ระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากร ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

นายสมภพ เจียรณัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2563

An Activity Based Cost Analysis System of Information Technology Resource Usage Using Monte Carlo Simulation

Mr. Somphop Chiaranai

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for
the Degree of Master of Science in Information and Communication Technology
School of Science and Technology
Sukhothai Thammathirat Open University
2020

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

ชื่อและนามสกุล นายสมภพ เจียรณัย

แขนงวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์

2. อาจารย์ ดร.บริบูรณ์ ปิ่นประยงค์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 19 ตุลาคม 2563

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณี อัศวกุลชัย)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.บริบูรณ์ ปิ่นประยงค์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร พุทธาพิทักษ์ผล)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล
ผู้วิจัย นายสมภพ เจียรณัย **รหัสนักศึกษา** 2599600695
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร)
อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์
(2) อาจารย์ ดร.บริบูรณ์ ปิ่นประยงค์ **ปีการศึกษา** 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรมในการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (2) พัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล และ (3) ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

ข้อมูลกิจกรรมการใช้ทรัพยากรแรงงานและกิจกรรมการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ขององค์กรตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 จนถึงปี พ.ศ. 2562 ได้นำมาพัฒนาแบบจำลองเพื่อช่วยวิเคราะห์และพยากรณ์การใช้ทรัพยากรด้วยกัน 3 วิธี คือ วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย และการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ยนำมาใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองของต้นทุนตามฐานกิจกรรมการใช้งานทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จากนั้นจึงพัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมฯ โดยใช้ซอฟต์แวร์กลุ่ม LAMP stack และประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น

ผลการวิจัยพบว่า ระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของทรัพยากรแรงงานและทรัพยากรฮาร์ดแวร์ มีความแม่นยำร้อยละ 71.49 และ 61.17 ตามลำดับ ระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมฯ นี้ทำให้ผู้ใช้งานมีความมั่นใจในการตัดสินใจมากขึ้น ด้วยค่าเฉลี่ย 4.6 ช่วยลดระยะเวลาและลดขั้นตอนในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้วยค่าเฉลี่ย 4.4 โดยสรุปแสดงว่า ระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล มีความเหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมในการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

คำสำคัญ ต้นทุนตามฐานกิจกรรม ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ
การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

Thesis title: An Activity Based Cost Analysis System of Information Technology Resource Usage Using Monte Carlo Simulation
Researcher: Mr. Somphop Chiaranai; **ID:** 2599600695;
Degree: Master of Science (Information and Communication Technology);
Thesis advisors: (1) Dr. Waranya Poonnawat, Associate Professor;
(2) Dr. Boriboon Pinprayong;
Academic year: 2020

Abstract

The objectives of this research were (1) to develop the Monte Carlo simulation model used to calculate an activity based cost of Information Technology (IT) resource usage; (2) to develop an activity based cost analysis system of IT resource usage using Monte Carlo simulation and (3) to evaluate the efficiency of the activity based cost analysis system of IT resource usage using Monte Carlo simulation.

The data on IT-labor resource activities and IT-hardware resource utilization activities from the year 2018 to the year 2019 were performed to realize to develop the models of analysis and forecasting the IT resource usage with three methods: Simple Moving Average, Simple Exponential Smoothing, and Monte Carlo simulation. Mean Error (ME) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) were utilized to evaluate the efficiency of the models for the activity based cost of IT resource usage using Monte Carlo simulation. Then the activity based cost analysis system of IT resource usage using Monte Carlo simulation was developed by using LAMP stack and evaluated for the efficiency.

The research results showed that the accuracy of Monte Carlo simulation model for IT-labor resource and IT-hardware resource prediction were 71.49% and 61.17%, respectively. The system gave users more confidence in making decisions at average of 4.6 and reducing the time and process for cost analysis at average of 4.4. To sum up that the Monte Carlo simulation model was suitable for analysis an activity based cost of IT resource usage.

Keywords: Activity based cost, Information Technology resource, Monte Carlo simulation

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอแสดงความกตัญญูและขอบพระคุณต่อ รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ระหว่างทำวิจัยด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ อาจารย์ ดร. บริบูรณ์ ปิ่นประยงค์ ที่ได้กรุณาสละเวลามาเป็นที่ปรึกษาร่วม ขอขอบพระคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณี อัศวกุลชัย และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนข้อเสนอแนะเป็นอย่างดี ซึ่งล้วนเป็นประโยชน์แก่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ตลอดทั้งเพื่อน ๆ ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจทุกครั้งที่เกิดปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ตลอดจนให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

สมภพ เจียรณัย

ตุลาคม 2563

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
2. วัตถุประสงค์การวิจัย 2
3. ขอบเขตการวิจัยและกลุ่มตัวอย่าง 2
4. วิธีการวิจัย 3
5. ขั้นตอนในการดำเนินการ 3
6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
7. นิยามศัพท์เฉพาะ 5
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 6
1. บัญชีต้นทุน 6
2. แนวคิดเกี่ยวกับต้นทุน 6
3. การจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 7
4. การคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรม 9
5. ต้นทุนตามฐานกิจกรรมกับการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ 10
6. องค์ประกอบของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 11
7. การคำนวณต้นทุนทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยต้นทุนตามฐานกิจกรรม. 11
8. การพยากรณ์และการจำลองสถานการณ์โดยเทคนิคต่าง ๆ 15
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 23
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 23
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3. การสร้างแบบจำลอง....31
4. การพัฒนาระบบ....45
5. การทดสอบระบบ....55
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ....60
1. ผลการพัฒนาระบบ....60
2. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมด้วยระบบ....71
3. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ....75
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ....86
1. สรุปการวิจัย....86
2. ปัญหาและอุปสรรค....87
3. ข้อเสนอแนะ....88
บรรณานุกรม....89
ภาคผนวก....93
ก คู่มือการใช้งาน....94
ข การเปรียบเทียบค่าคงที่ปรับให้เรียบ α ของวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย....102
ประวัติผู้วิจัย....104

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การจับคู่กลุ่มของกิจกรรมและกิจกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 12
ตารางที่ 2.2 ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและตัวผลักดันต้นทุนทรัพยากร 15
ตารางที่ 2.3 สรุปการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
ตารางที่ 3.1 รายการทรัพยากรซอฟต์แวร์ ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ และวัตถุประสงค์/หน้าที่..... 26
ตารางที่ 3.2 รายการระบบสารสนเทศ ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ผู้ใช้สารสนเทศ และอัตราส่วนของการใช้งาน..... 27
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลของทรัพยากรแรงงาน 29
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลทรัพยากรฮาร์ดแวร์ที่ใช้เพื่อจำลองสถานการณ์..... 31
ตารางที่ 3.5 ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ..... 32
ตารางที่ 3.6 ปริมาณและสัดส่วนการใช้งานหน่วยประมวลผลกลางรายเดือน พ.ศ. 2561 33
ตารางที่ 3.7 ผลการพยากรณ์ของระบบ PAYROLL ของปี พ.ศ. 2561 ด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่-อย่างง่าย 34
ตารางที่ 3.8 ผลการพยากรณ์ของระบบ PAYROLL ของปี พ.ศ. 2561 ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (ค่า α = 0.5) 35
ตารางที่ 3.9 ผลการพยากรณ์ของระบบ PAYROLL ของปี พ.ศ. 2561 ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล 37
ตารางที่ 3.10 ผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธีการพยากรณ์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561 39
ตารางที่ 3.11 ผลการเปรียบเทียบค่าคงที่ปรับให้เรียบ α ของวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล-อย่างง่ายของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561 42
ตารางที่ 3.12 ชื่อตารางและคำอธิบาย 52
ตารางที่ 3.13 โครงสร้างข้อมูลของตาราง analyze_data 52
ตารางที่ 3.14 โครงสร้างข้อมูลของตาราง file_raw 53
ตารางที่ 3.15 โครงสร้างข้อมูลของตาราง file_upload 53
ตารางที่ 3.16 โครงสร้างข้อมูลของตาราง users 54

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 3.17 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561 ด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายกับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel.....55
ตารางที่ 3.18 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561 ด้วยด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย ค่าคงที่ปรับให้เรียบ α = 0.85 กับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel 56
ตารางที่ 3.19 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561 ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลกับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel 56
ตารางที่ 3.20 แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้ระบบฯ จากผู้ใช้งาน ส่วนที่ 1. 58
ตารางที่ 3.21 แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้ระบบฯ จากผู้ใช้งาน ส่วนที่ 2. 58
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ตัวผลักดันทรัพยากรฮาร์ดแวร์ตามฐานกิจกรรมการใช้ทรัพยากร พ.ศ. 2562 66
ตารางที่ 4.2 ผลการจำลองสถานการณ์ของทรัพยากรแรงงานสำหรับฝ่ายขายและการตลาด พ.ศ. 2562 67
ตารางที่ 4.3 ผลการจำลองสถานการณ์ของทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2562 69
ตารางที่ 4.4 รายการบันทึกค่าเสื่อมทางบัญชี เดือน มกราคม พ.ศ. 2563 71
ตารางที่ 4.5 ต้นทุนพยากรณ์ของค่าใช้จ่ายทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL รอบบัญชี เดือน มกราคม พ.ศ. 2563 72
ตารางที่ 4.6 ต้นทุนตามฐานกิจกรรมการใช้ทรัพยากรทรัพยากรฮาร์ดแวร์ พ.ศ. 2562 73
ตารางที่ 4.7 ต้นทุนฐานกิจกรรมของทรัพยากรแรงงานสำหรับฝ่ายขายและการตลาด พ.ศ. 2562..... 74
ตารางที่ 4.8 ต้นทุนพยากรณ์ของทรัพยากรแรงงานสำหรับฝ่ายขายและการตลาดรอบบัญชีเดือน มกราคม พ.ศ. 2563 75
ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบความแม่นยำการวิเคราะห์ตัวผลักดันทรัพยากรของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2562 75

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายกับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel 77
ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายกับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel 79
ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลกับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel 81
ตารางที่ 4.12 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 83
ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจระบบที่พัฒนาขึ้น 84

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ทฤษฎีของต้นทุนตามฐานกิจกรรม 12
ภาพที่ 3.1 โครงสร้างองค์กรของบริษัทตัวอย่าง 24
ภาพที่ 3.2 แผนผังทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของบริษัท 25
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ 30
ภาพที่ 3.4 แบบจำลองการทำงานของระบบ 44
ภาพที่ 3.5 แผนภาพบริบท (Context Diagram) 45
ภาพที่ 3.6 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับที่ 1 (Dataflow Diagram Level 1) 46
ภาพที่ 3.7 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับที่ 2 ของการยืนยันตัวตน (Authentication) 47
ภาพที่ 3.8 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับที่ 2 ของแสดงผลแดชบอร์ด (Dashboard Viewing) 48
ภาพที่ 3.9 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับที่ 2 ของการจัดการผู้ใช้งาน (User Management) 49
ภาพที่ 3.10 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับที่ 2 ของการให้บริการข้อมูล (Data Provider) 50
ภาพที่ 3.11 ยูสเคสไดอะแกรมสำหรับการพัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมฯ 51
ภาพที่ 4.1 หน้าจอการเข้าสู่ระบบ (login) 61
ภาพที่ 4.2 หน้าจอการแสดงผลแดชบอร์ด (Dashboard Viewing) 61
ภาพที่ 4.3 หน้าจอสำหรับการอัปโหลดข้อมูลการใช้ทรัพยากร 62
ภาพที่ 4.4 หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมฯ 63
ภาพที่ 4.5 หน้าจอแสดงกราฟเส้นผลการจำลองสถานการณ์ 63
ภาพที่ 4.6 หน้าจอการจัดการข้อมูลผู้ใช้ 64
ภาพที่ 4.7 หน้าจอสำหรับเพิ่มผู้ใช้งานในระบบ 65

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศหรือไอที (Information Technology: IT) ประกอบด้วย เครื่องมือและอุปกรณ์หรือฮาร์ดแวร์ (Hardware) โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์และระบบงานหรือแอปพลิเคชัน (Software and Application) บริการด้านการสื่อสาร (Communication Service) และบุคลากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Staff) ถือเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการสนับสนุนการดำเนินการขององค์กรหรือธุรกิจ จึงนำไปสู่การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของต้นทุนในการจัดหาและใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ดังนั้นการทราบต้นทุนที่แท้จริงของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจะช่วยให้ผู้บริหารองค์กรสามารถเข้าใจ ประเมิน ปรับต้นทุน วางแผน และแสวงหาวิธีการควบคุม เกี่ยวกับต้นทุนของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้

การคำนวณต้นทุนแบบดั้งเดิม (Traditional Costing Accounting) โดยทั่วไปบันทึกเป็นค่าใช้จ่ายทางตรงและทางอ้อมในรูปแบบทางบัญชี ซึ่งไม่สามารถทราบถึงต้นทุนและค่าใช้จ่ายทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมขององค์กรหรือธุรกิจได้อย่างชัดเจน เนื่องจากเป็นข้อจำกัดของการคำนวณต้นทุนแบบดั้งเดิม ผู้วิจัยมีความต้องการหาแนวทางใหม่ ๆ ในการคำนวณต้นทุนที่อ้างอิงกับการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศกับกิจกรรมต่าง ๆ ของธุรกิจ การนำการคิดคำนวณต้นทุนแบบคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรม (Activity Based Cost: ABC) เป็นวิธีการคำนวณต้นทุนของกิจกรรมในการดำเนินธุรกิจและกำหนดต้นทุนของแต่ละกิจกรรมที่มีการใช้ทรัพยากรให้กับผลิตภัณฑ์และบริการทั้งหมดตามการใช้ทรัพยากรจริง การคำนวณต้นทุนแบบคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรม (ABC) จึงเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ช่วยให้การกำหนดค่าใช้จ่ายแตกต่างกันไปตามแต่ละกิจกรรมและตามทรัพยากรที่ต้องการ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการจำแนกและควบคุมต้นทุนการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของกิจกรรมทุกประเภท

อย่างไรก็ตามการทราบต้นทุนแบบคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรมซึ่งสะท้อนถึงผลของการดำเนินธุรกิจที่ผ่านมานั้น ยังอาจไม่ตอบสนองต่อการวางแผนจัดหาทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสนับสนุนกิจกรรมขององค์กรในอนาคต ดังนั้นหากนำแบบจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้การแจกแจงความน่าจะเป็นจากข้อมูลความ

การใช้ทรัพยากรสารสนเทศในอดีต เพื่อการพยากรณ์โดยหาปริมาณความต้องการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในอนาคตมาคำนวณร่วมกัน จะทำให้สามารถแก้ปัญหาการวางแผนต้นทุนและค่าใช้จ่ายทรัพยากรด้านเทคโนโลยีได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ลดความเสี่ยงของการคำนวณและวางแผนต้นทุนที่ไม่เหมาะสม และลดการหยุดชะงักในการดำเนินกิจกรรมทางธุรกิจอันเกิดจากการขาดแคลนทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กรได้

ดังนั้น สมมติฐานงานวิจัยนี้คือ การมีระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล ที่สามารถจำลองสถานการณ์การใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กรธุรกิจได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 พัฒนาแบบจำลองแบบมอนติคาร์โลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรมในการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

2.2 พัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

2.3 ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลที่พัฒนาขึ้น

3. ขอบเขตการวิจัยและกลุ่มตัวอย่าง

ศึกษาวิธีการคำนวณต้นทุนและค่าใช้จ่ายด้านการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของธุรกิจตัวอย่าง โดยพิจารณาเลือกนำข้อมูลกิจกรรมการใช้ทรัพยากรแรงงานและกิจกรรมการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2561 จนถึงปีพ.ศ. 2562 จากบริษัทที่ดำเนินธุรกิจด้านค้าปลีกที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในกิจกรรมหลักของธุรกิจ ได้แก่ กิจกรรมการขาย (ฝ่ายขาย) กิจกรรมทางบัญชีและการเงิน (ฝ่ายบัญชี) กิจกรรมทางการจัดการทรัพยากรมนุษย์ (ฝ่ายบุคคล) และกิจกรรมการจัดการสารสนเทศของธุรกิจ (ฝ่ายไอที)

4. วิธีการวิจัย

4.1 ศึกษาวิธีการคำนวณต้นทุนและค่าใช้จ่ายด้านการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของธุรกิจ

4.2 สร้างแบบจำลองต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้วย 3 วิธี ได้แก่ วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล และประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองด้วยค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ย

4.3 พัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล ตามวงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle - SDLC)

4.4 ประเมินประสิทธิภาพของระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล ด้านความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ย และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

5. ขั้นตอนในการดำเนินการ

5.1 **ศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ของธุรกิจ** เพื่อใช้ในงานวิจัย ดังนี้

1) ข้อมูลทั่วไปของธุรกิจค้าปลีกตัวอย่างที่ใช้ทำการศึกษา

2) กิจกรรมของธุรกิจค้าปลีกที่มีการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและรายละเอียดเกี่ยวกับต้นทุนการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของธุรกิจ ได้แก่

- ต้นทุนค่าใช้จ่ายเครื่องมือและอุปกรณ์
- ต้นทุนค่าใช้จ่ายโปรแกรมและระบบงาน
- ต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านบริการการสื่อสาร
- ต้นทุนค่าจ้างและค่าตอบแทนบุคลากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

5.2 **ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณต้นทุนแบบคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรม (ABC)** และการพยากรณ์ความต้องการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

1) การคำนวณต้นทุนการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศแบบดั้งเดิม และการคำนวณต้นทุนการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศแบบคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรม (ABC)

2) การพยากรณ์ด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average) วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing) และวิธีจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation)

5.3 ออกแบบและพัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล มีการทำงานดังนี้

1) การคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยี-สารสนเทศ โดยผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของธุรกิจ เข้ามาในระบบเพื่อคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรม และแสดงรายงานสัดส่วนการใช้งานทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศให้ผู้ใช้งานทราบ

2) การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลจะนำข้อมูลการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ผู้ใช้งานนำเข้าสู่ระบบเพื่อคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรม มาทำการจำลองสถานการณ์และพยากรณ์ความต้องการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average) วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing) และวิธีจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) เพื่อแสดงผลการพยากรณ์ให้ผู้ใช้งานทราบถึงแนวโน้มความต้องการการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของธุรกิจของแต่ละวิธี

5.4 ประเมินการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น ในด้านประสิทธิภาพและประเมินความเห็นของผู้ใช้งานระบบ

5.5 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.6 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้ระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

6.2 ได้ข้อมูลต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงและถูกต้องมากขึ้น

6.3 สามารถนำข้อมูลการจำลองสถานการณ์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้

ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศไปใช้ในการวางแผนของธุรกิจได้

7. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 **ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ** ประกอบด้วย ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ (Hardware) ได้แก่ เครื่องมือและอุปกรณ์ ทรัพยากรซอฟต์แวร์ (Software) ได้แก่ โปรแกรมและระบบงานหรือแอปพลิเคชัน (Application) บริการด้านการสื่อสาร (Communication Service) และทรัพยากรแรงงานหรือบุคลากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Staff)

4.2 **ต้นทุนตามฐานกิจกรรม (Activity Based Cost)** เป็นต้นทุนที่กำหนดให้กับกิจกรรมเฉพาะภายในธุรกิจตามหน้าที่และกระบวนการทำงาน ทำให้สามารถจำแนกเป็นค่าใช้จ่ายแตกต่างกันไปตามแต่ละผลิตภัณฑ์ หรือผู้รับบริการ หรือตามความต้องการของการใช้ทรัพยากรที่เกิดขึ้น

4.3 **การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation)** เป็นแบบจำลองสำหรับพิจารณาความเสี่ยงในการตัดสินใจและการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ด้วยการค้นหาผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของการตัดสินใจและประเมินผลกระทบของความเสี่ยง โดยใช้การสุ่มตัวอย่างและการสร้างแบบจำลองทางสถิติเพื่อประมาณค่าของระบบที่ซับซ้อน

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร บทความทางวิชาการ ตลอดจนถึงงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ เพื่อนำมาพัฒนากรอบแนวคิดในการวิจัย

1. บัญชีต้นทุน

บัญชีต้นทุนเป็นขั้นตอนของระบบสำหรับการบันทึกและการรายงานการวัดค่าใช้จ่ายของสินค้าที่ผลิตและบริการที่มีประสิทธิภาพ บัญชีต้นทุนมีวิธีการในการรับรู้ การจำแนก การจัดสรร การสรุปรวม และการรายงานต้นทุนดังกล่าว ตลอดจนเปรียบเทียบกับต้นทุนมาตรฐาน (Shim and Siegel, 1999) บัญชีต้นทุนให้ข้อมูลรายละเอียดค่าใช้จ่ายที่ฝ่ายบริหารจำเป็นต้องควบคุมการดำเนินงานปัจจุบันและวางแผนสำหรับอนาคต (Vanderbeck, 2013)

การจัดการบัญชีต้นทุนเป็นกิจกรรมที่พัฒนาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการบัญชีและการเงินเพื่อสนับสนุนการออกแบบ การประเมิน และการควบคุมกระบวนการทางธุรกิจ เพื่อให้องค์กรสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ การจัดการบัญชีต้นทุนเน้นการใช้ข้อมูลต้นทุนเพื่อการวางแผนการควบคุมและการตัดสินใจ

บัญชีต้นทุนเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญ เพราะองค์กรต้องจัดทำรายงานทางการเงินให้เป็นไปตามกฎหมายที่มีความเข้มงวดมากขึ้น ดังนั้นองค์กรจึงให้ความสำคัญในการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างรายงานทางการเงินเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุน (Hicks, 1999)

2. แนวคิดเกี่ยวกับต้นทุน

ต้นทุนคือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อองค์กรใช้ทรัพยากรเพื่อวัตถุประสงค์บางอย่าง (Blocher, Stout and Cokins, 2010) ความหมายของต้นทุนครอบคลุมถึง ผลิตภัณฑ์ บริการ ลูกค้า กิจกรรม หรือหน่วยงาน ซึ่งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายตามวัตถุประสงค์ของการบริหารองค์กร ค่าใช้จ่ายสามารถจำแนกได้หลายอย่าง อาทิ

- ตามลักษณะ ได้แก่ ค่าจ้างแรงงาน ค่าวัตถุดิบ หรือค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ
- ตามการตรวจสอบย้อนกลับ ได้แก่ ต้นทุนทางตรง ซึ่งสามารถตรวจสอบย้อนกลับไปยังวัตถุดิบ หรือต้นทุนทางอ้อม เช่น ค่าใช้จ่ายด้านคุณภาพ ค่าใช้จ่ายด้านการควบคุม
- ตามพฤติกรรม เช่น ต้นทุนคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณ (เช่น ค่าเช่า) และต้นทุนผันแปรที่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณ (เช่น วัตถุดิบ)

บางครั้งมีการรวบรวมต้นทุนเป็นกลุ่มเรียกว่า กลุ่มต้นทุน การกำหนดต้นทุนให้กับกลุ่มต้นทุนต่าง ๆ รวมเรียกว่า การปันส่วนต้นทุนและดำเนินการตามแผนการควบคุมต้นทุน ต้นทุนผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งที่จำเป็นในการทำให้ผลิตภัณฑ์เสร็จสมบูรณ์ ต้นทุนทางตรง ค่าโสหุ้ย ต้นทุนในรอบบัญชีเป็นค่าใช้จ่าย เช่น การจัดการและการขายผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการดำเนินงาน และต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแบบวันต่อวัน อาทิ ค่าสาธารณูปโภคและเงินเดือนพนักงาน

3. การจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

การจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการลดต้นทุน และปรับปรุงการบริการ เป็นกระบวนการในการดูแลค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมีเป้าหมายให้ทั้งหน่วยธุรกิจและแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ มีกรอบการทำงานร่วมกันเพื่อประเมินบริการและวางแผนสำหรับการลงทุนในอนาคตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายเกี่ยวกับด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ryan and Raducha-Grace, 2010) แนวปฏิบัติของไอทิล (Information Technology Infrastructure Library: ITIL) อ้างอิงถึงกิจกรรมการประเมินค่าบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยแต่ละบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจะได้รับการประเมินตามต้นทุนการให้บริการและมูลค่าเพิ่มของทั้งผู้ให้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและทรัพย์สินของลูกค้า (Cabinet Office, 2011)

กิจกรรมสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทางการเงินพื้นฐาน 3 กิจกรรม ที่องค์กรควรจัดทำ ได้แก่ กิจกรรมจัดทำบัญชีค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ กิจกรรมเรียกชำระเงินค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และกิจกรรมจัดทำงบประมาณด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

3.1 กิจกรรมจัดทำบัญชีค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ช่วยให้องค์กรตรวจสอบค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศกับเป้าหมายงบประมาณ ป้องกันการขาดดุลงบประมาณและการสูญเสีย โดยการระบุต้นทุนและผลประโยชน์ที่แท้จริงของการบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ช่วยให้องค์กรสามารถดำเนินการวิเคราะห์ ประเมินค่าบริการ และเพิ่มประสิทธิภาพการลงทุนในบริการ

ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีมูลค่าสูงสุด การจัดทำบัญชีค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศให้องค์กรด้วยมาตรฐานที่คู่ค้าทางธุรกิจของลูกค้าทั้งภายในและภายนอก ตลอดจนฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศสามารถใช้ในการประเมินต้นทุนและประโยชน์ของบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ใช้สำหรับการประเมินค่าใช้จ่ายในการบริการอัตราและวิธีการที่เป็นมาตรฐานในการวัดการใช้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

3.2 กิจกรรมเรียกเก็บเงินค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ช่วยเพิ่มความพึงพอใจของผู้ใช้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ในมุมของผู้ให้บริการกระบวนการเรียกเก็บเงินค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือที่ช่วยปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ กระบวนการนี้ช่วยในการสร้างแบบจำลองหรือพยากรณ์ความต้องการ และวางแผนระดับของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังช่วยสร้างฐานอัตราค่าบริการสำหรับผู้ใช้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

3.3 กิจกรรมจัดทำงบประมาณด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้องค์กรสามารถเพิ่มการลงทุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้สูงสุด โดยการประเมินผลงานของโครงการตามวิธีการทางการเงินทั่วไป กระบวนการจัดทำงบประมาณด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการประหยัดต้นทุน เนื่องจากองค์กรสามารถระบุส่วนของการประหยัดต้นทุนได้จากการเปรียบเทียบกับงบประมาณ

กิจกรรมทั้งสามนี้ถูกเชื่อมโยงกันผ่านการบันทึกและส่งต่อข้อมูลการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างต่อเนื่อง งบประมาณของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้รับการพยากรณ์และวางแผน กิจกรรมจัดทำบัญชีค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศบันทึกข้อมูลที่จำเป็นสำหรับกระบวนการเรียกเก็บค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เมื่อการจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กรมีความแม่นยำขึ้น แนวทางปฏิบัติของกิจกรรมทั้งสามเหล่านี้จะได้รับการเชื่อมโยงกันมากขึ้น

องค์กรสามารถแบ่งการจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศออกเป็น 4 ระดับ ที่สามารถอธิบายจากมุมมองด้านเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กร ซึ่งเป็นแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดในอุตสาหกรรม (Ryan and Raducha-Grace, 2010) ได้แก่ หน่วยตั้งรับ (Reactive Organization) ศูนย์ต้นทุน (Cost Center) ศูนย์กำไร (Profit Center) และพันธมิตรทางธุรกิจ (Business Partner)

1) หน่วยตั้งรับ (Reactive Organization) เป็นมุมมองการจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศช่วงเริ่มต้น โดยพิจารณาค่าใช้จ่ายด้านการจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศว่าเป็นที่ค่าใช้จ่ายที่คาดเดาได้ยาก หน่วยตั้งรับมีทัศนวิสัยหรือความรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพียงเล็กน้อย และอาจไม่มีประสิทธิภาพใน

ด้านการบันทึกบัญชี การเรียกเก็บเงิน และการจัดทำงบประมาณสำหรับค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

2) ศูนย์ต้นทุน (Cost Center) เป็นมุมมองการจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่พิจารณาค่าใช้จ่ายด้านการจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศว่าเป็นค่าใช้จ่ายขององค์กร ศูนย์ต้นทุนไม่ให้ความสำคัญกับบริการหรือแสวงหาการเพิ่มประสิทธิภาพการลงทุน ค่าใช้จ่ายของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและงบประมาณถูกออกแบบมาเพื่อจับคู่กับรายรับ โดยไม่มีผลกำไรจากทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

3) ศูนย์กำไร (Profit Center) เป็นมุมมองการจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่พิจารณาค่าใช้จ่ายด้านการจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศว่าเป็นผลตอบแทนการลงทุนที่ดี ศูนย์กำไรจะมีการประเมินงบประมาณด้านเทคโนโลยีสารสนเทศโดยพิจารณาจากผลกระทบทางธุรกิจคล้ายกับรายจ่ายของต้นทุนอื่น ๆ จัดกิจกรรมการจัดการทางการเงินกับลูกค้าและการให้บริการ ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศทำงานอย่างใกล้ชิดกับผู้รับบริการเพื่อพัฒนาวิธีการคิดค่าบริการที่เหมาะสมกับการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

4) พันธมิตรทางธุรกิจ (Business Partner) เป็นมุมมองการจัดการทางการเงินของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กรที่พัฒนามากที่สุด โดยมองว่าฝ่ายเทคโนโลยี-สารสนเทศเป็นผู้มีส่วนร่วมในความสำเร็จของกลยุทธ์ขององค์กร มีการวิเคราะห์การลงทุนด้านบริการเพื่อประเมินทางเลือกสำหรับงบประมาณเกี่ยวกับทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศเรียกเก็บเงินจากหน่วยงานภายในหรือภายนอกผ่านเครื่องมือที่ใช้ทรัพยากรซึ่งระบุสินทรัพย์และบริการ องค์กรสามารถให้ความสำคัญกับการบริการเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาถึงประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและความเสี่ยงที่สำคัญ

4. การคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรม

การคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรม (Activity Based Costing: ABC) เป็นต้นทุนที่กำหนดให้กับกิจกรรมเฉพาะภายในธุรกิจตามหน้าที่และกระบวนการทำงาน ทำให้สามารถจำแนกเป็นค่าใช้จ่ายแตกต่างกันไปตามแต่ละผลิตภัณฑ์ หรือผู้รับบริการ หรือตามความต้องการของการใช้ทรัพยากรที่เกิดขึ้น แนวคิดของการคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรมได้รับการพัฒนามาจากภาคการผลิตของสหรัฐอเมริกาในช่วงคริสตศักราช 1970 และ 1980 โดยสมาคมเพื่อการผลิตขั้นสูงระหว่างประเทศ (Consortium for Advanced Manufacturing-International: CAM-I) ได้ศึกษาและวางหลักการของการคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรม และค.ศ. 1987 ได้มีการเผยแพร่การคิดต้นทุนตามฐาน

กิจกรรมในหนังสือบัญชีและการจัดการ: มุมมองการศึกษาภาคสนาม (Accounting and Management: A Field Study Perspective) (Kaplan and Bruns, 1987)

ระบบต้นทุนตามฐานกิจกรรมจะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุน กิจกรรม และผลิตภัณฑ์หรือบริการ มีความสามารถในการติดตามต้นทุนค่าใช้จ่าย กับกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในองค์กรซึ่งสะท้อนต้นทุนของผลิตภัณฑ์และบริการขององค์กรได้เป็นอย่างดี

การคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรม มี 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1) การระบุกิจกรรม (Activity) และตัวผลักดันทรัพยากร (Resource Driver) ที่ดำเนินการโดยองค์กร
2) คำนวณค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับแต่ละกิจกรรมสำหรับรอบระยะเวลาทางบัญชี
3) การระบุตัวผลักดันต้นทุน (Cost Driver) ของแต่ละกิจกรรม
4) คำนวณอัตราของตัวผลักดันต้นทุนโดยใช้ค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวผลักดันต้นทุน
5) แบ่งค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมตามผลิตภัณฑ์หรือบริการตามการใช้งานตัวผลักดันต้นทุน

ข้อได้เปรียบของการใช้คำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรม มีดังนี้

- สามารถระบุกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า ทำให้องค์กรมีข้อมูลในการลดต้นทุน
- มีข้อมูลรายละเอียดผลกำไร
- ช่วยให้การตัดสินใจแม่นยำยิ่งขึ้น

ข้อเสียเปรียบของการใช้คำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรม มีดังนี้

- การสัมภาษณ์และการสำรวจข้อมูลใช้เวลามาก และมีค่าใช้จ่ายสูงในการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น ในช่วงเริ่มต้นและทุกครั้งที่ต้องการปรับปรุงแบบจำลอง (Kaplan and Anderson, 2004)
- มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบความถูกต้อง

5. ต้นทุนตามฐานกิจกรรมกับการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ

จากปีค.ศ. 1980 มีการเผยแพร่ผลงานวิชาการที่นำเสนอข้อดีของการคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรม เกี่ยวกับโอกาสในการลดต้นทุน ระบุลูกค้าที่ทำกำไร และติดตามค่าใช้จ่าย นำไปสู่การยอมรับการคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรมอย่างรวดเร็ว แต่ในทางปฏิบัติมีการใช้งานต้นทุนตามฐานกิจกรรมเพียงไม่กี่บริษัท เนื่องจากผู้ใช้งานมีศักยภาพไม่เพียงพอ

ช่วงกลางทศวรรษที่ 90 ความสนใจการใช้ต้นทุนตามฐานกิจกรรม เกิดจากการพัฒนา

เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเอื้ออำนวยต่อการคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรมและทำให้เข้าใจประสิทธิภาพของธุรกิจมากขึ้น (Geishecker, 1996) แต่การคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรมถูกมองว่าเป็นการจัดการคุณภาพโดยรวม (Total Quality Management: TQM) ดังนั้น หากไม่มีการนำจากผู้บริหารระดับสูง การสนับสนุนจากทุกแผนกในบริษัท และการเปลี่ยนแปลงขั้นพื้นฐานในการดำเนินงานขององค์กร มูลค่าหรือประโยชน์ที่แท้จริงของการคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรมจะไม่สามารถเกิดขึ้นและรับรู้ได้

อย่างไรก็ตาม Geishecker (1996) เสนอว่า การดำเนินการของการคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรมใช้เวลาประมาณห้าปี แต่การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเปลี่ยนแปลงรวดเร็วกว่ามาก ซึ่งหมายความว่า องค์กรมีความเสี่ยงที่การดำเนินการบางส่วนในการคิดต้นทุนตามฐานกิจกรรมเต็มรูปแบบจะล้าสมัยไม่ทันต่อการพัฒนาของเทคโนโลยีสารสนเทศ

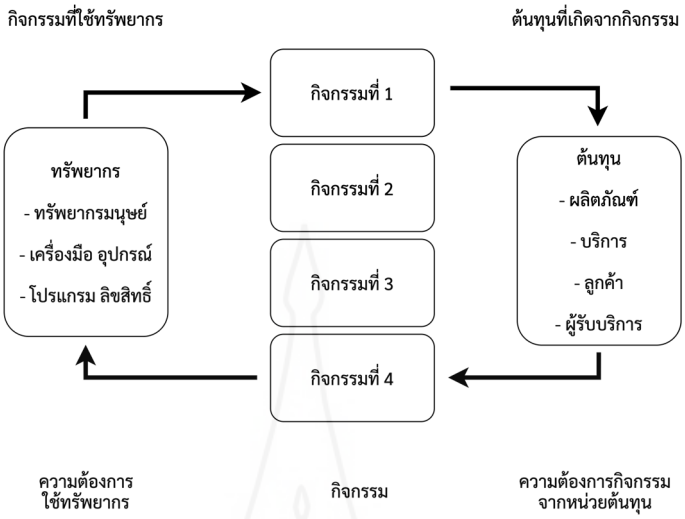
6. องค์ประกอบของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ (Appel et al., 2005) สามารถจำแนกออกได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1) ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ (Hardware)
2) ทรัพยากรซอฟต์แวร์ (Software)
3) ทรัพยากรมนุษย์หรือทรัพยากรแรงงาน (Labor)
4) ทรัพยากรด้านการสื่อสารและข้อมูล (Data and Communication)
5) ทรัพยากรในการจัดการและดำเนินการ (Operation and Management) ซึ่งรวมถึง ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น ค่าจ้างภายนอก (ต้นทุนการซื้อบริการจากองค์กรภายนอก) และการโอนต้นทุน (ต้นทุนที่เรียกเก็บระหว่างแผนกภายในองค์กร)

7. การคำนวณต้นทุนทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยต้นทุนตามฐานกิจกรรม

ทฤษฎีพื้นฐานของต้นทุนตามฐานกิจกรรม (Kaplan and Anderson, 2004) คือ ผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นผลของการดำเนินกิจกรรม กิจกรรมเป็นผลของการใช้ทรัพยากร และกิจกรรมนำไปสู่การเกิดขึ้นของค่าใช้จ่าย ดังนั้นกิจกรรมจึงเป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์หรือบริการและทรัพยากร ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ทฤษฎีของต้นทุนตามฐานกิจกรรม

7.1 กิจกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

การสร้างแบบจำลองของกิจกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นต้องการรายละเอียดที่เหมาะสมเพื่อให้แน่ใจได้ว่า โครงสร้างต้นทุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมีความโปร่งใสและมีข้อมูลที่เพียงพอเพื่อรองรับการจัดสรรต้นทุนที่ถูกต้องแก่หน่วยงานต่าง ๆ ขององค์กร

Jones (2000) ได้เสนอผังบัญชีกิจกรรม 25 รายการ เพื่อแสดงรายละเอียดที่เหมาะสมของกิจกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ รายการผังบัญชีดังกล่าวได้รับการพิสูจน์ความถูกต้องด้วยการวิจัยเปรียบเทียบที่ครอบคลุมโครงการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมากกว่า 15,000 โครงการ โดยรวบรวมและจำแนก 25 กิจกรรมเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ การวิเคราะห์ความต้องการ การบริหารและขับเคลื่อนโครงการ และการให้การสนับสนุนผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การจับคู่กลุ่มของกิจกรรมและกิจกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

กลุ่มของกิจกรรม	กิจกรรมระดับกลาง	กิจกรรมมาตรฐาน
● การวิเคราะห์ความต้องการ		● การวิเคราะห์ความต้องการ
● การบริหารและขับเคลื่อนโครงการ		● การสร้างต้นแบบ ● การสร้างสถาปัตยกรรม

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

กลุ่มของกิจกรรม	กิจกรรมระดับกลาง	กิจกรรมมาตรฐาน
• การบริหารและขับเคลื่อนโครงการ		• การวางแผนโครงการ • การออกแบบเบื้องต้น • การออกแบบรายละเอียด • การทบทวนการออกแบบ • การเขียนโปรแกรม • การนำมาใช้ใหม่ • การจัดซื้อแบบรวม • การตรวจสอบการเขียนโปรแกรม • การสอบยันและตรวจสอบอิสระ • การจัดการตั้งค่า • การบูรณาการอย่างเป็นทางการ • การทำเอกสารผู้ใช้งาน • การทดสอบหน่วย • การทดสอบบูรณาการ • การทดสอบระบบ • การทดสอบการยอมรับ • การทดสอบแบบอิสระ • การประกันคุณภาพ • การติดตั้งและฝึกอบรม
• การให้การสนับสนุนผลิตภัณฑ์	• การบริหารการเปลี่ยนแปลง • การควบคุมและการจำหน่ายซอฟต์แวร์ • การใช้งานคอมพิวเตอร์	• การนำมาใช้ใหม่ • การจัดซื้อแบบรวม • การตรวจสอบการเขียนโปรแกรม • การสอบยันและตรวจสอบอิสระ • การจัดการตั้งค่า • การบูรณาการอย่างเป็นทางการ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

กลุ่มของกิจกรรม	กิจกรรมระดับกลาง	กิจกรรมมาตรฐาน
● การให้การสนับสนุนผลิตภัณฑ์	● การจัดการระดับการบริการ ● การจัดการความพร้อมใช้งาน ● การจัดการความจุ ● การจัดการต้นทุน ● การวางแผนฉุกเฉิน	● การทำเอกสารผู้ใช้งาน ● การทดสอบหน่วย ● การทดสอบบูรณาการ ● การทดสอบระบบ ● การทดสอบการยอมรับ ● การทดสอบแบบอิสระ ● การประกันคุณภาพ ● การติดตั้งและฝึกอบรม

จากตารางที่ 2.1 นั้น กลุ่มการให้การสนับสนุนผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับแนวปฏิบัติของไอทิล (ITIL) เรื่องการสนับสนุนการบริการ (Service Support Set) และกลุ่มการให้การสนับสนุนลูกค้า สอดคล้องกับแนวปฏิบัติของไอทิล (ITIL) เรื่องการส่งมอบบริการ (Service Delivery Set)

7.2 ผลิตภัณฑ์และบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

ผลิตภัณฑ์หรือบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นหน่วยสุดท้ายการคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรม ผลิตภัณฑ์หรือบริการดังกล่าวจะถูกส่งมอบให้แก่หน่วยงานภายในองค์กรหรือลูกค้า และเรียกเก็บเงินหรือนำไปคำนวณเป็นต้นทุนของหน่วยงานภายในองค์กร สามารถระบุต้นทุนตามฐานกิจกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้จากผลิตภัณฑ์หรือบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งในบางกรณีต้นทุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศทั่วไป เช่น ระบบเครือข่าย ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ที่ใช้ในองค์กรอาจไม่สามารถนำไปคำนวณเป็นต้นทุนของหน่วยงานภายในองค์กร ได้

7.3 ตัวผลักดันต้นทุนทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

ตัวผลักดันต้นทุนทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Resource Cost Drivers) เป็นจุดเริ่มต้นในแบบจำลองการคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรม ตัวผลักดันต้นทุนทรัพยากรจะอยู่ระหว่างทรัพยากรและกิจกรรม โดยเป็นดัชนีวัดประสิทธิภาพ จากงานวิจัยของ Neumann et al. (2004) พบว่า การประมาณเวลาสามารถใช้เป็นตัวผลักดันต้นทุนทรัพยากรที่เชื่อถือได้สำหรับทรัพยากรแรงงาน บริการสื่อสารและอินเทอร์เน็ต ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ทั้งนี้ หากใช้เวลาเป็นตัวผลักดันต้นทุนทรัพยากร องค์กรจะสามารถแจกแจงแยกแยะค่าใช้จ่ายลงรายละเอียดได้โดยไม่ต้องใช้

ข้อมูลอื่น ตารางที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและตัวผลักดันต้นทุนทรัพยากร

ตารางที่ 2.2 ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและตัวผลักดันต้นทุนทรัพยากร

ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	ตัวผลักดันต้นทุนทรัพยากร
แรงงาน	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
บริการสื่อสารและอินเทอร์เน็ต	สัดส่วนการใช้งาน (%)
ฮาร์ดแวร์	สัดส่วนการใช้งาน (%)
ซอฟต์แวร์	สัดส่วนการใช้งาน (%)
การสนับสนุนและการบริหาร	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
ค่าเสื่อมราคา	การใช้ทรัพยากร (หน่วยเงิน)
ค่าเช่าและค่าสาธารณูปโภค	การใช้พื้นที่ (ตารางเมตร)
ค่าใช้จ่ายสำนักงาน	สัดส่วนการใช้งาน (%)
การเดินทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
ดอกเบี้ย	ต้นทุนของกิจกรรม (หน่วยเงิน)
ค่าประกันภัย	ต้นทุนของทรัพยากรที่ถูกใช้โดยกิจกรรม (หน่วยเงิน)
ค่าโฆษณา	สัดส่วนของผลกำไร (%)

8. การพยากรณ์และการจำลองสถานการณ์โดยเทคนิคต่าง ๆ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2554 ให้ความหมายของการพยากรณ์ คือการทำนายหรือคาดการณ์โดยอาศัยหลักวิชา ประโยชน์ประการหนึ่งคือ การนำผลของการพยากรณ์มาใช้ในการจำลองสถานการณ์ การพยากรณ์มีหลายวิธี การพยากรณ์ที่งานวิจัยหลายงานได้นำมาใช้ ซึ่งจะได้นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การพยากรณ์โดยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย และการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

8.1 การพยากรณ์โดยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average)

วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย เป็นวิธีการพยากรณ์ซึ่งน้ำหนักทั้งหมดของมูลค่าจริงล่าสุดที่ใช้สำหรับการพยากรณ์จะมีค่าเท่ากัน เป็นวิธีที่มีความเรียบง่ายและราบรื่นที่สุด และเป็นวิธีการเชิงปริมาณที่ใช้ในการกำหนดแนวโน้มของอนุกรมเวลาที่ต้องการพยากรณ์

ผลของการพยากรณ์ด้วยวิธีนี้ทำได้โดยนำค่าจริงที่เกิดขึ้นทั้งหมดในช่วงอนุกรมเวลาที่ผ่านมาจำนวนหนึ่งหารด้วยจำนวนงวด ค่าพยากรณ์ถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายในช่วง n จะใช้ค่าจริงของงวด n ล่าสุดที่ใช้ในการพยากรณ์ค่าที่จะเกิดขึ้นของอนุกรมเวลาถัดไป หากเลือกจำนวนช่วงอนุกรมเวลา n จำนวนมากส่งผลให้การพยากรณ์มีเสถียรภาพมากขึ้น หากเลือกช่วงอนุกรมเวลา n จำนวนน้อยส่งผลให้การพยากรณ์ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น

วิธีนี้จะถือว่าความต้องการมีเสถียรภาพและไม่มีปัจจัยตามฤดูกาล โดยการพยากรณ์สำหรับช่วงอนุกรมเวลาถัดไป จะเท่ากับปริมาณการผลิตรวมสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ผ่านมาจำนวนหนึ่งหารด้วยจำนวนอนุกรมเวลา n

ค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย แสดงในรูปแบบต่อไปนี้

$$F_{t+1}=\frac{D_t+D_{t-1}+D_{t-2}+\ldots+D_{t-n+1}}{n} \qquad (1)$$

โดยที่ F_{t+1} คือค่าพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลา $t+1$

D_t คือค่าจริงที่เกิดขึ้นสำหรับอนุกรมเวลา t

$t+1, n$ คือจำนวนงวดที่จะเฉลี่ย โดยเฉลี่ยเป็นค่าจริงที่เกิดขึ้นสำหรับอนุกรมเวลาที่ผ่านมาและอื่น ๆ ตามลำดับ

8.2 การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing)

วิธีการพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายนั้นเทียบเท่ากับวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก การปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลเป็นผลงานของ Brown (1959, 1962) และ Holt (1960) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือพยากรณ์สำหรับระบบควบคุมสินค้าคงคลัง เป็นวิธีที่ทำให้มั่นใจได้ว่า จะมีรูปแบบอนุกรมเวลาที่ราบรื่น

การศึกษาของ Ostertagova and Ostertag (2012) กล่าวว่า การพยากรณ์โดยใช้วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายเหมาะที่สุดสำหรับการพยากรณ์ระยะสั้น โดยปกติแล้วจะใช้สำหรับการทำนายมูลค่าในอนาคตเป็นเวลาหนึ่งเดือน เป็นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก หรือเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า แบบจำลองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอ็กซ์โพเนนเชียลถ่วงน้ำหนัก (Exponentially Weighted Moving Average: EWMA)

การพยากรณ์โดยใช้วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายนั้น ต้องการเพียงพารามิเตอร์เดียวเท่านั้น คือค่าคงที่การปรับให้เรียบ (α)

ค่าพยากรณ์โดยใช้วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย แสดงในรูปแบบต่อไปนี้

$$F_{t+1}=\alpha D_t+(1-\alpha)F_t \quad (2)$$

โดยที่ F_{t+1} คือค่าพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลา t+1

D_t คือค่าการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลา t

α คือค่าคงที่ปรับให้เรียบ ($0 \leq \alpha \leq 1$)

เมื่อ D_t คือค่าการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลา t ดังนั้นสามารถเขียนได้เป็น

$$F_{t+1}=F_t+\alpha(D_t-F_t) \quad (3)$$

จากสมการ (3) ค่าพยากรณ์สำหรับช่วงอนุกรมเวลาถัดไป คือผลรวมของค่าพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาปัจจุบัน และส่วนต่างสำหรับค่าจริงในอนุกรมเวลาปัจจุบันกับค่าพยากรณ์ จะพบว่าค่าพยากรณ์อนุกรมเวลาต้นฉบับและค่าพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบให้ปรับเรียบจะคล้ายกันเมื่อ $\alpha = 1$ ในทางกลับกันค่าพยากรณ์อนุกรมแบบปรับให้เรียบจะถูกทำให้เรียบมากขึ้นเมื่อ $\alpha = 0$

8.3 การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation)

การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล เป็นเทคนิคที่ใช้ตัวเลขสุ่มเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา (Rubenstein, 1981) วิธีการมอนติคาร์โลได้รับการอธิบายเป็นครั้งแรกโดย Metropolis และ Ulam ของห้องปฏิบัติการแห่งชาติลอสอาลามอสในปีค.ศ. 1949 เพื่อเป็นวิธีการแก้ปัญหาระบบขนาดใหญ่ในฟิสิกส์ของอนุภาคโดยใช้วิธีการที่เรียกว่า "กลศาสตร์เชิงสถิติ" (Statistical Mechanics) (Metropolis and Ulam, 1949)

วิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลนั้น อันดับแรกการแจกแจงเชิงสถิติของกระบวนการที่จะใช้แบบจำลองต้องถูกกำหนด แล้วใช้การสุ่มตัวอย่างซ้ำๆ เป็นจำนวนมากเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากนั้นประเมินความน่าจะเป็นที่จะได้รับผลลัพธ์ที่ประสบความสำเร็จของกระบวนการ

ขั้นตอนของการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล สามารถสรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างตัวเลขสุ่ม การสร้างตัวเลขแบบสุ่มมีหลายวิธี ลักษณะของตัวเลขสุ่มที่ดีควรมีการแจกแจงทางสถิติแบบสม่ำเสมอในช่วง 0 ถึง 1 แต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน และมีช่วงยาวก่อนจะเกิดตัวเลขสุ่มซ้ำ

ขั้นตอนที่ 2 การนำตัวเลขสุ่มมาประยุกต์ใช้กับการจำลองสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการจำลองสถานการณ์

ขั้นตอนที่ 3 การทดลอง นำตัวเลขสุ่มมาประยุกต์เข้ากับการจำลองสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อหาคำตอบของการจำลองสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา

8.4 การประเมินการพยากรณ์และจำลองสถานการณ์

การประเมินความเหมาะสมของแบบจำลองโดยการเปรียบเทียบผลของการจำลองสถานการณ์กับข้อมูลในอดีตว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด อาศัยหลักการที่ว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สามารถอธิบายเหตุการณ์ในอดีตได้ดีที่สุดย่อมสามารถใช้ในการจำลองสถานการณ์ในอนาคตได้ดีด้วย วิธีการที่นิยมใช้ในการวัดความแม่นยำของการจำลองสถานการณ์ที่นิยมใช้ ได้แก่ การหาค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Error: ME) และค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Error: ME) คำนวณได้จาก

$$ME = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(x_t - F_t) \qquad (4)$$

โดยที่ x_t คือข้อมูลในงวดที่ t

F_t คือข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ในงวดที่ t

n คือจำนวนข้อมูล (อนุกรมเวลาในอดีต)

เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เป็นค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยไม่ได้ยกกำลังและไม่ได้เป็นค่าสมบูรณ์ จึงมีทั้งค่าบวกและค่าลบ อาจหักลบกันไปจนทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเป็นศูนย์ จึงนิยมนำมาใช้ประโยชน์ในแง่ของการมองภาพรวมว่ามีความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ เช่น สูงเกินไปทั้งหมด หรือต่ำเกินไป

ทั้งหมดหรือไม่ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่เป็นศูนย์แสดงว่า แบบจำลองสถานการณ์ไม่มีความคลาดเคลื่อนในลักษณะดังกล่าว

ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) คำนวณได้จาก

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{X_t - F_t}{X_t}\right| \times 100 \qquad (5)$$

โดยที่ X_t คือข้อมูลในงวดที่ t

F_t คือข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ในงวดที่ t

n คือจำนวนข้อมูล (อนุกรมเวลาในอดีต)

ค่าของความแตกต่างของ $X_t - F_t$ ถูกทำให้เป็นค่าสัมบูรณ์โดยไม่คิดเครื่องหมายเพื่อให้สามารถวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ได้ และถูกทำให้เป็นร้อยละเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ทำให้ไม่ได้รับผลกระทบจากขนาดของตัวเลข ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ยเหมาะที่จะใช้พิจารณาความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์แต่ละค่า และการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์หลาย ๆ ชุด ที่อาจใช้อนุกรมเวลาของการพยากรณ์ที่ต่างกัน

ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์หลาย ๆ ชุด สามารถนำค่าสถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ที่สำคัญ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าพิสัย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มาใช้ประกอบการพิจารณาด้วย

สมการคำนวณค่าเฉลี่ย เป็นดังนี้

$$\bar{\chi} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \qquad (6)$$

สมการคำนวณค่าพิสัย เป็นดังนี้

ค่าพิสัย = ค่าสูงสุด – ค่าต่ำสุด (7)

สมการสำหรับคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x_i-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (8)$$

โดยที่ x_i คือข้อมูลที่ i

$\bar{x}$ คือข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์

n คือจำนวนชุดของข้อมูล

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรินทร์ เกียรตินุกูล และอรรถกร เก่งพล (2551) ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นช่วยวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้า โดยการใช้พัฒนาเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น และใช้ค่าการพยากรณ์เชิงปริมาณ ประกอบด้วยการพยากรณ์โดยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ และการพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย พบว่าสามารถนำค่าการพยากรณ์ไปใช้ลดต้นทุนในการเก็บวัสดุคงคลังได้ถึง 6.89% แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมเชิงเส้นบรรลุผลการสั่งซื้อ เกิดต้นทุนต่ำสุดและบรรลุเป้าหมายการเก็บวัสดุคงคลังตามนโยบาย

ฑิตฐิตา เรืองโหน่ง (2553) ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล สำหรับหานโยบายปริมาณการสั่งซื้อและจุดสั่งซื้อที่เหมาะสม พบว่าการนำต้นทุนตามฐานกิจกรรมมาใช้ศึกษาการสั่งซื้อวัตถุดิบและใช้การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อช่วยกำหนดนโยบายการกำหนดจุดสั่งซื้อวัตถุดิบ พบว่าในกรณียอมให้สินค้าขาดส่ง นโยบายที่ทำให้ต้นทุนต่ำสุดคือการสั่งที่ค่าเฉลี่ยในอดีตลดลง 30% และในกรณีไม่ยอมให้สินค้าขาดส่งทำให้ต้นทุนการจัดการคลังสินค้าลดลง 29.82% เมื่อเปรียบเทียบกับนโยบายการสั่งเดิม

จตุพล เหมือนศรีชัย (2552) ศึกษาการหาปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบที่เหมาะสมภายใต้ความไม่แน่นอนด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล พบว่าภายใต้ข้อมูลต้นทุนรวมที่มีการกระจายตัวแบบปกติและมีจำนวนรอบในการทดลองที่เหมาะสม สามารถลดต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นได้ร้อยละ 26 ต่อไตรมาส

นัฐพล อินทะพรม (2554) ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบต้นทุนตามฐานกิจกรรมในโรงงานพื้นปูกระบะรถยนต์ พบว่าการนำระบบต้นทุนตามฐานกิจกรรมมาใช้สามารถบ่งชี้ต้นทุนโสหุ้ยได้ต่ำกว่าค่าโสหุ้ยจากการคำนวณต้นทุนแบบเดิม แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของระบบในการบริหารต้นทุนด้วยการใช้ระบบต้นทุนตามฐานกิจกรรม ตลอดจนเสนอให้ปรับปรุงระบบต้นทุน โดยควรนำระบบ

ต้นทุนตามฐานกิจกรรมเข้ามาประยุกตเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางด้านราคาขายผลิตภัณฑ์พื้นปูกระบะรถยนต์

นพมาศ เศรษฐคมกุล (2554) ศึกษาการประยุกต์หลักการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล เพื่อช่วยในการกำหนดระดับจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม ภายใต้ปริมาณความต้องการที่ไม่แน่นอน พบว่าผลลัพธ์ของการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลโดยใช้โปรแกรมโซลเวอร์ (Solver) ทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำสุดเฉลี่ยจากการสร้างสถานการณ์จำลองจำนวน 36 รอบ และสามารถลดต้นทุนรวมเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจากนโยบายเดิมได้เป็นจำนวน 573,723 บาทต่อปี หรือคิดเป็นต้นทุนรวมลดลง 7.40% ต่อปี

กิตติวรรณ เอมสุข (2558) ศึกษารูปแบบของต้นทุนธุรกรรมที่เกิดขึ้นในการพัฒนาเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) กรณีศึกษาหน่วยงานภาครัฐ และเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารต้นทุนในการพัฒนา พบว่าต้นทุนธุรกรรมที่สำคัญที่เกิดขึ้นในกระบวนการพัฒนาเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวติ้ง และส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของโครงการที่เพิ่มสูงขึ้น คือ 1) การควบคุมและการติดตามการติดตั้งโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับคลาวด์ ตามที่ได้มีการออกแบบไว้ 2) การประเมินผลตามข้อกำหนดของการว่าจ้าง (TOR) 3) การควบคุมและติดตามการรักษาความปลอดภัยของการพัฒนาเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวติ้ง และ 4) การควบคุม ติดตาม และตรวจสอบการทำงานบนเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวติ้ง ตลอดจนเสนอแนวทางเชิงวิชาการให้มีการเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศแก่บุคลากรด้านไอทีของหน่วยงานภาครัฐ เพื่อเป็นการลดต้นทุนธุรกรรมที่เกิดขึ้นในการพัฒนาเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวติ้งของหน่วยงานภาครัฐ

Marius Mihut (2010) ศึกษารูปแบบของต้นทุนสำหรับฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ พบว่าการคำนวณระบบต้นทุนตามฐานกิจกรรมเป็นรูปแบบที่สามารถกำหนดต้นทุนที่แม่นยำให้แก่ผลิตภัณฑ์และบริการทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เมื่อนำระบบต้นทุนตามฐานกิจกรรมมาใช้ร่วมกับแบบจำลองสำหรับการคำนวณต้นทุนรวมทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เสนอโดยห้องปฏิบัติการของบริษัท ฮิวเลตต์-แพคการ์ด หรือเอชพี (Hewlett-Packard - HP) จะทำให้เกิดเป็นเครื่องมือที่ประสิทธิภาพ สำหรับใช้ปรับปรุงการให้บริการทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้

Jamshed Jal Mistry (2019) ศึกษาวิธีการบริหารต้นทุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ พบว่าการจัดสรรต้นทุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยวิธีพีชคณิตหรือบางครั้งเรียกว่าวิธีปันส่วนซึ่งกันและกัน (Reciprocal Method) เป็นวิธีที่จำเป็นสำหรับต้นทุนที่ถูกต้องของผลิตภัณฑ์หรือบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มากกว่าวิธีการปันส่วนโดยตรง (Direct Method) และวิธีการปันส่วนเป็นขั้น (Step-Down Method) ที่ได้รับการความนิยม โดยที่วิธีการทั้งหมดมีผลกระทบต่อต้นทุนโดยทั่วไปและต้นทุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และการตัดสินใจทางบัญชีต้นทุนมีผลต่อการตัดสินใจด้านราคาโดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดสินใจกำหนดราคาขึ้นอยู่กับต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งหมด

ตารางที่ 2.3 สรุปการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย	แนวคิด	การประยุกต์ใช้		เทคนิคการพยากรณ์		
	ต้นทุนตามฐานกิจกรรม	ต้นทุนสินค้าคงคลัง	ต้นทุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	การพยากรณ์ด้วยวิธีถ่วงเฉลี่ยอย่างง่าย	วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย	การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล
		/		/	/	
จตุพล เหมือนศรีชัย (2552)		/				/
ฑิตฐิตา เรืองโหน่ง (2553)		/				/
นัฐพล อินทะพรม (2554)	/					
นพมาศ เศรษฐคมกุล (2554)		/				/
กิตติวรรณ เอมสุข (2558)	/		/			
Marius Mihut (2010)	/		/			
Jamshed Jal Mistry (2019)			/			

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

จากบทที่ 1 ผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปัญหาและสมมติฐานการมีระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กรธุรกิจตลอดจนการวางแผนต้นทุนและค่าใช้จ่ายด้านทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กรด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล รวมถึงในบทที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรม การพยากรณ์และการจำลองสถานการณ์ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดวิธีการดำเนินงานวิจัยซึ่งประกอบด้วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การเก็บรวบรวมข้อมูลด้านทรัพยากรและค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรม การพยากรณ์และการจำลองสถานการณ์ การพัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล และทดสอบผลลัพธ์ของแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลนั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลของบริษัทเอกชนซึ่งดำเนินธุรกิจค้าปลีกและธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา เพื่อนำข้อมูลการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของบริษัทมาใช้ในงานวิจัยนี้

1.1 บริษัทและหน่วยงานภายใน บริษัทมีการจัดตั้งหน่วยงานย่อยภายในบริษัท ตามหน้าที่และภารกิจของหน่วยงาน ดังนี้

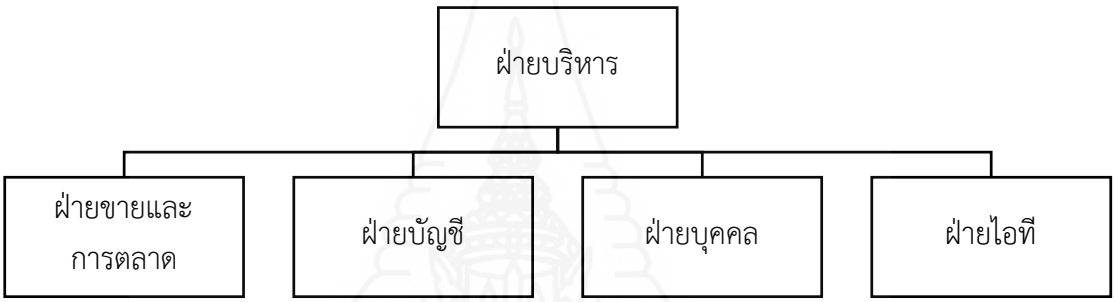
ฝ่ายขายและการตลาด ทำหน้าที่จัดการกิจกรรมทางด้านการตลาด กิจกรรมบันทึกการขายและการจองสินค้า กิจกรรมค้นหาข้อมูลลูกค้า จัดทำเอกสารต่าง ๆ ติดต่อประสานงานลูกค้า และใช้งานและแบ่งปันแฟ้มข้อมูลร่วมกับฝ่ายต่าง ๆ

ฝ่ายบัญชี ทำหน้าที่บันทึกกิจกรรมทางบัญชี ด้วยระบบบัญชีที่ติดตั้งอยู่บนเครื่อง-คอมพิวเตอร์แม่ขาย และจัดทำเอกสารต่าง ๆ ใช้งานแฟ้มข้อมูลร่วมกับฝ่ายต่าง ๆ

ฝ่ายบุคคล ทำหน้าที่บันทึกการทำงาน เงินเดือนและค่าตอบแทนของพนักงาน และใช้งานแฟ้มข้อมูลร่วมกับฝ่ายต่าง ๆ

ฝ่ายบริหาร ใช้งานสารสนเทศที่ทุกหน่วยงานจัดทำขึ้นในระบบสารสนเทศขององค์กร ติดต่อกับลูกค้าและคู่ค้าของบริษัท และกำหนดนโยบายและทิศทางการดำเนินธุรกิจ

ฝ่ายไอที ทำหน้าที่ให้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการทำงานของทุกหน่วยงานในองค์กร



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างองค์กรของบริษัทตัวอย่าง

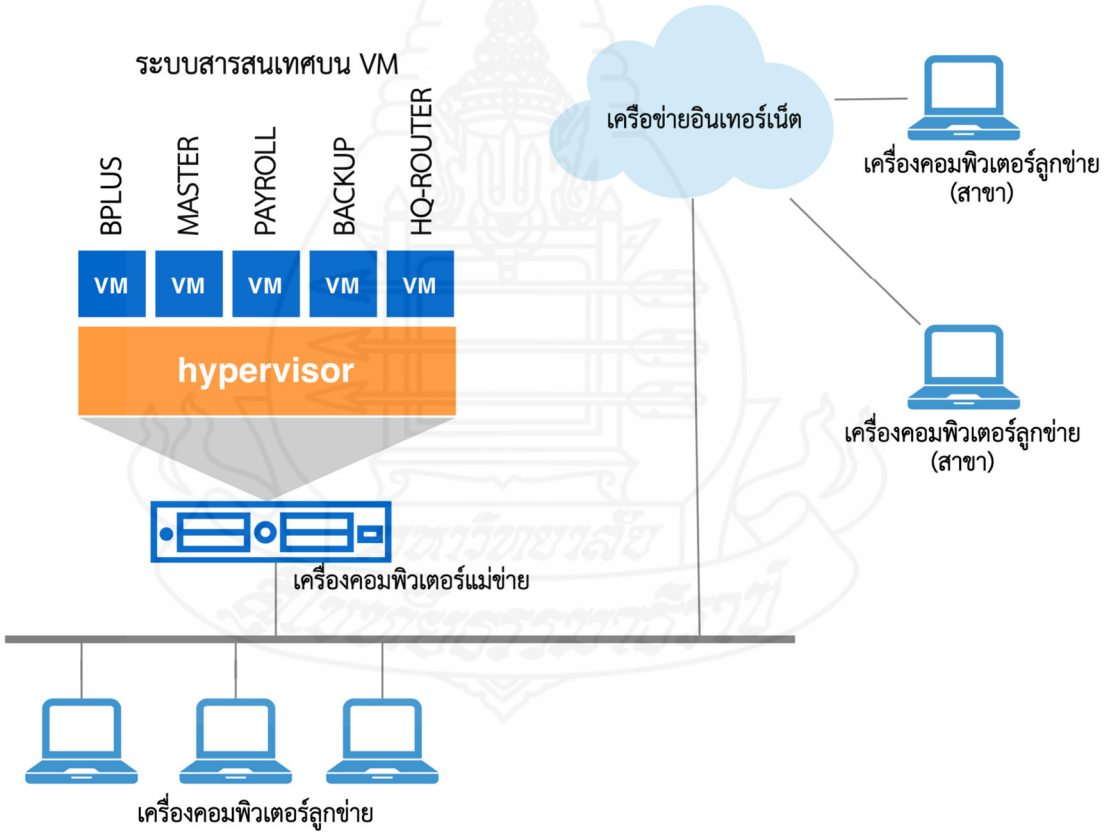
1.2 ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ บริษัทมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการดำเนินธุรกิจ และลงทุนเกี่ยวกับทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

1.2.1 ทรัพยากรแรงงาน บริษัทจ้างเจ้าหน้าที่ฝ่ายไอที จำนวน 1 คน โดยกำหนดให้มีกิจกรรมหรือทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้แก่ วิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน กำหนด จัดหา และติดตั้ง ฮาร์ดแวร์ โปรแกรมและระบบงานต่าง ๆ ติดตั้งฮาร์ดแวร์และฝึกอบรมผู้ใช้งาน แก้ไขปัญหาของผู้ใช้งาน ดูแลจัดการความจุและสำรองข้อมูลสารสนเทศ การดำเนินกิจกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของทรัพยากรแรงงานภายใต้ระยะเวลาทำงานในแต่ละวันจึงส่งผลต่อค่าใช้จ่ายและต้นทุนของการให้บริการสารสนเทศแก่ฝ่ายต่าง ๆ ของบริษัท ทำให้สามารถนำข้อมูลการใช้ทรัพยากรแรงงานมาคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรมและจำลองสถานการณ์การใช้ทรัพยากรแรงงานได้

1.2.2 ทรัพยากรบริการสื่อสารและอินเทอร์เน็ต บริษัทใช้บริการสื่อสารและอินเทอร์เน็ตเพื่อติดต่อสื่อสารระหว่างสาขาของบริษัท ลูกค้า และพันธมิตรทางธุรกิจของบริษัท จาก

การศึกษาการทำงานของบริษัท ผู้วิจัยพบว่าต้นทุนของทรัพยากรบริการสื่อสารและอินเทอร์เน็ตมีค่าคงที่ สามารถจัดสรรต้นทุนทรัพยากรบริการสื่อสารและอินเทอร์เน็ตให้บริการสารสนเทศแก่ฝ่ายต่าง ๆ ของบริษัทอย่างชัดเจน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงไม่นำทรัพยากรบริการสื่อสารและอินเทอร์เน็ตมาทำการศึกษาการจำลองสถานการณ์

1.2.3 ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ บริษัทลงทุนจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่อพ่วง เพื่อใช้ในประมวลผลสารสนเทศของบริษัท มีการลงทุนติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายกลางที่สามารถให้บริการระบบงานที่แตกต่างกันแก่ฝ่ายต่าง ๆ ของบริษัท และสามารถสร้างทรัพยากรฮาร์ดแวร์เสมือนได้ จากการศึกษาพบว่า กิจกรรมการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์-เสมือน (Virtual Machine: VM) ของแต่ละระบบงานมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ดังนั้น จึงสามารถนำข้อมูลการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของแต่ละระบบงานมาพิจารณาต้นทุนตามฐานกิจกรรมและจำลองสถานการณ์ได้



ภาพที่ 3.2 แผนผังทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของบริษัท

1.2.4 ทรัพยากรซอฟต์แวร์ บริษัทลงทุนจัดหาซอฟต์แวร์ ได้แก่

ระบบปฏิบัติการVMware ESX และ vCenter สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Server สำหรับประมวลผลสารสนเทศของฝ่ายต่าง ๆ ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7 สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย และโปรแกรมสำหรับประมวลผลสารสนเทศต่าง ๆ ผู้วิจัยพบว่า ต้นทุนของทรัพยากรซอฟต์แวร์ดังกล่าวมีค่าคงที่ ฝ่ายบัญชีสามารถจัดสรรต้นทุนทรัพยากรให้บริการสารสนเทศแก่ฝ่ายต่าง ๆ ของบริษัทได้อย่างชัดเจน โดยบริษัทได้กำหนดการใช้งานทรัพยากรซอฟต์แวร์ ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ และวัตถุประสงค์/หน้าที่ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 รายการทรัพยากรซอฟต์แวร์ ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ และวัตถุประสงค์/หน้าที่

ทรัพยากรซอฟต์แวร์	ทรัพยากรฮาร์ดแวร์	วัตถุประสงค์ / หน้าที่
โปรแกรมระบบปฏิบัติการบริหารจัดการเครื่องจักรเสมือน (Virtual Machine)		
VMware ESX และ vCenter		สร้าง บริหาร จัดการฮาร์ดแวร์ อาทิ หน่วยประมวลผล และความจุของเครื่องจักรเสมือน
โปรแกรมระบบปฏิบัติการที่ติดตั้งในเครื่องจักรเสมือน		
Windows Server 2008	BPLUS	สำหรับติดตั้งและเก็บข้อมูลโปรแกรม (Business Plus)
Windows Server 2008	MASTER	สำหรับเก็บข้อมูลแฟ้มเอกสารสารสนเทศต่าง ๆ
Windows Server 2008	PAYROLL	สำหรับติดตั้งและเก็บข้อมูลโปรแกรม (Payroll)
Windows Server 2008	BACKUP	สำหรับติดตั้งและเก็บข้อมูลโปรแกรม (Veeam)
PfSense	HQ-ROUTER	สำหรับควบคุมความปลอดภัยของระบบเครือข่าย (Firewall) และเชื่อมต่อใช้งานข้อมูลจากสาขา (VPN)
โปรแกรมระบบงานธุรกิจ		
Business Plus	BPLUS	บันทึกการซื้อ ขายสินค้า จัดทำบัญชีธุรกิจและรายงานทางบัญชี
Payroll	PAYROLL	คำนวณค่าจ้างและค่าตอบแทนพนักงาน

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทรัพยากรซอฟต์แวร์	ทรัพยากรฮาร์ดแวร์	วัตถุประสงค์ / หน้าที่
Veeam	BACKUP	สำรองระบบ โปรแกรมใช้งาน และข้อมูลสารสนเทศ
เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย		
Windows 7		สำหรับติดตั้งโปรแกรม Business Plus Client และเข้าใช้งานแฟ้มข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย
Office 2010		ใช้งานโปรแกรมประยุกต์ทางธุรกิจ

จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารและพนักงานบัญชีของบริษัทฯ เกี่ยวกับรายการระบบสารสนเทศ ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ผู้ใช้สารสนเทศ และอัตราส่วนของการใช้งาน พบว่าบริษัทได้แบ่งสัดส่วนต้นทุนการใช้ทรัพยากรซอฟต์แวร์และระบบสารสนเทศในอัตราคงตัว โดยเป็นการแบ่งสัดส่วนการใช้ทรัพยากรซอฟต์แวร์และระบบสารสนเทศยังฝ่ายต่าง ๆ ในสัดส่วนเท่า ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 3.2 ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงไม่นำข้อมูลการใช้งานทรัพยากรซอฟต์แวร์และระบบสารสนเทศมาทำการศึกษาเพื่อจำลองสถานการณ์การใช้ทรัพยากรซอฟต์แวร์และระบบสารสนเทศ

ตารางที่ 3.2 รายการระบบสารสนเทศ ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ผู้ใช้สารสนเทศ และสัดส่วนการใช้งาน

ระบบสารสนเทศ	ทรัพยากรฮาร์ดแวร์	ผู้ใช้สารสนเทศ	สัดส่วนการใช้งาน (%)
สื่อสารและอินเทอร์เน็ต	HQ-ROUTER	ฝ่ายบริหาร	20
		ฝ่ายขายและการตลาด	20
		ฝ่ายบัญชี	20
		ฝ่ายบุคคล	20
		ฝ่ายไอที	20
แฟ้มข้อมูลกลาง (File Server)	MASTER	ฝ่ายบริหาร	20
		ฝ่ายขายและการตลาด	20
		ฝ่ายบัญชี	20
		ฝ่ายบุคคล	20

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ระบบสารสนเทศ	ทรัพยากรฮาร์ดแวร์	ผู้ใช้สารสนเทศ	สัดส่วนการใช้งาน (%)
แฟ้มข้อมูลกลาง (File Server)	MASTER	ฝ่ายไอที	20
ระบบบัญชี	BPLUS	ฝ่ายขายและการตลาด	50
		ฝ่ายบัญชี	50
ค่าตอบแทนและค่าจ้าง	PAYROLL	ฝ่ายบุคคล	100
สำรองข้อมูลสารสนเทศ	BACKUP	ฝ่ายไอที	100

1.2.5 **ทรัพยากรทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศอื่น** ได้แก่ ค่าเสื่อมราคา ค่าเช่าและค่าสาธารณูปโภค ค่าใช้จ่ายสำนักงาน ค่าเดินทาง ค่าดอกเบี้ย ค่าประกันภัย และค่าโฆษณา จากการศึกษาและสัมภาษณ์ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่บัญชีของบริษัทตัวอย่าง ผู้วิจัยพบว่าธุรกิจมีการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศอื่นเพียงเล็กน้อย และสามารถจัดสรรต้นทุนทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศดังกล่าวเพื่อบริการสารสนเทศแก่ฝ่ายต่าง ๆ ของบริษัทได้อย่างชัดเจน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงไม่นำทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศอื่นมาทำการศึกษาเพื่อการจำลองสถานการณ์

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลการใช้ทรัพยากรแรงงาน และข้อมูลการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของบริษัท โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ .ศ.2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมระยะเวลาเก็บข้อมูลของงานวิจัยทั้งสิ้น 2 ปี โดยนำข้อมูลระหว่างตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561 มาใช้เพื่อการออกแบบพัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลอง-สถานการณ์แบบมอนติคาร์โล และนำข้อมูลการใช้ทรัพยากรแรงงานและข้อมูลการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ระหว่างตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 นำมาใช้ทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้น

2.1 ข้อมูลทรัพยากรแรงงาน ข้อมูลกิจกรรมของทรัพยากรแรงงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จัดให้เจ้าหน้าที่ฝ่ายไอทีบันทึกการทำกิจกรรมลงในรูปแบบของตารางคำนวณ (Spreadsheet) ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ข้อมูลที่บันทึกประกอบด้วย วันที่ทำกิจกรรม

(Date) กิจกรรม (Activity) ระยะเวลาที่ทำกิจกรรมมีหน่วยวัดเป็นชั่วโมง (Duration) และฝ่ายที่รับบริการของกิจกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (Support) ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลของทรัพยากรแรงงาน

Date	Support	Duration (Hr.)	Activity
2018-01-08	Sales	3	Problem solving
2018-01-08	ACC	1	Problem solving
2018-01-08	MGR	1	Requirement analysis
2018-01-15	Sales	1	Problem solving
2018-01-16	ACC	1	Problem solving
2018-01-19	MGR	1	Problem solving
2018-01-22	Sales	1	Problem solving
2018-01-25	ACC	1	Problem solving
2018-01-29	Sales	1	Problem solving
2018-01-29	ACC	1	Problem solving
2018-01-30	HR	1	Problem solving

2.2 ข้อมูลทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ข้อมูลการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์จัดเก็บโดยการใช้โปรแกรม vCenter ของบริษัท VMware, Inc. ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับจัดการระบบปฏิบัติการ ESX นอกจากใช้เพื่อสร้างและจัดการฮาร์ดแวร์เสมือนที่ใช้กับระบบสารสนเทศของบริษัทแล้ว ยังสามารถใช้เก็บข้อมูลการใช้งานฮาร์ดแวร์เสมือนด้วย จากการศึกษาบริษัทตัวอย่างพบว่า บริษัทได้ติดตั้งระบบสารสนเทศของฝ่ายต่าง ๆ บนฮาร์ดแวร์เสมือนและข้อมูลของการใช้งานฮาร์ดแวร์เสมือนจัดเก็บไว้ในโปรแกรม VMware vCenter สามารถส่งออกแฟ้มข้อมูลในรูปแบบ CSV (Comma Separated Value) ซึ่งสามารถเรียกใช้งานด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เช่นเดียวกับข้อมูลการใช้ทรัพยากรแรงงาน ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 3.3

Create_date	hostName	numCpu	cpu_usage_average	cpu_usagemhz_average	memorySizeMB	mem_consumed_average	mem_active_average	disk_usage_average	VM	PowerState
2018-01-05	BACKUP	2	34614	2369	4096	692060160	50750780	73169	vim.VirtualMachine:15	poweredOn
2018-01-05	BPLUS	2	5656	3468	4096	675167460	9520732	13	vim.VirtualMachine:2	poweredOn
2018-01-05	HQ-ROUTER	1	34687	4877	512	47308800	2285608	311	vim.VirtualMachine:18	poweredOn
2018-01-05	MASTER	2	160530	22556	2048	308844616	30093820	62667	vim.VirtualMachine:20	poweredOn
2018-01-05	PAYROLL	2	13296	8200	4096	678205440	13589204	27	vim.VirtualMachine:1	poweredOn
2018-01-06	BACKUP	2	80438	4335	4096	1207959552	131407068	37110	vim.VirtualMachine:15	poweredOn
2018-01-06	BPLUS	2	9917	6087	4096	1178908288	15140840	27	vim.VirtualMachine:2	poweredOn
2018-01-06	HQ-ROUTER	1	70854	10031	512	82575360	4141356	591	vim.VirtualMachine:18	poweredOn

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์

จากภาพตัวอย่างข้างต้น ข้อมูลที่โปรแกรม vCenter ส่งออกมาประกอบด้วย วันที่ใช้ทรัพยากร (create_date) ชื่อเครื่อง (hostName) จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง (numCpu) ปริมาณการใช้งานหน่วยประมวลผลกลางเฉลี่ย (cpu_usage_average) ความเร็วเฉลี่ยของการทำงานของหน่วย-ประมวลผลกลาง (cpu_usagemhz_average) ขนาดของหน่วยความจำ (memorySizeMB) ปริมาณการใช้หน่วยความจำเฉลี่ย (mem_consumed_average) ปริมาณเฉลี่ยหน่วยความจำ (mem_active_average) ปริมาณการใช้งานหน่วยจัดเก็บเฉลี่ย (disk_usage_average) หมายเลขอ้างอิงของคอมพิวเตอร์/ฮาร์ดแวร์เสมือน (VM) และสถานะทำงาน (PowerState)

ผู้วิจัยได้ศึกษาและพบว่า ข้อมูลที่ควรนำมาใช้ในการศึกษาต้นทุนตามฐานกิจกรรมของทรัพยากรฮาร์ดแวร์และใช้ในการพัฒนาระบบฯ ประกอบด้วย วันที่ใช้ทรัพยากร ชื่อเครื่องซึ่งมีความสัมพันธ์กับระบบสารสนเทศของบริษัท และปริมาณการใช้งานหน่วยประมวลผลกลางเฉลี่ย ซึ่งแสดงถึงการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ในขณะฮาร์ดแวร์เสมือนทำงานอยู่ (คอลัมน์ PowerState มีค่าเป็น poweredOn) ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลทรัพยากรฮาร์ดแวร์ที่ใช้เพื่อจำลองสถานการณ์

Create_date	hostName	cpu_usage_average	PowerState
2018-01-05	BACKUP	34614	poweredOn
2018-01-05	BPLUS	5656	poweredOn
2018-01-05	HQ-ROUTER	34687	poweredOn
2018-01-05	MASTER	160530	poweredOn
2018-01-05	PAYROLL	13296	poweredOn
2018-01-06	BACKUP	80438	poweredOn
2018-01-06	BPLUS	9917	poweredOn

3. การสร้างแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรมในการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศนั้น จากข้อมูลการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์และทรัพยากรแรงงานที่ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมในพ.ศ. 2561 สามารถดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 รอบระยะเวลาบัญชีของต้นทุน จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมของทรัพยากรฮาร์ดแวร์และทรัพยากรแรงงาน พบว่ากิจกรรมของทรัพยากรฮาร์ดแวร์และทรัพยากรแรงงานมีการเก็บข้อมูลเป็นรายวัน เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการคำนวณต้นทุนทางบัญชี และทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจและสื่อสารกับนักบัญชีตลอดจนผู้บริหารได้ จึงทำการคำนวณปริมาณการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เกิดขึ้นเป็นรอบบัญชี (เดือน) โดยใช้สมการ ดังนี้

$$U = \sum_{i=1}^{n} r_i \qquad (9)$$

โดยที่ U คือ ปริมาณตัวผลักดันทรัพยากรในรอบบัญชี (เดือน)

r_i คือ ปริมาณตัวผลักดันทรัพยากร i

n คือ จำนวนวันในรอบบัญชี

3.2 ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของทรัพยากร ข้อมูลกิจกรรมของทรัพยากรแรงงานในรอบบัญชีมีการจัดเก็บด้วยตัวผลักดันทรัพยากรคือ เวลาที่ใช้ หน่วยเป็นชั่วโมงอยู่แล้ว จึงสามารถนำผลการคำนวณข้อมูลจากรอบระยะเวลาบัญชีข้อ 3.1 ไปทำการจำลองสถานการณ์ในลำดับต่อไปได้ ส่วนข้อมูลกิจกรรมของทรัพยากรฮาร์ดแวร์จำเป็นต้องทำการคำนวณเพื่อแปลงตัวผลักดันทรัพยากรฮาร์ดแวร์ในรอบระยะเวลาบัญชีของต้นทุนเป็นสัดส่วนก่อนทำการจำลองสถานการณ์ในลำดับต่อไป

ตารางที่ 3.5 ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

ทรัพยากร	กิจกรรม	ตัวผลักดันทรัพยากร
แรงงาน	ติดตั้งและฝึกอบรม (installation and training) วิเคราะห์ความต้องการ (requirement analysis) แก้ปัญหา (problem solving)	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
ฮาร์ดแวร์	ใช้งาน (usage)	สัดส่วนการใช้งาน (%)

ในการคำนวณสัดส่วนการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ใช้สมการ

$$\text{ratio}_i = \frac{\text{usage}_i}{\text{all usage}} \times 100 \qquad (10)$$

โดยที่ ratio_i คือ สัดส่วนการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์ i ในรอบบัญชี

usage_i คือ ผลรวมปริมาณการใช้งานทรัพยากรหน่วยประมวลผลกลางเฉลี่ยของทรัพยากรฮาร์ดแวร์ i ในรอบบัญชี

all usage คือ ผลรวมปริมาณการใช้งานทรัพยากรหน่วยประมวลผลกลางเฉลี่ยของทรัพยากรฮาร์ดแวร์ทั้งหมดในรอบบัญชี

ตารางที่ 3.6 ปริมาณและสัดส่วนการใช้งานหน่วยประมวลผลกลางรายเดือน พ.ศ. 2561

รอบบัญชี	ปริมาณการใช้งาน (หน่วย)					สัดส่วนการใช้งาน (%)				
	BACKUP	BPLUS	HQ-ROUTER	MASTER	PAYROLL	BACKUP	BPLUS	HQ-ROUTER	MASTER	PAYROLL
ม.ค.	1469286	230820	1283452	3271710	429785	21.9787	3.4528	19.1988	48.9407	6.4290
ก.พ.	1848939	251670	1509583	2819587	394717	27.0927	3.6877	22.1201	41.3157	5.7838
มี.ค.	1657963	182653	1192439	1953561	264346	31.5745	3.4785	22.7090	37.2039	5.0342
เม.ย.	184407	20338	163321	185937	37888	31.1556	3.4361	27.5931	31.4141	6.4012
พ.ค.	5031527	356753	2269773	3567978	449276	43.0955	3.0556	19.4408	30.5600	3.8481
มิ.ย.	1189650	414487	1245511	2585316	352229	20.5566	7.1621	21.5219	44.6731	6.0864
ก.ค.	1658033	643350	1901091	3428161	545317	20.2794	7.8688	23.2522	41.9298	6.6698
ส.ค.	1682903	321745	2074351	3147151	457949	21.9011	4.1872	26.9954	40.9567	5.9597
ก.ย.	2276092	280844	1919299	3789060	424099	26.1939	3.2320	22.0878	43.6056	4.8807
ต.ค.	5118689	298386	2020354	3998794	481877	42.9489	2.5036	16.9520	33.5523	4.0432
พ.ย.	4861232	281159	1754059	13053156	426695	23.8573	1.3798	8.6083	64.0605	2.0941
ธ.ค.	4656688	278639	1424790	3071269	483373	46.9672	2.8103	14.3704	30.9767	4.8753

3.3 การพยากรณ์โดยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average) คำนวณโดยใช้สมการ ดังนี้

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \ldots + D_{t-n+1}}{n} \quad (11)$$

โดยที่ F_{t+1} คือ ค่าการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาถัดไป

$t+1, n$ คือ จำนวนงวดที่จะเฉลี่ยโดยเป็นค่าสำหรับอนุกรมเวลาที่ผ่านมาตามลำดับ

จากการศึกษาข้อมูลประชากรระบบสารสนเทศการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ พบว่าทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL มีแนวโน้มที่จะได้รับกระทบจากตัวแปรปัจจัยภายในและสภาพแวดล้อมทางธุรกิจของบริษัทน้อยกว่าทรัพยากรฮาร์ดแวร์อื่น จึงเหมาะสมที่จะนำมาทำแบบจำลองเพื่อพัฒนาระบบต่อไป ผลการพยากรณ์ด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายของการใช้งานหน่วยประมวลผลกลางของทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561 ได้ผลดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ผลการพยากรณ์ของระบบ PAYROLL ของปี พ.ศ. 2561 ด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่-อย่างง่าย

รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)
ม.ค.	6.4290	
ก.พ.	5.7838	
มี.ค.	5.0342	6.1064
เม.ย.	6.4012	5.4090
พ.ค.	3.8481	5.7177
มิ.ย.	6.0864	5.1246
ก.ค.	6.6698	4.9672
ส.ค.	5.9597	6.3781
ก.ย.	4.8807	6.3147
ต.ค.	4.0432	5.4202
พ.ย.	2.0941	4.4619

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)
ธ.ค.	4.8753	3.0687
รอบต่อไป		3.4847

จากตารางที่ 3.7 ตัวอย่างเช่น เดือน มกราคม พ.ศ. 2561 มีค่าสัดส่วน 6.4290% กับเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 มีค่าสัดส่วน 5.7838% สามารถคำนวณผลการพยากรณ์ด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายได้ผลการพยากรณ์เดือน มีนาคม พ.ศ. 2561 มีค่าเท่ากับ 6.1064%

3.4 การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing) คำนวณโดยใช้สมการ ดังนี้

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(D_t - F_t) \qquad (12)$$

โดยที่ F_{t+1} คือค่าพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลา $t+1$

D_t คือค่าการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลา t

α คือค่าคงที่ปรับให้เรียบ ($0 < \alpha < 1$)

ค่าคงที่ปรับเรียบ (α) นั้น มีผู้ทำการทดลองและแนะนำไว้หลายค่า แต่ในเบื้องต้นผู้วิจัยทำการคำนวณโดยใช้ค่า α = 0.5 เพื่อพิจารณาความแม่นยำและหาแนวทางในการพัฒนาระบบ

ตารางที่ 3.8 ผลการพยากรณ์ของระบบ PAYROLL ของปี พ.ศ. 2561 ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (ค่า α = 0.5)

รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยาการณ์ (%)
ม.ค.	6.4290	
ก.พ.	5.7838	
มี.ค.	5.0342	2.8919
เม.ย.	6.4012	3.9631

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)
พ.ค.	3.8481	5.1821
มิ.ย.	6.0864	4.5151
ก.ค.	6.6698	5.3007
ส.ค.	5.9597	5.9852
ก.ย.	4.8807	5.9725
ต.ค.	4.0432	5.4266
พ.ย.	2.0941	4.7349
ธ.ค.	4.8753	3.4145
รอบต่อไป		4.1449

ตารางที่ 3.8 แสดงการคำนวณผลการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (ค่า α = 0.5) ตัวอย่างเช่น เดือน มกราคม พ.ศ. 2561 มีค่าสัดส่วน 6.4290% กับเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 มีค่าสัดส่วน 5.7838% ได้ผลการพยากรณ์เดือน มีนาคม พ.ศ. 2561 มีค่าเท่ากับ 2.8919%

3.5 การจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) การสร้างแบบจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อหาปริมาณความต้องการทรัพยากรฮาร์ดแวร์ที่เหมาะสมนั้น แบ่งเป็น การกำหนดช่วงตัวเลขสุ่มของความต้องการฮาร์ดแวร์ การสร้างตัวเลขสุ่มในช่วงดังกล่าว แล้วทำการทดลองสร้างตัวเลขสุ่มซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขสุ่มที่ได้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ดังนี้

ใช้โปรแกรม Microsoft Excel รุ่น 2019 สร้างแบบจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลของสัดส่วนการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL ในรอบบัญชี เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 โดยการกำหนดช่วงตัวเลขสุ่ม ผู้วิจัยพบว่าสัดส่วนการใช้งานที่ต่ำสุดในช่วงรอบบัญชี เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จนถึงรอบบัญชี เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 มีสัดส่วนการใช้งานต่ำที่สุด (min.) คือข้อมูลสัดส่วนการใช้งานเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 เท่ากับร้อยละ 5.7838 และสัดส่วนการใช้งานสูงที่สุด (max.) คือข้อมูลสัดส่วนการใช้งานเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 เท่ากับร้อยละ 6.4290

การสร้างแบบจำลองเพื่อใช้พัฒนาระบบและการตรวจสอบความถูกต้องของระบบที่พัฒนานั้น จะเรียกใช้งานฟังก์ชัน RANDBETWEEN โดยการส่งค่าตัวแปร bottom ด้วยค่าสัดส่วน

การใช้งานต่ำที่สุด และส่งค่าตัวแปร top ด้วยค่าสัดส่วนการใช้งานสูงที่สุดที่ได้จากการพิจารณาข้อมูลสัดส่วนการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL ในเบื้องต้น โปรแกรม Microsoft Excel จะสร้างตัวเลขสุ่มภายใต้ช่วงที่กำหนด และทำซ้ำอีก 30 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขสุ่มที่เกิดขึ้น ได้ผลดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ผลการพยากรณ์ของระบบ PAYROLL ของปี พ.ศ. 2561 ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

รอบบัญชี (เดือน)	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์[1] (%)**
ม.ค.	6.4290	
ก.พ.	5.7838	
มี.ค.	5.0342	6.4291
เม.ย.	6.4012	6.1081
พ.ค.	3.8481	5.3875
มิ.ย.	6.0864	5.7767
ก.ค.	6.6698	5.0784
ส.ค.	5.9597	4.9797
ก.ย.	4.8807	6.3554
ต.ค.	4.0432	6.3640
พ.ย.	2.0941	5.3877
ธ.ค.	4.8753	4.4485
รอบต่อไป		2.8908

3.6 การประเมินความเหมาะสมของจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการพยากรณ์และจำลองสถานการณ์ ตลอดจนเปรียบเทียบผลการจำลองสถานการณ์แต่ละวิธี รวมถึงเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมได้ ผู้วิจัยจึงนำค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Error: ME) และค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) มาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

[1] ค่าเฉลี่ยของผลการพยากรณ์ 30 ครั้ง

คำนวณค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (ME) จาก

$$ME = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(x_t - F_t) \quad (13)$$

และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) จาก

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{X_t - F_t}{X_t}\right| \times 100 \quad (14)$$

โดยที่ X_t คือข้อมูลในงวดที่ t

F_t คือข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ในงวดที่ t

n คือ จำนวนข้อมูล (อนุกรมเวลาในอดีต)

ทำการหาค่าสถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ที่สำคัญได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าพิสัย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละการพยากรณ์ ตัวอย่างผลการคำนวณเปรียบเทียบวิธีต่าง ๆ ของการใช้งานหน่วยประมวลผลกลางของทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธีการพยากรณ์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561

		วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย			วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย			วิธีจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล		
รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)
ม.ค.	6.4290									
ก.พ.	5.7838									
มี.ค.	5.0342	6.4290	1.0722	21.2981	2.8919	-2.1423	42.5551	6.4291	1.3949	27.7075
เม.ย.	6.4012	5.7838	-0.9921	15.4994	3.9631	-2.4381	38.0883	6.1081	-0.2931	4.5785
พ.ค.	3.8481	5.0342	1.8696	45.5857	5.1821	1.3340	34.6676	5.3875	1.5394	40.0054
มิ.ย.	6.0864	6.4012	-0.9617	15.8013	4.5151	-1.5712	25.8159	5.7767	-0.3097	5.0884
ก.ค.	6.6698	3.8481	-1.7025	25.5263	5.3007	-1.3690	20.5260	5.0784	-1.5913	23.8589
ส.ค.	5.9597	6.0864	0.4184	7.0199	5.9852	0.0256	0.4287	4.9797	-0.9800	16.4445
ก.ย.	4.8807	6.6698	1.4341	29.3830	5.9725	1.0918	22.3704	6.3554	1.4747	30.2159
ต.ค.	4.0432	5.9597	1.3769	34.0553	5.4266	1.3833	34.2133	6.3640	2.3208	57.3989
พ.ย.	2.0941	4.8807	2.3679	113.0747	4.7349	2.6408	126.1094	5.3877	3.2936	157.2831
ธ.ค.	4.8753	4.0432	-1.8066	37.0569	3.4145	-1.4608	29.9634	4.4485	-0.4268	8.7544

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย ผลการพยากรณ์	ME	MAPE (%)	วิธีจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)
รอบต่อไป		2.0941			4.1449			2.8908		
ค่าเฉลี่ย			0.3076	34.7301		-0.2506	37.4738		0.6422	37.2672
พิสัย			4.1745	106.0548		5.0789	125.6806		4.8850	147.8217
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			1.4665	28.5051		1.6806	31.5926		1.4985	41.3953

3.7 การปรับปรุงความแม่นยำของแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อให้แบบจำลองสถานการณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความแม่นยำในการจำลองสถานการณ์การใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จึงควรหาแนวทางที่ทำให้ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์มีค่าต่ำที่สุด

จากสมการการพยากรณ์และการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 วิธี ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่าสมการวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายไม่มีค่าตัวแปรที่สามารถปรับเปลี่ยนเพื่อเพิ่มความแม่นยำของการพยากรณ์ได้ เมื่อพิจารณาสมการวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย พบว่ามีค่าคงที่ปรับให้เรียบ (α) ที่ส่งผลต่อค่าการพยากรณ์ ดังนั้น แนวทางในการปรับปรุงความแม่นยำของแบบจำลองสถานการณ์ของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าคงที่ปรับให้เรียบ (α) ที่มีผลต่อค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์ จากการทดลองเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าคงที่ปรับให้เรียบ (α) ด้วยข้อมูลประชากรของงานวิจัยตามผลการทดลอง (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข) เรื่องการเปรียบเทียบค่าคงที่ปรับให้เรียบ (α) ของวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย พบว่า เพื่อให้ผลของการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายมีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์ต่ำควรพัฒนาระบบด้วยค่าคงที่ปรับให้เรียบ (α) = 0.85 ดังแสดงในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ผลการเปรียบเทียบค่าคงที่ปรับให้เรียบ α ของวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561

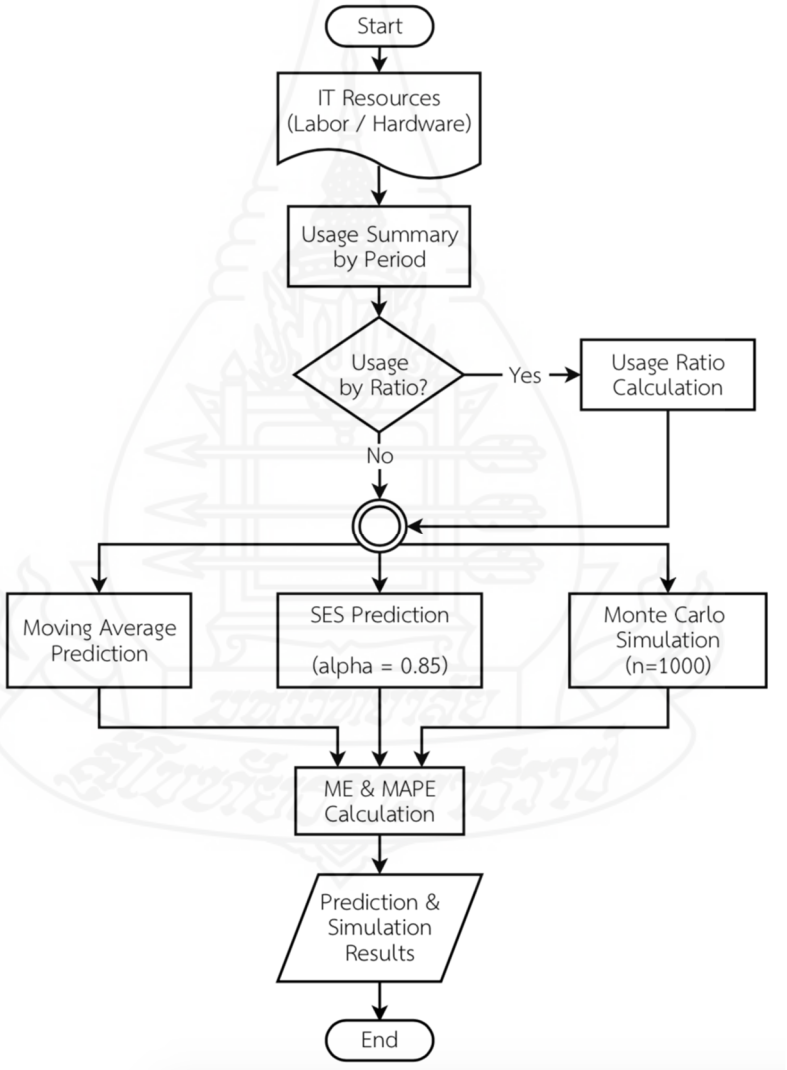
รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	α = 0.80			α = 0.85			α = 0.90		
		ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)
ม.ค.	6.4290									
ก.พ.	5.7838									
มี.ค.	5.0342	4.6271	-0.4072	8.0882	4.9163	-0.1180	2.3437	5.2054	0.1712	3.4008
เม.ย.	6.4012	4.9528	-1.4484	22.6267	5.0165	-1.3846	21.6310	5.0514	-1.3498	21.0870
พ.ค.	3.8481	6.1115	2.2634	58.8193	6.1935	2.3454	60.9497	6.2662	2.4181	62.8393
มิ.ย.	6.0864	4.3008	-1.7856	29.3375	4.1999	-1.8865	30.9949	4.0899	-1.9965	32.8022
ก.ค.	6.6698	5.7292	-0.9405	14.1014	5.8034	-0.8664	12.9897	5.8867	-0.7831	11.7404
ส.ค.	5.9597	6.4817	0.5220	8.7582	6.5398	0.5801	9.7339	6.5915	0.6318	10.6006
ก.ย.	4.8807	6.0641	1.1834	24.2476	6.0467	1.1661	23.8915	6.0229	1.1422	23.4031
ต.ค.	4.0432	5.1173	1.0741	26.5654	5.0556	1.0123	25.0375	4.9949	0.9516	23.5365
พ.ย.	2.0941	4.2581	2.1640	103.3383	4.1951	2.1010	100.3312	4.1384	2.0443	97.6243
ธ.ค.	4.8753	2.5269	-2.3484	48.1698	2.4092	-2.4661	50.5829	2.2985	-2.5768	52.8539

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	α = 0.80 ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	α = 0.85 ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	α = 0.90 ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)
รอบต่อไป		4.4056			4.5054			4.6176		
ค่าเฉลี่ย			0.0252	34.4052		0.0439	33.8486		0.0594	33.9888
พิสัย			4.6118	95.2502		4.8115	97.9875		4.9949	94.2235
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			1.4917	27.6205		1.5057	27.8887		1.5281	27.5763

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาทำการทดลองเปรียบเทียบทำซ้ำแบบจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล พบว่า มีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทำการทดลองทำซ้ำตั้งแต่ 30 ครั้ง จนถึง 100 ครั้ง จากการทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 เกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลนั้น มีผู้แนะนำให้ทำการทดลองซ้ำๆ เป็นจำนวนมาก ดังนั้นในการพัฒนาระบบในส่วนของการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล ผู้วิจัยจึงออกแบบให้ระบบที่พัฒนาขึ้นทำการทดลองจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลซ้ำเป็นจำนวน 1,000 ครั้ง แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของการทำซ้ำดังกล่าว

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรข้างต้น ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองการทำงานเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบ ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แบบจำลองการทำงานของระบบ

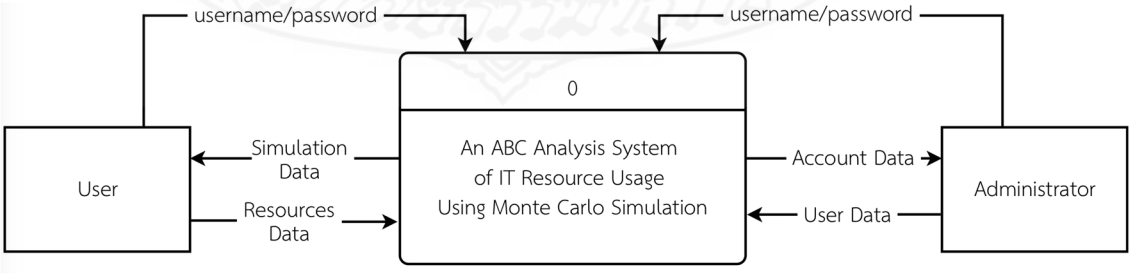
4. การพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลนั้น ผู้วิจัยเลือกใช้ซอฟต์แวร์ในกลุ่มโอเพนซอร์ส (OpenSource) โดยใช้ซอฟต์แวร์กลุ่ม LAMP Stack ซึ่งประกอบด้วย ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ซอฟต์แวร์จำลองเครื่องแม่ข่าย Apache (Apache Web Server) สำหรับให้บริการเซิร์ฟเวอร์บนโพรโทคอลเอชทีทีพี (HTTP) ซอฟต์แวร์ให้บริการและจัดการฐานข้อมูลมาเรียดีบี (MariaDB Database Server) และภาษาคอมพิวเตอร์พีเอชพี (PHP) ผู้วิจัยได้เลือกใช้กรอบการทำงาน (Framework) ของ Yii ซึ่งเป็นกรอบการทำงานของภาษาคอมพิวเตอร์พีเอชพี (PHP) ชนิดหนึ่งที่ช่วยให้ผู้พัฒนาซอฟต์แวรทำการพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว ใช้งานง่าย ได้รับความนิยมจากผู้พัฒนาโดยทั่วไป กรอบการทำงานของ Yii ช่วยให้สามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยหลักการแบบเอ็มวีซี (Model View Controller - MVC) ซึ่งทำให้ผู้พัฒนาแบ่งโครงสร้างของซอฟต์แวร์ออกเป็น 3 ส่วนคือ แบบจำลอง (Model) มุมมองแสดงผล (View) และการควบคุม (Controller) โดยใช้ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) และชุดคำสั่ง (Library) สาธารณะของภาษาพีเอชพี (PHP) มาใช้เป็นองค์ประกอบของการพัฒนา ทำให้สามารถพัฒนาได้อย่างความรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัยในการใช้งาน

การออกแบบพัฒนาระบบมีรายละเอียดและขั้นตอนในการพัฒนาดังต่อไปนี้

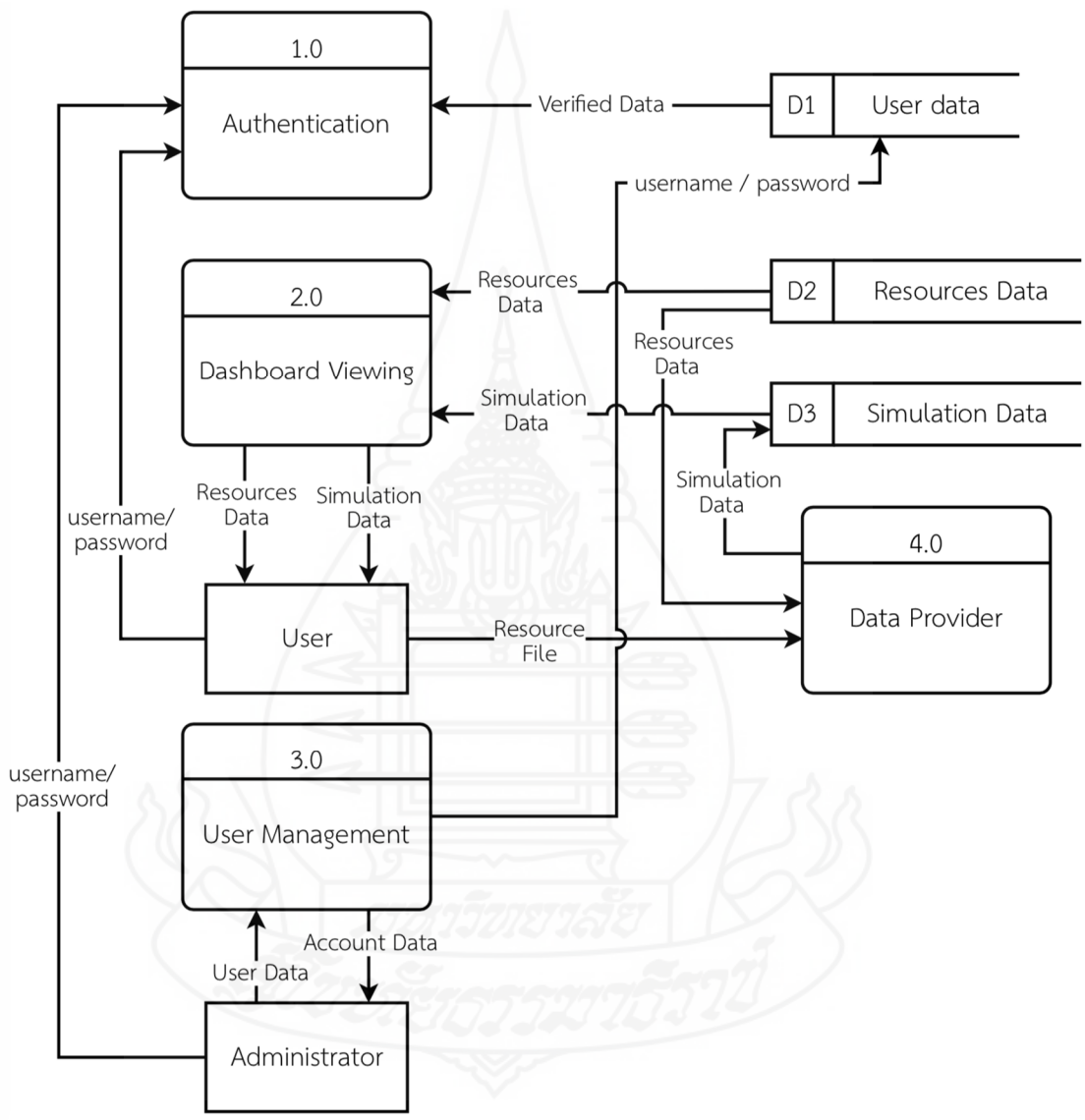
4.1 การออกแบบแผนภาพการไหลของข้อมูล

แผนภาพการไหลของข้อมูลใช้แสดงภาพรวมของการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น โดยการออกแบบการไหลของข้อมูลและส่วนที่เกี่ยวข้องทั้งหมดกับระบบฯที่ผู้วิจัยทำการพัฒนาขึ้น แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับ 0 (Dataflow Diagram Level 0) หรือแผนภาพบริบท (Context Diagram) ดังแสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แผนภาพบริบท (Context Diagram)

จากภาพที่ 3.5 ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย ผู้ใช้ 2 กลุ่ม คือ ผู้ใช้งาน (User) และผู้ดูแลระบบ (Administrator) มีกระบวนการทำงานย่อยทั้งหมด 4 กระบวนการ ได้แก่ 1) การยืนยันตัวตน (Authentication) 2) การแสดงผลแดชบอร์ด (Dashboard Viewing) 3) การจัดการผู้ใช้งาน (User Management) และ 4) การให้บริการข้อมูล (Data Provider) รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 3.6

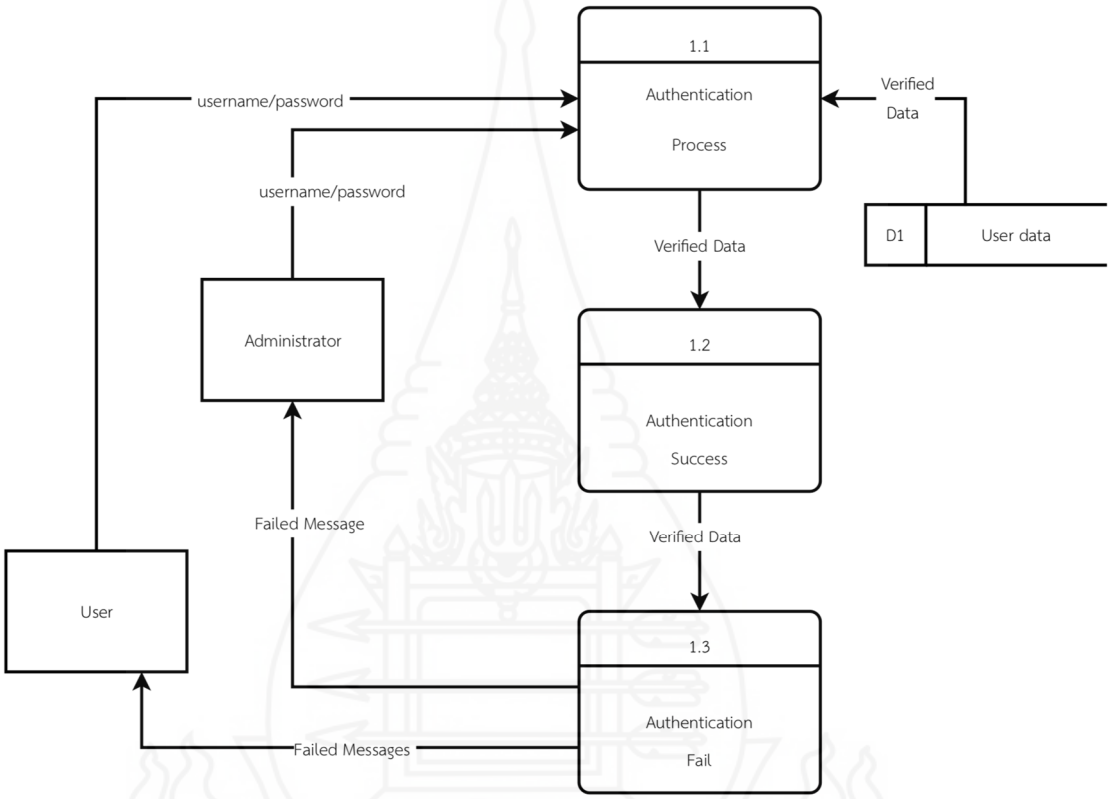


ภาพที่ 3.6 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับที่ 1 (Dataflow Diagram Level 1)

จากภาพที่ 3.6 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับที่ 1 แสดงรายละเอียดของการทำงานของส่วนต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

1) การยืนยันตัวตน (Authentication) เป็นกระบวนการรักษาความปลอดภัยในการ

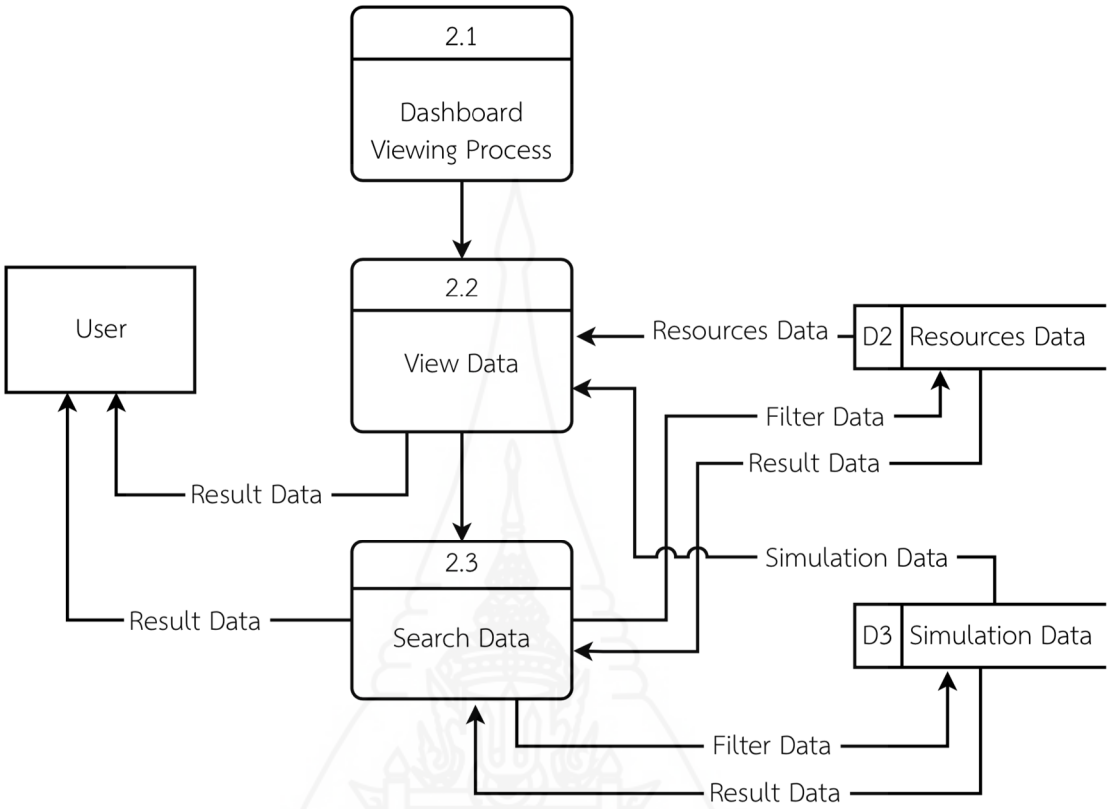
เข้าถึงข้อมูลของระบบ ทำการตรวจสอบยืนยันตัวตนของผู้ใช้งานและผู้ดูแลระบบ ด้วยชื่อผู้ใช้งาน (username) และรหัสผ่าน (password) กับข้อมูลรายชื่อผู้ใช้งาน (User Data) ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ทุกครั้งที่เข้าใช้งานระบบ หากพบว่าข้อมูลไม่ถูกต้องจะแสดงข้อความผิดพลาด (Failed Message) และไม่ได้อนุญาตให้เข้าใช้งานระบบ รวมถึงมีกระบวนการให้ผู้ใช้งานสามารถออกจากระบบเมื่อเลิกใช้งาน (Log out) รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับที่ 2 ของการยืนยันตัวตน (Authentication)

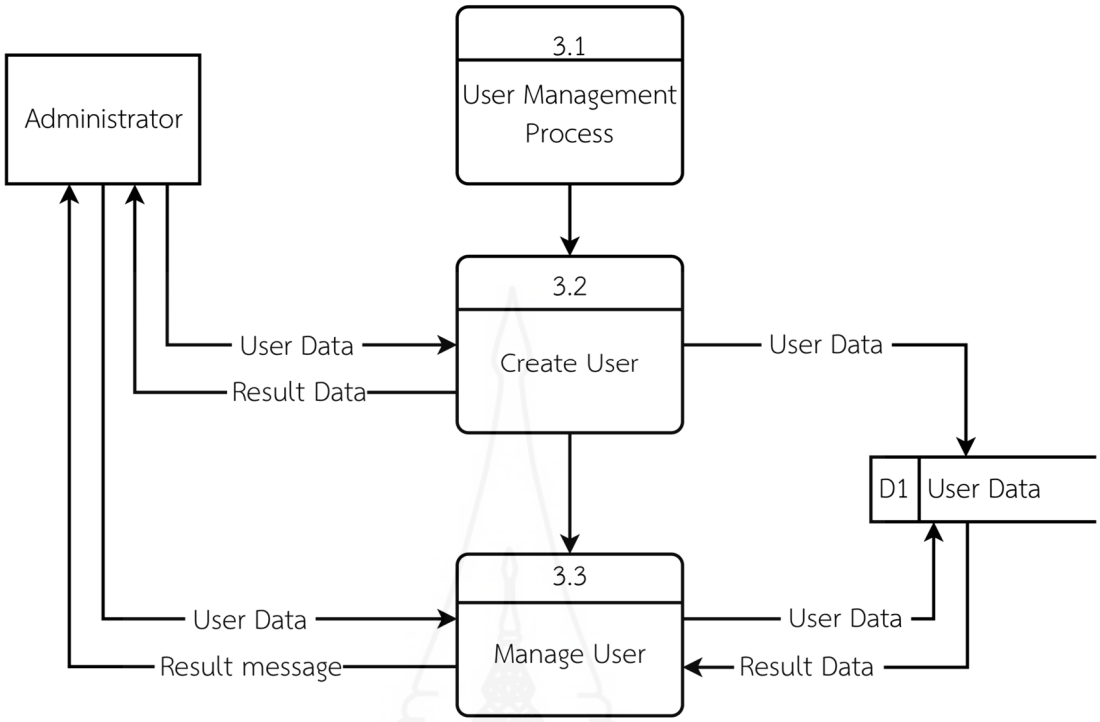
2) การแสดงผลแดชบอร์ด (Dashboard Viewing) เป็นการแสดงข้อมูลจากฐานข้อมูล ประกอบด้วย การแสดงข้อมูลการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (Resources Data) และการแสดงข้อมูลผลการจำลองสถานการณ์แบบต่าง ๆ (Simulation Data) ผู้ใช้งานสามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการ (Search Data) โดยกำหนดข้อมูลคัดกรอง (Filter Data) และกระบวนการจะแสดงข้อมูลผลลัพธ์ (Result Data) ให้แก่ผู้ใช้

นอกจากการแสดงผลลัพธ์ด้วยข้อมูลที่เป็นตัวเลขแล้ว กระบวนการนี้ยังสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบของกราฟเส้น ทำให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจผลการจำลองสถานการณ์ได้ง่ายขึ้น รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับที่ 2 ของแสดงผลแดชบอร์ด (Dashboard Viewing)

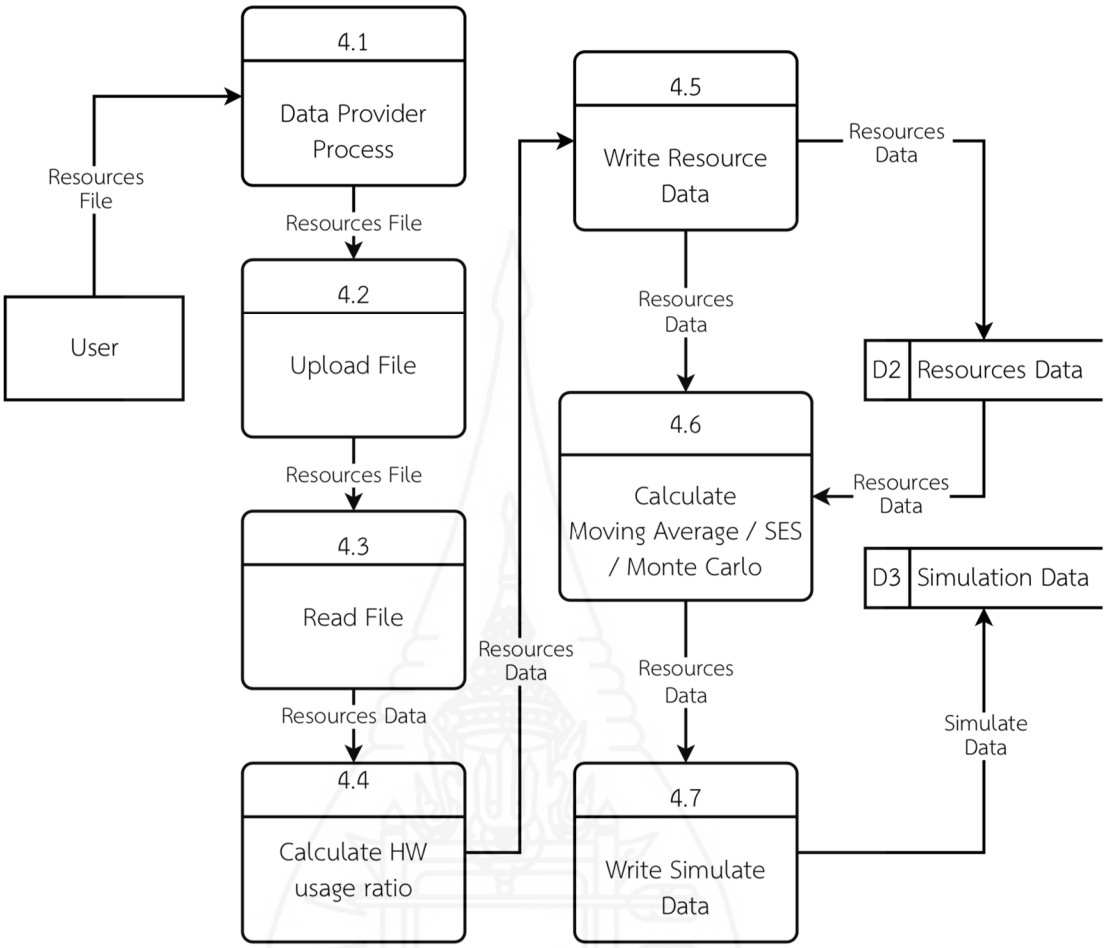
3) การจัดการผู้ใช้งาน (User Management) เป็นกระบวนที่จัดการข้อมูลผู้ใช้งาน (User Data) และผู้ดูแลระบบ (Administrator) ดังนี้ 1) ผู้ดูแลระบบสามารถทำการสร้างผู้ใช้งานระบบ (Create User) โดยการกำหนดข้อมูลของผู้ใช้งาน (User Data) ได้แก่ ชื่อผู้ใช้งาน (username) รหัสผ่าน (password) และประเภทของบัญชีผู้ใช้งาน หลังจากทำการบันทึกข้อมูลของผู้ใช้งานลงในฐานข้อมูลกระบวนการจะแสดงผลลัพธ์ของการเพิ่มผู้ใช้งาน (Result Data) และ 2) ผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน (Manage User) โดยกระบวนการจะแสดงผลลัพธ์ (Result Message) รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับที่ 2 ของการจัดการผู้ใช้งาน (User Management)

4) การให้บริการข้อมูล (Data Provider) เป็นกระบวนการให้บริการข้อมูล ประกอบด้วย การนำเข้าแฟ้มข้อมูล (Upload File) ได้แก่ ข้อมูลดิบของการใช้งานทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 2 ชนิด คือ 1) แฟ้มข้อมูลการใช้งานทรัพยากรแรงงานรายวัน ประกอบด้วย วันที่ใช้ทรัพยากร กิจกรรมของการใช้ทรัพยากร และหน่วยงานที่ใช้ทรัพยากร และ 2) แฟ้มข้อมูลการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ที่ได้จากโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบปฏิบัติการ หลังจากนำเข้าแฟ้มข้อมูลแล้ว กระบวนการจะอ่านแฟ้มข้อมูล (Read File) คำนวณผลรวมและสัดส่วนการใช้งานฮาร์ดแวร์ (Calculate HW usage ratio) แล้วบันทึกข้อมูลผลการคำนวณลงฐานข้อมูลทรัพยากร (Resources Data)

ผู้ใช้งานสามารถสั่งคำนวณข้อมูลทรัพยากรเพื่อจำลองสถานการณ์การใช้ทรัพยากรด้วยวิธีต่าง ๆ ได้แก่ วิธีถัวเฉลี่ยอย่างง่าย (Simulate Moving Average) วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smooth: SES) และการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) จากนั้นจะทำการบันทึกข้อมูลผลการจำลองสถานการณ์ (Simulate Data) ลงในฐานข้อมูล (Write Database) มีรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับที่ 2 ของการให้บริการข้อมูล (Data Provider)

4.2 การออกแบบด้วยแผนภาพยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)

แผนภาพยูสเคสไดอะแกรมแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Actor) ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ (admin) และผู้ใช้งาน (user) และความสัมพันธ์กับระบบย่อย (Sub systems) ภายในระบบที่พัฒนาขึ้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ยูสเคสเพิ่มผู้ใช้งาน เป็นการเพิ่มชื่อผู้ใช้งานระบบ โดยผู้ดูแลระบบจะเป็นผู้กำหนด username และ password ให้แก่ผู้ใช้งานระบบ

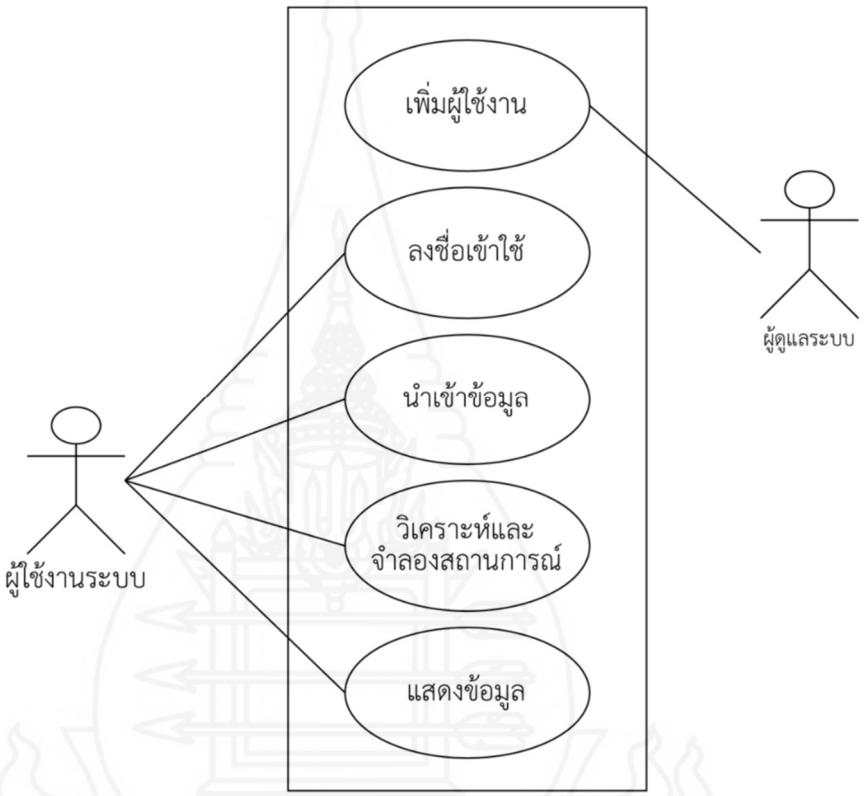
2) ยูสเคสลงชื่อเข้าใช้ เป็นการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้เข้าใช้งานระบบ โดยต้องทำการล็อกอิน (login) โดยการกรอก username และ password ที่ถูกต้อง

3) ยูสเคสนำเข้าข้อมูล เป็นการนำเข้าข้อมูลดิบของทรัพยากรด้านเทคโนโลยี

สารสนเทศ

4) ยูสเคสวิเคราะห์และจำลองสถานการณ์ เป็นการคำนวณและจำลองสถานการณ์แบบต่าง ๆ

5) ยูสเคสแสดงข้อมูล เป็นการแสดงผลของข้อมูลที่นำเข้า และข้อมูลที่ได้จากผลการวิเคราะห์และจำลองสถานการณ์



ภาพที่ 3.11 ยูสเคสไดอะแกรมสำหรับการพัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมฯ

4.3 การออกแบบการจัดเก็บข้อมูล

การออกแบบการจัดเก็บข้อมูลการใช้งานทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และข้อมูลอื่น ๆ ที่ใช้งานในระบบนั้น ผู้วิจัยเลือกพัฒนาการจัดเก็บข้อมูลด้วยระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System: RDBMS) มีรายละเอียดชื่อของตาราง ชื่อคอลัมน์ ประเภทของข้อมูล ขนาดของข้อมูล และคำอธิบาย ดังนี้

ตารางที่ 3.12 ชื่อตารางและคำอธิบาย

ชื่อตาราง	**คำอธิบาย**
analyze_data	สำหรับเก็บผลการวิเคราะห์และการจำลองสถานการณ์แบบต่าง ๆ
file_raw	สำหรับเก็บข้อมูลการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจากแฟ้มข้อมูลดิบ
file_upload	สำหรับรายชื่อแฟ้มข้อมูลดิบ
users	สำหรับเก็บข้อมูลรายชื่อผู้ใช้ระบบ

ตารางที่ 3.13 โครงสร้างข้อมูลของตาราง analyze_data

ชื่อคอลัมน์	**ประเภท**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**
id	int	11	เลขลำดับอ้างอิง เป็นกุญแจหลัก (Primary Key)
year	varchar	4	ข้อมูลปี
month	decimal	10,2	ข้อมูลเดือน
support	varchar	100	ผู้รับบริการ
activities	varchar	50	กิจกรรม
resources	varchar	15	ประเภทของทรัพยากร
sum_usage	decimal	10,4	ข้อมูลการใช้ทรัพยากรรวม
percent_usage	decimal	10,4	ข้อมูลสัดส่วนการใช้ทรัพยากร
m_avg	decimal	10,4	ค่าพยากรณ์วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย
m_avg_diff	decimal	10,4	ค่า ME ของค่าพยากรณ์วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย
m_avg_mape	decimal	10,4	ค่า MAPE ของค่าพยากรณ์วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย
ses_alpha	decimal	10,4	ค่าคงที่ปรับเรียบ
ses_data	decimal	10,4	ค่าพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล-อย่างง่าย
ses_diff	decimal	10,4	ค่า ME ของวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล-อย่างง่าย
ses_mape	decimal	10,4	ค่า MAPE ของวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล-อย่างง่าย
mc	decimal	10,4	ค่าพยากรณ์แบบมอนติคาร์โล
mc_diff	decimal	10,4	ค่า ME ของค่าพยากรณ์แบบมอนติคาร์โล

ตารางที่ 3.13 (ต่อ)

ชื่อคอลัมน์	ประเภท	ขนาด	คำอธิบาย
mc_mape	decimal	10,4	ค่า MAPE ของค่าพยากรณ์แบบมอนติคาร์โล
created_at	datetime		วันและเวลาที่สร้างข้อมูล
update_at	datetime		วันและเวลาที่ปรับปรุงข้อมูล

ตารางที่ 3.14 โครงสร้างข้อมูลของตาราง file_raw

ชื่อคอลัมน์	ประเภท	ขนาด	คำอธิบาย
id	int	11	เลขลำดับอ้างอิง เป็นกุญแจหลัก (Primary Key)
file_name	varchar	255	ชื่อแฟ้มข้อมูลดิบ
file_hash	varchar	255	ค่าแฮช (Hash) ของชื่อแฟ้มข้อมูลดิบ
isPost	varchar	2	ค่าสถานการณ์วิเคราะห์แฟ้มข้อมูล
date	date		วันที่บันทึกข้อมูลดิบ
support	varchar	100	ผู้รับบริการ
usage	decimal	10,4	ข้อมูลจำนวนการใช้ทรัพยากร
activities	varchar	50	กิจกรรม
resources	varchar	15	ประเภทของทรัพยากร
created_by	int	11	รหัสผู้ที่บันทึกข้อมูลดิบ
created_at	datetime		วันและเวลาที่สร้างข้อมูล

ตารางที่ 3.15 โครงสร้างข้อมูลของตาราง file_upload

ชื่อคอลัมน์	ประเภท	ขนาด	คำอธิบาย
file_id	int	11	เลขลำดับอ้างอิง เป็นกุญแจหลัก (Primary Key)
file_name	varchar	255	ชื่อแฟ้มข้อมูลดิบ
file_hash	varchar	255	ค่าแฮช (Hash) ของชื่อแฟ้มข้อมูลดิบ
isPost	varchar	2	ค่าสถานะการวิเคราะห์แฟ้มข้อมูล
resources	varchar	15	ประเภทของทรัพยากร

ตารางที่ 3.15 (ต่อ)

ชื่อคอลัมน์	ประเภท	ขนาด	คำอธิบาย
created_by	int	11	รหัสผู้ที่บันทึกข้อมูลดิบ
created_at	datetime		วันและเวลาที่สร้างข้อมูล
update_at	datetime		วันและเวลาที่ปรับปรุงข้อมูล

ตารางที่ 3.16 โครงสร้างข้อมูลของตาราง users

ชื่อคอลัมน์	ประเภท	ขนาด	คำอธิบาย
id	int	11	เลขลำดับอ้างอิง เป็นกุญแจหลัก (Primary Key)
username	varchar	45	ชื่อผู้ใช้
password	varchar	100	รหัสผ่าน
realname	varchar	1000	ชื่อจริงของผู้ใช้งาน
role	varchar	3	ประเภทของผู้ใช้งานหรือผู้ดูแลระบบ
status	varchar	1	สถานะอนุญาตหรือไม่อนุญาตใช้งาน
created_by	int	11	รหัสผู้สร้างบัญชีผู้ใช้งาน
updated_by	int	11	รหัสผู้ปรับปรุงบัญชีผู้ใช้งาน
created_at	datetime		วันที่สร้างบัญชีผู้ใช้งาน
updated_at	datetime		วันที่ปรับปรุงบัญชีผู้ใช้งาน
last_login	datetime		วันและเวลาที่ผู้ใช้เข้าใช้งานครั้งสุดท้าย
last_ip	varchar	11	หมายเลข IP address ที่ผู้ใช้เข้าใช้งานครั้งสุดท้าย

4.4 ระบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (interface)

เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานมีปฏิสัมพันธ์กับระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยออกแบบให้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบนี้โต้ตอบกับผู้ใช้งานในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถที่จะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานในการเรียกใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นผ่านเว็บเบราเซอร์

5. การทดสอบระบบ

5.1 การทดสอบความแม่นยำ

เพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องแม่นยำในการจำลองสถานการณ์ ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561 มาทำการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel รุ่น 2019 แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลการจำลองสถานการณ์ด้วยระบบที่พัฒนาขึ้น ตามตารางที่ 3.17, 3.18 และ 3.19

ตารางที่ 3.17 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561 ด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายกับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel

	ผลการทำงานของระบบ		**คำนวณด้วย Microsoft Excel**	
รอบบัญชี (เดือน)	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**
ม.ค.	6.4290		6.4290	
ก.พ.	5.7838		5.7838	
มี.ค.	5.0342	6.1064	5.0342	6.1064
เม.ย.	6.4012	5.4090	6.4012	5.4090
พ.ค.	3.8481	5.7177	3.8481	5.7177
มิ.ย.	6.0864	5.1246	6.0864	5.1246
ก.ค.	6.6698	4.9672	6.6698	4.9672
ส.ค.	5.9597	6.3781	5.9597	6.3781
ก.ย.	4.8807	6.3147	4.8807	6.3147
ต.ค.	4.0432	5.4202	4.0432	5.4202
พ.ย.	2.0941	4.4619	2.0941	4.4619
ธ.ค.	4.8753	3.0687	4.8753	3.0687
รอบต่อไป		3.4847		3.4847

ตารางที่ 3.18 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561 ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายด้วยค่าคงที่ปรับให้เรียบ α = 0.85 กับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel

	ผลการทำงานของระบบ		**คำนวณด้วย Microsoft Excel**	
รอบบัญชี (เดือน)	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**
ม.ค.	6.4290		6.4290	
ก.พ.	5.7838		5.7838	
มี.ค.	5.0342	4.9163	5.0342	4.9163
เม.ย.	6.4012	5.0165	6.4012	5.0165
พ.ค.	3.8481	6.1935	3.8481	6.1935
มิ.ย.	6.0864	4.1999	6.0864	4.1999
ก.ค.	6.6698	5.8034	6.6698	5.8034
ส.ค.	5.9597	6.5398	5.9597	6.5398
ก.ย.	4.8807	6.0467	4.8807	6.0467
ต.ค.	4.0432	5.0556	4.0432	5.0556
พ.ย.	2.0941	4.1951	2.0941	4.1951
ธ.ค.	4.8753	2.4092	4.8753	2.4092
รอบต่อไป		4.5054		4.5054

ตารางที่ 3.19 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2561 ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลกับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel

	ผลการทำงานของระบบ		**คำนวณด้วย Microsoft Excel**	
รอบบัญชี (เดือน)	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**
ม.ค.	6.4290		6.4290	
ก.พ.	5.7838		5.7838	

ตารางที่ 3.19 (ต่อ)

	ผลการทำงานของระบบ		คำนวณด้วย Microsoft Excel	
รอบบัญชี (เดือน)	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**
มี.ค.	5.0342	6.4291	5.0342	6.4300
เม.ย.	6.4012	6.1081	6.4012	6.0943
พ.ค.	3.8481	5.3875	3.8481	5.4250
มิ.ย.	6.0864	5.7767	6.0864	5.7050
ก.ค.	6.6698	5.0784	6.6698	5.0638
ส.ค.	5.9597	4.9797	5.9597	4.8659
ก.ย.	4.8807	6.3554	4.8807	6.3807
ต.ค.	4.0432	6.3640	4.0432	6.2835
พ.ย.	2.0941	5.3877	2.0941	5.3783
ธ.ค.	4.8753	4.4485	4.8753	4.4898
รอบต่อไป		2.8908		2.9719

จากการเปรียบเทียบในตารางที่ 3.17, 3.18 และ 3.19 พบว่าระบบที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถคำนวณสัดส่วนการใช้งานและพยากรณ์ ได้ถูกต้องตรงกันกับการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

ทั้งนี้ ในส่วนของการพยากรณ์แบบมอนติคาร์โลนั้น ค่าตัวเลขสุ่มจะแตกต่างกันไปในแต่ละครั้งของการคำนวณ จึงมั่นใจได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำและสามารถนำแบบจำลองไปใช้งานได้

อย่างไรก็ตามเพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองผู้ใช้งานในด้านความพึงพอใจ ผู้วิจัยจึงทำการประเมินจากผู้ใช้งานด้วย

5.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

แบบสอบถาม (Questionnaire) พัฒนามาจาก งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการใช้งานระบบสารเทศ (นฤมล พรหมจักร, 2557) โดยปรับให้สอดคล้องกับการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบที่พัฒนาขึ้น โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา และตำแหน่ง มีคำถามให้เลือกตอบทั้งหมด 4 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.20 แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้ระบบฯ จากผู้ใช้งาน ส่วนที่ 1

ข้อ	คำถาม	ตัวเลือก
1	เพศ	[ ] ชาย [ ] หญิง [ ] ไม่ระบุ
2	อายุ	[ ] ปี
3	การศึกษา	[ ] ต่ำกว่าปริญญาตรี [ ] ปริญญาตรี [ ] สูงกว่าปริญญาตรี
4	ตำแหน่ง	[ ] ผู้บริหาร [ ] พนักงานด้านบัญชี [ ] พนักงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ [ ] อื่น ๆ

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยคำถาม 8 ข้อ ลักษณะการประเมินค่าเป็น 5 ระดับคือ 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย และ 1 = น้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 3.21

ตารางที่ 3.21 แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้ระบบฯ จากผู้ใช้งาน ส่วนที่ 2

ข้อ	คำถาม	คะแนน (1-5)
1	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ที่ท่านใช้มีความถูกต้อง และรวดเร็ว	
2	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ทำให้ท่านมีความมั่นใจในการตัดสินใจวางแผนมากขึ้น	
3	ท่านพอใจเมื่อตัดสินใจวางแผนต้นทุนโดยนำระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ เป็นเครื่องมือช่วย	
4	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนมากขึ้น	

ตารางที่ 3.21 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	คะแนน (1-5)
5	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ช่วยลดขั้นตอนการทำงานในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ	
6	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ช่วยลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ	
7	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ	
8	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ทำให้ท่านจัดการทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีระบบ	

บทที่ 4
ผลการดำเนินการ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบจำลองแบบมอนติคาร์โลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรมในการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 2) พัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล และ 3) ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลที่พัฒนาขึ้น

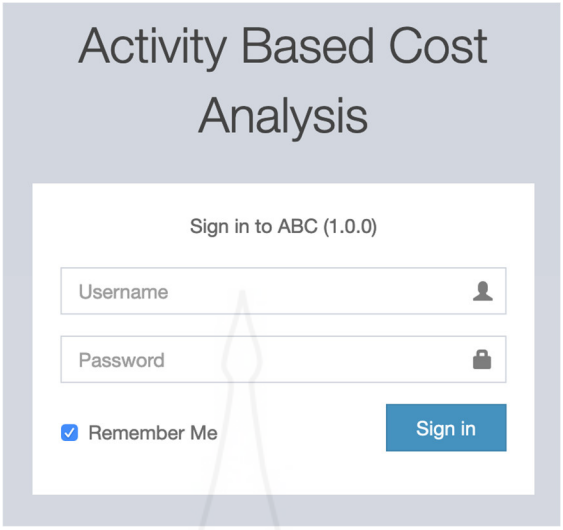
หลังจากผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 และบทที่ 3 ทำการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้การวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และพัฒนาระบบให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ตลอดจนได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นเรียบร้อยแล้วนั้น สามารถสรุปผลการดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยนำข้อมูลการใช้งานทรัพยากรแรงงาน และทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ของบริษัทที่ทำการศึกษาและนำมาใช้งานกับระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ผลการทำงานของระบบในส่วนต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

1.1 ส่วนผู้ใช้งานระบบ

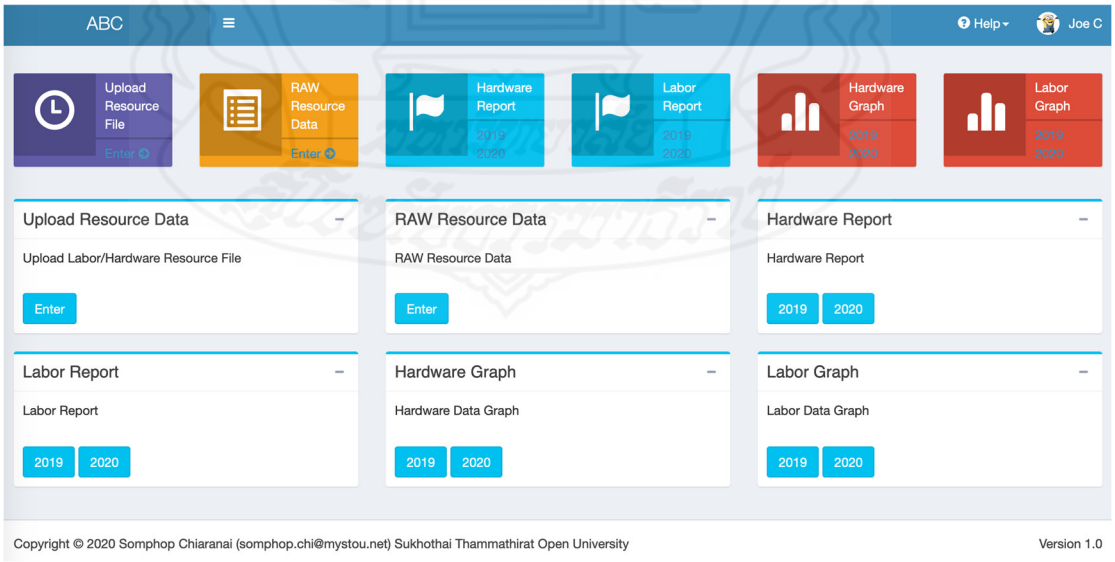
1.1.1 การยืนยันตัวตน (Authentication) ระบบแสดงหน้าจอสำหรับให้ผู้ใช้งาน login เข้าใช้งานระบบ โดยต้องทำการกรอกชื่อผู้ใช้งาน (username) และรหัสผ่าน (password) ให้ถูกต้อง ดังภาพที่ 4.1



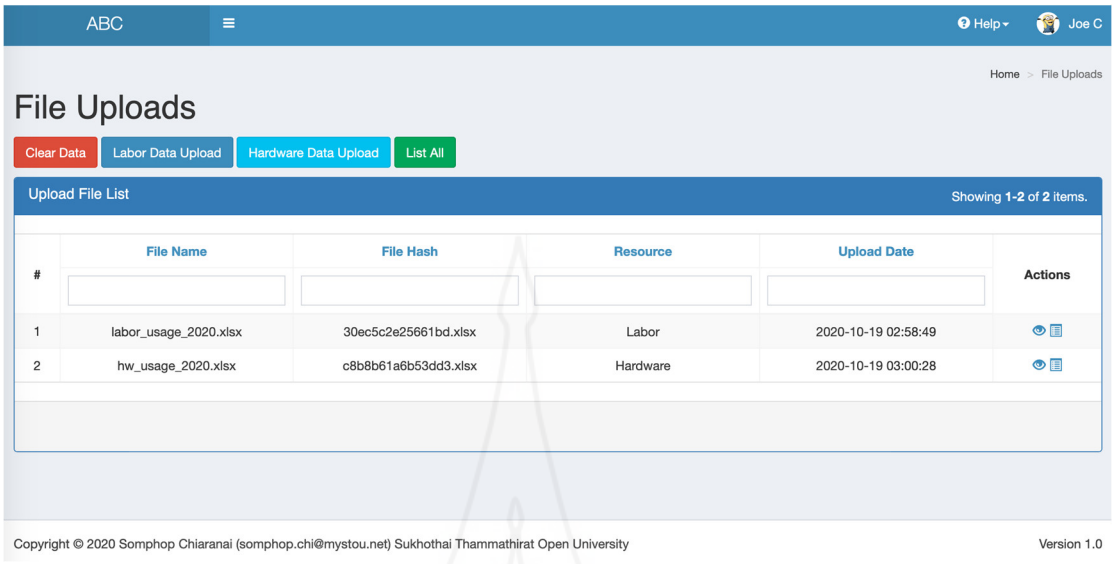
ภาพที่ 4.1 หน้าจอการเข้าสู่ระบบ (login)

หลังจากระบบตรวจสอบและอนุญาตให้ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบแล้ว หน้าหลักของระบบจะแสดงผลเป็นแดชบอร์ด

1.1.2 การแสดงผลแดชบอร์ด (Dashboard Viewing) ระบบจะแสดงหน้าจอหลักเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทำการเลือกการทำงาน โดยเริ่มจากการอัปโหลดข้อมูลทรัพยากรแรงงานหรือทรัพยากรฮาร์ดแวร์ที่ต้องการให้ระบบทำการวิเคราะห์และจำลองสถานการณ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 และ 4.3



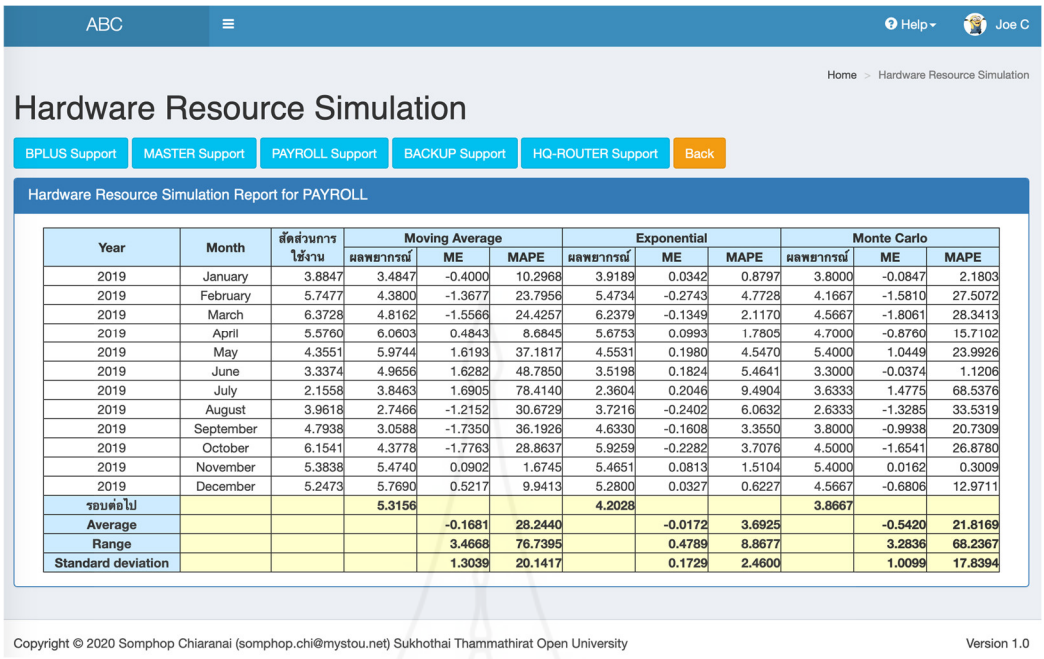
ภาพที่ 4.2 หน้าจอการแสดงผลแดชบอร์ด (Dashboard Viewing)



ภาพที่ 4.3 หน้าจอการอัปโหลดข้อมูลการใช้ทรัพยากร

เมื่อผู้ใช้งานอัปโหลดข้อมูลการใช้ทรัพยากรเข้าสู่ระบบแล้ว ระบบจะวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมการใช้ทรัพยากรและจำลองสถานการณ์แบบต่าง ๆ หลังจากนั้นผู้ใช้งานสามารถเลือกการแสดงผลการวิเคราะห์และจำลองสถานการณ์ได้ต่อไป

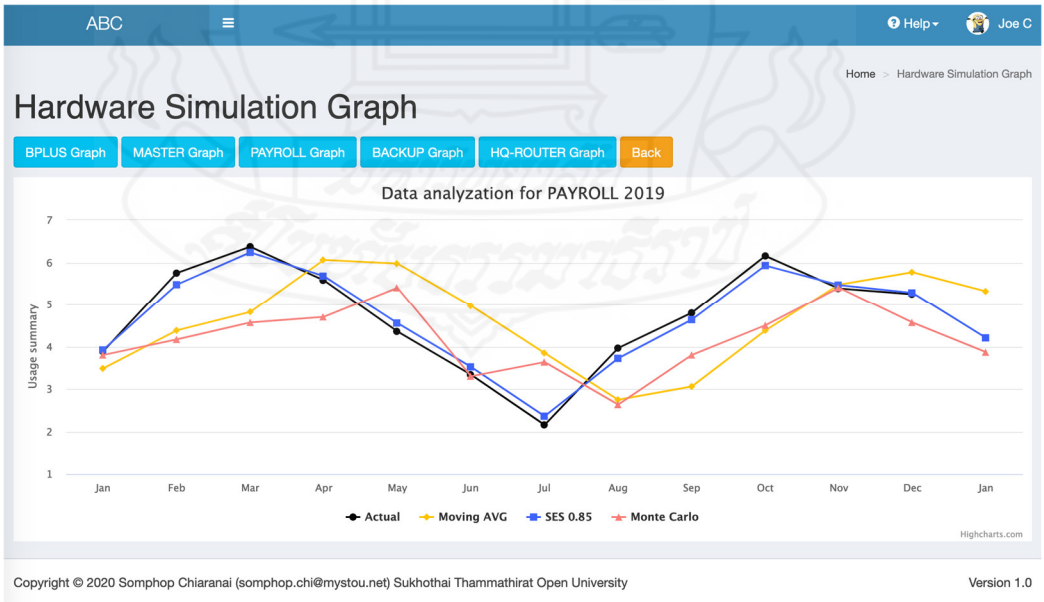
1.1.3 การแสดงผลการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมฯ ระบบแสดงข้อมูลผลการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้งานทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ประกอบด้วย การเลือกแสดงประเภทของทรัพยากรแรงงานหรือทรัพยากรฮาร์ดแวร์ที่ต้องการเพื่อแสดงการใช้งานทรัพยากรในรอบบัญชีที่ผ่านมา ผลการพยากรณ์จำลองสถานการณ์ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Error) ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error) และผลการพยากรณ์ความต้องการใช้ทรัพยากรในรอบบัญชีต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 4.4



Year	Month	สัดส่วนการใช้งาน	Moving Average			Exponential			Monte Carlo		
			ผลพยากรณ์	ME	MAPE	ผลพยากรณ์	ME	MAPE	ผลพยากรณ์	ME	MAPE
2019	January	3.8847	3.4847	-0.4000	10.2968	3.9189	0.0342	0.8797	3.8000	-0.0847	2.1803
2019	February	5.7477	4.3800	-1.3677	23.7956	5.4734	-0.2743	4.7728	4.1667	-1.5810	27.5072
2019	March	6.3728	4.8162	-1.5566	24.4257	6.2379	-0.1349	2.1170	4.5667	-1.8061	28.3413
2019	April	5.5760	6.0603	0.4843	8.6845	5.6753	0.0993	1.7805	4.7000	-0.8760	15.7102
2019	May	4.3551	5.9744	1.6193	37.1817	4.5531	0.1980	4.5470	5.4000	1.0449	23.9926
2019	June	3.3374	4.9656	1.6282	48.7850	3.5198	0.1824	5.4641	3.3000	-0.0374	1.1206
2019	July	2.1558	3.8463	1.6905	78.4140	2.3604	0.2046	9.4904	3.6333	1.4775	68.5376
2019	August	3.9618	2.7466	-1.2152	30.6729	3.7216	-0.2402	6.0632	2.6333	-1.3285	33.5319
2019	September	4.7938	3.0588	-1.7350	36.1926	4.6330	-0.1608	3.3550	3.8000	-0.9938	20.7309
2019	October	6.1541	4.3778	-1.7763	28.8637	5.9259	-0.2282	3.7076	4.5000	-1.6541	26.8780
2019	November	5.3838	5.4740	0.0902	1.6745	5.4651	0.0813	1.5104	5.4000	0.0162	0.3009
2019	December	5.2473	5.7690	0.5217	9.9413	5.2800	0.0327	0.6227	4.5667	-0.6806	12.9711
รอบต่อไป			**5.3156**			**4.2028**			**3.8667**		
Average				**-0.1681**	**28.2440**		**-0.0172**	**3.6925**		**-0.5420**	**21.8169**
Range				**3.4668**	**76.7395**		**0.4789**	**8.8677**		**3.2836**	**68.2367**
Standard deviation				**1.3039**	**20.1417**		**0.1729**	**2.4600**		**1.0099**	**17.8394**

ภาพที่ 4.4 หน้าจอผลการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมฯ

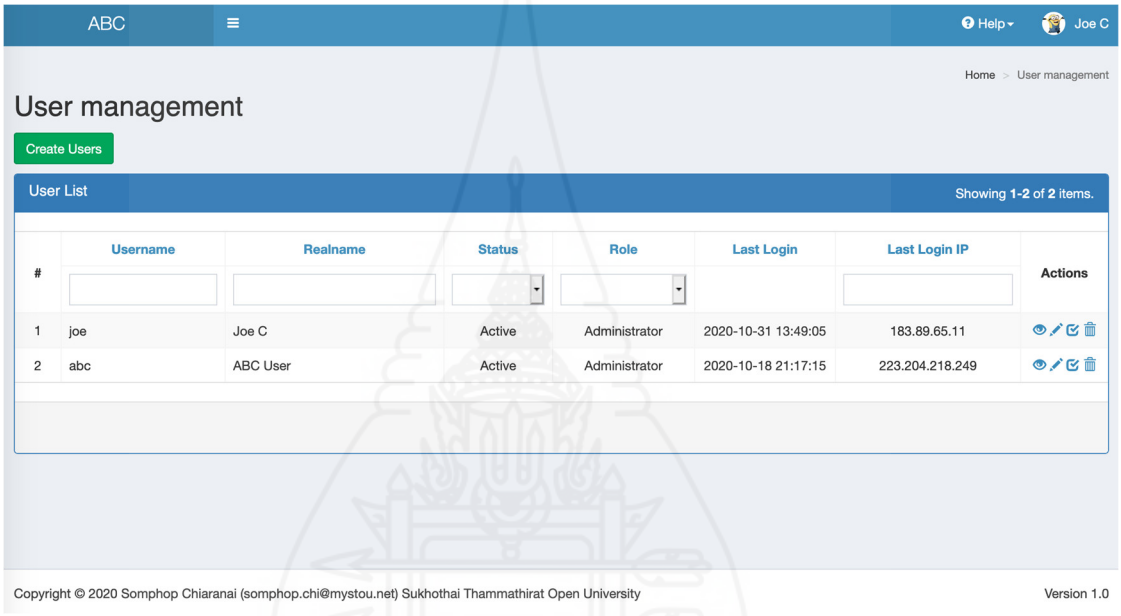
นอกจากผู้ใช้งานสามารถดูผลการใช้งานทรัพยากรและผลการพยากรณ์จำลองสถานการณ์ในรูปแบบตารางข้อมูลแล้วนั้น ระบบสามารถให้ผู้ใช้งานเลือกให้ระบบแสดงผลเป็นกราฟเส้นของการจำลองสถานการณ์การใช้งานทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 หน้าจอแสดงกราฟเส้นผลการจำลองสถานการณ์

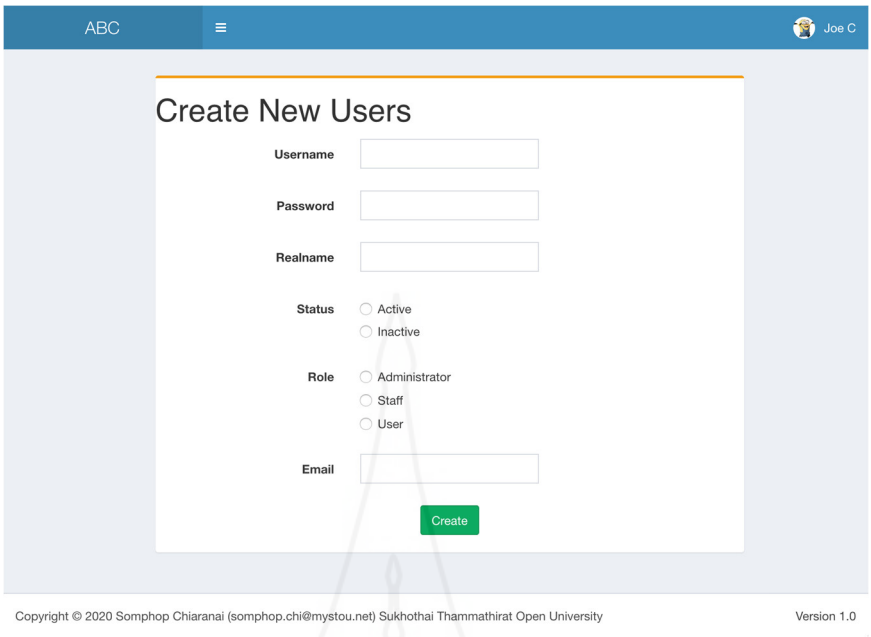
1.2 ส่วนของผู้ดูแลระบบ (Administrator)

1.2.1 การจัดการผู้ใช้ (User Management) ระบบแสดงหน้าจอเพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดการผู้ใช้งานของผู้ดูแลระบบ ผู้ดูแลระบบสามารถทำเลือกแสดงรายชื่อผู้ใช้งานที่มีอยู่ในฐานข้อมูล และจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน เช่น การแก้ไขรายละเอียดข้อมูลของผู้ใช้งาน เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 หน้าจอการจัดการข้อมูลผู้ใช้

ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบต้องการเพิ่มผู้ใช้งานใหม่ กระบวนการจัดการผู้ใช้งานมีหน้าจอที่ให้ผู้ดูแลระบบทำการเพิ่มผู้ใช้งาน โดยการกำหนดชื่อ (username) รหัสผ่าน (password) ชื่อจริงของผู้ใช้งาน (Realname) สถานะของบัญชีผู้ใช้งาน (Status) และประเภทของผู้ใช้งาน (Role) ว่าเป็นผู้ใช้งานทั่วไปหรือผู้ดูแลระบบ



ภาพที่ 4.7 หน้าจอสำหรับเพิ่มผู้ใช้งานในระบบ

1.3 ผลการพัฒนาระบบและจำลองสถานการณ์

นำระบบที่พัฒนาขึ้นมาใช้วิเคราะห์ตัวผลักดันทรัพยากรฮาร์ดแวร์ (Hardware Resource Driver) ด้วยข้อมูลทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของปี พ.ศ. 2562 ได้สัดส่วนการใช้งาน ผลดังตารางที่ 4.1

นอกจากนี้ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถพยากรณ์การใช้งานทรัพยากรแรงงานและทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ด้วยวิธีต่าง ๆ ได้แก่ วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย และการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล ซึ่งให้ผลการพยากรณ์ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของปี พ.ศ. 2562 ดังตารางที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ตัวผลักดันทรัพยากรฮาร์ดแวร์ตามฐานกิจกรรมการใช้ทรัพยากร พ.ศ. 2562

รอบบัญชี (เดือน)	**ปริมาณการใช้งาน (หน่วย)**					**สัดส่วนการใช้งาน (%)**				
	BACKUP	BPLUS	HQ-ROUTER	MASTER	PAYROLL	BACKUP	BPLUS	HQ-ROUTER	MASTER	PAYROLL
ม.ค.	4906607	618698	1814540	3123200	422886	45.0729	5.6835	16.6687	28.6902	3.8847
ก.พ.	2787802	505747	4009639	2898472	468599	26.1268	4.7398	37.5777	27.1640	4.3916
มี.ค.	2584462	411423	2939105	2894575	509505	27.6737	4.4054	31.4711	30.9943	5.4556
เม.ย.	1714078	270291	2144387	5202711	551054	17.3445	2.7350	21.6988	52.6456	5.5760
พ.ค.	1844495	281410	2368653	5292400	445639	18.0257	2.7501	23.1481	51.7210	4.3551
มิ.ย.	2514237	587990	2292222	9593481	517303	16.2154	3.7922	14.7835	61.8725	3.3363
ก.ค.	3893397	611010	2474905	8846904	334056	24.0924	3.7809	15.3147	54.7448	2.0671
ส.ค.	5779665	420837	2397862	3904303	507959	44.4227	3.2346	18.4300	30.0086	3.9042
ก.ย.	3157043	486867	2085980	3668308	473213	31.9817	4.9321	21.1315	37.1609	4.7938
ต.ค.	4913769	317770	3202021	4421946	832974	35.8971	2.3214	23.3921	32.3041	6.0852
พ.ย.	2782484	282890	4421532	4537946	684231	21.8937	2.2259	34.7903	35.7063	5.3838
ธ.ค.	2479587	285194	4676086	3602560	611567	21.2749	2.4470	40.1209	30.9100	5.2473

ตารางที่ 4.2 ผลการจำลองสถานการณ์ของทรัพยากรแรงงานสำหรับฝ่ายขายและการตลาด พ.ศ. 2562

รอบบัญชี (เดือน)	ปริมาณการใช้ทรัพยากร (ชม.)	วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย			วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย			วิธีจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล		
		ผลการพยากรณ์ (ชม.)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (ชม.)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (ชม.)	ME	MAPE (%)
ม.ค.	3.0000	4.5000	1.5000	50.0000	3.0580	0.0580	1.9331	4.5000	1.5000	50.0000
ก.พ.	5.0000	3.0000	-2.0000	40.0000	4.7087	-0.2913	5.8260	4.7000	-0.3000	6.0000
มี.ค.	3.0000	4.0000	1.0000	33.3333	3.2563	0.2563	8.5435	3.9667	0.9667	32.2222
เม.ย.	4.0000	4.0000	0.0000	0.0000	3.8884	-0.1116	2.7889	4.0333	0.0333	0.8333
พ.ค.	5.0000	3.5000	-1.5000	30.0000	4.8333	-0.1667	3.3347	4.0000	-1.0000	20.0000
มิ.ย.	5.0000	4.5000	-0.5000	10.0000	4.9750	-0.0250	0.5002	3.9000	-1.1000	22.0000
ก.ค.	4.0000	5.0000	1.0000	25.0000	4.1462	0.1462	3.6562	4.5333	0.5333	13.3333
ส.ค.	5.0000	4.5000	-0.5000	10.0000	4.8719	-0.1281	2.5613	4.5667	-0.4333	8.6667
ก.ย.	6.0000	4.5000	-1.5000	25.0000	5.8308	-0.1692	2.8202	4.5000	-1.5000	25.0000
ต.ค.	8.0000	5.5000	-2.5000	31.2500	7.6746	-0.3254	4.0673	5.1000	-2.9000	36.2500

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รอบบัญชี (เดือน)	ปริมาณการใช้ทรัพยากร (ชม.)	วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย			วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย			วิธีจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล		
		ผลการพยากรณ์ (ชม.)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (ชม.)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (ชม.)	ME	MAPE (%)
พ.ย.	7.0000	7.0000	0.0000	0.0000	7.1012	0.1012	1.4456	6.6000	-0.4000	5.7143
ธ.ค.	7.0000	7.5000	0.5000	7.1429	7.0152	0.0152	0.2168	6.9333	-0.0667	0.9524
รอบต่อไป		7.0000			1.0523			7.5667		
ค่าเฉลี่ย			-0.3750	21.8105		-0.0534	3.1411		-0.1429	28.5101
พิสัย			4.0000	50.0000		0.5817	8.3267		9.0667	119.1667
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			1.2269	15.4928		0.1692	2.1981		1.8685	27.6571

ตารางที่ 4.3 ผลการจำลองสถานการณ์ของทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2562

รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้ทรัพยากร (%)	วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย			วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย			วิธีจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล		
		ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)
ม.ค.	3.8847	3.4847	-0.4000	10.2973	4.5054	0.6207	15.9774	3.2263	-0.6584	16.9488
ก.พ.	4.3916	4.3800	-0.0116	0.2651	3.9778	-0.4138	9.4232	3.4994	-0.8922	20.3160
มี.ค.	5.4556	4.1382	-1.3175	24.1486	4.3296	-1.1261	20.6405	4.4148	-1.0408	19.0777
เม.ย.	5.5760	4.9236	-0.6524	11.7003	5.2867	-0.2893	5.1888	4.1266	-1.4495	25.9945
พ.ค.	4.3551	5.5158	1.1607	26.6526	5.5326	1.1776	27.0386	4.8582	0.5031	11.5528
มิ.ย.	3.3363	4.9656	1.6293	48.8341	4.5317	1.1954	35.8304	5.5190	2.1826	65.4208
ก.ค.	2.0671	3.8457	1.7786	86.0394	3.5156	1.4485	70.0716	5.0644	2.9973	144.9969
ส.ค.	3.9042	2.7017	-1.2025	30.7992	2.2844	-1.6198	41.4880	3.8470	-0.0572	1.4645
ก.ย.	4.7938	2.9857	-1.8081	37.7179	3.6612	-1.1326	23.6255	2.7560	-2.0377	42.5078
ต.ค.	6.0852	4.3490	-1.7362	28.5321	4.6239	-1.4613	24.0144	3.2900	-2.7953	45.9354

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้ทรัพยากร (%)	วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย			วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย			วิธีจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล		
		ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)
พ.ย.	5.3838	5.4395	0.0557	1.0346	5.8660	0.4822	8.9570	4.3137	-1.0701	19.8761
ธ.ค.	5.2473	5.7345	0.4873	9.2859	5.4561	0.2089	3.9807	5.4502	0.2029	3.8676
รอบต่อไป		5.3155			5.2786			5.7392		
ค่าเฉลี่ย			-0.1681	26.2756		-0.0758	23.8530		-0.3429	34.8299
พิสัย			3.5867	85.7744		3.0683	66.0909		5.7926	143.5324
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			1.1944	22.9343		1.0437	17.9038		1.5853	37.5819

จากตารางที่ 4.2 ผลการจำลองสถานการณ์ของการใช้ทรัพยากรแรงงานสำหรับฝ่ายขายและการตลาดด้วยระบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย มีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ -0.3750 และค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เท่ากับ 21.8105 วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย มีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ -0.0534 และค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เท่ากับ 3.1411 และการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล มีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ -0.1429 และค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เท่ากับ 28.5101

จากตารางที่ 4.3 ผลการจำลองสถานการณ์ของการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL ด้วยระบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย มีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ -0.1681 และค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เท่ากับ 26.2756 วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย มีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ -0.0758 และค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เท่ากับ 23.8530 และการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล มีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ -0.3429 และ ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เท่ากับ 34.8299

2. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมด้วยระบบ

จากข้อมูลการบันทึกค่าเสื่อมทางบัญชีซึ่งจัดเป็นค่าใช้จ่ายในทางบัญชีของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ได้จากบริษัทฯ พบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและอุปกรณ์มีค่าใช้จ่ายต่อรอบบัญชีเท่ากับ 8,725 บาท ดังแสดงด้วยตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 รายการบันทึกค่าเสื่อมทางบัญชี เดือน มกราคม พ.ศ. 2563

รายการ	ค่าเสื่อมต่อเดือน (บาท)
รายการฮาร์ดแวร์	
เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและอุปกรณ์	8,725
รายการซอฟต์แวร์	
โปรแกรมระบบบัญชี (BPlus)	1,200
โปรแกรมระบบเงินเดือน (Payroll)	740

เมื่อนำผลการจำลองสถานการณ์ของการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL ด้วยระบบที่พัฒนาขึ้นจากตารางที่ 4.3 มาคำนวณแนวโน้มของต้นทุนของค่าใช้จ่ายทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนพยากรณ์ของค่าใช้จ่ายทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL รอบบัญชีเดือนมกราคม พ.ศ. 2563

รูปแบบการจำลองสถานการณ์	**สัดส่วนการใช้ทรัพยากร (ร้อยละ)**	**ต้นทุนพยากรณ์ (บาท)**
วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย	5.3155	465.11
วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย	5.2786	461.88
วิธีจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล	5.7392	502.18

และนำสัดส่วนการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์ พ.ศ. 2562 จากตารางที่ 4.1 มาคำนวณต้นทุน สามารถคำนวณต้นทุนตามฐานกิจกรรมการใช้ทรัพยากรทรัพยากรฮาร์ดแวร์ พ.ศ. 2562 ดังแสดงด้วยตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนตามฐานกิจกรรมการใช้ทรัพยากรทรัพยากรฮาร์ดแวร์ พ.ศ. 2562

รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)					ต้นทุนฐานกิจกรรมของทรัพยากรฮาร์ดแวร์ (บาท)					
	BACKUP	BPLUS	HQ-ROUTER	MASTER	PAYROLL	BACKUP	BPLUS	HQ-ROUTER	MASTER	PAYROLL	ต้นทุนรวม
ม.ค.	45.0729	5.6835	16.6687	28.6902	3.8847	3,932.61	495.88	1,454.34	2,503.22	338.94	8,725.00
ก.พ.	26.1268	4.7398	37.5777	27.1640	4.3916	2,279.57	413.55	3,278.66	2,370.06	383.17	8,725.00
มี.ค.	27.6737	4.4054	31.4711	30.9943	5.4556	2,414.53	384.37	2,745.85	2,704.25	476.00	8,725.00
เม.ย.	17.3445	2.7350	21.6988	52.6456	5.5760	1,513.31	238.63	1,893.22	4,593.33	486.51	8,725.00
พ.ค.	18.0257	2.7501	23.1481	51.7210	4.3551	1,572.74	239.95	2,019.67	4,512.66	379.98	8,725.00
มิ.ย.	16.2154	3.7922	14.7835	61.8725	3.3363	1,414.79	330.87	1,289.86	5,398.38	291.09	8,725.00
ก.ค.	24.0924	3.7809	15.3147	54.7448	2.0671	2,102.06	329.89	1,336.21	4,776.48	180.36	8,725.00
ส.ค.	44.4227	3.2346	18.4300	30.0086	3.9042	3,875.88	282.22	1,608.02	2,618.25	340.64	8,725.00
ก.ย.	31.9817	4.9321	21.1315	37.1609	4.7938	2,790.40	430.32	1,843.73	3,242.29	418.26	8,725.00
ต.ค.	35.8971	2.3214	23.3921	32.3041	6.0852	3,132.02	202.55	2,040.96	2,818.54	530.94	8,725.00
พ.ย.	21.8937	2.2259	34.7903	35.7063	5.3838	1,910.22	194.21	3,035.46	3,115.38	469.74	8,725.00
ธ.ค.	21.2749	2.4470	40.1209	30.9100	5.2473	1,856.23	213.50	3,500.55	2,696.90	457.82	8,725.00

การวิเคราะห์ต้นทุนฐานกิจกรรมของทรัพยากรแรงงาน จากข้อมูลการบันทึกค่าใช้จ่ายทางบัญชีค่าจ้างเจ้าหน้าที่ฝ่ายไอที จำนวน 1 คน ที่ได้รับ พบว่า บริษัท ฯ กำหนดค่าจ้างเจ้าหน้าที่ฝ่ายไอทีเดือนละ 18,000 บาท โดยทำงานวันละ 8 ชั่วโมง เดือนละ 20 วัน (หยุดวันเสาร์และวันอาทิตย์) คำนวณค่าจ้างได้ชั่วโมงละ 112.50 บาท สามารถนำผลการจำลองสถานการณ์ของทรัพยากรแรงงานที่ได้จากระบบ มาคำนวณวิเคราะห์ต้นทุนของการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ต้นทุนฐานกิจกรรมของทรัพยากรแรงงานสำหรับฝ่ายขายและการตลาด พ.ศ. 2562

รอบบัญชี (เดือน)	**ปริมาณการใช้ทรัพยากร (ชม.)**	**ต้นทุนฐานกิจกรรมของทรัพยากรแรงงาน (บาท)**
ม.ค.	3	337.5
ก.พ.	5	562.5
มี.ค.	3	337.5
เม.ย.	4	450.0
พ.ค.	5	562.5
มิ.ย.	5	562.5
ก.ค.	4	450.0
ส.ค.	5	562.5
ก.ย.	6	675.0
ต.ค.	8	900.0
พ.ย.	7	787.5
ธ.ค.	7	787.5

นำผลการจำลองสถานการณ์ของการใช้ทรัพยากรแรงงานสำหรับฝ่ายขายและการตลาดด้วยระบบที่พัฒนาขึ้นจากตารางที่ 4.2 มาคำนวณแนวโน้มของต้นทุนฐานกิจกรรมของทรัพยากรแรงงานสำหรับฝ่ายขายและการตลาดในรอบบัญชีเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ได้ผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ต้นทุนจากการพยากรณ์ของทรัพยากรแรงงานสำหรับฝ่ายขายและการตลาดรอบบัญชี เดือน มกราคม พ.ศ. 2563

รูปแบบการจำลองสถานการณ์	**ปริมาณการใช้ทรัพยากร (ชม.)**	**ต้นทุนจากการพยากรณ์ (บาท)**
วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย	7.0000	757.50
วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย	1.0523	118.38
วิธีจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล	7.5667	851.25

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผู้วิจัยประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น 2 ด้าน ได้แก่ ผลการทดสอบความแม่นยำในการวิเคราะห์และจำลองสถานการณ์ และผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบ

3.1 ผลการทดสอบความแม่นยำของระบบ

ผู้วิจัยนำผลการคำนวณวิเคราะห์ตัวผลักดันทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบที่พัฒนาขึ้น มาเปรียบเทียบกับผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel รุ่น 2019 ได้ผลลัพธ์ตรงกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบความแม่นยำการวิเคราะห์ตัวผลักดันทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2562

รอบบัญชี (เดือน)	**ผลการทำงานของระบบ**		**คำนวณด้วย Microsoft Excel**	
	ปริมาณการใช้งาน (หน่วย)	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ปริมาณการใช้งาน (หน่วย)**	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**
ม.ค.	422886	3.8847	422886	3.8847
ก.พ.	468599	4.3916	468599	4.3916
มี.ค.	509505	5.4556	509505	5.4556

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

รอบบัญชี (เดือน)	ผลการทำงานของระบบ		คำนวณด้วย Microsoft Excel	
	ปริมาณการใช้งาน (หน่วย)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ปริมาณการใช้งาน (หน่วย)	สัดส่วนการใช้งาน (%)
เม.ย.	551054	5.5760	551054	5.5760
พ.ค.	445639	4.3551	445639	4.3551
มิ.ย.	517303	3.3363	517303	3.3363
ก.ค.	334056	2.0671	334056	2.0671
ส.ค.	507959	3.9042	507959	3.9042
ก.ย.	473213	4.7938	473213	4.7938
ต.ค.	832974	6.0852	832974	6.0852
พ.ย.	684231	5.3838	684231	5.3838
ธ.ค.	611567	5.2473	611567	5.2473

การนำผลการจำลองสถานการณ์วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายและวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายด้วยระบบที่พัฒนาขึ้น มาเปรียบเทียบกับผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel รุ่น 2019 ได้ผลลัพธ์ตรงกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.10 ถึง 4.11 ตามลำดับ

การนำผลวิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลด้วยระบบที่พัฒนาขึ้น มาเปรียบเทียบกับผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel รุ่น 2019 ที่ใช้การคำนวณค่าการสร้างตัวเลขสุ่มโดยทำซ้ำจำนวน 30 ครั้ง ได้ผลลัพธ์ของค่าการเฉลี่ยการจำลองสถานการณ์ที่แตกต่างกันระหว่างการใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นกับการโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งเป็นไปตามการทำงานของการสร้างตัวเลขสุ่มของแบบจำลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLLพ.ศ. 2562 ด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายกับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel

	ผลการทำงานของระบบ				คำนวณด้วย Microsoft Excel			
รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)
ม.ค.	3.8847	3.4847	-0.4000	10.2973	3.8847	3.4847	-0.4000	10.2973
ก.พ.	4.3916	4.3800	-0.0116	0.2651	4.3916	4.3800	-0.0116	0.2651
มี.ค.	5.4556	4.1382	-1.3175	24.1486	5.4556	4.1382	-1.3175	24.1486
เม.ย.	5.5760	4.9236	-0.6524	11.7003	5.5760	4.9236	-0.6524	11.7003
พ.ค.	4.3551	5.5158	1.1607	26.6526	4.3551	5.5158	1.1607	26.6526
มิ.ย.	3.3363	4.9656	1.6293	48.8341	3.3363	4.9656	1.6293	48.8341
ก.ค.	2.0671	3.8457	1.7786	86.0394	2.0671	3.8457	1.7786	86.0394
ส.ค.	3.9042	2.7017	-1.2025	30.7992	3.9042	2.7017	-1.2025	30.7992
ก.ย.	4.7938	2.9857	-1.8081	37.7179	4.7938	2.9857	-1.8081	37.7179
ต.ค.	6.0852	4.3490	-1.7362	28.5321	6.0852	4.3490	-1.7362	28.5321
พ.ย.	5.3838	5.4395	0.0557	1.0346	5.3838	5.4395	0.0557	1.0346

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

	ผลการทำงานของระบบ				คำนวณด้วย Microsoft Excel			
รอบบัญชี (เดือน)	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**	**ME**	**MAPE (%)**	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**	**ME**	**MAPE (%)**
ธ.ค.	5.2473	5.7345	0.4873	9.2859	5.2473	5.7345	0.4873	9.2859
รอบต่อไป		5.3155				5.3155		
ค่าเฉลี่ย			-0.1681	26.2756			-0.1681	26.2756
พิสัย			3.5867	85.7744			3.5867	85.7744
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			1.1944	22.9343			1.1944	22.9343

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายกับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel

	ผลการทำงานของระบบ				คำนวณด้วย Microsoft Excel			
รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE (%)
ม.ค.	3.8847	4.5054	0.6207	15.9774	3.8847	4.5054	0.6207	15.9774
ก.พ.	4.3916	3.9778	-0.4138	9.4232	4.3916	3.9778	-0.4138	9.4232
มี.ค.	5.4556	4.3296	-1.1261	20.6405	5.4556	4.3296	-1.1261	20.6405
เม.ย.	5.5760	5.2867	-0.2893	5.1888	5.5760	5.2867	-0.2893	5.1888
พ.ค.	4.3551	5.5326	1.1776	27.0386	4.3551	5.5326	1.1776	27.0386
มิ.ย.	3.3363	4.5317	1.1954	35.8304	3.3363	4.5317	1.1954	35.8304
ก.ค.	2.0671	3.5156	1.4485	70.0716	2.0671	3.5156	1.4485	70.0716
ส.ค.	3.9042	2.2844	-1.6198	41.4880	3.9042	2.2844	-1.6198	41.4880
ก.ย.	4.7938	3.6612	-1.1326	23.6255	4.7938	3.6612	-1.1326	23.6255
ส.ค.	3.9042	2.2844	-1.6198	41.4880	3.9042	2.2844	-1.6198	41.4880
ก.ย.	4.7938	3.6612	-1.1326	23.6255	4.7938	3.6612	-1.1326	23.6255

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

รอบบัญชี (เดือน)	ผลการทำงานของระบบ				คำนวณด้วย Microsoft Excel			
	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE
ต.ค.	6.0852	4.6239	-1.4613	24.0144	6.0852	4.6239	-1.4613	24.0144
พ.ย.	5.3838	5.8660	0.4822	8.9570	5.3838	5.8660	0.4822	8.9570
ธ.ค.	5.2473	5.4561	0.2089	3.9807	5.2473	5.4561	0.2089	3.9807
รอบต่อไป		5.2786				5.2786		
ค่าเฉลี่ย			-0.0758	23.8530			-0.0758	23.8530
พิสัย			3.0683	66.0909			3.0683	66.0909
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			1.0437	17.9038			1.0437	17.9038

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการคำนวณพยากรณ์การใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบ PAYROLL พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลกับผลลัพธ์ของการคำนวณด้วย Microsoft Excel

	ผลการทำงานของระบบ				คำนวณด้วย Microsoft Excel			
รอบบัญชี (เดือน)	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE	สัดส่วนการใช้งาน (%)	ผลการพยากรณ์ (%)	ME	MAPE
ม.ค.	3.8847	3.2263	-0.6584	16.9488	3.8847	2.9253	-0.9594	24.6981
ก.พ.	4.3916	3.4994	-0.8922	20.3160	4.3916	3.1927	-1.1989	27.2999
มี.ค.	5.4556	4.4148	-1.0408	19.0777	5.4556	4.3801	-1.0755	19.7139
เม.ย.	5.5760	4.1266	-1.4495	25.9945	5.5760	4.1102	-1.4659	26.2883
พ.ค.	4.3551	4.8582	0.5031	11.5528	4.3551	4.8552	0.5001	11.4840
มิ.ย.	3.3363	5.5190	2.1826	65.4208	3.3363	5.5150	2.1787	65.3016
ก.ค.	2.0671	5.0644	2.9973	144.9969	2.0671	4.9563	2.8892	139.7660
ส.ค.	3.9042	3.8470	-0.0572	1.4645	3.9042	3.8915	-0.0127	0.3250
ก.ย.	4.7938	2.7560	-2.0377	42.5078	4.7938	2.7011	-2.0927	43.6545
ต.ค.	6.0852	3.2900	-2.7953	45.9354	6.0852	3.0983	-2.9870	49.0854
พ.ย.	5.3838	4.3137	-1.0701	19.8761	5.3838	4.3513	-1.0325	19.1775

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

	ผลการทำงานของระบบ				คำนวณด้วย Microsoft Excel			
รอบบัญชี (เดือน)	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**	**ME**	**MAPE**	**สัดส่วนการใช้งาน (%)**	**ผลการพยากรณ์ (%)**	**ME**	**MAPE**
ธ.ค.	5.2473	5.4502	0.2029	3.8676	5.2473	5.5257	0.2784	5.3064
รอบต่อไป		5.7392				5.6908		
ค่าเฉลี่ย			-0.3429	34.8299			-0.4148	36.0084
พิสัย			5.7926	143.5324			5.8761	139.4410
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			1.5853	37.5819			1.5853	1.6173

3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

การสรุปและวิเคราะห์ผลการตอบแบบสอบถามที่ได้จัดทำขึ้น ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) อธิบายลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ได้ผลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ปัจจัย		ความถี่	ร้อยละ
เพศ			
	ชาย	4	80
	หญิง	1	20
อายุ			
	32	1	20
	40	1	20
	45	1	20
	48	1	20
	50	1	20
การศึกษา			
	ปริญญาตรี	4	20
	สูงกว่าปริญญาตรี	1	20
ตำแหน่ง			
	ผู้บริหาร	3	60
	พนักงานด้านบัญชี	1	20
	พนักงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	1	20

จากตารางที่ 4.12 พบว่า มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 5 คน แบ่งเป็นเพศชาย 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80 เพศหญิง 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20 โดยมีอายุตั้งแต่ 32 ปี ถึง 50 ปี ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมาจะมีการศึกษาสูงกว่าระดับปริญญาตรี 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20 สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งผู้บริหาร จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ตำแหน่งพนักงานด้านบัญชี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ตำแหน่งพนักงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจระบบที่พัฒนาขึ้น

ข้อ	ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับ
1	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ที่ท่านใช้มีความถูกต้องและรวดเร็ว	4.4	0.5477	มาก
2	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ทำให้ท่านมีความมั่นใจในการตัดสินใจวางแผนมากขึ้น	4.6	0.5477	มากที่สุด
3	ท่านพอใจเมื่อตัดสินใจวางแผนต้นทุนโดยนำระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ เป็นเครื่องมือช่วย	4	0.7071	มาก
4	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนมากขึ้น	3.2	0.4472	ปานกลาง
5	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ช่วยลดขั้นตอนการทำงานในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ	4.2	0.8367	มาก
6	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ช่วยลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ	4.4	0.5477	มากที่สุด
7	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ	4.2	0.4472	มาก
8	ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ทำให้ท่านจัดการทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีระบบ	4.6	0.5477	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.13 การประเมินระดับความพึงพอใจการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นพบว่า ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ทำให้ผู้ใช้สามารถจัดการทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีระบบ และทำให้ผู้ใช้มีความมั่นใจในการตัดสินใจมากขึ้น อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5477 ระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ มีความถูกต้องและรวดเร็ว และช่วยลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5477 ช่วยลดขั้นตอนการทำงาน

ในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.8367 ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.4472 ผู้ใช้พึงพอใจเมื่อตัดสินใจวางแผนต้นทุนโดยนำระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ มาใช้เป็นเครื่องมือช่วย อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.7071 และระบบวิเคราะห์ต้นทุนฯ ช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนมากขึ้น อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.4472

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. สรุปการวิจัยและอภิปรายผล
2. ปัญหาและอุปสรรค
3. ข้อเสนอแนะ

1. สรุปการวิจัยและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นที่สำหรับองค์กร ผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดหา ดูแล และควบคุมการใช้งานทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ต้องการเครื่องมือหรือระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐาน-กิจกรรมที่ไม่เพียงแต่สามารถที่จะช่วยให้การวิเคราะห์ใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กรมีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ แต่เครื่องมือหรือระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมดังกล่าว สามารถให้ข้อมูลการจำลองสถานการณ์เพื่อการวางแผนและกำหนดกลยุทธ์ขององค์กร ปัญหาที่ผู้ใช้งานให้ความสนใจมากคือ การเปรียบเทียบว่าแบบจำลองและวิธีการพยากรณ์ของระบบที่ตนใช้งานอยู่นั้น สามารถให้ข้อมูลในอดีตเพื่อการเปรียบเทียบและเพื่อสร้างความมั่นใจในการใช้ข้อมูลผลพยากรณ์จากระบบ ตลอดจนการแปลความหมายจากข้อมูลผลการพยากรณ์ที่ได้จากระบบในรูปแบบที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจและสะดวกต่อการนำไปใช้งาน

ด้านการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า ความสามารถวิเคราะห์ตัวผลักดันทรัพยากรฮาร์ดแวร์ได้ตามแบบจำลองที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ และสามารถพยากรณ์และจำลองสถานการณ์การใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์ของแต่ละวิธีการพยากรณ์แตกต่างกัน ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องการวิเคราะห์ได้ ในงานวิจัยนี้แบบจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลสำหรับทรัพยากรแรงงานมีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 28.5101 และสำหรับทรัพยากร

ฮาร์ดแวร์มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 34.8299 ซึ่งผลการจำลองสถานการณ์แบบแบบมอนติคาร์โลจะให้ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในการจำลองสถานการณ์แต่ละครั้ง ทั้งนี้ ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์ของงานวิจัยครั้งนี้มีลักษณะสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sudirman (Yoga Distra Sudirman, 2019) และ Earnest (Arul Earnest, 2012) ในด้านความแม่นยำของการพยากรณ์

ด้านประสิทธิภาพของการพัฒนาระบบวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล พบว่า มีประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลองทั้งในด้านความแม่นยำของการวิเคราะห์ตัวผลักดันทรัพยากรฮาร์ดแวร์ และความแม่นยำในการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีต่าง ๆ

ด้านการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบนั้น พบว่า ผู้ใช้งานมีความมั่นใจในการตัดสินใจมากขึ้น ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.6 ช่วยลดระยะเวลาและลดขั้นตอนในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.4 และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรม ระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.2

2. ปัญหาและอุปสรรค

2.1 การบันทึกข้อมูลต้นทุนกิจกรรมของทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบันของบริษัทขนาดเล็กมักประสบปัญหาด้านความเข้าใจและแรงงานในการจัดเก็บข้อมูล ข้อมูลด้านการบัญชีและเงินได้รับการบันทึกโดยฝ่ายบัญชี ข้อมูลด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้รับการบันทึกโดยฝ่ายไอที ในขณะที่ข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของฝ่ายอื่น ๆ ยังไม่มีระบบและกลไลในการจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการนำมาวิเคราะห์และจำลองสถานการณ์ งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการบันทึกข้อมูลกิจกรรมการใช้ทรัพยากรแรงงานโดยให้เจ้าหน้าที่ฝ่ายไอทีเป็นผู้ทำการบันทึก

2.2 การเก็บข้อมูลทรัพยากรแรงงานในปัจจุบันเป็นการเก็บข้อมูลโดยให้เจ้าหน้าที่ฝ่ายไอทีบันทึกกิจกรรมการใช้ทรัพยากรแรงงาน ข้อมูลที่ได้จึงค่อนข้างสมบูรณ์และเป็นปัจจุบัน ดังนั้นองค์กรควรจัดหาหรือพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการบันทึกกิจกรรมการใช้ทรัพยากรแรงงานเพื่อเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ครบถ้วน และรวดเร็ว

2.3 การรวบรวมและแปลความหมายสำหรับข้อมูลของประชากรที่ใช้ในงานวิจัย เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองในงานวิจัยนี้ ต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลจากที่ปรึกษาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและผู้บริหารของบริษัท จึงจะเข้าใจในโครงสร้าง การทำงาน และ

ข้อจำกัดต่าง ๆ ขององค์กร ในการนำระบบที่พัฒนาขึ้นของงานวิจัยนี้ไปปรับใช้กับองค์กรอื่น จึงควรศึกษาบริบทและสภาพแวดล้อมขององค์กรก่อนการนำไปปรับใช้

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 พัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ในการบันทึกการใช้ทรัพยากรแรงงาน เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำของข้อมูล

3.2 การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Method) ด้วยสถิตินั้น อาจไม่มีความถูกต้องแม่นยำทั้งหมด ควรศึกษาเทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณอื่น ๆ อาทิ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองชั้น (Double Exponential Smoothing) และการคาดคะเนแนวโน้มด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) เพื่อนำมาวิเคราะห์ต้นทุนตามฐานกิจกรรมของการใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

3.3 การศึกษาการพยากรณ์รูปแบบปัจจัยสาเหตุ (Associative Models) เพื่ออธิบายและช่วยในการวางแผนทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กิตติวรรณ เอมสุข. (2558). *แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารต้นทุนการพัฒนาเทคโนโลยีคลาวด์ คอมพิวติ้ง กรณีศึกษาหน่วยงานภาครัฐ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ

จตุพล เหมือนศรีชัย. (2552). *การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมภายใต้ความไม่แน่นอนด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ

ฑิตฐิตา เรืองโหน่ง. (2553). *การประยุกต์เทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลสำหรับหานโยบายปริมาณการสั่งซื้อและจุดสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีศึกษา : บริษัทผลิตลูกกลิ้งลำเลียงและอุปกรณ์ขับสายพาน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ

นพมาศ เศรษฐคมกุล. (2554). *การประยุกต์หลักการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล เพื่อช่วยในการกำหนดระดับจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม ภายใต้ปริมาณความต้องการที่ไม่แน่นอน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ

นัฐพล อินทะพรม. (2544). *การประยุกต์ใช้ระบบต้นทุนตามฐานกิจกรรมในโรงงานผลิตพื้นปูกระบะรถยนต์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ

วรินทร์ เกียรตินุกูล และ อรรถกร เก่งพล. (2551). การประยุกต์การวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้าโดยใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น กรณีศึกษา : การจัดซื้อวัตถุดิบจากอเมริกาในอุตสาหกรรมกระดาษ. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,* 18(1), 47-56

Appel, A. M., Arora, N. & Zenkich, R. (2005). *Unraveling the Mystery of IT Costs.* McKinsey Quarterly.

Blocher, E. J., Stout, D. E., & Cokins, G. (2010). *Cost Management: A strategic emphasis.* McGraw-Hill Irwin, New York.

Brown, R. G. (1959). *Statistical Forecasting for Inventory Control.* McGraw-Hill, New York.

Brown, R. G. (1962). *Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series.* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Cabinet Office. (2011). *ITIL Service Operation.* The Stationary Office.

Cabinet Office. (2011). *ITIL Service Strategy.* The Stationary Office.

Earnest A., Tan, S. B., Wilder-Smith, A., & Machin D. (2012). *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. Vol. 2012. doi:10.1155/2012/758674

Geishercker, Mary Lee (1996). New Technologies Support ABC. *Management Accounting*. March 1996. pp. 42-48.

Hicks, D. T. (1999). *Activity Based Costing: Making it work for Small and Mid-Sized Companies.* Wiley, New York.

Holt, C. C., Modigliani, F., Muth, J. F., & Simon, H. A. (1960). *Planning Production, Inventories, and Work Force.* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Jones C. (2000). Software Assessments, Benchmarks and Best Practices. Addison Wesley, Boston, MA.

Kaplan, R. S., & Bruns, W. (1987). *Accounting and Management: A Field Study Perspective.* Harvard Business School Press, Boston, MA.

Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2004). Time-Driven Activity-Based Costing. Harvard Business Pres. 131-138.

Metropolis, N., and S. Ulam. (1949). The Monte Carlo Method. *Journal of the American Statistical Association*. Vol. 44 No. 247, pp. 335-341.

Mihut, Marious, and Tomai, Nicolae. (2010). A Cost model for the IT department. *Journal of Applied Quantitative Methods*. Vol.5 No. 2, pp. 358-364.

Mistry, Jamshed Jal. (2019). Cost Allocation and Information Technology. *IEEE engineering management review*. Vol. 47 No. 1, pp. 77-85. doi:10.1109/EMR.2019.2901773

Neumann, B. R., Gerlanch, J., Gerlanch, H., Moldauer, E., Finch, M. & Olson, C. (2004). Cost Management using ABC for IT Activities and Services. Management Accounting Quarterly. 29-40.

Ostertagova, E., & Ostertag, O. (2012). Forecasting using simple exponential smoothing method. *Acta Electronica et Informatica*. Vol. 12, No. 3. 62-66. doi:10.2478/v10198-012-0034-2

Ryan, R., & Raducha-Grace, T. (2010). The Business of IT – How to Improve Services and Lower Costs. IBM Press.

Rubinstein, R. Y. (1981). *Simulation and the Monte Carlo method.* Wiley, New York. 278.

Shim, J. K., & Seigel, J. G. (1999). *Managerial Accounting.* McGraw-Hill.

Sudirman, Y. D., Rafai, M. F., Kumusa, D. T., Purwanto, Y. S., & Fittriani Y. (2019). *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1477/3/032006

Vanderbeck, E. J. (2013). *Principles of Cost Accounting.* South-Western Cengage Learning.

ภาคผนวก

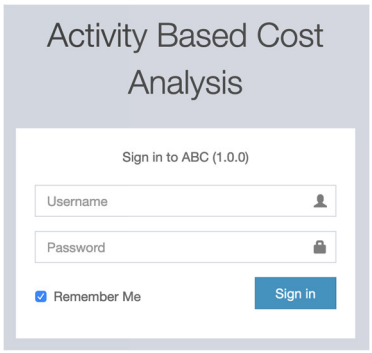
ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งาน

คู่มือการใช้งาน

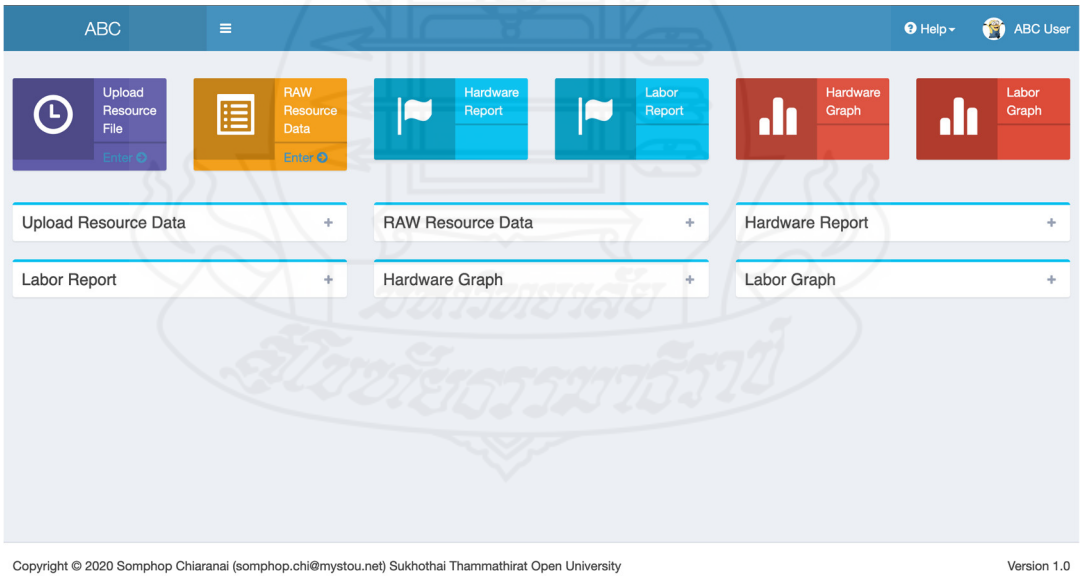
Activity Based Cost Analysis

หน้าจอเข้าสู่ระบบ

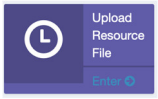
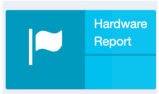


ให้ป้อนชื่อผู้ใช้งาน (Username) และรหัสผ่าน (Password) แล้วกดปุ่ม Sign in

หน้าจอหลักของระบบ

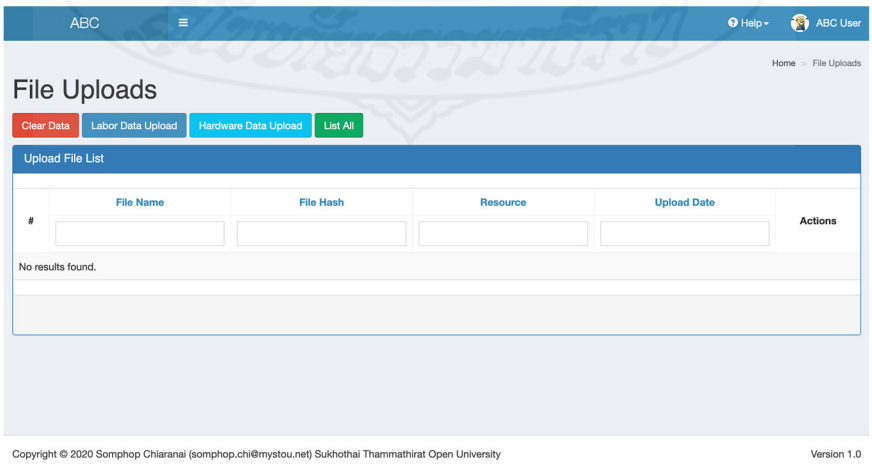


ความหมายของปุ่มต่าง ๆ

	สำหรับนำเข้าข้อมูลการใช้งานทรัพยากร
	สำหรับแสดงข้อมูลดิบการใช้งานทรัพยากร
	รายงานข้อมูลการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์และผลการจำลองสถานการณ์
	รายงานข้อมูลการใช้งานทรัพยากรแรงงานและผลการจำลองสถานการณ์
	แสดงกราฟข้อมูลการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์และผลการจำลองสถานการณ์
	แสดงกราฟข้อมูลการใช้งานทรัพยากรแรงงานและผลการจำลองสถานการณ์

ขั้นตอนการใช้งานระบบ

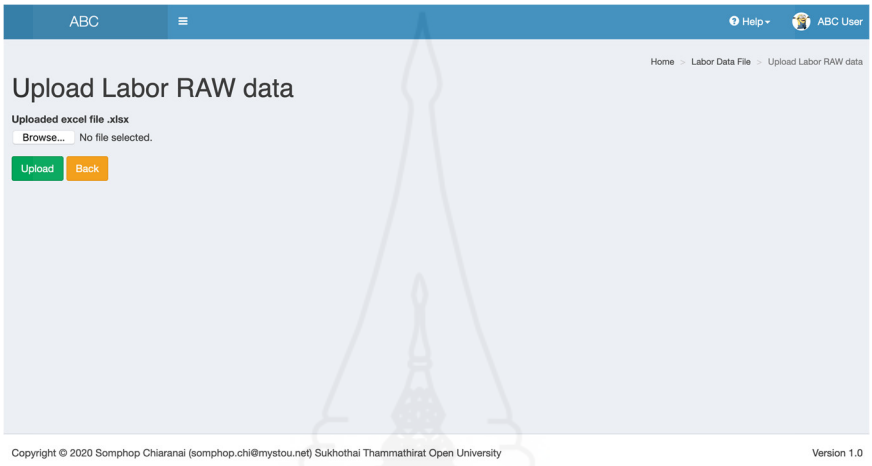
1. นำเข้าข้อมูลการใช้งานทรัพยากรแรงงานและการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์ โดยการเลือก Upload Resource File



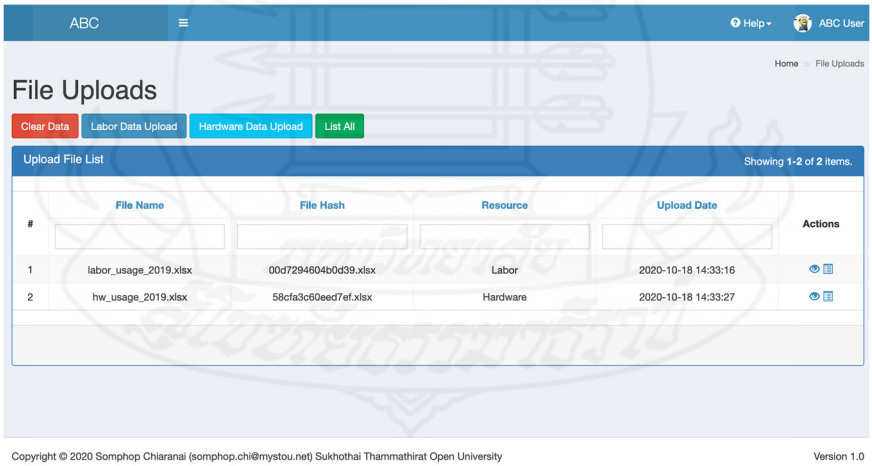
ถ้ามีข้อมูลเดิมแสดงอยู่ ในกดปุ่ม Clear Data

ทำการนำเข้าข้อมูลการใช้งานทรัพยากรแรงงานโดยการกดปุ่ม Labor Data Upload

ทำการนำเข้าข้อมูลการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์โดยการกดปุ่ม Hardware Data Upload

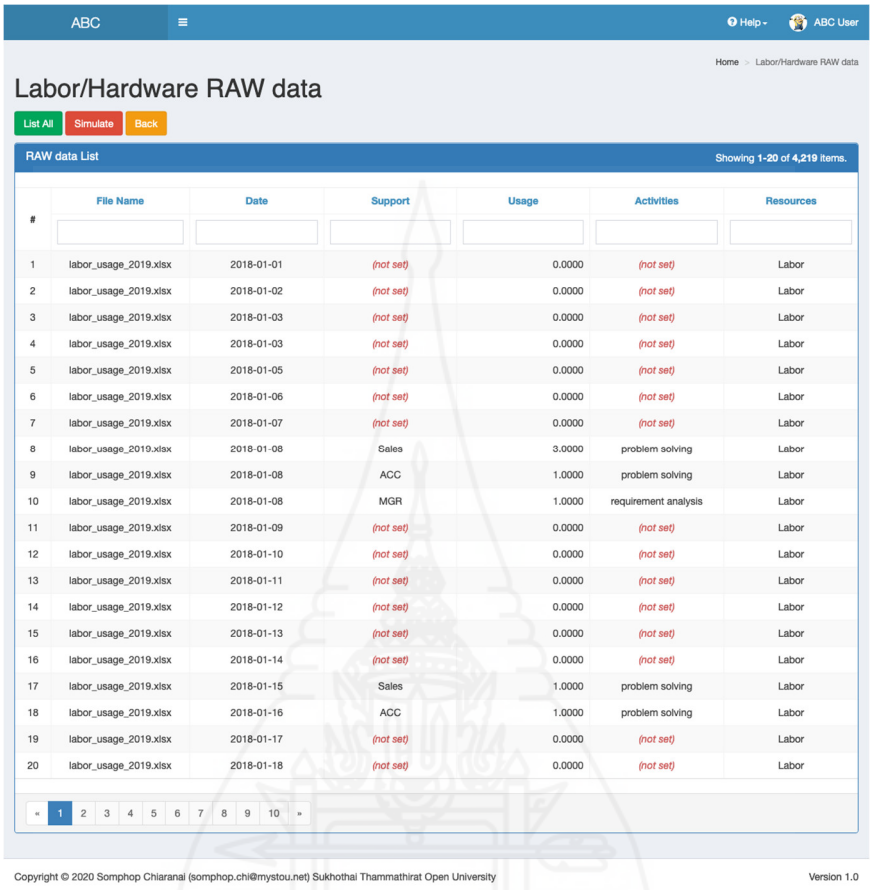


ทำการเลือกแฟ้มข้อมูลการใช้งานทรัพยากรที่ระบุ แล้วกดปุ่ม Upload หรือกดปุ่ม Back เพื่อย้อนกลับ

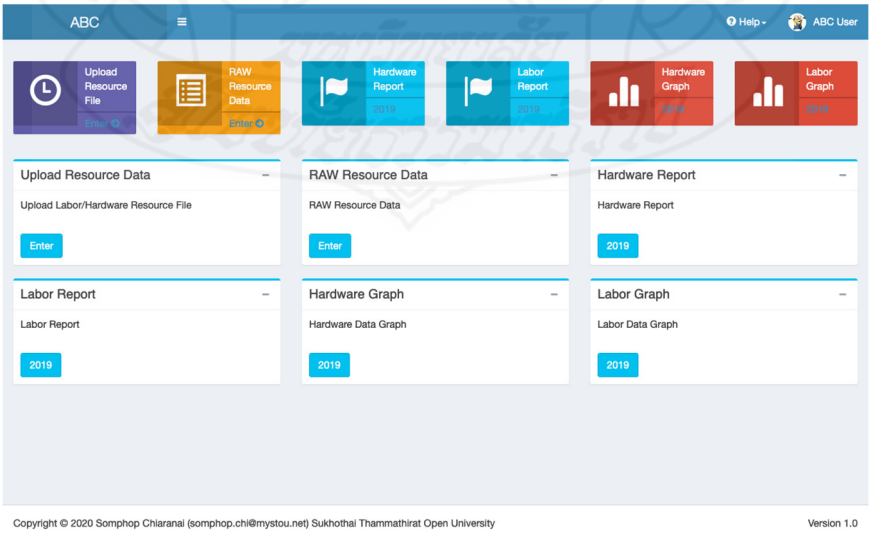


ระบบจะแสดงรายชื่อแฟ้มข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบ (File Name) และประเภทของทรัพยากร (Resource) ที่ต้องการวิเคราะห์

2. กดปุ่ม List All เพื่อแสดงข้อมูล



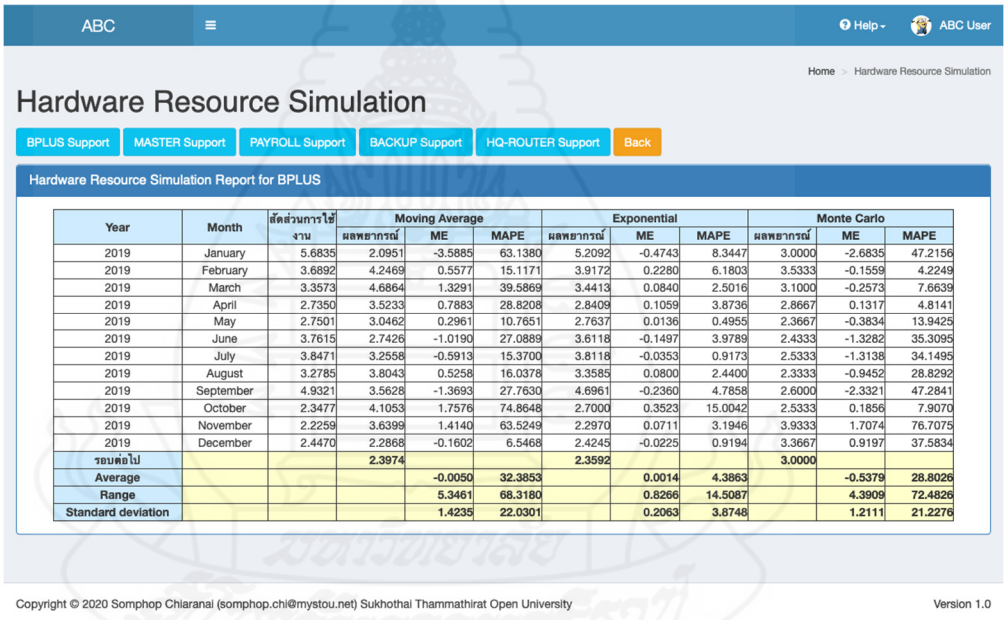
3. กดปุ่ม Simulate เพื่อให้ระบบทำการจำลองสถานการณ์การใช้งานทรัพยากรฯ



4. เลือกดูผลการจำลองสถานการณ์ในรูปแบบตาราง โดยการเลือก รอบปีบัญชีที่ต้องการ (เช่น 2019) จาก Hardware Report หรือ Labor Report

ระบบจะแสดงตัวผลักดันทรัพยากร ผลพยากรณ์ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Error: **ME**) และ ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: **MAPE**) โดยผลการพยากรณ์มี 3 ค่า ได้แก่ วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple **Moving Average**) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple **Exponential** Smoothing) และการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (**Monte Carlo** Simulation)

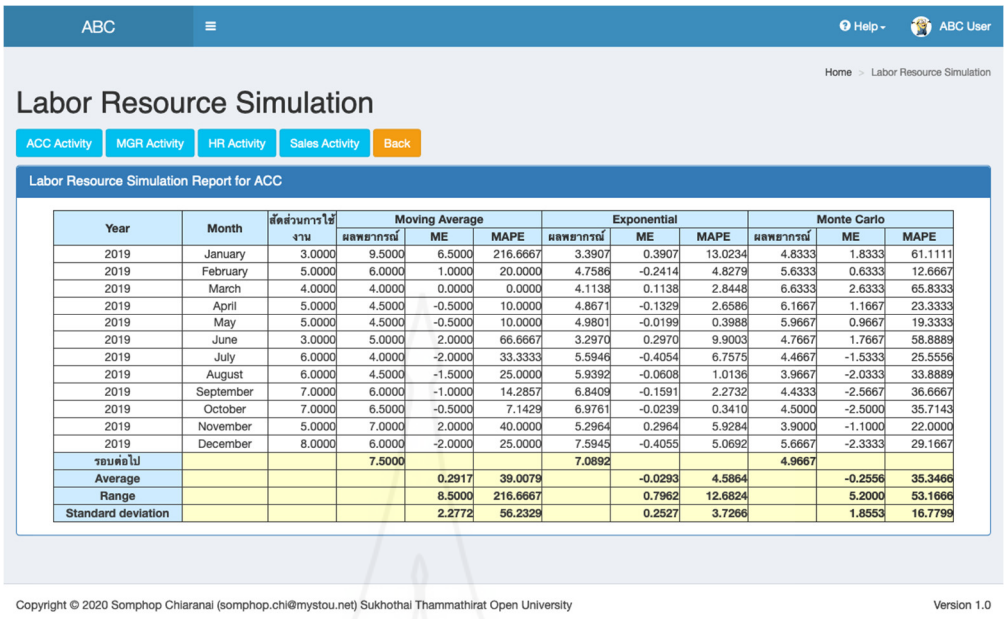
ในกรณีทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ระบบจะแสดงตัวผลักดันทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ในรูปแบบสัดส่วนการใช้งาน (ร้อยละ)



Year	Month	สัดส่วนการใช้งาน	Moving Average			Exponential			Monte Carlo		
			ผลพยากรณ์	ME	MAPE	ผลพยากรณ์	ME	MAPE	ผลพยากรณ์	ME	MAPE
2019	January	5.6835	2.0951	-3.5885	63.1380	5.2092	-0.4743	8.3447	3.0000	-2.6835	47.2156
2019	February	3.6892	4.2469	0.5577	15.1171	3.9172	0.2280	6.1803	3.5333	-0.1559	4.2249
2019	March	3.3573	4.6864	1.3291	39.5869	3.4413	0.0840	2.5016	3.1000	-0.2573	7.6639
2019	April	2.7350	3.5233	0.7883	28.8208	2.8409	0.1059	3.8736	2.8667	0.1317	4.8141
2019	May	2.7501	3.0462	0.2961	10.7651	2.7637	0.0136	0.4955	2.3667	-0.3834	13.9425
2019	June	3.7615	2.7426	-1.0190	27.0889	3.6118	-0.1497	3.9789	2.4333	-1.3282	35.3095
2019	July	3.8471	3.2558	-0.5913	15.3700	3.8118	-0.0353	0.9173	2.5333	-1.3138	34.1495
2019	August	3.2785	3.8043	0.5258	16.0378	3.3585	0.0800	2.4400	2.3333	-0.9452	28.8292
2019	September	4.9321	3.5628	-1.3693	27.7630	4.6961	-0.2360	4.7858	2.6000	-2.3321	47.2841
2019	October	2.3477	4.1053	1.7576	74.8648	2.7000	0.3523	15.0042	2.5333	0.1856	7.9070
2019	November	2.2259	3.6399	1.4140	63.5249	2.2970	0.0711	3.1946	3.9333	1.7074	76.7075
2019	December	2.4470	2.2868	-0.1602	6.5468	2.4245	-0.0225	0.9194	3.3667	0.9197	37.5834
รอบต่อไป			**2.3974**			**2.3592**			**3.0000**		
Average				**-0.0050**	**32.3853**		**0.0014**	**4.3863**		**-0.5379**	**28.8026**
Range				**5.3461**	**68.3180**		**0.8266**	**14.5087**		**4.3909**	**72.4826**
Standard deviation				**1.4235**	**22.0301**		**0.2063**	**3.8748**		**1.2111**	**21.2276**

สามารถเลือกดูข้อมูลของการใช้งานทรัพยากรฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ อาทิ ฮาร์ดแวร์ระบบ BPLUS ฮาร์ดแวร์ระบบ MASTER ฮาร์ดแวร์ระบบ PAYROLL ฮาร์ดแวร์ระบบ BACKUP ฮาร์ดแวร์ระบบ HQ-ROUTER

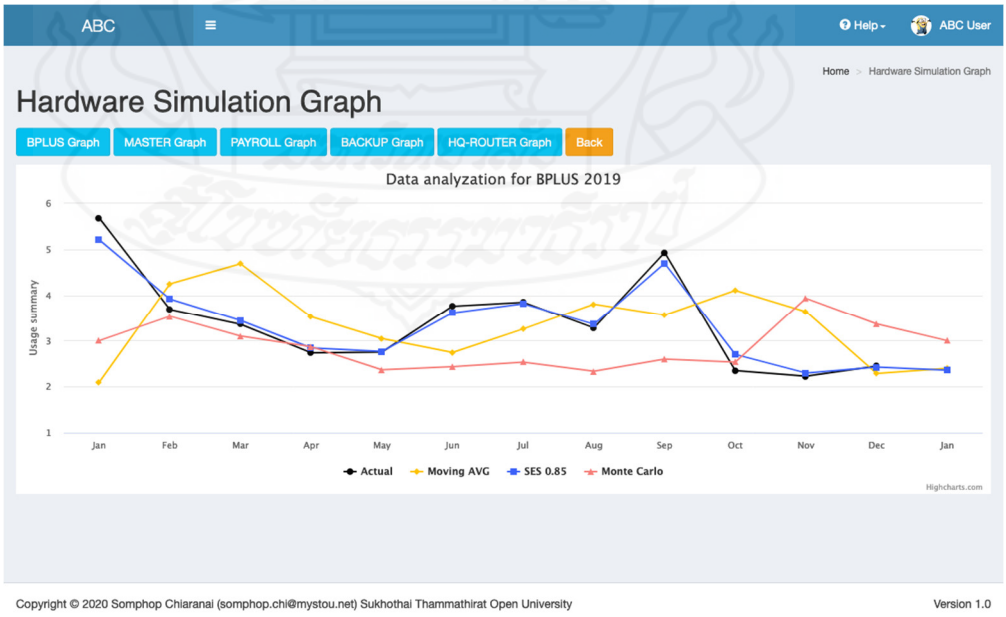
ในกรณีทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ระบบจะแสดงตัวผลักดันทรัพยากรแรงงาน ในรูปแบบสัดส่วนการใช้งาน (ชั่วโมง)



Year	Month	สัดส่วนการใช้งาน	Moving Average			Exponential			Monte Carlo		
			ผลพยากรณ์	ME	MAPE	ผลพยากรณ์	ME	MAPE	ผลพยากรณ์	ME	MAPE
2019	January	3.0000	9.5000	6.5000	216.6667	3.3907	0.3907	13.0234	4.8333	1.8333	61.1111
2019	February	5.0000	6.0000	1.0000	20.0000	4.7586	-0.2414	4.8279	5.6333	0.6333	12.6667
2019	March	4.0000	4.0000	0.0000	0.0000	4.1138	0.1138	2.8448	6.6333	2.6333	65.8333
2019	April	5.0000	4.5000	-0.5000	10.0000	4.8671	-0.1329	2.6586	6.1667	1.1667	23.3333
2019	May	5.0000	4.5000	-0.5000	10.0000	4.9801	-0.0199	0.3988	5.9667	0.9667	19.3333
2019	June	3.0000	5.0000	2.0000	66.6667	3.2970	0.2970	9.9003	4.7667	1.7667	58.8889
2019	July	6.0000	4.0000	-2.0000	33.3333	5.5946	-0.4054	6.7575	4.4667	-1.5333	25.5556
2019	August	6.0000	4.5000	-1.5000	25.0000	5.9392	-0.0608	1.0136	3.9667	-2.0333	33.8889
2019	September	7.0000	6.0000	-1.0000	14.2857	6.8409	-0.1591	2.2732	4.4333	-2.5667	36.6667
2019	October	7.0000	6.5000	-0.5000	7.1429	6.9761	-0.0239	0.3410	4.5000	-2.5000	35.7143
2019	November	5.0000	7.0000	2.0000	40.0000	5.2964	0.2964	5.9284	3.9000	-1.1000	22.0000
2019	December	8.0000	6.0000	-2.0000	25.0000	7.5945	-0.4055	5.0692	5.6667	-2.3333	29.1667
รอบต่อไป			**7.5000**			**7.0892**			**4.9667**		
Average				**0.2917**	**39.0079**		**-0.0293**	**4.5864**		**-0.2556**	**35.3466**
Range				**8.5000**	**216.6667**		**0.7962**	**12.6824**		**5.2000**	**53.1666**
Standard deviation				**2.2772**	**56.2329**		**0.2527**	**3.7266**		**1.8553**	**16.7799**

สามารถเลือกดูข้อมูลของการใช้งานทรัพยากรแรงงานเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ อาทิ กิจกรรมที่สนับสนุนฝ่ายบัญชี (ACC Activity) กิจกรรมที่สนับสนุนฝ่ายบริหาร (MGR Activity) กิจกรรมที่สนับสนุนฝ่ายบุคคล (HR Activity) กิจกรรมที่สนับสนุนฝ่ายขาย (Sales Activity)

5. เลือกดูกราฟผลการจำลองสถานการณ์ โดยการเลือก รอบปีบัญชีที่ต้องการ (เช่น 2019) จาก Hardware Graph หรือ Labor Graph



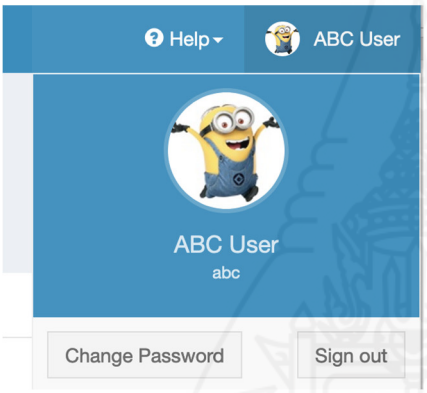
เส้นกราฟสี **ดำ** แสดงข้อมูลการใช้งานทรัพยากรจริง

เส้นกราฟสี **เหลือง** แสดงข้อมูลผลการพยากรณ์ด้วย วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple **Moving Average**)

เส้นกราฟสี **น้ำเงิน** แสดงข้อมูลผลการพยากรณ์ด้วย วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (**S**imple **E**xponential **S**moothing)

เส้นกราฟสี **แดง** แสดงข้อมูลผลการพยากรณ์ด้วย การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (**Monte Carlo** Simulation)

6. กดปุ่มบนด้านขวามือ เพื่อเปลี่ยนรหัสผ่าน หรือออกจากระบบ



ภาคผนวก ข

การเปรียบเทียบค่าคงที่ปรับให้เรียบ α
ของวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

ตารางเปรียบเทียบค่าคงที่ปรับให้เรียบ α ของวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย ด้วยข้อมูลการใช้งานฮาร์ดแวร์ PAYROLL พ.ศ. 2561

α	ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์ (MAPE)		
	ค่าเฉลี่ย	พิสัย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.05	44.9209	93.4366	30.4407
0.10	43.7535	99.5597	31.0421
0.15	42.4954	105.3424	32.1142
0.20	40.5058	120.2585	33.9708
0.25	39.1504	124.2444	34.9424
0.30	37.0341	132.6565	35.9772
0.35	36.5905	125.6903	34.8511
0.40	36.0067	127.9562	33.6511
0.45	35.3176	127.9278	32.5123
0.50	34.6760	125.6806	31.3949
0.55	34.3052	119.8110	30.1228
0.60	33.9123	114.1506	29.0634
0.65	33.5229	108.7635	28.2190
0.70	33.1518	103.6876	27.5929
0.75	32.8076	98.9514	27.1903
0.80	32.6789	97.1577	27.0934
0.85	32.2239	97.9875	27.0826
0.90	32.7425	98.0472	27.1372
0.95	32.8740	99.8703	27.2527
1.00	33.0105	101.7509	27.4047

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายสมภพ เจียรณัย
วัน เดือน ปีเกิด	9 มิถุนายน 2518
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
สถานที่ทำงาน	บริษัท ฮิตาชิ เมทัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด ตำบลพานทอง อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี 20000
ตำแหน่ง	ผู้ช่วยผู้จัดการทั่วไป ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ