ในระบบ นอกจากนี้ยังแสดงรายการคำร้องขอเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่เกิดขึ้น

2.4. ส่วนท้าย (Footer) เป็นส่วนที่อยู่ด้านล่างสุดของหน้าต่างไว้สำหรับข้อความแสดงลิขสิทธิ์

The screenshot shows a web application interface for 'VCS Version 0.1'. The top navigation bar includes the user name 'TEST USER 01' and the page title 'ส่วนหัว'. On the left, a sidebar menu labeled 'ส่วนของแถบเมนู' lists navigation options: Dashboard, Master Management, Change Management, and Version Management. The main content area, labeled 'ส่วนของเนื้อหาหลัก', displays a dashboard with four key metrics: 5 Projects, 10 Functional Requirements, 5 Test Cases, and 30 Database Schema. Below these metrics is a table titled 'Latest Change' with columns for #, Project, Change Request No., Change Date, Change User, and Status. The table contains one row for project 'SIS: Student Information System' with change request number 'CR-1706001' and status 'closed'. The footer, labeled 'ส่วนท้าย', includes the copyright notice 'Copyright © 2017 THESIS Master Degree. All rights reserved.' and the version number 'Version 0.1'.

รูปที่ 4-41 หน้าต่างหลัก

3. หน้าต่างสำหรับค้นหาข้อมูลโครงการ แสดงดังรูปที่ 4-42 ซึ่งเป็นหน้าต่างไว้สำหรับค้นหาข้อมูลโครงการที่มีอยู่บนฐานข้อมูล โดยสามารถค้นหาจากการระบุเงื่อนไขการค้นหาได้ดังนี้ ชื่อโครงการ ชื่อย่อโครงการ วันที่เริ่มต้นหรือสิ้นสุดโครงการ หรือชื่อลูกค้า จากนั้นคลิกปุ่ม “Search” เพื่อค้นหา ในกรณีที่เงื่อนไขการค้นหาสอดคล้องกับข้อมูลในฐานข้อมูลเครื่องมือจะแสดงข้อมูลโครงการ ในส่วนของพื้นที่แสดงผลลัพธ์ด้านล่าง หรือคลิกปุ่ม “Reset” เพื่อล้างค่าเงื่อนไขการค้นหา และข้อมูลผลลัพธ์ สำหรับการเพิ่มโครงการใหม่ทำได้โดยคลิกปุ่ม “Add Project”



**Project** Home > Master Management > Project Search

Search Criteria

**Project Name:** ชื่อโครงการ

**Project Name Alias:** ชื่อย่อโครงการ

**Start Date:** ตั้งแต่วันที่ ถึงวันที่

**End Date:** ตั้งแต่วันที่ ถึงวันที่

**Customer:** ชื่อลูกค้า

+ Add Project Reset Search

รูปที่ 4-42 หน้าต่างสำหรับค้นหาข้อมูลโครงการ

4. หน้าต่างสำหรับเพิ่มโครงการใหม่ แสดงดังรูปที่ 4-43 ซึ่งผู้ใช้งานต้องระบุชื่อโครงการ คำย่อของโครงการ วันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดโครงการ ชื่อลูกค้า ชื่อฐานข้อมูล ชื่อเครื่องแม่ข่าย (Host Name) หมายเลขช่องทาง (Port Number) ชื่อผู้ใช้งาน และรหัสผ่าน

- 4.1. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Save” เพื่อบันทึกข้อมูลโครงการเข้าสู่ฐานข้อมูล หากเครื่องมือตรวจสอบแล้วพบว่าชื่อโครงการที่ผู้ใช้ป้อนใหม่ไม่ซ้ำกับชื่อโครงการเดิมที่มีอยู่ในฐานข้อมูลและข้อมูลอื่น ๆ ถูกต้องตรงตามเงื่อนไข
- 4.2. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Cancel” เมื่อต้องการยกเลิกการบันทึกข้อมูลโครงการ
- 4.3. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Edit” เมื่อต้องการแก้ไขข้อมูลโครงการ ซึ่งปุ่มนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อมีข้อมูลโครงการอยู่แล้วในระบบ เพราะเครื่องมือจะไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงชื่อโครงการได้อีก
- 4.4. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Back” เครื่องมือจะนำกลับไปยังหน้าต่างค้นหาข้อมูลโครงการ
- 4.5. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Start Project” เพื่อบ่งบอกว่าโครงการนี้จะไม่สามารถนำเข้าข้อมูลตั้งต้นได้อีก ซึ่งปุ่มนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อมีข้อมูลโครงการอยู่แล้วและยังไม่เคยคลิกปุ่มนี้มาก่อน

รูปที่ 4-43 หน้าต่างสำหรับเพิ่มโครงการใหม่

5. หน้าต่างค้นหาความต้องการเชิงฟังก์ชันตั้งต้น แสดงดังรูปที่ 4-44 เริ่มต้นจากผู้ใช้สามารถเข้าสู่หน้าต่างนี้ได้จากแถบเมนู “Master Management > Functional Requirements” ผู้ใช้สามารถค้นหาความต้องการเชิงฟังก์ชันตั้งต้นได้โดยจะต้องเลือกโครงการก่อน จากนั้นคลิกปุ่ม “Search” เครื่องมือดำเนินการค้นหาความต้องการเชิงฟังก์ชันตั้งต้นที่อยู่ในฐานข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำมาแสดงลงตารางข้างล่างในส่วนของ Search Result สำหรับกรณีที่ผู้ใช้ต้องการนำเข้าความต้องการเชิงฟังก์ชันคลิกที่ปุ่ม “Import”

รูปที่ 4-44 หน้าต่างค้นหาความต้องการเชิงฟังก์ชันตั้งต้น

6. หน้าต่างนำเข้าความต้องการเชิงฟังก์ชันตั้งต้น แสดงดังรูปที่ 4-45 เมื่อผู้ใช้คลิกปุ่ม “Choose File” เครื่องมือจะแสดงหน้าต่างย่อยขึ้นมาให้ผู้ใช้เลือกเพิ่มข้อมูลเอกสารความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ต้องการ ซึ่งจะรองรับการนำเข้าเพิ่มข้อมูลแบบที่มีตัวคั่น (CSV) เท่านั้น จากนั้นคลิกปุ่ม “Upload” เพื่อนำเข้าเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบภายใต้โครงการที่เลือกไว้

รูปที่ 4-45 หน้าต่างนำเข้าความต้องการเชิงฟังก์ชันตั้งต้น

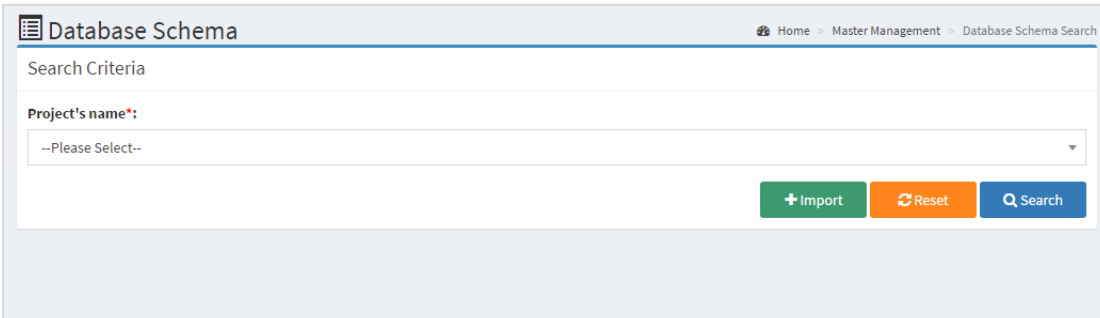
7. หน้าต่างค้นหากรณีทดสอบตั้งต้น แสดงดังรูปที่ 4-46 เริ่มต้นจากผู้ใช้สามารถเข้าสู่หน้าต่างนี้ได้จากแถบเมนู “Master Management > Test Cases” เครื่องมือจะแสดงหน้าต่างขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้เลือกโครงการที่ต้องการ จากนั้นผู้ใช้คลิกปุ่ม “Search” เครื่องมือค้นหากรณีทดสอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขการค้นหาที่ระบุ หรือผู้ใช้คลิกปุ่ม “Reset” เมื่อต้องการล้างค่าเงื่อนไขการค้นหาและส่วนพื้นที่ของการแสดงผล นอกจานี้ผู้ใช้สามารถไปยังหน้าต่างนำเข้ากรณีทดสอบตั้งต้นได้ด้วยการคลิกปุ่ม “Import”

รูปที่ 4-46 หน้าต่างค้นหากรณีทดสอบตั้งต้น

8. หน้าต่างนำเข้ากรณีทดสอบตั้งต้น แสดงดังรูปที่ 4-47 เมื่อผู้ใช้คลิกปุ่ม “Choose File” เครื่องมือจะแสดงหน้าต่างย่อยขึ้นมาให้ผู้ใช้เลือกแฟ้มข้อมูลเอกสารกรณีทดสอบที่ต้องการนำเข้า จากนั้นผู้ใช้คลิกปุ่ม “Upload” เพื่อบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

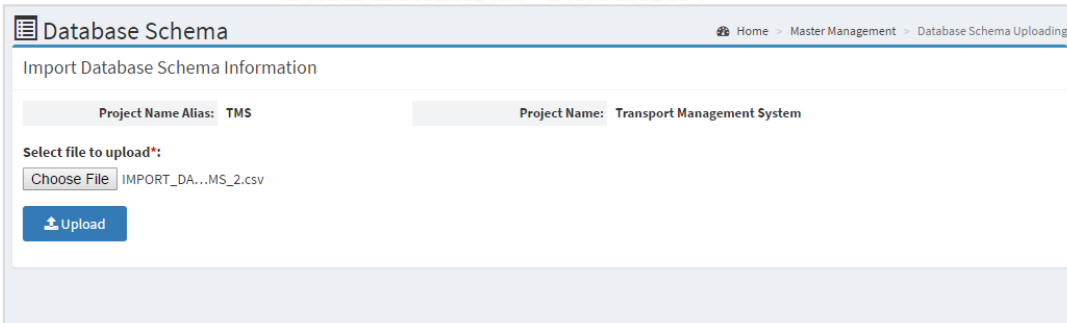
รูปที่ 4-47 หน้าต่างนำเข้ากรณีทดสอบตั้งต้น

9. หน้าต่างค้นหาสคีมารฐานข้อมูลตั้งต้น แสดงดังรูปที่ 4-48 เริ่มต้นจากผู้ใช้สามารถเข้าสู่หน้าต่างนี้ได้จากแถบเมนู “Master Management > Database Schema” เครื่องมือจะแสดงหน้าต่างนี้ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้เลือกโครงการที่ต้องการ จากนั้นผู้ใช้คลิกปุ่ม “Search” เครื่องมือค้นหาสคีมารฐานข้อมูลที่สอดคล้องกับเงื่อนไขการค้นหาที่ระบุ หรือผู้ใช้คลิกปุ่ม “Reset” เมื่อต้องการล้างค่าเงื่อนไขการค้นหาและส่วนพื้นที่ของการแสดงผลให้กลับสู่สถานะเริ่มต้น นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถไปยังหน้าต่างสำหรับนำเข้าสคีมารฐานข้อมูลตั้งต้นได้ด้วยการคลิกปุ่ม “Import”



รูปที่ 4-48 หน้าต่างค้นหาสคีมารฐานข้อมูลตั้งต้น

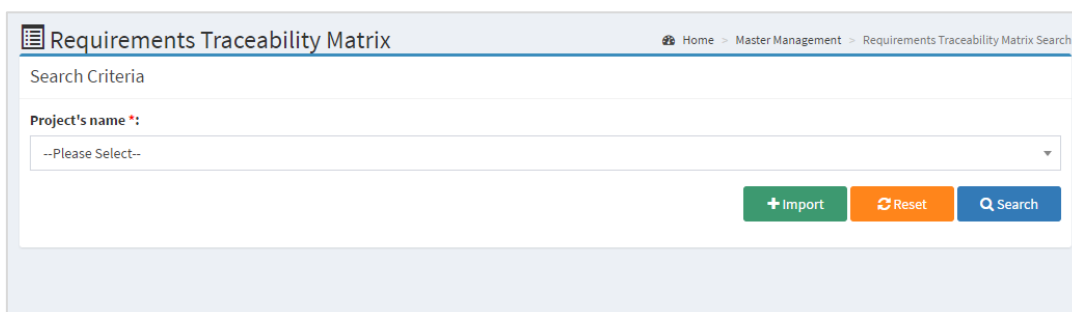
10. หน้าต่างนำเข้าสคีมารฐานข้อมูลตั้งต้น แสดงดังรูปที่ 4-49 เมื่อผู้ใช้คลิกปุ่ม “Choose File” เครื่องมือจะแสดงหน้าต่างย่อยขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้เลือกแฟ้มข้อมูลเอกสารสคีมารฐานข้อมูลที่ต้องการอัปโหลด จากนั้นคลิกปุ่ม “Upload” เครื่องมือจะอ่านค่าในแฟ้มข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล กรณีที่การนำเข้าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเครื่องมือจะบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลภายใต้โครงการที่เลือกไว้ แต่ถ้าหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเครื่องมือจะแสดงข้อความแจ้งเตือนให้แก่ผู้ใช้ได้รับทราบ



รูปที่ 4-49 หน้าต่างนำเข้าสคีมารฐานข้อมูลตั้งต้น

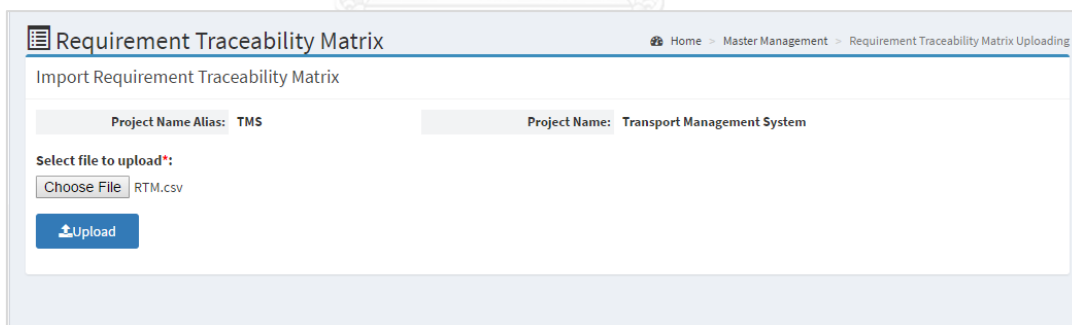
11. หน้าต่างค้นหาตารางตามรอยความต้องการตั้งต้น แสดงดังรูปที่ 4-50 เริ่มต้นจากผู้ใช้สามารถเข้าสู่หน้าต่างนี้ได้จากแถบเมนู “Master Management > RTM” เครื่องมือจะแสดงหน้าต่างนี้ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้เลือกโครงการที่ต้องการ จากนั้นผู้ใช้คลิกปุ่ม “Search” เครื่องมือค้นหา

ข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการที่สอดคล้องกับเงื่อนไขการค้นหาที่ระบุไว้ หรือผู้ใช้คลิกปุ่ม “Reset” เมื่อต้องการล้างค่าเงื่อนไขการค้นหาและส่วนพื้นที่ของการแสดงผลทำให้กลับสู่สถานะเริ่มต้น นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถไปยังหน้าต่างสำหรับนำเข้าตารางการตามรอยความต้องการตั้งต้นได้ด้วยการคลิกปุ่ม “Import”



รูปที่ 4-50 หน้าต่างค้นหาตารางการตามรอยความต้องการตั้งต้น

12. หน้าต่างนำเข้าตารางการตามรอยความต้องการตั้งต้น แสดงดังรูปที่ 4-51 เมื่อผู้ใช้คลิกปุ่ม “Choose File” เครื่องมือจะแสดงหน้าต่างย่อยขึ้นมาให้ผู้ใช้เลือกแฟ้มข้อมูล จากนั้นคลิกปุ่ม “Upload” เครื่องมือจะอ่านค่าในแฟ้มข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล กรณีที่การนำเข้าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเครื่องมือจะบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลภายใต้โครงการที่เลือกไว้ แต่ถ้าหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเครื่องมือจะแสดงข้อความแจ้งเตือนให้แก่ผู้ใช้ได้รับทราบ



รูปที่ 4-51 หน้าต่างนำเข้าตารางการตามรอยความต้องการตั้งต้น

13. หน้าต่างค้นหาความต้องการเชิงฟังก์ชันที่จะถูกเปลี่ยนแปลง แสดงดังรูปที่ 4-52 ผู้ใช้สามารถค้นหาความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยจะต้องเลือกโครงการก่อนจากนั้นกดปุ่ม “Search” เครื่องมือจะค้นหารายการความต้องการเชิงฟังก์ชันที่เป็นเวอร์ชันล่าสุดที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จากนั้นผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม “Change” เพื่อดำเนินการร้องขอเปลี่ยนแปลง



Change Request					
Project's name*: TMS: Transport Management System					
Functional Requirements List					
No.	Requirement ID	Requirement Description	Version Number	Effective Start Date	Action
1	TMS-FR-01	Edit Truck Information	1	2017-06-15 17:53:38	<a href="#">Change</a>
2	TMS-FR-02	Add Truck Information	1	2017-06-15 17:53:24	<a href="#">Change</a>

รูปที่ 4-52 หน้าต่างค้นหาความต้องการเชิงฟังก์ชันที่จะถูกเปลี่ยนแปลง

14. หน้าต่างร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตความต้องการเชิงฟังก์ชัน แสดงดังรูปที่ 4-53 โดยเครื่องมือจะแสดงส่วนของรายละเอียดโครงการที่เลือก รายละเอียดความต้องการเชิงฟังก์ชัน และรายการอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งประกอบด้วย ชื่ออินพุต, ชนิดของข้อมูล, ความยาวของข้อมูล, ความยาวหลักทศนิยม (ในกรณีที่ชนิดของข้อมูลคือ Decimal), เงื่อนไขข้อบังคับ ได้แก่ ค่าที่ไม่ซ้ำ ค่าว่าง ค่าโดยปริยาย และเงื่อนไขตรวจสอบ ได้แก่ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด อีกทั้งผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงอินพุตได้ทั้งหมด 3 แบบดังนี้

14.1. การเพิ่มอินพุตใหม่ คลิกปุ่ม “Add New Input” จากนั้นเครื่องมือจะแสดงฟอร์มสำหรับเพิ่มอินพุตดังรูปที่ 4-54 ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้ป้อนรายละเอียดของอินพุตใหม่ที่ต้องการ ซึ่งผู้ใช้จะต้องระบุข้อมูลดังต่อไปนี้ ชื่ออินพุต ความยาวของข้อมูล ความยาวของหลักทศนิยม (ถ้ามี) ชื่อตารางและชื่อคอลัมน์ที่สัมพันธ์กับสคีมาฐานข้อมูล นอกจากนี้ผู้ใช้อาจจะระบุค่าของข้อมูลเหล่านี้หรือไม่ก็ได้ เช่น ค่าที่ไม่ซ้ำกัน ค่าว่าง ค่าโดยปริยาย ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด หลังจากผู้ใช้ป้อนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว คลิกปุ่ม “Save” เพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลงลงในตาราง Change List

14.2. การลบอินพุต สามารถทำได้โดยคลิกปุ่ม “Delete” ของแถวที่ปรากฏอินพุตที่ต้องการลบออกจากความต้องการเชิงฟังก์ชัน จากนั้นเครื่องมือแสดงข้อความเพื่อให้ผู้ใช้ยืนยันการลบ ถ้าหากผู้ใช้คลิกปุ่ม “OK” เครื่องมือจะแสดงรายการเปลี่ยนแปลงลงในตาราง Change List เพื่อให้ผู้ใช้รับทราบ

14.3. การแก้ไขอินพุต สามารถทำได้โดยคลิกปุ่ม “Edit” ของแถวที่ปรากฏอินพุตที่ต้องการแก้ไข เครื่องมือจะแสดงฟอร์มสำหรับแก้ไขรายละเอียดของอินพุตดังรูปที่ 4-55 เพื่อให้ผู้ใช้แก้ไขตามที่ต้องการ หลังจากผู้ใช้ป้อนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว คลิกปุ่ม “Save” เพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลงลงในตาราง Change List

14.4. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Submit” เพื่อยืนยันการร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันตามรายการใน Change List

**Change Request** Home Change Management Change Request

**Project Information**

Project Name Alias: **TMS** Project Name: **Transport Management System**

**Functional Requirement Information**

Functional Requirement ID: **TMS-FR-02**  
 Functional Requirement Description: **Add Truck Information**  
 Functional Requirement Version: **1**

**Functional Requirement Detail**

#	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default	Min	Max	Table	Column	
1	Plate Number#	varchar	10		Y	Y				M_TRUCK	PLATE_NO	<a href="#">Add new input</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
2	Engine No.	varchar	20		Y	Y				M_TRUCK	ENGINE_NO	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
3	Limit Weight	decimal	18	6	N	N				M_TRUCK	LIMITWEIGHT	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
4	Truck Type Code	varchar	2		Y	Y				M_TRUCK_TYPE	TRUCKTYPE_CODE	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
5	Brand	varchar	20		N	Y				M_TRUCK	BRAND	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>

**Change List**

#	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default value	Min	Max	Change Type
---	------------	-----------	-------------	-------	--------	----------	---------------	-----	-----	-------------

[Submit](#)

รูปที่ 4-53 หน้าต่างร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

**Change Input of Functional Requirements ID: TMS-FR-02** ✕

**Input Name:** \*

**Data Type:** \*

**Data Length:**

**Scale (if any\*):**

Unique  NOT NULL

**Default Value:**

**Min Value:**

**Max Value:**

**Table Name:** \*

**Column Name:** \*

[Save](#) [Close](#)

รูปที่ 4-54 ฟอรั่มสำหรับเพิ่มอินพุต

Change Input of Functional Requirements ID: **TMS-FR-02** ✕

**Input Name:**  
Plate Number#

**Data Type:** --Select Data Type--

**Data Length:** 10

**Scale (if any\*):** Enter when data Type is 'Decimal'

Unique  NOT NULL  
Y Y

**Default Value:**

**Min Value:**

**Max Value:**

**Table Name:**  
M\_TRUCK

**Column Name:**  
PLATE\_NO

Save Close

รูปที่ 4-55 φόρμสำหรับแก้ไขรายละเอียดของอินพุต

15. หน้าต่างค้นหารายการคำร้องขอเปลี่ยนแปลง แสดงดังรูปที่ 4-56 เริ่มต้นจากผู้ใช้สามารถเข้าสู่หน้าต่างนี้ได้จากแถบเมนู “Change Management > Cancellation” เครื่องมือจะแสดงหน้าต่างนี้ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้เลือกโครงการที่ต้องการ จากนั้นผู้ใช้คลิกปุ่ม “Search” เครื่องมือค้นหารายการคำร้องขอเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่เกิดภายใต้โครงการที่เลือกไว้ โดยที่ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม “See Detail” เพื่อดูรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ของคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่เลือก

**Cancellation of the Latest Change** Home > Change Management > Cancellation

**Project's name\*:** TMS: Transport Management System Search

---

**Changes List**

#	Change Request No.	Change Date	Change User	Changed Functional Requirement ID
1	CR-1706004	2017-06-15 23:06:58	User1 Test User	TMS-FR-02 <span style="float: right; border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">See Detail</span>

รูปที่ 4-56 หน้าต่างค้นหารายการคำร้องขอเปลี่ยนแปลง

16. หน้าต่างยกเลิกคำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุด แสดงดังรูปที่ 4-57 ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ ส่วนของรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลง รายการเปลี่ยนแปลงอินพุตและข้อมูลผลกระทบที่เกิดขึ้น ได้แก่ ข้อมูลผลกระทบของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ข้อมูลผลกระทบของกรณีสอบ ข้อมูลผลกระทบของสคีมาฐานข้อมูล และข้อมูลผลกระทบของตารางการตามรอยความต้องการ โดยผู้ใช้สามารถยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดได้ก็ต่อเมื่อป้อนเหตุผลการยกเลิกลงในกล่องข้อความจากนั้นคลิกปุ่ม “Cancel Change” เครื่องมือจะแสดงข้อความยืนยันเพื่อให้ผู้ใช้ยืนยันที่จะยกเลิกการเปลี่ยนแปลง ถ้าหากผู้ใช้คลิกปุ่ม “OK” เครื่องมือจะดำเนินการยกเลิกคำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุดพร้อมทั้งควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ได้รับผลกระทบโดยจะย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้าอีกด้วย

**Change Request Information**

Change Request No. : **CR-1706004** Status: **Closed** Change User: **User1 Test User** Change Date: **2017-06-15 23:06:58**

Functional Requirement ID: **TMS-FR-02** Version: **1** Description: **Add Truck Information**

Change Functional Requirement's Inputs List

#	Change Type	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default	Min	Max	Table	Column
1	<b>edit</b>	Plate Number#		15								

**The Affected Data**

**Functional Requirements**

#	Functional Requirement ID	Description	Old Version	New Version
1	TMS-FR-02	Add Truck Information	<b>1</b>	<b>2</b>

**Test Cases**

#	Test Case ID	Related Requirement ID	Change Type	Old Version	New Version
1	TMS-TC-02	TMS-FR-02	<b>edit</b>	<b>1</b>	

**Database Schema**

#	Table Name	Column Name	Change Type	Old Version	New Version
1	M_TRUCK	PLATE_NO	<b>edit</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

**Requirement Traceability Matrix**

#	Functional Requirement ID	Test Case ID	Change Type
---	---------------------------	--------------	-------------

Please provide in this entry the reason for cancelling the change.

**Cancel Change**

รูปที่ 4-57 หน้าต่างยกเลิกคำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุด

## บทที่ 5

### การทดสอบเครื่องมือ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการทดสอบเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูลกรณีทดสอบ ตารางการตามรอยความต้องการ และความต้องการเชิงฟังก์ชันจากการเปลี่ยนแปลง อินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งจะกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบการทำงานของเครื่องมือและผลการทดสอบเครื่องมือโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 5.1 การทดสอบเครื่องมือ

การทดสอบเครื่องมือเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานของเครื่องมือว่ามีความสามารถในการจัดการคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันได้หรือไม่ อีกทั้งยังมีความสามารถในการควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลงได้อย่างถูกต้องครบถ้วนหรือไม่ และสามารถจัดการการยกเลิกคำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุด โดยสามารถทำการย้อนข้อมูลกลับคืนไปยังเวอร์ชันก่อนหน้าพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขเวอร์ชันได้อย่างสมบูรณ์ ถูกต้องหรือไม่ สำหรับการทดสอบเครื่องมือสนับสนุนนี้จะทำการทดสอบโดยใช้ 3 กรณีตัวอย่าง โดยที่แต่ละกรณีตัวอย่างจะทดสอบให้ครอบคลุมถึงการร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน การควบคุมเวอร์ชันจากผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง และการยกเลิกคำร้องขอเปลี่ยนแปลง

##### 5.1.1 กรณีศึกษาที่ 1 ระบบโรงพยาบาล

กรณีศึกษาระบบโรงพยาบาล คือระบบสารสนเทศที่ใช้ในโรงพยาบาลสำหรับจัดการข้อมูลผู้ป่วย ข้อมูลแพทย์ และข้อมูลการนัดหมายต่าง ๆ ซึ่งตัวอย่างกรณีศึกษานี้จะใช้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันทั้ง 3 แบบ ประกอบด้วย การเพิ่ม การลบ และการแก้ไข โดยจะทดสอบการเปลี่ยนแปลงจำนวน 3 ครั้ง

แต่อย่างไรก็ตามการทดสอบจะเริ่มจากการนำเข้าสู่ข้อมูลตั้งต้น (รายละเอียดข้อมูลสคีมาฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการที่จะถูกนำเข้าสู่เพื่อใช้ทดสอบตามที่อธิบายในภาคผนวก ข) จากนั้นร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 ครั้งที่ 1

ชื่ออินพุต	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด
Patient Address	แก้ไข	DataLength (“100”, “255”)
Patient Phone No.	ลบ	-
Patient Allergic	เพิ่ม	DataType (“”, “VARCHAR”) DataLength (“”, “255”) Unique (“”, “N”) NotNull (“”, “N”) TableName (“”, “Patients”) FieldName (“”, “p_allergic”)

ตารางที่ 5-1 แสดงรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 ประกอบด้วย 3 รายการการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ (1) การแก้ไขอินพุต “Patient Address” เป็นการเปลี่ยนแปลงความยาวข้อมูลจากเดิม 100 เป็น 255 อักขระ (2) การลบอินพุต “Patient Phone No.” และ (3) การเพิ่มอินพุต “Patient Allergic” ซึ่งมีชนิดข้อมูลเป็น VARCHAR ความยาวข้อมูลขนาด 255 อักขระ ไม่ใช่ค่าที่ไม่ซ้ำ เป็นค่าว่างได้ และสัมพันธ์กับสคีมารฐานข้อมูลบนตาราง “Patient” คอลัมน์ “p\_allergic”

สำหรับคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันดังกล่าว ผู้วิจัยนำไปทดสอบกับเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมา โดยผลลัพธ์จากเครื่องมือแสดงดังรูปที่ 5-1

รูปที่ 5-1 แสดงผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 เครื่องมือของงานวิจัยนี้ได้ส่งรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงไปยังเว็บเซอร์วิสเพื่อจำลองข้อมูลผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับ (ตัวอย่างข้อมูลผลกระทบที่ได้จากเว็บเซอร์วิสอยู่ในรูปแบบของข้อมูลชนิด JSON แสดงดังภาคผนวก ข) ผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลผลกระทบที่ได้รับจากเว็บเซอร์วิส ทำให้ทราบว่าสคีมารฐานข้อมูลได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ได้แก่ คอลัมน์ “p\_address” ถูกแก้ไข, คอลัมน์ “p\_phone” ถูกลบ และคอลัมน์ “p\_allergic” ถูกเพิ่มขึ้นใหม่ ดังนั้นผลการปรับปรุงเวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูลแสดงดังตารางที่ 5-2

The Functional Requirement's Inputs has been successfully changed.

**Change Request No. : CR-1707006** Change User: User1 Test User Change Date: 15/07/2017

Functional Requirement No. : HS\_FR\_01 Functional Requirement Version : 1

Change Functional Requirement's Inputs List

#	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default	Min	Max	Table	Column	Change Type
1	Patient Address		255									edit
2	Patient Phone No.	varchar	10		N	N				PATIENTS	P_PHONE	delete
3	Patient Allergic	varchar	255		N	N				PATIENTS	P_ALLERGIC	add

The affected Database Schema

#	Table Name	Column Name	Change Type	Old Version	New Version
1	PATIENTS	P_ADDRESS	edit	1	2
2	PATIENTS	p_allergic	add		1
3	PATIENTS	P_PHONE	delete	1	

The affected Functional Requirements

#	Functional Requirement No.	Old Version	New Version
1	HS_FR_01	1	2

The affected Test Cases

#	Test Case No.	Change Type	Old Version	New Version
1	HS_TC_01	delete	1	
2	HS_TC_02	edit	1	2
3	HS_TC_05	add		1

The affected Requirements Traceability Matrix

#	Functional Requirement ID	Test Case ID	Change Type
1	HS_FR_01	HS_TC_01	delete
2	HS_FR_01	HS_TC_05	add

รูปที่ 5-1 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 ของระบบโรงพยาบาล

ตารางที่ 5-2 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 ของระบบโรงพยาบาล

ชื่อตาราง	Patient	Patient
ชื่อคอลัมน์	p_address	p_allergic
เวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูล	2	1
ค่าคีย์หลัก	N	N
ค่าที่ไม่ซ้ำ	N	N
ชนิดข้อมูล	varchar	varchar
ความยาวข้อมูล	255	255
ค่าโดยปริยาย		
ค่าว่าง	Y	N

นอกจากนี้ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจะถูกปรับปรุงเวอร์ชันเป็นเวอร์ชันใหม่คือเวอร์ชันหมายเลข 2 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันแสดงดังตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน			HS_FR_01						
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน			Add a New Patient Information						
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน			2						
รายการอินพุต						ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล			
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่ใช่ค่า	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Patient SSN	varchar	11	Y		Y			Patient	p_ssn
Patient First Name	varchar	45	N		Y			Patient	p_firstName
Patient Last Name	varchar	45	N		Y			Patient	p_lastName
Patient Birth Date	date		N		Y			Patient	p_birthdate
Patient Address	varchar	255	N		Y			Patient	p_address
Patient Allergic	varchar	255	N		N			Patient	p_allergic

อีกทั้งกรณีทดสอบที่สัมพันธ์กับความต้องการเชิงฟังก์ชันก็ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลผลกระทบทำให้ทราบว่ากรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_01 ถูกลบ, กรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_02 ถูกแก้ไข และกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_05 ถูกเพิ่มใหม่ ดังนั้นจะได้ว่าสถานะเวอร์ชันของกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_01 จะถูกปรับปรุงไม่ทำให้สามารถใช้งานได้ รวมถึงกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_02 จะถูกปรับปรุงเวอร์ชัน และเครื่องมือจะสร้างเวอร์ชันของกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_05 ขึ้นมาใหม่เป็นเวอร์ชันเริ่มต้น พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลกรณีทดสอบหลังปรับปรุงเข้าสู่ฐานข้อมูล ดังนั้นกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_02 ที่ถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุดแสดงดังตารางที่ 5-4 และกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_05 ที่ถูกสร้างใหม่แสดงดังตารางที่ 5-5



ตารางที่ 5-4 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

หมายเลขกรณีทดสอบ	HS_TC_02
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	2
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>	
<b>ชื่ออินพุต</b>	<b>ข้อมูลทดสอบ</b>
Patient SSN	000-01-0002
Patient First Name	Tim
Patient Last Name	Handerson
Patient Birth Date	30-Dec-1987
Patient Address	1 Sukhumvit Rd, Khwaeng Khlong Tan, Khet Khlong Toei, Krung Thep Maha Nakhon 10110
Patient Allergic	shrimp

ตารางที่ 5-5 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_05 เป็นเวอร์ชันเริ่มต้น

หมายเลขกรณีทดสอบ	HS_TC_05
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>	
<b>ชื่ออินพุต</b>	<b>ข้อมูลทดสอบ</b>
Patient SSN	000-01-0001
Patient First Name	John
Patient Last Name	Smith
Patient Birth Date	19-Jun-1991
Patient Address	99 Mu 14, Vibhavadirangsit Rd., Chom Phon, Chatuchak, Bangkok 10900
Patient Allergic	eggs and milk

จากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ส่งผลให้ตารางการตามรอยความต้องการได้รับผลกระทบ ดังนั้นเครื่องมือจึงได้ควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการและปรับปรุงเป็นเวอร์ชันใหม่ ผลการปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการเป็นเวอร์ชันล่าสุดแสดงดังตารางที่ 5-6

ตารางที่ 5-6 ผลการปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการของระบบโรงพยาบาลเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

เวอร์ชัน	2	หมายเลขกรณีทดสอบ			
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		HS_TC_02	HS_TC_03	HS_TC_04	HS_TC_05
HS_FR_01		X			X
HS_FR_02			X		
HS_FR_03				X	

ต่อมาผู้วิจัยได้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 โดยการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 อีกครั้งหนึ่ง รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 5-7

ตารางที่ 5-7 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 ครั้งที่ 2

ชื่ออินพุต	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด
Patient SSN	แก้ไข	DataLength("11", "10")
Patient Address	แก้ไข	Default(" ", "Bangkok")

ตารางที่ 5-7 แสดงรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 ประกอบด้วยรายการการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ แก้ไขอินพุต "Patient SSN" เปลี่ยนแปลงลดความยาวข้อมูลจากเดิม "11" เป็น "10" อักขระ และแก้ไขอินพุต "Patient Address" เปลี่ยนแปลงค่าโดยปริยายเป็น "Bangkok" ผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือแสดงดังรูปที่ 5-2

ผลลัพธ์ของการควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจะได้ว่าสคีมาฐานข้อมูลของตาราง Patients บนคอลัมน์ p\_ssn และคอลัมน์ p\_address ได้รับผลกระทบทำให้สคีมาฐานข้อมูลถูกเปลี่ยนแปลง ดังนั้นเครื่องมือจึงต้องมีการปรับปรุงเวอร์ชันให้เป็นเวอร์ชันใหม่ ผลการปรับปรุงเวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูลแสดงดังตารางที่ 5-8

ตารางที่ 5-8 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 ของระบบโรงพยาบาล

ชื่อตาราง	Patient	Patient
ชื่อคอลัมน์	p_ssn	p_address
เวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูล	2	3
ค่าคีย์หลัก	Y	N
ค่าที่ไม่ซ้ำ	Y	N

ตารางที่ 5-8 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 ของระบบโรงพยาบาล (ต่อ)

ชนิดข้อมูล	varchar	varchar
ความยาวข้อมูล	10	255
ค่าโดยปริยาย		Bangkok
ค่าว่าง	Y	Y
ค่าต่ำสุด		
ค่าสูงสุด		

**Change Request Result**
Home - Change Management - Change Request Result

The Functional Requirement's Inputs has been successfully changed.

**Change Request No. : CR-1707007** Change User: User1 Test User    Change Date: 15/07/2017

Functional Requirement No. : **HS\_FR\_01**    Functional Requirement Version : **2**

Change Functional Requirement's Inputs List

#	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default	Min	Max	Table	Column	Change Type
1	Patient SSN		10									edit
2	Patient Address						Bangkok					edit

The affected Database Schema 2 -

#	Table Name	Column Name	Change Type	Old Version	New Version
1	PATIENTS	P_ADDRESS	edit	2	3
2	PATIENTS	P_SSN	edit	1	2

The affected Functional Requirements 2 -

#	Functional Requirement No.	Old Version	New Version
1	HS_FR_01	2	3
2	HS_FR_02	1	2

The affected Test Cases 3 -

#	Test Case No.	Change Type	Old Version	New Version
1	HS_TC_02	edit	2	3
2	HS_TC_03	edit	1	2
3	HS_TC_05	edit	1	2

The affected Requirements Traceability Matrix 0 -

This section has no any effect.

รูปที่ 5-2 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 ของระบบโรงพยาบาล

สำหรับความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_02 ที่ถูกเปลี่ยนแปลงอินพุตตามรายการการเปลี่ยนแปลงข้างต้น เป็นผลทำให้ความต้องการเชิงฟังก์ชันดังกล่าวได้รับผลกระทบและยังส่งผล

กระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชันอื่น ๆ อีกด้วย เนื่องจากอินพุต Patient SSN ที่ถูกเปลี่ยนแปลงไปปรากฏที่ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_02 ดังนั้นผลการปรับปรุงเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 และ HS\_FR\_02 แสดงดังตารางที่ 5-9 และตารางที่ 5-10 ตามลำดับ

ตารางที่ 5-9 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน			HS_FR_01						
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน			Add a New Patient Information						
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน			3						
รายการอินพุต						ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล			
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่เข้า	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Patient SSN	varchar	10	Y		Y		Patient	p_ssn	
Patient First Name	varchar	45	N		Y		Patient	p_firstName	
Patient Last Name	varchar	45	N		Y		Patient	p_lastName	
Patient Birth Date	date		N		Y		Patient	p_birthdate	
Patient Address	varchar	255	N	Bangkok	Y		Patient	p_address	
Patient Allergic	varchar	255	N		N		Patient	p_allergic	

ตารางที่ 5-10 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน			HS_FR_02						
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน			Make an appointment						
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน			2						
รายการอินพุต						ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล			
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่เข้า	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Patient SSN	varchar	10	Y		Y		Patient	p_ssn	
Appointment Id	varchar	12	N				Appointment	app_id	
Appointment Date	date		N				Appointment	app_date	
Medical Id	int		N				Doctors	md_id	

นอกจากนี้กรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_02, HS\_TC\_03 และ HS\_TC\_05 ยังได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ดังนั้นกรณีทดสอบที่ถูกเปลี่ยนแปลง เครื่องมือจะปรับปรุงให้เป็นเวอร์ชันใหม่ จะได้ว่าผลการปรับปรุงเวอร์ชันของกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_02, HS\_TC\_03, และ HS\_TC\_02 แสดงดังตารางที่ 5-11 ตารางที่ 5-12 และตารางที่ 5-13 ตามลำดับ

ตารางที่ 5-11 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

หมายเลขกรณีทดสอบ	HS_TC_02
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	3
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>	
<b>ชื่ออินพุต</b>	<b>ข้อมูลทดสอบ</b>
Patient SSN	9dkf8djf9
Patient First Name	Tim
Patient Last Name	Handersion
Patient Birth Date	30-Dec-1987
Patient Address	Bangkok
Patient Allergic	Shrimp

ตารางที่ 5-12 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

หมายเลขกรณีทดสอบ	HS_TC_03
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	2
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>	
<b>ชื่ออินพุต</b>	<b>ข้อมูลทดสอบ</b>
Patient SSN	000-01-001
Appointment Id	AP201707-001
Appointment Date	2017-08-31
Medical Id	1

ตารางที่ 5-13 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_05 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

หมายเลขกรณีทดสอบ	HS_TC_05
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	2
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>	
<b>ชื่ออินพุต</b>	<b>ข้อมูลทดสอบ</b>
Patient SSN	000-01-001
Patient First Name	John
Patient Last Name	Smith
Patient Birth Date	19-Jun-1991
Patient Address	99 Mu 14, Vibhavadirangsit Rd., Chom Phon, Chatuchak, Bangkok 10900
Patient Allergic	eggs and milk

สุดท้ายเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่ส่งผลกระทบต่อตารางการตามรอยความต้องการ ดังนั้นข้อมูลยังคงเหมือนเดิมจึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุงเวอร์ชัน ต่อมาผู้วิจัยได้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 อีกครั้งหนึ่ง รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 5-14

ตารางที่ 5-14 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 ครั้งที่ 3

ชื่ออินพุต	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด
Patient Allergic	แก้ไข	NotNull("N", "Y")

ตารางที่ 5-14 แสดงรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 ประกอบด้วยรายการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ การแก้ไขอินพุต "Patient Allergic" เปลี่ยนแปลงค่าว่างจาก ไม่ เป็น ใช่ ผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือแสดงดังรูปที่ 5-3

ผลลัพธ์ของการควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจะได้ว่าสคีมาฐานข้อมูลของตาราง Patients บนคอลัมน์ p\_allergic ได้รับผลกระทบทำให้สคีมาฐานข้อมูลถูกเปลี่ยนแปลง ดังนั้นเครื่องมือจึงต้องมีการปรับปรุงเวอร์ชันให้เป็นเวอร์ชันใหม่ ผลการปรับปรุงเวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูลแสดงดังตารางที่ 5-15

ตารางที่ 5-15 ผลการปรับปรุงสคีมามาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบเป็น  
เวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3 ของระบบโรงพยาบาล

ชื่อตาราง	Patient
ชื่อคอลัมน์	p_allergic
เวอร์ชันของสคีมามาฐานข้อมูล	2
ค่าคีย์หลัก	N
ค่าที่ไม่ซ้ำ	N
ชนิดข้อมูล	varchar
ความยาวข้อมูล	255
ค่าโดยปริยาย	
ค่าว่าง	Y
ค่าต่ำสุด	
ค่าสูงสุด	

**Change Request Result** Home > Change Management > Change Request Result

The Functional Requirement's Inputs has been successfully changed. ✕

---

**Change Request No. : CR-1707009** Change User: User1 Test User    Change Date: 16/07/2017

Functional Requirement No. : **HS\_FR\_01**      Functional Requirement Version : **3**

Change Functional Requirement's Inputs List

#	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default	Min	Max	Table	Column	Change Type
1	Patient Allergic					Y						<span style="background-color: #ffc107; border-radius: 5px; padding: 2px 5px;">edit</span>

---

The affected Database Schema 1 -

#	Table Name	Column Name	Change Type	Old Version	New Version
1	PATIENTS	P_ALLERGIC	<span style="color: orange;">○</span> edit	1	2

---

The affected Functional Requirements 1 -

#	Functional Requirement No.	Old Version	New Version
1	HS_FR_01	3	4

---

The affected Test Cases 2 -

#	Test Case No.	Change Type	Old Version	New Version
1	HS_TC_02	<span style="color: orange;">○</span> edit	3	4
2	HS_TC_05	<span style="color: orange;">○</span> edit	2	3

---

The affected Requirements Traceability Matrix 0 -

This section has no any effect.

รูปที่ 5-3 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3 ของระบบโรงพยาบาล

ข้อมูลผลกระทบที่ได้รับจากเว็บเซอร์วิสระบุได้ว่าความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าว่างของอินพุต “Patient Address” ดังนั้น ผลการปรับปรุงเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 แสดงดังตารางที่ 5-16 ตารางที่ 5-16 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS\_FR\_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน			HS_FR_01						
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน			Add a New Patient Information						
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน			4						
รายการอินพุต							ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล		
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่ใช่ค่าว่าง	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Patient SSN	varchar	10	Y		Y		Patient	p_ssn	
Patient First Name	varchar	45	N		Y		Patient	p_firstName	
Patient Last Name	varchar	45	N		Y		Patient	p_lastName	
Patient Birth Date	date		N		Y		Patient	p_birthdate	
Patient Address	varchar	255	N	Bangkok	Y		Patient	p_address	
Patient Allergic	varchar	255	N		Y		Patient	p_allergic	

นอกจากนี้กรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_02 และ HS\_TC\_05 ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยเครื่องมือดำเนินการควบคุมเวอร์ชันของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ ดังนั้นผลการปรับปรุงเวอร์ชันของกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_02 และ HS\_TC\_05 แสดงดังตารางที่ 5-17 และตารางที่ 5-18 ตามลำดับ

ตารางที่ 5-17 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3

หมายเลขกรณีทดสอบ	HS_TC_02	เวอร์ชัน	4
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Patient SSN	9dkf8djf9		
Patient First Name	Tim		
Patient Last Name	Handerson		



ตารางที่ 5-17 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3 (ต่อ)

รายการข้อมูลนำเข้า	
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ
Patient Birth Date	30-Dec-1987
Patient Address	Bangkok
Patient Allergic	Cheese

ตารางที่ 5-18 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HS\_TC\_05 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3

หมายเลขกรณีทดสอบ	HS_TC_05	เวอร์ชัน	3
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Patient SSN	000-01-001		
Patient First Name	John		
Patient Last Name	Smith		
Patient Birth Date	19-Jun-1991		
Patient Address	99 Mu 14, Vibhavadirangsit Rd., Chom Phon, Chatuchak, Bangkok 10900		
Patient Allergic	animal proteins		

สุดท้ายเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่ส่งผลกระทบต่อตารางการตามรอยความต้องการ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุงเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการ

### 5.1.2 กรณีศึกษาที่ 2 ระบบร้านค้าออนไลน์

กรณีศึกษาระบบร้านค้าออนไลน์เป็นระบบงานหนึ่งที่ได้รับคามนิยมในปัจจุบัน เพื่อเป็นช่องทางในการซื้อขายสินค้าที่สะดวกและรวดเร็ว ซึ่งทั่วไปแล้วระบบงานจะมีความสามารถในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลสินค้า ข้อมูลคำสั่งซื้อ และข้อมูลลูกค้า เป็นต้น ตัวอย่างกรณีศึกษานี้จะใช้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงจำนวน 2 ครั้ง ที่ครอบคลุมประเภทการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 แบบ ประกอบด้วย การเพิ่ม การลบ และแก้ไขอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน จากนั้นต่อด้วยทดสอบการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด เพื่อตรวจสอบว่าเครื่องมือสามารถควบคุมเวอร์ชันได้ถูกต้องหรือไม่ แต่อย่างไรก็ตามการทดสอบจะเริ่มจากการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น (รายละเอียดข้อมูลสคีมาฐานข้อมูล

ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการที่จะถูกนำเข้าเพื่อใช้ทดสอบตามที่อธิบายในภาคผนวก ข) กรณีศึกษาตัวอย่างนี้มีรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 5-19

ตารางที่ 5-19 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_01

ชื่ออินพุต	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด
Product Id	แก้ไข (Edit)	DataType (“INT”, “CHAR”) DateLength(“”, “2”)
Unit In Order	ลบ (Delete)	-
Product Description	เพิ่ม (Add)	DataType (“”, “VARCHAR”) DateLength (“”, “255”) Unique (“”, “N”) NotNull (“”, “Y”) TableName (“”, “Products”) FieldName (“”, “product_description”)

ตารางที่ 5-19 แสดงรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_01 ประกอบด้วย 3 รายการการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ (1) การแก้ไขอินพุต “Product Id” ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูลจากเดิม INT เป็น CHAR และความยาวข้อมูลเท่ากับ 2 อักขระ (2) การลบอินพุต “Unit In Order” และ (3) การเพิ่มอินพุต “Product Description” ซึ่งมีชนิดข้อมูลประเภท VARCHAR ความยาวข้อมูลขนาด 255 อักขระ ไม่ใช่ค่าที่ไม่ซ้ำเป็นค่าว่างได้ และสัมพันธ์กับสคีมาฐานข้อมูลบนตาราง “Product” คอลัมน์ “product\_description”

สำหรับคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันข้างต้น ผู้วิจัยนำไปทดสอบกับเครื่องมือ ทำให้ทราบว่า การเปลี่ยนแปลงได้ส่งผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูลประกอบด้วย คอลัมน์ “product\_id” ของตาราง “Products” และตาราง “Order\_Details” ที่ถูกเปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูลและความยาวข้อมูล สำหรับคอลัมน์ “unit\_onOrder” ของตาราง “Products” ได้รับผลกระทบจากการลบอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ดังนั้นเครื่องมือจึงปรับปรุงสถานะเวอร์ชันล่าสุดไม่ให้อาจใช้งานได้ นอกจากนี้คอลัมน์ “product\_description” ของตาราง “Products” ที่ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มอินพุตใหม่ ผลการปรับปรุงเวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูล แสดงดังตารางที่ 5-20

ตารางที่ 5-20 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 ของระบบร้านค้าออนไลน์

ชื่อตาราง	Products	Order_Details	Products
ชื่อคอลัมน์	product_id	product_id	product_description
เวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูล	2	2	1
ค่าคีย์หลัก	Y	Y	N
ค่าที่ไม่ซ้ำ	N	N	N
ชนิดข้อมูล	char	char	varchar
ความยาวข้อมูล	2	2	255
ค่าโดยปริยาย			
ค่าว่าง	Y	Y	Y
ค่าต่ำสุด			
ค่าสูงสุด			

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันยังส่งผลกระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชันอื่น ๆ ได้แก่ ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_03 ดังนั้นผลการปรับปรุงเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_01 และ OS\_FR\_03 แสดงดังตารางที่ 5-21 และตารางที่ 5-22 ตามลำดับ

ตารางที่ 5-21 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุด

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		OS_FR_01							
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน		Add a New Product Information							
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน		2							
รายการอินพุต						ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล			
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่ซ้ำ	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Product Id	char	2	N		Y		Products	product_id	
Product Name	varchar	50	N		Y		Products	product_name	
Category Id	int		N		Y		Products	category_id	
Qty Per Unit	int		N		Y		Products	quantity_per_unit	
Unit Price	decimal	18,6	N		Y		Products	unit_price	
Unit in Stock	int		N		Y		Products	unit_instock	
Product Description	varchar	255	N		Y		Products	product_description	

ตารางที่ 5-22 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน			OS_FR_03						
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน			Create Order List						
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน			2						
รายการอินพุต						ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล			
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่เิ่มเข้า	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
dProduct Id	char	2	N		Y		Order_Details	product_id	
dOrder Id	int		N		Y		Order_Details	order_id	
dUnit Price	decimal	18,6	N		Y		Order_Details	unit_price	
dQty	int		N		Y		Order_Details	quantity	
dDiscount	int		N		Y		Order_Details	discount	

นอกจากนี้กรณีทดสอบที่สัมพันธ์กับความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ถูกเปลี่ยนแปลงก็จะได้รับผลกระทบตามไปด้วย ซึ่งข้อมูลผลกระทบจำลองที่ได้รับจากเว็บเซอร์วิสระบุว่า กรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_01 ถูกลบ ดังนั้นเว็บเซอร์วิสจึงได้สร้างกรณีทดสอบใหม่คือ กรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_06 และกรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_03 ถูกปรับปรุง เพราะฉะนั้นกรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_01 เวอร์ชัน 1 จะถูกทำให้เป็นเวอร์ชันสุดท้าย และไม่สามารถใช้งานได้ ผลการปรับปรุงเวอร์ชันของกรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_03 และ OS\_TC\_06 แสดงดังตารางที่ 5-23 และตารางที่ 5-24 ตามลำดับ

ตารางที่ 5-23 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

หมายเลขกรณีทดสอบ	OS_TC_03	เวอร์ชัน	2
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
dProduct Id	xx		
dOrder Id	34		
dUnit Price	28900		
dQty	1		
dDiscount	2000		

ตารางที่ 5-24 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_06 เป็นเวอร์ชันเริ่มต้น

หมายเลขกรณีทดสอบ	OS_TC_06	เวอร์ชัน	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Product Id	xx		
Product Name	iPhone 7+		
Category Id	17		
Unit Price	28900		
Unit in Stock	500		
Product Description	xxdeadfaeasdfgfgfhdsxx		

จากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อตารางการตามรอยความต้องการ ดังนั้นเครื่องมือจึงได้ควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการและปรับปรุงเป็นเวอร์ชันใหม่ ผลการปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการเป็นเวอร์ชันล่าสุดแสดงดังตารางที่ 5-25 สุดท้ายผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือแสดงดังรูปที่ 5-4

ตารางที่ 5-25 ผลการปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการของระบบร้านค้าออนไลน์เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

เวอร์ชัน	2	หมายเลขกรณีทดสอบ				
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	OS_TC_02	OS_TC_03	OS_TC_04	OS_TC_05	OS_TC_06	
OS_FR_01					X	
OS_FR_02	X					
OS_FR_03		X				
OS_FR_04			X	X		

ต่อมาผู้วิจัยได้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 ของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_03 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 5-26

ตารางที่ 5-26 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_03

ชื่ออินพุต	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด
dOrder Id	แก้ไข	dataType("int", "varchar") dataLength(" ", "10")

ตารางที่ 5-26 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_03 (ต่อ)

ชื่ออินพุต	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด
dDiscount	แก้ไข	dataType("int", "decimal") dataLength(" ", "6") scale(" ", "2") max(" ", "9999.99")

The Functional Requirement's Inputs has been successfully changed. X

**Change Request No. : CR-1707010** Change User: TEST USER 01    Change Date: 16/07/2017

Functional Requirement No. : OS\_FR\_01      Functional Requirement Version : 1

Change Functional Requirement's Inputs List

#	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default	Min	Max	Table	Column	Change Type
1	Product Id	char	2									<span style="color: orange;">edit</span>
2	Unit in Order	int			N	Y				PRODUCTS	UNIT_ONORDER	<span style="color: red;">delete</span>
3	Product Description	varchar	255		N	Y				Products	product_description	<span style="color: green;">add</span>

---

The affected Database Schema 4 -

#	Table Name	Column Name	Change Type	Old Version	New Version
1	Order_Details	product_id	<span style="color: orange;">edit</span>	1	2
2	Products	product_description	<span style="color: green;">add</span>		1
3	Products	product_id	<span style="color: orange;">edit</span>	1	2
4	Products	unit_onOrder	<span style="color: red;">delete</span>	1	

---

The affected Functional Requirements 2 -

#	Functional Requirement No.	Old Version	New Version
1	OS_FR_01	1	2
2	OS_FR_03	1	2

---

The affected Test Cases 3 -

#	Test Case No.	Change Type	Old Version	New Version
1	OS_TC_01	<span style="color: red;">delete</span>	1	
2	OS_TC_03	<span style="color: orange;">edit</span>	1	2
3	OS_TC_06	<span style="color: green;">add</span>		1

---

The affected Requirements Traceability Matrix 2 -

#	Functional Requirement ID	Test Case ID	Change Type
1	OS_FR_01	OS_TC_01	<span style="color: red;">delete</span>
2	OS_FR_01	OS_TC_06	<span style="color: green;">add</span>

รูปที่ 5-4 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 ของระบบร้านค้าออนไลน์

ตารางที่ 5-26 แสดงรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_03 ประกอบด้วยรายการการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ (1) แก้วอินพุต “dOrder Id” เป็นการเปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูลจากเดิม “int” เป็น “varchar” และความยาวข้อมูลเป็น “10” อักขระ (2) แก้วอินพุต “dDiscount” เปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูลจากเดิม “int” เป็น “decimal” มีความยาวข้อมูลเป็น “6” โดยมีหลักทศนิยมเท่ากับ “2” และกำหนดค่าสูงสุดเท่ากับ “9999.99”

ผลลัพธ์ของการควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจะได้ว่าสคีมาฐานข้อมูลของตาราง Order\_Details บนคอลัมน์ order\_id, discount และตาราง Orders บนคอลัมน์ order\_id ได้รับผลกระทบทำให้สคีมาฐานข้อมูลถูกเปลี่ยนแปลง ดังนั้นเครื่องมือจึงต้องมีการปรับปรุงเวอร์ชันให้เป็นเวอร์ชันใหม่ ผลการปรับปรุงเวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูลแสดงดังตารางที่ 5-27

ตารางที่ 5-27 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลของระบบร้านค้าออนไลน์เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

ชื่อตาราง	Order_Details	Order_Details	Orders
ชื่อคอลัมน์	discount	order_id	order_id
เวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูล	2	2	2
ค่าคีย์หลัก	N	Y	Y
ค่าที่ไม่ซ้ำ	N	N	N
ชนิดข้อมูล	decimal	varchar	varchar
ความยาวข้อมูล	6	10	10
ความยาวหลักทศนิยม	2		
ค่าโดยปริยาย			
ค่าว่าง	Y	Y	Y
ค่าต่ำสุด			
ค่าสูงสุด	9999.99		

สำหรับความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_03 ที่ถูกร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุต “dOrder Id” และ “dDiscount” เป็นผลทำให้ความต้องการเชิงฟังก์ชันดังกล่าวได้รับผลกระทบ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชันอื่น ๆ อีกด้วย ดังนั้นผลการปรับปรุงเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_02 และ OS\_FR\_03 แสดงดังตารางที่ 5-28 และตารางที่ 5-29

ตารางที่ 5-28 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุด

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		OS_FR_02							
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน		Add a New Patient Information							
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน		2							
รายการอินพุต							ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล		
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่ใช่	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Order Id	varchar	10	N		Y		Orders	order_id	
Order Customer Id	int		N		Y		Orders	customer_id	
Order Date	date		N		Y		Orders	order_date	
Ship Address	varchar	255	N		Y		Orders	ship_address	

ตารางที่ 5-29 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS\_FR\_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		OS_FR_03							
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน		Create Order List							
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน		3							
รายการอินพุต							ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล		
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่ใช่	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
dProduct Id	char	2	N		Y		Order_Details	product_id	
dOrder Id	varchar	10	N		Y		Order_Details	order_id	
dUnit Price	decimal	18,6	N		Y		Order_Details	unit_price	
dQty	int		N		Y		Order_Details	quantity	
dDiscount	decimal	6,2	N		Y	9999.99	Order_Details	discount	

สำหรับกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตฯ ได้แก่ กรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_02 และ OS\_TC\_03 ถูกแก้ไข ดังนั้นเครื่องมือจึงต้องปรับปรุงเวอร์ชันของทั้งสองกรณีทดสอบนี้เป็นเวอร์ชันใหม่ แสดงดังตารางที่ 5-30 และตารางที่ 5-31 ตามลำดับ นอกจากนี้เว็บไซต์วิเคราะห์ดำเนินการสร้างกรณีทดสอบใหม่ คือกรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_07 จะได้ว่าผลการปรับปรุงเวอร์ชันของกรณีทดสอบใหม่ แสดงดังตารางที่ 5-32



ตารางที่ 5-30 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุด  
จากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

หมายเลขกรณีทดสอบ	OS_TC_02	เวอร์ชัน	2
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Order Id	201707-001		
Order Customer Id	89		
Order Date	19-Jul-17		
Ship Address	59 Moo.1, Thanthan Uthaithani Thailand		

ตารางที่ 5-31 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุด  
จากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

หมายเลขกรณีทดสอบ	OS_TC_03	เวอร์ชัน	3
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
dProduct Id	xx		
dOrder Id	201707-001		
dUnit Price	28900		
dQty	1		
dDiscount	9999.99		

ตารางที่ 5-32 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข OS\_TC\_07 เป็นเวอร์ชันเริ่มต้น

หมายเลขกรณีทดสอบ	OS_TC_07	เวอร์ชัน	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
dOrder Id	201707-002		
dProduct Id	a9		
dUnit Price	15000		
dQty	2		
dDiscount	8888.50		

เนื่องด้วยการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ส่งผลให้ตารางการตามรอยความต้องการได้รับผลกระทบ เนื่องจากมีความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างกรณีทดสอบและความต้องการเชิงฟังก์ชันเพิ่มขึ้นมา ดังนั้นเครื่องมือจึงได้ควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการและปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุดแสดงดังตารางที่ 5-33 โดยผลลัพธ์จากเครื่องมือแสดงดังรูปที่ 5-5

ตารางที่ 5-33 ผลการปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการของระบบร้านค้าออนไลน์เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

เวอร์ชัน	3	หมายเลขกรณีทดสอบ					
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	OS_TC_02	OS_TC_03	OS_TC_04	OS_TC_05	OS_TC_06	OS_TC_07	
OS_FR_01					X		
OS_FR_02	X						
OS_FR_03		X				X	
OS_FR_04			X	X			

**Change Request Result**
Home - Change Management - Change Request Result

The Functional Requirement 'Inputs' has been successfully changed.

**Change Request No. : CR-1707011** Change User: TEST USER 01    Change Date: 16/07/2017

Functional Requirement No. : OS\_FR\_03    Functional Requirement Version : 2

Change Functional Requirement's Inputs List

#	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default	Min	Max	Table	Column	Change Type
1	dOrder Id	varchar	10									edit
2	dDiscount	decimal	6	2					9999.99			edit

The affected Database Schema 3

#	Table Name	Column Name	Change Type	Old Version	New Version
1	Order_Details	discount	edit	1	2
2	Order_Details	order_id	edit	1	2
3	Orders	order_id	edit	1	2

The affected Functional Requirements 2

#	Functional Requirement No.	Old Version	New Version
1	OS_FR_02	1	2
2	OS_FR_03	2	3

The affected Test Cases 3

#	Test Case No.	Change Type	Old Version	New Version
1	OS_TC_02	edit	1	2
2	OS_TC_03	edit	2	3
3	OS_TC_07	add		1

The affected Requirements Traceability Matrix 1

#	Functional Requirement ID	Test Case ID	Change Type
1	OS_FR_03	OS_TC_07	add

รูปที่ 5-5 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 ของระบบร้านค้าออนไลน์

ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้ทดสอบการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด โดยยกเลิกคำร้องขอเปลี่ยนแปลงหมายเลข “CR-1707011” จะได้ว่าข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดที่เกิดภายใต้การเปลี่ยนแปลงนี้ ถูกยกเลิกและสามารถย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้าได้สำเร็จตามผลลัพธ์ที่คาดหวัง นั่นคือ ข้อมูลจะกลับไปยังสถานะเดิมหลังการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 ผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือแสดงดังรูปที่ 5-6

**Cancellation Result**

This change request has been successfully cancelled.

Change Request No. : **CR-1707011** Status: **Cancelled** Change User: **TEST USER 01** Change Date: **2017-07-16 16:37:01**

Functional Requirement ID:	OS_FR_03	Version :	2	Description :	Create Order List
----------------------------	----------	-----------	---	---------------	-------------------

Change Functional Requirement's Inputs List

#	Change Type	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default	Min	Max	Table	Column
1	edit	dOrder Id	varchar	10								
2	edit	dDiscount	decimal	6	2					9999.99		

The reason for cancelling the change:  
Test Cancel Change No. "CR-1707011"

รูปที่ 5-6 ผลลัพธ์เครื่องมือจากการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดของระบบร้านค้าออนไลน์

### 5.1.3 กรณีศึกษาที่ 3 ระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล

กรณีศึกษาระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคลเป็นระบบงานที่ใช้ภายในองค์กร เพื่อบริหารจัดการข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับพนักงาน เช่น ข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลประวัติการทำงาน เป็นต้น ตัวอย่างกรณีศึกษาที่ใช้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจำนวน 2 ครั้ง ที่ครอบคลุมประเภทการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ แก้ไขความยาวของหลักทศนิยม แก้ไขค่าว่าง แก้ไขค่าที่ไม่ซ้ำ แก้ไขค่าโดยปริยาย แก้ไขค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด และทดสอบการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด หลังการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 การทดสอบเริ่มจากนำเข้าข้อมูลตั้งต้น (รายละเอียดข้อมูลตามที่อธิบายในภาคผนวก ข) โดยมีรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน แสดงดังตารางที่ 5-34

ตารางที่ 5-34 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_01

ชื่ออินพุต	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด
Job Id	แก้ไข	Unique (“N”, “Y”)
Min Salary	แก้ไข	Min (“18000”, “20000”)
Max Salary	แก้ไข	Max (“100000”, “150000”)

ตารางที่ 5-34 แสดงรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_01 ประกอบด้วย 3 รายการการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ (1) การแก้ไขอินพุต “Job id” เปลี่ยนแปลงค่าที่ไม่ซ้ำจาก ไม่ เป็น ใช่ (2) การแก้ไขอินพุต “Min Salary” เปลี่ยนแปลงค่าต่ำสุดจากเดิม 18,000 เป็น 20,000 และ (3) การแก้ไขอินพุต “Max Salary” เปลี่ยนแปลงค่าสูงสุดจากเดิม 100,000 เป็น 150,000

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อสคีมารฐานข้อมูล ดังนั้นเครื่องมือจึงปรับปรุงเวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูลเป็นเวอร์ชันล่าสุด ผลการปรับปรุงเวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูลดังตารางที่ 5-35 รายละเอียดดังต่อไปนี้

1) คอลัมน์ “job\_id” ของตาราง “Jobs” ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตโดยตรง ดังนั้นข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลของคอลัมน์นี้จะถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชัน 2

2) คอลัมน์ “job\_id” ของตาราง “Employees” ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสคีมารฐานข้อมูลมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน ดังนั้นข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลของคอลัมน์นี้จะถูกปรับปรุงเวอร์ชันด้วย

3) คอลัมน์ “job\_id” ของตาราง “Job\_History” ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสคีมารฐานข้อมูลมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน ดังนั้นข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลของคอลัมน์นี้จะถูกปรับปรุงเวอร์ชันด้วย

4) คอลัมน์ “min\_salary” ของตาราง “Jobs” ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตโดยตรง ดังนั้นข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลของคอลัมน์จะถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชัน 2

5) คอลัมน์ “max\_salary” ของตาราง “Jobs” ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตโดยตรง ดังนั้นข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลของคอลัมน์จะถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชัน 2

ตารางที่ 5-35 ผลการปรับปรุงสคีมารฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคลเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

ชื่อตาราง	Jobs	Employees	Job_History	Jobs	Jobs
ชื่อคอลัมน์	job_id	job_id	job_id	min_salary	max_salary
เวอร์ชันของสคีมารฐานข้อมูล	2	2	2	2	2
ค่าคีย์หลัก	Y	N	N	N	N
ค่าที่ไม่ซ้ำ	Y	Y	Y	N	N
ชนิดข้อมูล	char	char	char	decimal	decimal
ความยาวข้อมูล	2	2	2	18	18
ความยาวหลักทศนิยม				2	2
ค่าโดยปริยาย					

ตารางที่ 5-35 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคลเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 (ต่อ)

ค่าว่าง	Y	Y	Y	Y	Y
ค่าต่ำสุด				20000	
ค่าสูงสุด					150000

สำหรับความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_01 ได้รับผลกระทบทำให้ต้องมีการปรับปรุงข้อมูลเป็นเวอร์ชันใหม่ นอกจากนี้ความต้องการเชิงฟังก์ชันอื่น ๆ ก็ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงด้วย ได้แก่ ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_02 และ HR\_FR\_03 เนื่องจากอินพุตของทั้งสองความต้องการเชิงฟังก์ชันได้รับผลกระทบจากการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูล ผลการปรับปรุงเวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_01, HR\_FR\_02, และ HR\_FR\_03 แสดงดังตารางที่ 5-36 ตารางที่ 5-37 และตารางที่ 5-38 ตามลำดับ

ตารางที่ 5-36 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน			HR_FR_01						
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน			Add a New Job Information						
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน			2						
รายการอินพุต							ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล		
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่เ้า	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Job Id	char	2	Y		Y		Jobs	job_id	
Job Title	varchar	50	N		Y		Jobs	job_title	
Min Salary	decimal	18,2	N		Y	20000	Jobs	min_salary	
Max Salary	decimal	18,2	N		Y		Jobs	max_salary	

ตารางที่ 5-36 แสดงผลลัพธ์การปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_01 เป็นเวอร์ชัน 2 โดยมีอินพุต “Job Id” ถูกเปลี่ยนแปลงค่าที่ไม่ซ้ำ เป็น “ใช่” และอินพุต “Min Salary” ถูกเปลี่ยนแปลงค่าต่ำสุด และอินพุต “Max Salary” ถูกเปลี่ยนแปลงค่าสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามอินพุต “Job Title” ยังคงเหมือนเดิม

ตารางที่ 5-37 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน			HR_FR_02						
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน			Search Employee History						
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน			2						
รายการอินพุต						ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล			
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่ใช่	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Job Title	varchar	50	N		Y		Jobs	job_title	
History Job Id	char	2	Y		Y		job_history	job_id	
Start Date	date		N		Y		job_history	start_date	
Employee Id	int		N		Y		job_history	employee_id	

ตารางที่ 5-38 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน			HR_FR_03						
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน			Add a New Employee Information						
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน			2						
รายการอินพุต						ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล			
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่ใช่	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Employee First Name	varchar	50	N		Y		Employees	first_name	
Employee Last Name	varchar	50	N		Y		Employees	last_name	
Employee Email	varchar	50	N		Y		Employees	email	
Employee Phone No	varchar	10	N		N		Employees	phone_no	
Hire Date	date		N		Y		Employees	hire_date	
Employee Job Id	char	2	Y		Y		Employees	job_id	
Employee Salary	decimal	18,2	N		Y		Employees	salary	

นอกจากนี้กรณีทดสอบที่สัมพันธ์กับความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ถูกเปลี่ยนแปลงย่อมได้รับผลกระทบด้วย ดังนั้นข้อมูลกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบจะถูกปรับปรุงเป็นเวอร์ชันใหม่ ซึ่งผลการปรับปรุงเวอร์ชันของกรณีทดสอบหมายเลข HR\_TC\_01, HR\_TC\_02, และ HR\_TC\_03 แสดงดังตารางที่ 5-39 ตารางที่ 5-40 และตารางที่ 5-41 ตามลำดับ

ตารางที่ 5-39 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HR\_TC\_01 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

หมายเลขกรณีทดสอบ	HR_TC_01
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	2
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>	
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ
Job Id	xx
Job Title	Java Programmer
Min Salary	20000.01
Max Salary	149999.99

ตารางที่ 5-40 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HR\_TC\_02 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

หมายเลขกรณีทดสอบ	HR_TC_02
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	2
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>	
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ
Job Title	Java
History Job Id	xx
Start Date	2017-04-11
Employee Id	1

ตารางที่ 5-41 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HR\_TC\_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1

หมายเลขกรณีทดสอบ	HR_TC_03
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	2
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>	
<b>ชื่ออินพุต</b>	<b>ข้อมูลทดสอบ</b>
Employee First Name	TEST First Name
Employee Last Name	TEST Last Name
Employee Email	test@gmail.com
Employee Phone No	0894448888
Hire Date	01-Apr-2016
Employee Job Id	xx
Employee Salary	35000

การเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันดังกล่าวไม่ได้ส่งผลกระทบต่อตารางการตามรอยความต้องการ สุดท้ายผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือแสดงดังรูปที่ 5-7

ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้ทดสอบการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด โดยร้องขอยกเลิกการเปลี่ยนแปลงหมายเลข “CR-1707012” ผลการทดสอบแสดงว่าเวอร์ชันล่าสุดของข้อมูลผลกระทบทั้งหมดภายใต้การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถถูกยกเลิกและย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้าได้อย่างถูกต้องตามผลลัพธ์ที่คาดหวังไว้ ผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือแสดงดังรูปที่ 5-8

สุดท้ายผู้วิจัยได้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันครั้งที่ 2 โดยมีรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 5-42

ตารางที่ 5-42 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_03

ชื่ออินพุต	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียด
Hire Date	แก้ไข	Default (“”, “getDate()”)
Employee Salary	แก้ไข	Scale (“2”, “6”) NotNull (“Y”, “N”)
Employee Email	แก้ไข	Unique (“N”, “Y”)



**Change Request Result** Home > Change Management > Change Request Result

The Functional Requirement's Inputs has been successfully changed. ✕

**Change Request No. : CR-1707012** Change User: TEST USER 01    Change Date: 16/07/2017

Functional Requirement No. : **HR\_FR\_01**      Functional Requirement Version : **1**

Change Functional Requirement's Inputs List

#	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default	Min	Max	Table	Column	Change Type
1	Job Id				Y							<span style="color: orange;">edit</span>
2	Min Salary							20000				<span style="color: orange;">edit</span>
3	Max Salary								150000			<span style="color: orange;">edit</span>

The affected Database Schema 5 -

#	Table Name	Column Name	Change Type	Old Version	New Version
1	Employees	job_id	<span style="color: orange;">edit</span>	1	2
2	JOBHISTORY	job_id	<span style="color: orange;">edit</span>	1	2
3	Jobs	job_id	<span style="color: orange;">edit</span>	1	2
4	Jobs	max_salary	<span style="color: orange;">edit</span>	1	2
5	Jobs	min_salary	<span style="color: orange;">edit</span>	1	2

The affected Functional Requirements 3 -

#	Functional Requirement No.	Old Version	New Version
1	HR_FR_01	1	2
2	HR_FR_02	1	2
3	HR_FR_03	1	2

The affected Test Cases 3 -

#	Test Case No.	Change Type	Old Version	New Version
1	HR_TC_01	<span style="color: orange;">edit</span>	1	2
2	HR_TC_02	<span style="color: orange;">edit</span>	1	2
3	HR_TC_03	<span style="color: orange;">edit</span>	1	2

The affected Requirements Traceability Matrix 0 -

This section has no any effect.

รูปที่ 5-7 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 ของระบบสารสนเทศด้าน  
ทรัพยากรบุคคล

ตารางที่ 5-42 แสดงรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน  
หมายเลข HR\_FR\_03 ประกอบด้วย 3 รายการการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ (1) การแก้ไขอินพุต “Hire  
Date” เปลี่ยนแปลงค่าโดยปริยายเป็น “getDate()” (2) การแก้ไขอินพุต “Employee Salary”  
เปลี่ยนแปลงความยาวของหลักทศนิยมจากเดิม “2” เป็น “6” สามารถเป็นค่าว่างได้  
และ (3) การแก้ไขอินพุต “Employee Email” เปลี่ยนแปลงค่าที่ไม่ซ้ำจาก “ไม่” เป็น “ใช่”

**Cancellation Result** Home > Change Management > Cancellation > Cancellation Result

This change request has been successfully cancelled.

**Change Request No. : CR-1707012**      Status: Cancelled      Change User: TEST USER 01      Change Date: 2017-07-16 20:13:37

Functional Requirement ID:	HR_FR_01	Version :	1	Description :	Add a New Job Information
----------------------------	----------	-----------	---	---------------	---------------------------

Change Functional Requirement's Inputs List

#	Change Type	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default	Min	Max	Table	Column
1	<span style="color: orange;">edit</span>	Job Id				Y						
2	<span style="color: orange;">edit</span>	Min Salary							20000			
3	<span style="color: orange;">edit</span>	Max Salary								150000		

The reason for cancelling the change:  
TEST CANCEL CHANGE NO = "CR-1707012"

รูปที่ 5-8 ผลลัพธ์เครื่องมือจากการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล

สำหรับคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้างต้น ผู้วิจัยได้นำไปทดสอบกับเครื่องมือทำให้ทราบว่า การเปลี่ยนแปลงได้ส่งผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูลประกอบด้วย คอลัมน์ “hire\_date” คอลัมน์ “salary” และคอลัมน์ “email” ของตาราง “Employees” ดังนั้นผลการปรับปรุงเวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูลแสดงดังตารางที่ 5-43

ตารางที่ 5-43 ผลการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

ชื่อตาราง	Employees	Employees	Employees
ชื่อคอลัมน์	hire_date	salary	email
เวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูล	2	2	2
ค่าคีย์หลัก	N	N	N
ค่าที่ไม่ซ้ำ	N	N	Y
ชนิดข้อมูล	date	decimal	varchar
ความยาวข้อมูล		18	50
ความยาวหลักทศนิยม		6	
ค่าโดยปริยาย	getDate()		
ค่าว่าง	Y	N	
ค่าต่ำสุด			
ค่าสูงสุด			

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นส่งผลให้ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_03 ได้รับผลกระทบ ดังนั้นเครื่องมือจึงปรับปรุงเวอร์ชันของข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันดังกล่าว ผลการปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 5-44

ตารางที่ 5-44 ผลการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR\_FR\_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		HR_FR_03							
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน		Add a New Employee Information							
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน		2							
รายการอินพุต							ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล		
ชื่ออินพุต	ชนิดข้อมูล	ความยาว	เงื่อนไขข้อบังคับ					ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
			ค่าที่ไม่เข้า	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
Employee First Name	varchar	50	N		Y			Employees	first_name
Employee Last Name	varchar	50	N		Y			Employees	last_name
Employee Email	varchar	50	Y		Y			Employees	email
Employee Phone No	varchar	10	N		N			Employees	phone_no
Hire Date	date		N	getDate()	Y			Employees	hire_date
Employee Job Id	char	2	N		Y			Employees	job_id
Employee Salary	decimal	18,6	N		N			Employees	salary

นอกจากนี้เปลี่ยนแปลงดังกล่าวยังได้ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบที่สัมพันธ์กับความต้องการเชิงฟังก์ชันอีกด้วย ผลลัพธ์ทำให้ทราบว่ากรณีทดสอบหมายเลข HR\_TC\_03 ถูกแก้ไข และกรณีทดสอบหมายเลข HR\_TC\_04 ถูกสร้างใหม่ ดังนั้นผลการปรับปรุงเวอร์ชันของกรณีทดสอบหมายเลข HR\_TC\_03 แสดงดังตารางที่ 5-45 และผลการปรับปรุงเวอร์ชันของกรณีทดสอบหมายเลข HR\_TC\_04 เป็นเวอร์ชันเริ่มต้นแสดงดังตารางที่ 5-46

ตารางที่ 5-45 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HR\_TC\_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

หมายเลขกรณีทดสอบ	HR_TC_03	เวอร์ชัน	2
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Employee First Name	TEST First Name		

ตารางที่ 5-45 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HR\_TC\_03 เป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 (ต่อ)

รายการข้อมูลนำเข้า	
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ
Employee Last Name	TEST Last Name
Employee Email	test@gmail.com
Employee Phone No	0894448888
Hire Date	20-Jun-2017
Employee Job Id	1
Employee Salary	23948.494943

ตารางที่ 5-46 ผลการปรับปรุงกรณีทดสอบหมายเลข HR\_TC\_04 เป็นเวอร์ชันเริ่มต้น

หมายเลขกรณีทดสอบ	HR_TC_04
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
รายการข้อมูลนำเข้า	
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ
Employee First Name	TEST First Name xx
Employee Last Name	TEST Last Name xx
Employee Email	testxx@gmail.com
Employee Phone No	939999939
Hire Date	01-Aug-2017
Employee Job Id	2
Employee Salary	50000.00

เนื่องจากมีความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างกรณีทดสอบและความต้องการเชิงฟังก์ชันเพิ่มขึ้นมา ทำให้ตารางการตามรอยความต้องการได้รับผลกระทบ ดังนั้นเครื่องมือจึงได้ควบคุมเวอร์ชันของตารางการตามรอยความต้องการและปรับปรุงเป็นเวอร์ชันล่าสุด แสดงดังตารางที่ 5-47

ตารางที่ 5-47 ผลการปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคลเป็นเวอร์ชันล่าสุดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2

เวอร์ชัน	2	หมายเลขกรณีทดสอบ			
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		HR_TC_01	HR_TC_02	HR_TC_03	HR_TC_04
HR_FR_01		X			X
HR_FR_02			X		
HR_FR_03				X	

สุดท้ายผลลัพธ์ของเครื่องมือสำหรับการควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันครั้งที่ 2 แสดงดังรูปที่ 5-9

**Change Request Result** Home > Change Management > Change Request Result

The Functional Requirement's Inputs has been successfully changed.

**Change Request No. : CR-1707013** Change User: TEST USER 01 Change Date: 16/07/2017

Functional Requirement No. : HR\_FR\_03 Functional Requirement Version : 1

Change Functional Requirement's Inputs List

#	Input Name	Data Type	Data Length	Scale	Unique	NOT NULL	Default	Min	Max	Table	Column	Change Type
1	Hire Date						getDate()					edit
2	Employee Salary			6		N						edit
3	Employee Email				Y							edit

The affected Database Schema

#	Table Name	Column Name	Change Type	Old Version	New Version
1	Employees	email	edit	1	2
2	Employees	hire_date	edit	1	2
3	Employees	salary	edit	1	2

The affected Functional Requirements

#	Functional Requirement No.	Old Version	New Version
1	HR_FR_03	1	2

The affected Test Cases

#	Test Case No.	Change Type	Old Version	New Version
1	HR_TC_03	edit	1	2
2	HR_TC_04	add		1

The affected Requirements Traceability Matrix

#	Functional Requirement ID	Test Case ID	Change Type
1	HR_FR_03	HR_TC_04	add

รูปที่ 5-9 ผลลัพธ์การควบคุมเวอร์ชันจากการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 ของระบบสารสนเทศด้าน  
ทรัพยากรบุคคล

## 5.2 ผลการทดสอบเครื่องมือ

จากการทดสอบเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชันของสคีมาฐานข้อมูลและกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 5.1 สรุปผลการทดสอบเครื่องมือดังตารางที่ 5-48 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## ตารางที่ 5-48 สรุปผลการทดสอบเครื่องมือ

การทดสอบ	รายละเอียดการเปลี่ยนแปลง
กรณีศึกษาที่ 1 ระบบโรงพยาบาล	ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจำนวนทั้งหมด 3 ครั้ง <u>ครั้งที่หนึ่ง</u> ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS_FR_01 1. แก้ไขอินพุต “Patient Address” เปลี่ยนความยาวข้อมูลจากเดิม 100 เป็น 255 2. ลบอินพุต “Patient Phone No.” 3. เพิ่มอินพุตใหม่ “Patient Allergic” ด้วยชนิดข้อมูลเป็น Varchar มีความยาวข้อมูลขนาด 255 อักขระ สามารถเป็นค่าว่างได้ และมีความสัมพันธ์กับสคีมาฐานข้อมูลในตาราง Patients คอลัมน์ p_allergic <u>ครั้งที่สอง</u> ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS_FR_01 1. แก้ไขอินพุต “Patient SSN” เปลี่ยนความยาวข้อมูลจากเดิม 11 เป็น 10 2. แก้ไขอินพุต “Patient Address” เปลี่ยนค่าโดยปริยายเป็น “Bangkok” <u>ครั้งที่สาม</u> ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HS_FR_01 1. แก้ไขอินพุต “Patient Allergic” เปลี่ยนค่าว่างจาก “ไม่” เป็น “ใช่”
กรณีศึกษาที่ 2 ระบบร้านค้าออนไลน์	ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจำนวน 2 ครั้งและทดสอบการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด <u>ครั้งที่หนึ่ง</u> ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS_FR_01 1. แก้ไขอินพุต “Product Id” เปลี่ยนชนิดข้อมูลจาก int เป็น char และความยาวข้อมูลเป็น 2 2. ลบอินพุต “Unit in Order” 3. เพิ่มอินพุต “Product Description” ด้วยชนิดข้อมูลเป็น varchar ความยาวข้อมูลขนาด 255 อักขระ ไม่สามารถเป็นค่าว่างได้ และมีความสัมพันธ์กับสคีมาฐานข้อมูลในตาราง Products คอลัมน์ product_description <u>ครั้งที่สอง</u> ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข OS_FR_03 1. แก้ไขอินพุต “dOrder Id” เปลี่ยนชนิดข้อมูลจาก int เป็น varchar และความยาวข้อมูลเป็น 10 อักขระ 2. แก้ไขอินพุต “dDiscount” เปลี่ยนชนิดข้อมูลจาก int เป็น decimal มีความยาวข้อมูลเป็น (6, 2) ค่าสูงสุดเท่ากับ 20000 ต่อด้วยทดสอบการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด ดังนั้นข้อมูลที่ได้รับผลกระทบทั้งหมด จะถูกย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้า
กรณีศึกษาที่ 3 ระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล	ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจำนวน 2 ครั้งและทดสอบการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดหลังการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 <u>ครั้งที่หนึ่ง</u> ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR_FR_01 1. แก้ไขอินพุต “Job Id” เปลี่ยนเป็นค่าที่ไม่ซ้ำ 2. แก้ไขอินพุต “Min Salary” เปลี่ยนค่าต่ำสุด จากเดิม 18000 เป็น 20000 3. แก้ไขอินพุต “Max Salary” เปลี่ยนค่าสูงสุด จากเดิม 100000 เป็น 150000

ตารางที่ 5-48 สรุปผลการทดสอบเครื่องมือ (ต่อ)

การทดสอบ	รายละเอียดการเปลี่ยนแปลง
กรณีศึกษาที่ 3 ระบบสารสนเทศด้าน ทรัพยากรบุคคล	จากนั้นทดสอบการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด ดังนั้นข้อมูลที่ได้รับผลกระทบทั้งหมด จะถูกย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้า <u>ครั้งที่สอง</u> ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข HR_FR_03 1. แก้ไขอินพุต “Hire Date” เปลี่ยนค่าโดยปริยายเป็น “getDate()” 2. แก้ไขอินพุต “Employee Salary” เปลี่ยนค่าหลักทศนิยมจากเดิม 2 เป็น 6 และเป็นค่าว่างได้ 3. แก้ไขอินพุต “Employee Email” เปลี่ยนค่าที่ไม่ซ้ำ จาก “ไม่” เป็น “ใช่”

จากตารางข้างต้นทำให้ทราบว่าเครื่องมือมีความสามารถในการควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยเริ่มต้นเครื่องมือมีความสามารถในการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น ได้แก่ ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูล ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน ข้อมูลกรณีทดสอบ และข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการ จากนั้นนำข้อมูลผลกระทบที่ได้จากเว็บเซอร์วิสมาจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลง และดำเนินการควบคุมเวอร์ชันอย่างถูกต้อง นอกจากนี้เครื่องมือยังมีความสามารถในการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดได้ โดยจะยกเลิกเวอร์ชันล่าสุดแล้ว ย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้า พร้อมกับจัดการปรับปรุงเวอร์ชันของข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการยกเลิกได้อย่างถูกต้อง

สรุปผลการทดสอบได้ว่าเครื่องมือมีความสามารถในการนำเข้าข้อมูลตั้งต้นของโครงการ ถัดมาเครื่องมือสามารถนำเข้ารายการคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันได้ ซึ่งเครื่องมือรองรับการเปลี่ยนแปลง 3 ประเภท คือ (1) การแก้ไขอินพุต ซึ่งประกอบด้วย การแก้ไข ชนิดข้อมูล, ความยาวข้อมูล, ความยาวของหลักทศนิยม (ในกรณีชนิดข้อมูลเป็น Decimal) ค่าที่ไม่ซ้ำ ค่าว่าง ค่าโดยปริยาย ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด (2) การเพิ่มอินพุตใหม่ และ (3) การลบอินพุต จากนั้นเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิสเพื่อจำลองข้อมูลผลกระทบตามรายการการเปลี่ยนแปลง อันประกอบด้วย ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูล กรณีทดสอบ ตารางการตามรอยความต้องการ และความ ต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ ดำเนินการควบคุมเวอร์ชันและจัดเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลง สุดท้ายผลลัพธ์ที่ได้คือข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลงได้รับการจัดเก็บเป็นข้อมูลแต่ละเวอร์ชัน ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้เครื่องมือยังสามารถยกเลิกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดล่าสุดได้อีกด้วยและสามารถย้อนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้าได้อย่างสมบูรณ์

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ ศึกษา วิจัยและพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูลและกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันสามารถสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของเครื่องมือและแนวทางในการพัฒนาต่อในอนาคต โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยรองรับการเปลี่ยนแปลงอินพุต 3 ประเภทคือ การเพิ่ม การลบ และการแก้ไข ซึ่งการวิเคราะห์หาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเป็นหน้าที่ของเว็บเซิร์ฟวิสที่ไม่ครอบคลุมในงานวิจัยนี้ แต่จะพัฒนาเว็บเซิร์ฟวิสเป็นสแต็บเพื่อจำลองข้อมูลผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับตามรายการการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ประกอบด้วย ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูล ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน ข้อมูลกรณีทดสอบ และข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบ จากนั้นดำเนินการควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ได้รับผลกระทบทั้งหมด วิธีการควบคุมเวอร์ชันในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการควบคุมเวอร์ชันแบบย้อนกลับ และพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนที่สามารถนำเข้าข้อมูลตั้งต้น นำเข้ารายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันจากผู้ใช้ และควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลผลกระทบได้ นอกจากนี้เครื่องมือยังสามารถยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดและย้อนคืนข้อมูลกลับไปยังเวอร์ชันเดิมก่อนการเปลี่ยนแปลงได้

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทดสอบเครื่องมือกับการทำงานจริงใน 3 กรณีศึกษาและพบว่าเครื่องมือสามารถควบคุมเวอร์ชันได้อย่างถูกต้อง และสามารถยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดรวมถึงสามารถย้อนข้อมูลกลับคืนไปยังเวอร์ชันก่อนหน้าได้อย่างสมบูรณ์

#### 6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

เครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบและ ตารางการตามรอยความต้องการจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันมีข้อจำกัดดังต่อไปนี้

- 1) เครื่องมือรองรับเฉพาะชื่ออินพุตที่เป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น
- 2) เครื่องมือสามารถดำเนินการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดได้ครั้งละ 1 การเปลี่ยนแปลง



- 3) เครื่องมือสามารถนำเข้าแฟ้มข้อมูลแบบที่มีตัวคั่น (CSV) เท่านั้น
- 4) เครื่องมือสามารถสร้างคำสั่งติดต่อกับฐานข้อมูลเป้าหมายเฉพาะระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ไมโครซอฟท์ เอสคิลแอลเซิร์ฟเวอร์เท่านั้น
- 5) เครื่องมือสามารถจัดการการเปลี่ยนแปลงเฉพาะอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่สัมพันธ์กับสคีมาฐานข้อมูลเท่านั้น
- 6) กรณีทดสอบ 1 รายการจะสัมพันธ์กับความต้องการเชิงฟังก์ชันได้เพียง 1 รายการเท่านั้น เนื่องจากในกรณีที่มีการเพิ่มหรือลบอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ได้ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบหนึ่ง และถ้าหากกรณีทดสอบนั้นมีความสัมพันธ์กับความต้องการเชิงฟังก์ชันอื่น จะมีโอกาสที่กรณีทดสอบนั้นเกิดความขัดแย้งกับความต้องการเชิงฟังก์ชันอื่นๆ ได้เพราะเครื่องมือไม่สามารถทราบว่าเป็นจริงแล้วความต้องการเชิงฟังก์ชันอื่นๆ จำเป็นต้องเพิ่มหรือลบอินพุตนั้นด้วยหรือไม่ ซึ่งในทางปฏิบัติกรณีทดสอบใดๆ สามารถมีความสัมพันธ์กับความต้องการเชิงฟังก์ชันได้มากกว่า 1 รายการ

### 6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการดำเนินงานต่อ

เครื่องมือสนับสนุนการควบคุมเวอร์ชันบนสคีมาฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันสามารถนำไปต่อยอดพัฒนาเพิ่มเติมให้ครอบคลุมการใช้งานได้มากยิ่งขึ้น ดังนี้

- 1) พัฒนาเครื่องมือให้สามารถควบคุมเวอร์ชันตามกระบวนการทำงานจริงได้มากยิ่งขึ้น เช่น เพิ่มความสามารถในการอนุมัติการเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มความสามารถในควบคุมเวอร์ชันตามระดับผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง
- 2) พัฒนาเครื่องมือต่อยอดให้สามารถยกเลิกการเปลี่ยนแปลงระหว่างเวอร์ชันได้
- 3) พัฒนาเครื่องมือให้สามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลประเภทอื่น ๆ ได้ เช่น NoSQL
- 4) พัฒนาเครื่องมือต่อยอดให้สามารถรองรับอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ไม่ได้สัมพันธ์กับฐานข้อมูล

## รายการอ้างอิง

- [1] A. Kampeera and T. Suwannasart, "Impact Analysis to Database Schema and Test Cases from Inputs of Functional Requirements Changes," in *The International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, Hong Kong, 2016, pp. 449-453.
- [2] W. F. Tichy, "RCS—a system for version control," *Softw. Pract. Exper.*, vol. 15, no. 7, pp. 637-654, 1985.
- [3] E. J. Choi and Y. R. Kwon, "An efficient method for version control of a tree data structure," *Softw. Pract. Exper.*, vol. 27, no. 7, pp. 797-811, 1997.
- [4] P. Dadam, V. Y. Lum, and H.-D. Werner, "Integration of Time Versions into a Relational Database System," in *Proceedings of the 10th International Conference on Very Large Data Bases*, 1984, pp. 509-522.
- [5] D. E. Perry, "Version control in the Inscape environment," presented at the Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering, Monterey, California, USA, 1987.
- [6] *IEEE Std 829-2008, IEEE Standard for Software and System Test Documentation.*
- [7] R. Elmasri and S. B. Navathe, *Fundamentals of Database Systems, Fourth Edition*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2003.
- [8] *IEEE Std 610.12-1990, IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*, 1990.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ภาคผนวก ก**  
**รายละเอียดยูสเคสของเครื่องมือ**

ในภาคผนวก ก จะแสดงรายละเอียดยูสเคสแต่ละรายการอย่างละเอียด ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดยูสเคสลงชื่อเข้าใช้งาน

หมายเลขยูสเคส	UC-01
ชื่อยูสเคส	ลงชื่อเข้าใช้งาน
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อให้ผู้ใช้ยืนยันตัวตนก่อนเข้าใช้งาน
ผู้กระทำ	ผู้ใช้
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"><li>1. ระบบแสดงหน้าจอสำหรับเข้าสู่ระบบ</li><li>2. ผู้ใช้ป้อนชื่อผู้ใช้งาน (Username)</li><li>3. ผู้ใช้ป้อนรหัสผ่าน (Password)</li><li>4. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Sign In”</li><li>5. เครื่องมือตรวจสอบความถูกต้องของชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน<ol style="list-style-type: none"><li>5.1. ในกรณีที่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านไม่ถูกต้อง แสดงข้อความแจ้งข้อผิดพลาด</li></ol></li><li>6. เครื่องมือแสดงหน้าจอการทำงานหลัก</li></ol>
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ ก-2 รายละเอียดยูสเคสจัดการโครงการ

หมายเลขยูสเคส	UC-02
ชื่อยูสเคส	จัดการโครงการ
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อให้ผู้ใช้สามารถจัดการข้อมูลโครงการ
ผู้กระทำ	ผู้ใช้
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้ลงชื่อเข้าใช้งานสำเร็จ
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"><li>1. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Add Project”</li><li>2. ผู้ใช้ป้อนข้อมูลรายละเอียดโครงการ ได้แก่ ชื่อโครงการ ชื่อย่อโครงการ วันเริ่มต้น และสิ้นสุดโครงการ ชื่อลูกค้า และรายละเอียดติดต่อฐานข้อมูล</li></ol>

ตารางที่ ก-2 รายละเอียดยูสเคสจัดการโครงการ (ต่อ)

ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Save”</li> <li>4. ระบบตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อน</li> <li>5. บันทึกข้อมูลโครงการเข้าสู่ฐานข้อมูล</li> <li>6. ระบบแสดงข้อความแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้ให้ทราบ</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	ข้อมูลโครงการถูกบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูล

ตารางที่ ก-3 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าข้อมูลตั้งต้น

หมายเลขยูสเคส	UC-03
ชื่อยูสเคส	นำเข้าข้อมูลตั้งต้น
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อนำเข้าข้อมูลดังต่อไปนี้ข้อมูลสคีมารฐานข้อมูล ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน ข้อมูลกรณีทดสอบ และข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการ จากนั้นบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นโครงการ
ผู้กระทำ	ผู้ใช้
ความสัมพันธ์	Include: อัปโหลดแฟ้มข้อมูล
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือกเมนูที่ต้องการนำเข้าข้อมูลตั้งต้นที่ต้องการ <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. เลือกเมนู “Database Schema”</li> <li>1.2. เลือกเมนู “Functional Requirements”</li> <li>1.3. เลือกเมนู “Test Cases”</li> <li>1.4. เลือกเมนู “RTM”</li> </ol> </li> <li>2. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Import”</li> <li>3. เครื่องมือแสดงหน้าจอนำเข้าแฟ้มข้อมูล</li> <li>4. ผู้ใช้ต้องการนำเข้าแฟ้มข้อมูลผ่านการอัปโหลดหรือไม่ <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. ถ้าใช่ อัปโหลดแฟ้มข้อมูล (UC-04)</li> <li>4.2. ถ้าไม่ จบการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น</li> </ol> </li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ ก-4 รายละเอียดยูสเคสอัปโหลดแฟ้มข้อมูล

หมายเลขยูสเคส	UC-04
ชื่อยูสเคส	อัปโหลดแฟ้มข้อมูล
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อนำเข้าข้อมูลตั้งต้นผ่านการอัปโหลดแฟ้มข้อมูล
ผู้กระทำ	-
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-

ตารางที่ ก-4 รายละเอียดยูสเคสอัปโหลดเพิ่มข้อมูล (ต่อ)

ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Choose File”</li> <li>2. ระบบแสดงหน้าต่าง Select File เพื่อให้ผู้ใช้งานนำเข้าเอกสารข้อมูลสปีชีมาฐานข้อมูล (ไฟล์ชนิด .csv)</li> <li>3. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Upload”</li> <li>4. เครื่องมือตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล</li> <li>5. เครื่องมือแสดงผลลัพธ์ของการอัปโหลดเพิ่มข้อมูล <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. อัปโหลดสำเร็จ บันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล</li> <li>5.2. อัปโหลดไม่สำเร็จ แสดงข้อความแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้ให้รับทราบ</li> </ol> </li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	ข้อมูลตั้งต้นถูกบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูลสำเร็จ

ตารางที่ ก-5 รายละเอียดยูสเคสร้องขอการเปลี่ยนแปลง

หมายเลขยูสเคส	UC-05
ชื่อยูสเคส	ร้องขอการเปลี่ยนแปลง
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อร้องขอการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
ผู้กระทำ	ผู้ใช้, เว็บเซอร์วิส
ความสัมพันธ์	Include: ควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลง จัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลง รายงานผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลง
เงื่อนไขก่อนหน้า	นำเข้าข้อมูลตั้งต้นทั้งหมดเสร็จเรียบร้อยแล้ว
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนู “Change Request”</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกโครงการที่ต้องการ</li> <li>3. เครื่องมือค้นหาข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันเวอร์ชันล่าสุด</li> <li>4. ผู้ใช้เลือกความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ต้องการเปลี่ยนแปลง</li> <li>5. ผู้ใช้ป้อนรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. กรณีแก้ไขอินพุต คลิกปุ่ม “Edit” <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1.1. ระบบแสดงหน้าต่างเพื่อแก้ไขรายละเอียดอินพุตที่ต้องการ</li> </ol> </li> <li>5.2. กรณีเพิ่มอินพุต คลิกปุ่ม “Add Input” <ol style="list-style-type: none"> <li>5.2.1. ระบบแสดงหน้าต่างเพื่อป้อนรายละเอียดอินพุตใหม่</li> </ol> </li> <li>5.3. กรณีลบอินพุต คลิกปุ่ม “Delete” <ol style="list-style-type: none"> <li>5.3.1. ระบบแสดงข้อความยืนยันการลบอินพุต</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>6. ระบบแสดงรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุต</li> <li>7. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Submit”</li> <li>8. เว็บเซอร์วิสจำลองข้อมูลผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	เครื่องมือนำเข้าข้อมูลผลกระทบที่ได้จากเว็บเซอร์วิส

ตารางที่ ก-6 รายละเอียดยูสเคสควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลง

หมายเลขยูสเคส	UC-06
ชื่อยูสเคส	ควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลง
รายละเอียดยูสเคส	ปรับปรุงเวอร์ชันของข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
ผู้กระทำ	-
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	เครื่องมือนำเข้าข้อมูลผลกระทบที่ได้จากเว็บเซอร์วิส
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบว่ามีข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบหรือไม่ <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. ถ้ามี <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.1. อ่านค่าเวอร์ชันล่าสุดของสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ</li> <li>1.1.2. กรณีประเภทการเปลี่ยนแปลงของสคีมาฐานข้อมูลเป็นการแก้ไข (edit) หรือการลบ (delete) <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.2.1. ปรับปรุงสถานะเวอร์ชันเก่าให้ไม่สามารถใช้งานได้</li> </ol> </li> <li>1.1.3. กรณีประเภทการเปลี่ยนแปลงของสคีมาฐานข้อมูลเป็นการแก้ไข (edit) หรือ การเพิ่ม (add) <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.3.1. สร้างเวอร์ชันใหม่ของข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ</li> <li>1.1.3.2. บันทึกข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลเวอร์ชันใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูล</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>1.2. ถ้าไม่มี ไปขั้นตอนที่ 2</li> </ol> </li> <li>2. ตรวจสอบว่ามีข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบหรือไม่ <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. ถ้ามี <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. อ่านค่าเวอร์ชันล่าสุดของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ</li> <li>2.1.2. ปรับปรุงสถานะเวอร์ชันเก่าให้ไม่สามารถใช้งานได้</li> <li>2.1.3. สร้างเวอร์ชันใหม่ของข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ</li> <li>2.1.4. บันทึกข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันหลังปรับปรุงเป็นเวอร์ชันใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูล</li> </ol> </li> <li>2.2. ถ้าไม่มี ไปขั้นตอนที่ 3</li> </ol> </li> <li>3. ตรวจสอบว่ามีข้อมูลกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบหรือไม่ <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. ถ้ามี <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. อ่านค่าเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ</li> <li>3.1.2. กรณีประเภทการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบเป็นการแก้ไขหรือการลบ <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1.2.1. ปรับปรุงสถานะเวอร์ชันเก่าให้ไม่สามารถใช้งานได้</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>

ตารางที่ ก-6 รายละเอียดยุสเคสควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลง (ต่อ)

ขั้นตอน	<p>3.1.3. กรณีประเภทการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบเป็นการแก้ไขหรือการเพิ่ม</p> <p>3.1.3.1. สร้างเวอร์ชันใหม่ของข้อมูลกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ</p> <p>3.1.3.2. บันทึกข้อมูลกรณีทดสอบหลังปรับปรุงเป็นข้อมูลเวอร์ชันใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูล</p> <p>3.2. ถ้าไม่มี ไปขั้นตอนที่ 4</p> <p>4. ตรวจสอบว่ามีข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบหรือไม่</p> <p>4.1. ถ้ามี</p> <p>4.1.1. อ่านค่าเวอร์ชันล่าสุดของตารางการตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบ</p> <p>4.1.2. ปรับปรุงเวอร์ชันเก่าให้ไม่สามารถใช้งานได้</p> <p>4.1.3. สร้างเวอร์ชันใหม่ของตารางการตามรอยความต้องการ</p> <p>4.1.4. บันทึกข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการเข้าสู่ฐานข้อมูล</p>
เงื่อนไขภายหลัง	ข้อมูลที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงถูกปรับปรุงเวอร์ชัน

ตารางที่ ก-7 รายละเอียดยุสเคสการจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลง

หมายเลขยุสเคส	UC-07
ชื่อยุสเคส	จัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลง
รายละเอียดยุสเคส	สำหรับบันทึกข้อมูลคำร้องขอเปลี่ยนแปลงและจัดเก็บประวัติการเปลี่ยนแปลง
ผู้กระทำ	-
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บันทึกข้อมูลรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลง</li> <li>2. บันทึกรายการการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน</li> <li>3. บันทึกข้อมูลผลกระทบต่อสปีชีส์ข้อมูล</li> <li>4. บันทึกข้อมูลผลกระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชัน</li> <li>5. บันทึกข้อมูลผลกระทบต่อกรณีทดสอบ</li> <li>6. บันทึกข้อมูลผลกระทบต่อตารางการตามรอยความต้องการ</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	ข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดถูกบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูล



ตารางที่ ก-8 รายละเอียดยูสเคสรายงานผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลง

หมายเลขยูสเคส	UC-08
ชื่อยูสเคส	รายงานผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลง
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อแสดงผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชันให้ผู้ใช้ได้รับทราบ
ผู้กระทำ	-
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	1. ระบบแสดงผลลัพธ์ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ ก-9 รายละเอียดยูสเคสร้องขอยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด

หมายเลขยูสเคส	UC-09
ชื่อยูสเคส	ร้องขอยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด
รายละเอียดยูสเคส	สำหรับร้องขอยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด ข้อมูลจะถูกย้อนคืนกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้า
ผู้กระทำ	ผู้ใช้, เว็บเซอร์วิส
ความสัมพันธ์	Include: วิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดที่จะยกเลิก ควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกย้อนคืน รายงานผลลัพธ์การยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด
เงื่อนไขก่อนหน้า	มีข้อมูลคำร้องขอเปลี่ยนแปลงอย่างน้อย 1 รายการ
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนู "Cancellation"</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกโครงการที่ต้องการและคลิกปุ่ม "Search"</li> <li>3. เครื่องมือแสดงรายการคำร้องขอเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่มีอยู่</li> <li>4. ผู้ใช้เลือกคำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุดที่ต้องการยกเลิก</li> <li>5. เครื่องมือแสดงข้อมูลรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลงที่ผู้ใช้เลือก</li> <li>6. ผู้ใช้ป้อนเหตุผลการยกเลิกลงในกล่องรับข้อความ</li> <li>7. ผู้ใช้งานคลิกปุ่ม "Cancel Change"</li> <li>8. เครื่องมือแสดงข้อความยืนยันการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด</li> </ol>

ตารางที่ ก-9 รายละเอียดยูสเคสร้องขอยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด (ต่อ)

ขั้นตอน	<p>9. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “OK” เพื่อยืนยันการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด</p> <p>10. เว็บเซอร์วิสจำลองข้อมูลผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง</p> <p>11. เครื่องมือดำเนินการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด ผ่านยูสเคสหมายเลข UC-10 วิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดที่จะยกเลิก, ยูสเคสหมายเลข UC-11 ควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกย้อนกลับคืน</p> <p>12. เครื่องมือแสดงผลลัพธ์ของการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด ผ่านยูสเคสหมายเลข UC-12 รายงานผลลัพธ์การยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด</p>
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ ก-10 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดที่จะยกเลิก

หมายเลขยูสเคส	UC-10
ชื่อยูสเคส	วิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดที่จะยกเลิก
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อทำการยกเลิกเวอร์ชันล่าสุดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงครั้งล่าสุด
ผู้กระทำ	-
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ที่ยืนยันการยกเลิกคำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุดแล้ว
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เครื่องมือค้นหาข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงล่าสุด</li> <li>2. ตรวจสอบว่ามีประวัติการเปลี่ยนแปลงของความต้องการเชิงฟังก์ชันหรือไม่ <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. ถ้ามี <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. สร้างรายการชั่วคราวเพื่อเก็บข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ</li> <li>2.2. ถ้าไม่มี ไปขั้นตอนที่ 3</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>3. ตรวจสอบว่ามีประวัติการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบหรือไม่ <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. ถ้ามี <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. สร้างรายการชั่วคราวเพื่อเก็บข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ</li> <li>3.1.2. ถ้าไม่มี ไปขั้นตอนที่ 4</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>4. ตรวจสอบว่ามีประวัติการเปลี่ยนแปลงของตารางการตามรอยความต้องการหรือไม่ <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. ถ้ามี <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1.1. สร้างรายการชั่วคราวเพื่อเก็บข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดของตารางการตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบ</li> <li>4.2. ถ้าไม่มี ไปขั้นตอนที่ 5</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>

ตารางที่ ก-10 รายละเอียดยูลุสเคลวิเคราะห์หาเวอร์ชันล่าสุดที่จะยกเลิก (ต่อ)

ขั้นตอน	<p>5. ตรวจสอบว่ามีประวัติการเปลี่ยนแปลงของสคีมารฐานข้อมูลหรือไม่</p> <p>5.1. ถ้ามี</p> <p>5.1.1. สร้างรายการชั่วคราวเพื่อเก็บข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดของสคีมารฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ</p> <p>5.2. ถ้าไม่มี จบการวิเคราะห์</p>
เงื่อนไขภายหลัง	เวอร์ชันล่าสุดของข้อมูลที่ได้รับผลกระทบทั้งหมดถูกเพิ่มลงในรายการชั่วคราว

ตารางที่ ก-11 รายละเอียดยูลุสเคลควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกย้อนกลับคืน

หมายเลขยูลุสเคล	UC-11
ชื่อยูลุสเคล	ควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกย้อนกลับคืน
รายละเอียดยูลุสเคล	สำหรับกรณียกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดทำการยกเลิกเวอร์ชันล่าสุดและปรับปรุงเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกย้อนกลับคืน
ผู้กระทำ	-
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	มีรายการชั่วคราวที่ใช้เก็บข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดของข้อมูลที่ได้รับผลกระทบอย่างน้อย 1 รายการ
ขั้นตอน	<p>1. ตรวจสอบว่ามีเวอร์ชันล่าสุดของความต้งการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบหรือไม่</p> <p>1.1. ถ้ามี</p> <p>1.1.1. อ่านค่าข้อมูลเวอร์ชันก่อนหน้า</p> <p>1.1.2. ยกเลิกเวอร์ชันล่าสุดของความต้งการเชิงฟังก์ชัน</p> <p>1.1.3. ปรับปรุงสถานะของเวอร์ชันก่อนหน้าให้สามารถใช้งานได้</p> <p>1.2. ถ้าไม่มี ไปขั้นตอนที่ 2</p> <p>2. ตรวจสอบว่ามีเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบหรือไม่</p> <p>2.1. ถ้ามี</p> <p>2.1.1. อ่านค่าข้อมูลเวอร์ชันก่อนหน้า (ถ้ามี)</p> <p>2.1.2. ยกเลิกเวอร์ชันล่าสุดของกรณีทดสอบ</p> <p>2.1.3. ปรับปรุงสถานะของเวอร์ชันก่อนหน้าให้กลับมาใช้งานได้ (ถ้ามี)</p> <p>2.2. ถ้าไม่มี ไปขั้นตอนที่ 3</p> <p>3. ตรวจสอบว่ามีเวอร์ชันล่าสุดของตารางการตามรอยความต้งการที่ได้รับผลกระทบหรือไม่</p> <p>3.1. ถ้ามี</p> <p>3.1.1. อ่านค่าข้อมูลเวอร์ชันก่อนหน้า</p> <p>3.1.2. ยกเลิกข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดของตารางการตามรอยความต้งการ</p>

ตารางที่ ก-11 รายละเอียดยูนิตยูนิตควบคุมเวอร์ชันของข้อมูลที่ถูกย้อนกลับคืน (ต่อ)

ขั้นตอน	<p>3.1.3. ปรับปรุงสถานะของเวอร์ชันก่อนหน้าให้กลับมาใช้งานได้</p> <p>3.2. ถ้าไม่มี ไปขั้นตอนที่ 4</p> <p>4. ตรวจสอบว่ามีเวอร์ชันล่าสุดของสคีมารฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบหรือไม่</p> <p>4.1. ถ้ามี</p> <p>4.1.1. อ่านค่าข้อมูลเวอร์ชันก่อนหน้า</p> <p>4.1.2. ยกเลิกข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดของสคีมารฐานข้อมูล</p> <p>4.1.3. ปรับปรุงสถานะของเวอร์ชันก่อนหน้าให้กลับมาใช้งานได้</p> <p>4.2. ถ้าไม่มี สิ้นสุดการควบคุมเวอร์ชัน</p>
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ ก-12 รายละเอียดยูนิตยูนิตรายงานผลลัพธ์การยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด

หมายเลขยูนิตยูนิต	UC-13
ชื่อยูนิตยูนิต	รายงานผลลัพธ์การยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด
รายละเอียดยูนิตยูนิต	เพื่อแสดงผลลัพธ์ของการยกเลิกคำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุดให้ผู้ใช้ได้รับทราบ
แอกเตอร์	-
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	1. ระบบแสดงผลลัพธ์ที่เกิดจากการยกเลิกคำร้องขอเปลี่ยนแปลงล่าสุด
เงื่อนไขภายหลัง	-

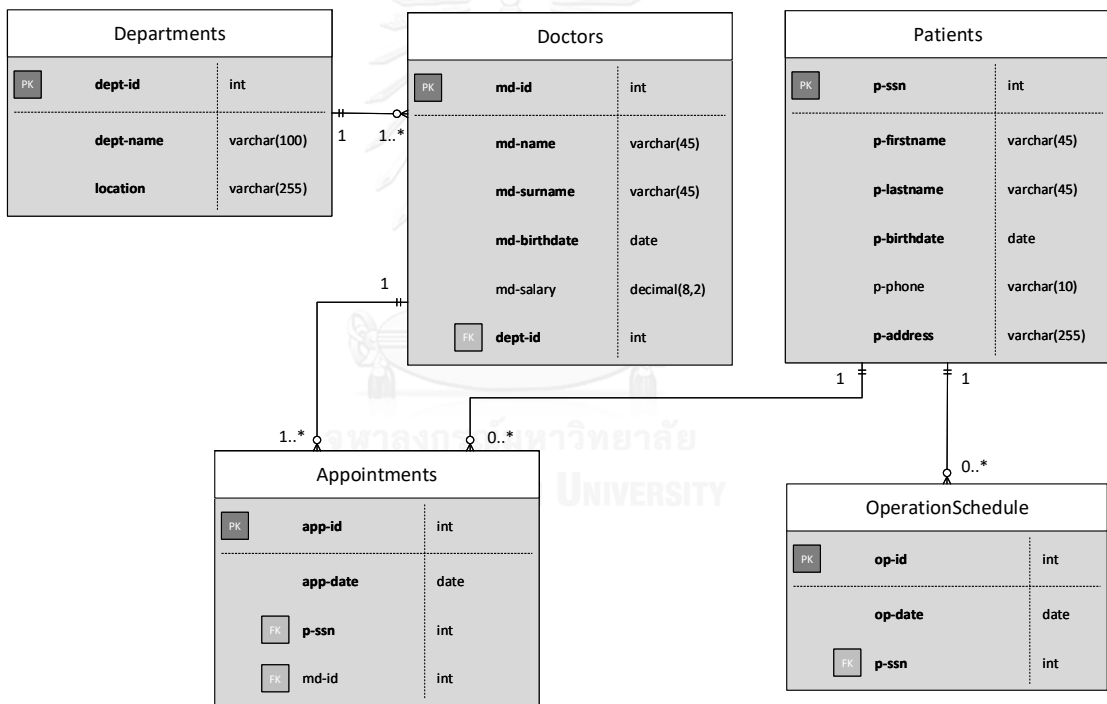
**ภาคผนวก ข**  
**ตัวอย่างข้อมูลทดสอบเครื่องมือ**

**1. กรณีศึกษาระบบโรงพยาบาล**

เป็นกรณีตัวอย่างส่วนหนึ่งของระบบบริหารจัดการข้อมูลโรงพยาบาล ซึ่งตัวอย่างนี้ใช้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน 3 ประเภท ได้แก่ การเพิ่ม การแก้ไข และการลบ โดยระบบจะนำเข้าสู่ข้อมูลตั้งต้น ได้แก่ ข้อมูลสคีมารฐานข้อมูล ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน ข้อมูลกรณีทดสอบและข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการ ดังต่อไปนี้

**1.1. การนำเข้าข้อมูลเวอร์ชันตั้งต้น**

**1.1.1. ข้อมูลสคีมารฐานข้อมูล**



รูปที่ ข-1 สคีมารฐานข้อมูลของระบบโรงพยาบาล

ตัวอย่างสคีมารฐานข้อมูลของระบบโรงพยาบาล แสดงดังรูปที่ ข-1 ซึ่งประกอบไปด้วยตารางจัดเก็บข้อมูลผู้ป่วย ตารางจัดเก็บข้อมูลแพทย์ ตารางจัดเก็บข้อมูลการนัดหมาย ตารางจัดเก็บข้อมูลแผนก และตารางจัดเก็บข้อมูลกำหนดการปฏิบัติงาน ดังนั้นจะได้ว่าข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลตั้งต้นที่จะถูกนำเข้าสู่ระบบ แสดงดังตารางที่ ข-1

ตารางที่ ข-1 ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลตั้งต้นของระบบโรงพยาบาล

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ความยาว	สกุล	ค่าที่ไม่ซ้ำ	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
Patients	p_ssn	VARCHAR	11	-	Y	-	Y	-	-
Patients	p_firstname	VARCHAR	45	-	N	-	Y	-	-
Patients	p_lastname	VARCHAR	45	-	N	-	Y	-	-
Patients	p_birthdate	DATE	-	-	N	-	Y	-	-
Patients	p_phone	VARCHAR	10	-	N	-	N	-	-
Patients	p_address	VARCHAR	100	-	N	-	Y	-	-
Doctor	md_id	INT	-	-	N	-	Y	-	-
Doctor	md_firstname	VARCHAR	45	-	N	-	Y	-	-
Doctor	md_lastname	VARCHAR	45	-	N	-	Y	-	-
Doctor	md_birthdate	DATE	-	-	N	-	Y	-	-
Doctor	md_salary	DECIMAL	8	2	N	-	N	-	-
Doctor	dept_id	INT	-	-	N	-	Y	-	-
Appointment	app_id	VARCHAR	12	-	N	-	Y	-	-
Appointment	app_date	DATE	-	-	N	-	Y	-	-
Appointment	p_ssn	VARCHAR	11	-	N	-	Y	-	-
Appointment	md_id	INT	-	-	N	-	Y	-	-
Department	dept_id	INT	-	-	N	-	Y	-	-
Department	dept_name	VARCHAR	100	-	N	-	Y	-	-
Department	location	VARCHAR	255	-	N	-	Y	-	-

### 1.1.2. ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน

กรณีศึกษาของระบบโรงพยาบาลประกอบด้วยข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยรายใหม่แสดงดังตารางที่ ข-2 ความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับสร้างการนัดหมายพบแพทย์แสดงดังตารางที่ ข-3 และความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับเพิ่มข้อมูลแพทย์แสดงดังตารางที่ ข-4

ตารางที่ ข-2 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยรายใหม่

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	HS_FR_01	
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน	Add a New Patient Information	
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	1	
รายการอินพุต	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่ออินพุต	ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
Patient SSN	Patients	p_ssn

ตารางที่ ข-2 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยรายใหม่ (ต่อ)

รายการอินพุต	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่ออินพุต	ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
Patient First Name	Patients	p_firstname
Patient Last Name	Patients	p_lastname
Patient Birth Date	Patients	p-birthdate
Patient Phone No.	Patients	p_phone
Patient Address	Patients	p_address

ตารางที่ ข-3 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับสร้างการนัดหมายพบแพทย์

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	HS_FR_02	
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน	Make an appointment	
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	1	
รายการอินพุต	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่ออินพุต	ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
Appointment Id	Appointment	app_id
Appointment Date	Appointment	app_date
Patient SSN	Patients	p_ssn
Medical Id	Doctor	md_id

ตารางที่ ข-4 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับเพิ่มข้อมูลแพทย์

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	HS_FR_03	
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน	Add a New Doctor Information	
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	1	
รายการอินพุต	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่ออินพุต	ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
Medical Id	Doctor	md_id
Medical First Name	Doctor	md_firstname
Medical Last Name	Doctor	md_lastname
Medical Birth Date	Doctor	md_birthdate
Medical Salary	Doctor	md_salary
Department Id	Department	dept_id

### 1.1.3. ข้อมูลกรณีทดสอบ

กรณีศึกษาของระบบโรงพยาบาลประกอบด้วยข้อมูลกรณีทดสอบที่ใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ประกอบด้วย กรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยรายใหม่แบบที่หนึ่ง แสดงดังตารางที่ ข-5 และแบบที่สอง ดังตารางที่ ข-6 กรณีทดสอบสำหรับสร้างการนัดหมายพบแพทย์แสดงดังตารางที่ ข-7 และกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลแพทย์แสดงดังตารางที่ ข-8

ตารางที่ ข-5 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยรายใหม่แบบที่หนึ่ง

หมายเลขกรณีทดสอบ	HS_TC_01
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>	
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ
Patient SSN	000-01-0001
Patient First Name	John
Patient Last Name	Smith
Patient Birth Date	19-Jun-1991
Patient Phone No.	029948888
Patient Address	98 Moo.1 Chaing Mai, Thailand 50200

ตารางที่ ข-6 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยรายใหม่แบบที่สอง

หมายเลขกรณีทดสอบ	HS_TC_02
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
<b>รายการข้อมูลนำเข้า</b>	
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ
Patient SSN	000-01-0002
Patient First Name	Tim
Patient Last Name	Handerson
Patient Birth Date	30-Dec-1987
Patient Address	33 Moo.1 Thapthun, Uthaitanee 16100



ตารางที่ ข-7 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการสร้างกรณีนัดหมายพบแพทย์

หมายเลขกรณีทดสอบ	HS_TC_03
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
รายการข้อมูลนำเข้า	
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ
Appointment Id	AP201707-001
Appointment Date	31-Aug-2017
Patient SSN	000-01-0001
Medical Id	1

ตารางที่ ข-8 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลแพทย์

หมายเลขกรณีทดสอบ	HS_TC_04
เวอร์ชันกรณีทดสอบ	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid
รายการข้อมูลนำเข้า	
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ
Medical Id	1
Medical First Name	Cameron
Medical Last Name	Johnson
Medical Birth Date	29-Nov-1989
Medical Salary	50000.90
Department Id	1

#### 1.1.4. ข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการ

การนำเข้าข้อมูลตั้งต้นของตารางการตามรอยความต้องการสำหรับกรณีศึกษาระบบ

โรงพยาบาลมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ ข-9

ตารางที่ ข-9 ตัวอย่างตารางการตามรอยความต้องการของระบบโรงพยาบาล

เวอร์ชัน	V.1	หมายเลขกรณีทดสอบ			
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		HS_TC_01	HS_TC_02	HS_TC_03	HS_TC_04
HS_FR_01		X	X		
HS_FR_02				X	
HS_FR_03					X

## 1.2. ตัวอย่างผลลัพธ์การวิเคราะห์หาผลกระทบของเว็บเซอร์วิสจากการเปลี่ยนแปลงอินพุต ของความต้องการเชิงฟังก์ชัน แสดงดังรูปที่ ข-2

```

{
  "projectInfo": "20",
  "affectedSchema": [
    {
      "tableName": "PATIENT",
      "columnName": "P_ADDRESS",
      "affectedAction": "edit"
    },
    {
      "tableName": "PATIENTS",
      "columnName": "P_PHONE",
      "affectedAction": "delete"
    },
    {
      "tableName": "PATIENTS",
      "columnName": "p_allergic",
      "affectedAction": "add"
    }
  ],
  "affectedRequirement": {
    "HS_FR_01": {
      "functionVersion": "1",
      "functionInput": {
        "Patient Address": {
          "refTableName": "PATIENTS",
          "refColumnName": "P_ADDRESS",
          "changeType": "edit"
        },
        "Patient Phone No.": {
          "refTableName": "PATIENTS",
          "refColumnName": "P_PHONE",
          "changeType": "delete"
        },
        "Patient Allergic": {
          "refTableName": "PATIENTS",
          "refColumnName": "p_allergic",
          "changeType": "add"
        }
      }
    }
  },
  "affectedTestCase": {
    "HS_TC_05": {
      "changeType": "add",
      "testCaseVersion": 1,
      "testCaseDesc": "TEST ADD NEW PATIENT...",
      "expectedResult": "VALID",
      "testCaseDetails": {
        "Patient Birth Date": {
          "changeType": "add",
          "testData": "19-Jun-1991"
        },
        "Patient Address": {
          "changeType": "add",
          "testData": "99 Mu 14, Bangkok 10900"
        },
        "Patient Allergic": {
          "changeType": "add",
          "testData": "eggs and milk"
        }
      }
    }
  }
}

```

รูปที่ ข-2 ตัวอย่างข้อมูลผลกระทบที่ได้จากเว็บเซอร์วิสในรูปแบบข้อมูลชนิด JSON

```

"affectedRTM": {
  "details": [{
    "changeType": "delete",
    "functionNo": "HS_FR_01",
    "testCaseNo": "HS_TC_01"
  }, {
    "changeType": "add",
    "functionNo": "HS_FR_01",
    "testCaseNo": "HS_TC_01-V2"
  }
]}

```

ข้อมูลผลกระทบของตารางการตามรอยความต้องการ

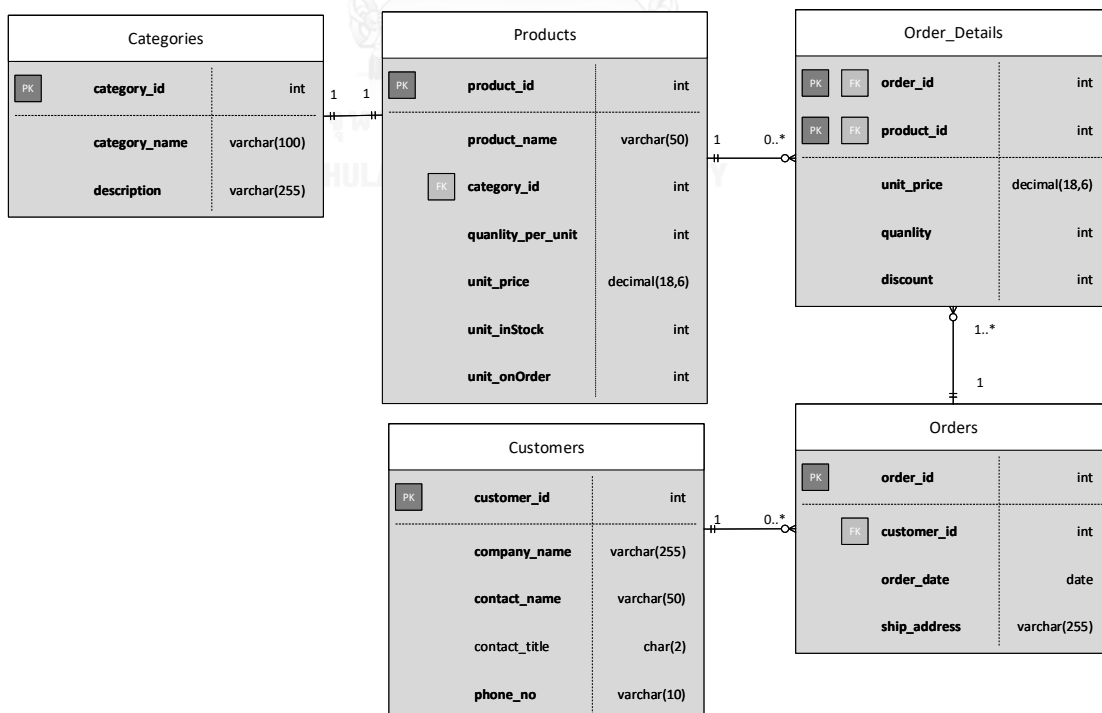
รูปที่ ข-2 ตัวอย่างข้อมูลผลกระทบที่ได้จากเว็บเซอร์วิสในรูปแบบข้อมูลชนิด JSON (ต่อ)

## 2. กรณีศึกษาระบบร้านค้าออนไลน์

กรณีศึกษาระบบร้านค้าออนไลน์เป็นตัวอย่างหนึ่งที่ได้รับคามนิยมมากในปัจจุบัน ซึ่งตัวอย่างนี้ใช้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน 3 ประเภท ได้แก่ การเพิ่ม การแก้ไขที่ใช้ทำให้ความต้องการเชิงฟังก์ชันและกรณีทดสอบได้รับผลกระทบมากกว่า 1 และการลบอินพุตออกจากความต้องการเชิงฟังก์ชัน จากนั้นร้องขอยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุดเพื่อทดสอบว่าข้อมูลสามารถย้อนเวอร์ชันได้ถูกต้องหรือไม่ โดยเริ่มจากนำเข้าสู่ข้อมูลตั้งต้น ดังต่อไปนี้

### 2.1. การนำเข้าข้อมูลเวอร์ชันตั้งต้น

#### 2.1.1. ข้อมูลสคีมารฐานข้อมูล



รูปที่ ข-3 สคีมารฐานข้อมูลของระบบร้านค้าออนไลน์

ตัวอย่างสคีมาฐานข้อมูลของระบบร้านค้าออนไลน์ แสดงดังรูปที่ ข-3 ซึ่งประกอบไปด้วย ตารางจัดเก็บข้อมูลสินค้า ตารางจัดเก็บข้อมูลประเภทสินค้า ตารางจัดเก็บข้อมูลลูกค้า ตารางจัดเก็บข้อมูลคำสั่งซื้อสินค้า และตารางจัดเก็บข้อมูลรายละเอียดคำสั่งซื้อสินค้า ดังนั้นจะได้ว่าข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลตั้งต้นที่จะถูกนำเข้าระบบ แสดงดังตารางที่ ข-10

ตารางที่ ข-10 ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลตั้งต้นของระบบร้านค้าออนไลน์

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ความยาว	สกุล	ค่าที่ไม่ซ้ำ	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
Products	product_id	int			N		Y		
Products	product_name	varchar	50		N		Y		
Products	category_id	int			N		Y		
Products	quantity_per_unit	int			N		Y		
Products	unit_price	decimal	18	6	N		Y		
Products	unit_inStock	int			N		Y		
Products	unit_onOrder	int			N		Y		
Categories	category_id	int		0	N		Y		
Categories	category_name	varchar	100		N		Y		
Categories	description	varchar	255		N		Y		
Categories	category_id	int			N		Y		
Categories	category_name	varchar	100		N		Y		
Categories	description	varchar	255		N		Y		
Customers	customer_id	int			N		Y		
Customers	company_name	varchar	255		N		Y		
Customers	contact_name	varchar	50		N		Y		
Customers	contact_title	char	2		N		N		
Customers	phone_no	varchar	10		N		Y		
Orders	order_id	int			N		Y		
Orders	customer_id	int			N		Y		
Orders	order_date	date			N		Y		
Orders	ship_address	varchar	255		N		Y		
Order_Details	order_id	int			N		Y		
Order_Details	product_id	int			N		Y		
Order_Details	unit_price	decimal	18	6	N		Y		
Order_Details	quantity	int			N		Y		
Order_Details	discount	int			N		Y		

### 2.1.2. ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน

ตัวอย่างกรณีศึกษาของระบบร้านค้าออนไลน์ประกอบด้วยข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลสินค้าแสดงดังตารางที่ ข-11 ความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการสร้างคำสั่งซื้อสินค้าแสดงดังตารางที่ ข-12 ความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการสร้างรายการสั่งซื้อสินค้าแสดงดังตารางที่ ข-13 และความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการค้นหาข้อมูลลูกค้าแสดงดังตารางที่ ข-14

ตารางที่ ข-11 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลสินค้า

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	OS_FR_01	
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน	Add a New Product Information	
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	1	
รายการอินพุต	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่ออินพุต	ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
Product Id	Products	product_id
Product Name	Products	product_name
Category Id	Products	category_id
Qty Per Unit	Products	quantity_per_unit
Unit Price	Products	unit_price
Unit in Stock	Products	unit_inStock
Unit in Order	Products	unit_onOrder

ตารางที่ ข-12 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการสร้างคำสั่งซื้อสินค้า

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	OS_FR_02	
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน	Create a New Order	
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	1	
รายการอินพุต	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่ออินพุต	ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
Order Id	Orders	order_id
Order Customer Id	Orders	customer_id
Order Date	Orders	order_date
Ship Address	Orders	ship_address

ตารางที่ ข-13 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการสร้างรายการสั่งซื้อสินค้า

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	OS_FR_03	
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน	Create Order List	
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	1	
รายการอินพุต	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่ออินพุต	ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
dOrder Id	Orders_Details	order_id
dProduct Id	Orders_Details	product_id
dUnit Price	Orders_Details	unit_price
dQty	Orders_Details	quantity
dDiscount	Orders_Details	discount

ตารางที่ ข-14 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการค้นหาข้อมูลลูกค้า

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	OS_FR_04	
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน	Search Customer Information	
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	1	
รายการอินพุต	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่ออินพุต	ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
Customer Id	Customers	customer_id
Company Name	Customers	company_name
Contact Name	Customers	contact_name
Contact Title	Customers	contact_title
Phone No	Customers	phone_no

### 2.1.3. ข้อมูลกรณีทดสอบ

สำหรับระบบร้านค้าออนไลน์ได้มีการออกแบบกรณีทดสอบเพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งประกอบไปด้วยกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลสินค้าแสดงดังตารางที่ ข-15 กรณีทดสอบสำหรับสร้างคำสั่งซื้อสินค้าแสดงดังตารางที่ ข-16 กรณีทดสอบสำหรับสร้างรายการสั่งซื้อสินค้าดังตารางที่ ข-17 และกรณีทดสอบสำหรับค้นหาข้อมูลลูกค้าแสดงดังตารางที่ ข-18 และตารางที่ ข-19

ตารางที่ ข-15 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลสินค้า

หมายเลขกรณีทดสอบ	OS_TC_01	เวอร์ชัน	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Product Id	1		
Product Name	iPhone 7+		
Category Id	17		
Unit Price	28900		
Unit in Stock	500		
Unit in Order	20		

ตารางที่ ข-16 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการสร้างคำสั่งซื้อสินค้า

หมายเลขกรณีทดสอบ	OS_TC_02	เวอร์ชัน	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Order Id	34		
Order Customer Id	89		
Order Date	19-Jul-2017		
Ship Address	59 Moo.1, Thanthan Uthaithani Thailand		

ตารางที่ ข-17 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการสร้างรายการสั่งซื้อสินค้า

หมายเลขกรณีทดสอบ	OS_TC_03	เวอร์ชัน	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
dOrder Id	34		
dProduct Id	1		
dUnit Price	28900		
dQty	1		
dDiscount	2000		

ตารางที่ ข-18 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการค้นหาข้อมูลลูกค้าแบบที่หนึ่ง

หมายเลขกรณีทดสอบ	OS_TC_04	เวอร์ชัน	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Customer Id	68		
Company Name	AUTOYOUTH Official Store		
Contact Name	Mari Horn		
Contact Title	01		

ตารางที่ ข-19 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการค้นหาข้อมูลลูกค้าแบบที่สอง

หมายเลขกรณีทดสอบ	OS_TC_05	เวอร์ชัน	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Customer Id	9		
Company Name	Lek Carabao Solo		
Contact Name	Charnon Patties		
Phone No	0983883333		

#### 2.1.4. ข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการ

การนำเข้าข้อมูลตั้งต้นของตารางการตามรอยความต้องการสำหรับกรณีศึกษาระบบ  
ร้านค้าออนไลน์ แสดงดังตารางที่ ข-20

ตารางที่ ข-20 ตัวอย่างตารางการตามรอยความต้องการของระบบร้านค้าออนไลน์

เวอร์ชัน	1	หมายเลขกรณีทดสอบ				
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	OS_TC_01	OS_TC_02	OS_TC_03	OS_TC_04	OS_TC_05	
OS_FR_01	X					
OS_FR_02		X				
OS_FR_03			X			
OS_FR_04				X	X	



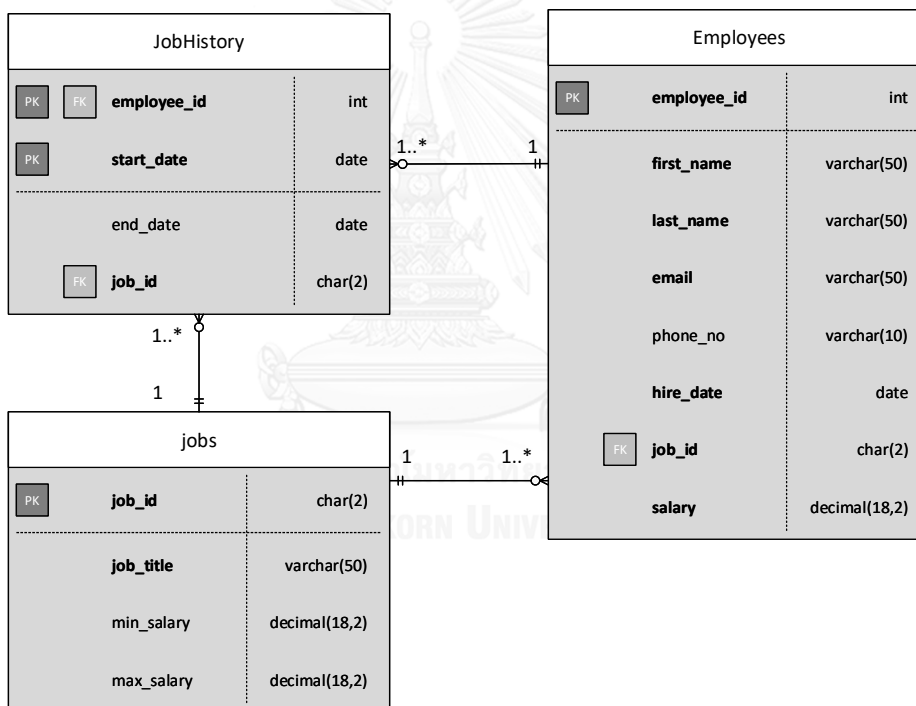
### 3. กรณีศึกษาระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล

ตัวอย่างกรณีศึกษานี้ใช้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอินพุตของความต้องการเชิงฟังก์ชัน จากนั้นทดสอบการยกเลิกการเปลี่ยนแปลงล่าสุด และสุดท้ายทดสอบการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งหนึ่งเพื่อทดสอบว่าเครื่องมือสามารถควบคุมเวอร์ชันได้อย่างถูกต้องหรือไม่ โดยเริ่มจากนำเข้าข้อมูลตั้งต้นดังต่อไปนี้

#### 3.1. การนำเข้าข้อมูลเวอร์ชันตั้งต้น

##### 3.1.1. ข้อมูลสคีมารฐานข้อมูล

รูปที่ ข-4 แสดงตัวอย่างสคีมารฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคลซึ่งประกอบไปด้วยตารางจัดเก็บข้อมูลพนักงาน ตารางจัดเก็บข้อมูลงานและตารางการจัดเก็บประวัติการทำงาน ดังนั้นจะได้ว่าข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลตั้งต้นที่จะถูกนำเข้าระบบ แสดงดังตารางที่ ข-21



รูปที่ ข-4 สคีมารฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล

ตารางที่ ข-21 ข้อมูลสคีมารฐานข้อมูลตั้งต้นของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ความยาว	สเกล	ค่าที่ไม่ซ้ำ	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
Employees	employee_id	int			N		Y		
Employees	first_name	varchar	50		N		Y		
Employees	last_name	varchar	50		N		Y		
Employees	email	varchar	50		N		Y		
Employees	phone_no	varchar	10		N		N		

ตารางที่ ข-21 ข้อมูลสคีมาฐานข้อมูลตั้งต้นของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล (ต่อ)

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ความยาว	สกุล	ค่าที่ไม่ซ้ำ	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
Employees	hire_date	date			N		Y		
Employees	job_id	char	2		N		Y		
Employees	salary	decimal	18	2	N		Y		
Jobs	job_id	char	2		N		Y		
Jobs	job_title	varchar	50		N		Y		
Jobs	min_salary	decimal	18	2	N		Y	18000	
Jobs	max_salary	decimal	18	2	N		Y		100000
JobHistory	employee_id	int	10		N		Y		
JobHistory	start_date	date			N		Y		
JobHistory	end_date	date			N		N		
JobHistory	job_id	char	2		N		Y		

### 3.1.2. ข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชัน

ตัวอย่างกรณีศึกษาของระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคลซึ่งประกอบไปด้วยความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลงานแสดงดังตารางที่ ข-22 ความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการค้นหาประวัติการทำงานแสดงดังตารางที่ ข-23 ความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลพนักงานแสดงดังตารางที่ ข-24

ตารางที่ ข-22 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลงาน

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	HR_FR_01	
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน	Add a New Job Information	
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	1	
รายการอินพุต	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่ออินพุต	ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
Job Id	Jobs	job_id
Job Title	Jobs	job_title
Min Salary	Jobs	min_salary
Max Salary	Jobs	max_salary

ตารางที่ ข-23 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการค้นหาประวัติการทำงาน

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	HR_FR_02	
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน	Search Employment History	
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	1	
รายการอินพุต	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่ออินพุต	ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
History Job Id	JobHistory	job_id
Job Title	Jobs	job_title
Start Date	JobHistory	start_date
Employee Id	Employees	employee_id

ตารางที่ ข-24 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลพนักงาน

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	HR_FR_03	
คำอธิบายความต้องการเชิงฟังก์ชัน	Add a New Employee Information	
เวอร์ชันของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	1	
รายการอินพุต	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่ออินพุต	ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์
Employee First Name	Employees	first_name
Employee Last Name	Employees	last_name
Employee Email	Employees	email
Employee Phone No	Employees	phone_no
Hire Date	Employees	hire_date
Employee Job Id	Employees	job_id
Employee Salary	Employees	salary

### 3.1.3. ข้อมูลกรณีทดสอบ

กรณีศึกษาในระบบสารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล ประกอบด้วยกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลงานแสดงดังตารางที่ ข-25 กรณีทดสอบสำหรับการค้นหาประวัติการทำงานแสดงดังตารางที่ ข-26 และกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลพนักงานแสดงดังตารางที่ ข-27

ตารางที่ ข-25 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลงาน

หมายเลขกรณีทดสอบ	HR_TC_01	เวอร์ชัน	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Job Id	01		
Job Title	Java Programmer		
Min Salary	20000		
Max Salary	60000		

ตารางที่ ข-26 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการค้นหาประวัติการทำงาน

หมายเลขกรณีทดสอบ	HR_TC_02	เวอร์ชัน	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
History Job Id	01		
Job Title	Java		
Start Date	01-Apr-2015		
Employee Id	1		

ตารางที่ ข-27 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับการเพิ่มข้อมูลพนักงาน

หมายเลขกรณีทดสอบ	HR_TC_03	เวอร์ชัน	1
ประเภทของกรณีทดสอบ	Valid		
รายการข้อมูลนำเข้า			
ชื่ออินพุต	ข้อมูลทดสอบ		
Employee First Name	TEST First Name		
Employee Last Name	TEST Last Name		
Employee Email	test@gmail.com		
Employee Phone No	0894448888		
Hire Date	01-Apr-2016		
Employee Job Id	01		
Employee Salary	35000		

## 3.1.4. ข้อมูลตารางการตามรอยความต้องการ

การนำเข้าข้อมูลตั้งต้นสำหรับตารางการตามรอยความต้องการของกรณีศึกษาระบบ  
สารสนเทศด้านทรัพยากรบุคคล แสดงดังตารางที่ ข-28

ตารางที่ ข-28 ตัวอย่างตารางการตามรอยความต้องการของระบบสารสนเทศฝ่ายทรัพยากรบุคคล

เวอร์ชัน	1	หมายเลขกรณีทดสอบ		
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		HR_TC_01	HR_TC_02	HR_TC_03
HR_FR_01		<del>                    </del>		
HR_FR_02			<del>                    </del>	
HR_FR_03				<del>                    </del>



### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปาริชาติ เกียรติเฝ้า เกิดเมื่อวันที่ 17 เมษายน พ.ศ. 2534 ภูมิลำเนาเป็นคน ตำบลทัพทัน อำเภอกันทรวิชัย จ.อุทัยธานี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2555 หลังจบการศึกษาเข้าทำงานในตำแหน่งโปรแกรมเมอร์และนักวิเคราะห์ระบบที่บริษัท ซี.เอส.ไอ (ประเทศไทย) เป็นเวลา 3 ปี เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต ปีการศึกษา 2558 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม) สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

