การวิเคราะห์แนวทางการอพยพเคลื่อนย้ายคน ออกจากอาคารหากมีเหตุฉุกเฉิน กรณีศึกษาสำนักหอสมุดกลาง

Analysis of Guideline for Evacuating People from a Building in the Emergency Event: A Case Study of Central Library KMITL

จันทรกานต์ เกตุสวัสดิ์

ทัดธนัณ ขุนแดง

ธนภัทร กาญจนกันติกะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALYSIS OF GUIDELINE FOR EVACUATING PEOPLE FROM A BUILDING IN THE EMERGENCY EVENT: A CASE STUDY OF CENTRAL LIBRARY KMITL

CHANTARAKAN KETSAWAT
THATTHANAN KHUNDAENG
THANAPHAT KANJANAKANTIKA

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ การวิเคราะห์แนวทางการอพยพเคลื่อนย้ายคนออกจากอาคารหากมีเหตุฉุกเฉิน กรณีศึกษาสำนักหอสมุดกลาง
Analysis of Guideline for Evacuating People from a Building in the Emergency Event: A Case Study of Central Library KMITL

นักศึกษา นางสาวจันทรกานต์ เกตุสวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 62010109
นางสาวทัดธนัณ ขุนแดง รหัสนักศึกษา 62010322
นายธนภัทร กาญจนกันติกะ รหัสนักศึกษา 62010363

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.จารุวิสข์ ปราบณศักดิ์

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.จารุวิสข์ ปราบณศักดิ์ ผศ.ดร.จำรัส พิทักษ์ศฤงคาร ผศ.ดร.ปรีดา จาตุรพงศ์	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรอง

(รศ.ดร.ชลิดา อู่ตะเภา)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์แนวทางการอพยพเคลื่อนย้ายคน ออกจากอาคารหากมีเหตุฉุกเฉิน กรณีศึกษาสำนักหอสมุดกลาง

นางสาวจันทรกานต์	เกตุสวัสดิ์	62010109
นางสาวทัดธนัณ	ขุนแดง	62010322
นายธนภัทร	กาญจนกันติกะ	62010363

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.จารุวิสข์ ปราบณศักดิ์

ปีการศึกษา 2565

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการอพยพเคลื่อนย้ายคนออกจากอาคารหากมีเหตุฉุกเฉินภายในสำนักหอสมุดกลางของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเริ่มจากการศึกษามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับทางเข้า-ออกของอาคาร และทางหนีไฟในประเทศไทย นำผลจากการศึกษามาเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบันของการใช้งานภายในอาคารสำนักหอสมุดกลาง จากนั้นรวบรวมข้อมูลสถิติของผู้เข้าใช้งานภายในสำนักหอสมุดกลาง และนำข้อมูลสถิติที่ได้มาสร้างโมเดลแบบจำลองการอพยพโดยการสร้างสถานการณ์ที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ สถานการณ์รูปแบบที่ 1 คือสถานการณ์ปกติ และรูปแบบที่ 2 คือสถานการณ์ที่เกิดการอพยพคนออกจากสำนักหอสมุดกลางหากมีเหตุฉุกเฉินด้วยโปรแกรม PTV Vissim

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้รับองค์ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานอาคารในประเทศไทยที่ประกอบด้วยข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร กฎกระทรวงฉบับที่ 55 และมาตรฐาน วสท. และนำความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานอาคารที่ได้รับมาทำการเปรียบเทียบกับอาคารสำนักหอสมุดกลาง พบว่าสำนักหอสมุดกลางในปัจจุบันมีลักษณะทางกายภาพตามที่มาตรฐานกำหนด และเมื่อได้นำข้อมูลสถิติที่เก็บรวบรวมได้มาสร้างแบบจำลองการอพยพออกจากอาคารสำนักหอสมุดกลางจากชั้น 4 ลงมาที่ทางออกนอกอาคาร จากแบบจำลองพบว่าการในสถานการณ์ปกติใช้เวลาอพยพที่น้อยกว่าสถานการณ์ฉุกเฉินที่กำหนดขึ้นมาให้มีเหตุเพลิงไหม้ที่บริเวณทางออกชั้นที่ 1 แต่ทั้ง 2 สถานการณ์ใช้เวลาที่ต่างกันไม่มากนักและอยู่ในเวลาที่มาตรฐานกำหนด คือไม่เกิน 5 นาที จากการศึกษานี้จึงสรุปได้ว่าอาคารสำนักหอสมุดกลางสามารถอพยพย้ายคนออกจากอาคารได้ตามที่มาตรฐานกำหนด

คำสำคัญ: การอพยพ, อาคารสำนักหอสมุดกลาง, เหตุฉุกเฉิน, โปรแกรม PTV Vissim, ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร, กฎกระทรวงฉบับที่ 55, มาตรฐาน วสท., แบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysis of Guideline for Evacuating People from a Building in the Emergency Event: A Case Study of Central Library KMITL

Miss. Chantarakan Ketsawat 62010109

Miss. Thatthanan Khundaeng 62010322

Mr. Thanaphat Kanjanakantika 62010363

Adviser: Asst. Prof. Dr.Jaruwit Prabnasak

Academic Year 2022

ABSTRACT

The objective of this study was to study evacuation guidelines in case of an emergency in the Central Library of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. The study compared the current conditions of use in the Central Library. Then collect user statistics data within the Central Library. And use the statistics obtained to create an evacuation model by creating two different scenarios. The first scenario is the normal scenario, and the second scenario is the evacuation of people from the Central Library if there is an emergency with the PTV Vissim.

In this study, the students learned about building standards in Thailand consisting of the Bangkok Metropolitan Administration, the Ministry's Regulation No. 55 and the EIT standard. And applied knowledge of the building standards to compare with the Central Library building. It was found that the Central Library now has physical characteristics according to the standard. When the collected statistics were used to create an evacuation model from the Central Library building from the 4th floor to the outside of the building. The simulation shows that in normal situations, it takes less time to evacuate than emergency situations. However, both situations take little time and not more than 5 minutes. The study concluded that the central library building could evacuate as required.

KEYWORDS: Evacuation, The Central Library, Emergency, The PTV Vissim, The Bangkok Metropolitan Administration, The Ministry's Regulation No. 55, EIT standard, Simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.จารุวิสช์ ปราบณศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณสำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออนุเคราะห์ในเรื่องข้อมูลและสถานที่ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาและการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษาในภาควิชาวิศวกรรมโยธานี้ตลอดมา

สุดท้ายขอขอบคุณบิดา มารดาอันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งเป็นผู้ให้กำลังใจสนับสนุนการศึกษาเล่าเรียนของคณะผู้จัดทำตลอดมา คณะผู้จัดทำรู้สึกซายซึ้งในพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาวจันทรกานต์ เกตุสวัสดิ์
นางสาวทัดธนัณ ขุนแดง
นายธนภัทร กาญจนกันติกะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1
1.3 สมมติฐานของงานวิจัย 1
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 4
2.1 มาตรฐานอาคารในประเทศไทย 4
2.2 มาตรฐานป้ายทางหนีไฟ 6
2.3 กระแสการไหลของคนเดินเท้า 7
2.4 โปรแกรม PTV Vissim 8
2.5 การตรวจสอบโปรแกรม PTV Vissim 10
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
2.7 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ 14
3.1 กรอบงานวิจัย 14
3.2 ข้อจำกัดในงานวิจัย 16
3.3 การสำรวจพื้นที่ศึกษา 16
3.4 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ 18
3.5 การสร้างพื้นที่คนเดินเท้าด้วยโปรแกรม AutoCAD 21
3.6 การสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม PTV Vissim 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา 32

4.1 ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนาม 32

4.2 ผลจากแบบจำลอง 35

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา 45

5.1 ข้อสรุปจากงานวิจัย 45

5.2 ข้อเสนอแนะ 45

บรรณานุกรม 46

ภาคผนวก 49

ประวัติผู้เขียน 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 3
3.1 ข้อมูลสถิติผู้เข้าใช้งานของสำนักหอสมุดกลางตั้งแต่ปี 2560 - 2565 18
3.2 จำนวนผู้ใช้งานชั้นที่ 1 ของสำนักหอสมุดกลาง ทั้ง Zone A และ B 19
3.3 จำนวนผู้ใช้งานชั้นที่ 2 ของสำนักหอสมุดกลาง ทั้ง Zone C และ D 19
3.4 จำนวนผู้ใช้งานชั้นที่ 3 ของสำนักหอสมุดกลาง ทั้ง Zone E และ F 19
3.5 จำนวนผู้เข้าใช้งานเฉลี่ยรายเดือน 20
3.6 จำนวนผู้เข้าใช้งานเฉลี่ยตามโซนและชั้นต่าง ๆ ของสำนักหอสมุดกลาง 20
3.7 ร้อยละผู้เข้าใช้งานในแต่ละโซนจากจำนวนผู้ใช้งานทั้งหมด 21
4.1 ลักษณะทางกายภาพของทางหนีไฟหลักเทียบกับมาตรฐานอาคาร 33
4.2 ผลการจำลองการเดินชั้น 4 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ 37
4.3 ผลการจำลองการเดินชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ 38
4.4 ผลการจำลองการเดินชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ 38
4.5 ผลการจำลองการเดินชั้น 1 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ 39
4.6 ผลรวมเวลาแบบจำลองคนเดินเท้าจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกในสถานการณ์ปกติ 40
4.7 ผลการจำลองการเดินชั้น 4 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน 41
4.8 ผลการจำลองการเดินชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน 42
4.9 ผลการจำลองการเดินชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน 42
4.10 ผลการจำลองการเดินชั้น 1 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน 43
4.11 ผลรวมเวลาแบบจำลองคนเดินเท้าจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกในสถานการณ์ฉุกเฉิน 44
ก-1 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2560 50
ก-2 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2561 51
ก-3 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2562 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ตัวอย่างความแออัดของทางเดินเท้าในสถานีรถไฟในกรุงเทพมหานคร 7
2.2 ตัวอย่างการจำลองสภาพการจราจรในเขตเมือง 9
2.3 หนังสือมาตรฐาน NFPA 101 Life safety code 13
3.1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย 15
3.2 รูปแสดงผังอาคารสำนักหอสมุดกลาง 4 ชั้น 17
3.3 รูปแสดงทางเข้าออกหลักบริเวณหน้าเคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ 17
3.4 รูปแสดงทางเข้าออกบริเวณห้อง Co-working space 17
3.5 รูปแสดงการแบ่งโซนในแต่ละชั้นของสำนักหอสมุดกลาง 18
3.6 รูปแสดงการตั้งค่าหน่วยในโปรแกรม AutoCAD 22
3.7 รูปแสดงการตั้ง Layer 22
3.8 รูปแสดงวาดแปลนอาคารด้วยโปรแกรม AutoCAD 23
3.9 รูปแสดงการตั้งค่าพารามิเตอร์พื้นฐาน 24
3.10 รูปแสดงการสร้างระดับพื้นของพื้นที่คนเดินเท้า 24
3.11 รูปแสดงการนำเข้าไฟล์ AutoCAD (.dwg) 25
3.12 รูปแสดงการตั้งค่าพื้นที่คนเดินเท้าจากการนำเข้าไฟล์ AutoCAD 25
3.13 รูป 2 มิติแสดงภาพพื้นที่คนเดินเท้าที่นำเข้าจาก AutoCAD 26
3.14 รูป 3 มิติแสดงภาพพื้นที่คนเดินเท้าที่นำเข้าจาก AutoCAD 26
3.15 รูปแสดงการตั้งค่าสำหรับการกำหนดพื้นที่เริ่มต้นการเดิน 27
3.16 รูปแสดงการกำหนดเส้นทางการเดินหลัก 27
3.17 รูปแสดงการตั้งค่าการกำหนดเส้นทางเดินหลัก 28
3.18 รูปแสดงการตั้งค่าเส้นทางการเดินรอง 29
3.19 รูปแสดงการกำหนดเส้นทางการจับเวลาเส้นทางเดิน 29
3.20 รูปแสดงการตั้งค่าก่อนการรันโปรแกรม 30
3.21 รูปแสดงผลการตรวจสอบโปรแกรม 31
3.22 รูปแสดงผล Pedestrian travel times 31
3.23 รูปแสดงผล Pedestrian network performance 31
4.1 บันไดทางขึ้นลงหลักบริเวณข้างลิฟต์ 32
4.2 บันไดทางขึ้นลงเฉพาะเจ้าหน้าที่ 32
4.3 รูปแสดงสัญลักษณ์ป้ายทางหนีไฟ 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.4 รูปแสดงผังการเดินอพยพ 34
4.5 รูปแสดงโต๊ะและชั้นวางหนังสือในชั้น 1 และชั้น 3 34
4.6 รูปแสดงประตูกั้นอัตโนมัติบริเวณทางเข้าออกอาคาร 35
4.7 รูปแสดงแบบจำลองอาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 4 35
4.8 รูปแสดงแบบจำลองอาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 3 35
4.9 รูปแสดงแบบจำลองอาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 2 36
4.10 รูปแสดงแบบจำลองอาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 1 36
4.11 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 4 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ 37
4.12 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ 37
4.13 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ 38
4.14 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ 39
4.15 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 4 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน 41
4.16 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน 41
4.17 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน 42
4.18 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน 43
ก-1 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2563 53
ก-2 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2564 54
ก-3 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2565 55
ก-4 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2566 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากเหตุการณ์โศกนาฏกรรมสำคัญที่เกิดขึ้นในอดีต ไม่ว่าจะเป็นเหตุการณ์ที่มีแฟนบอลเบียดเสียดกันเพื่อเข้าไปชมการแข่งขันฟุตบอลนัดชิงชนะเลิศจนเกิดเหตุเหยียบกันเสียชีวิตในสนามฟุตบอลฮิลส์โบโรที่ประเทศอังกฤษ เหตุการณ์ที่ชาวมุสลิมที่เดินทางไปประกอบพิธีฮัจญ์เป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดเหตุการณ์เบียดเสียดเหยียบกันบ่อย ๆ ที่นครเมกกะ ในประเทศซาอุดีอาระเบีย เหตุการณ์ที่การเหยียบกันในเทศกาลฮาโลวีน ย่านอิแทวอน ประเทศเกาหลีใต้หรือจะเป็นเหตุการณ์ที่มีผู้เสียชีวิต เนื่องจากไม่สามารถอพยพออกจากอาคารที่มีเหตุเพลิงไหม้ได้ทันอย่างเหตุการรณ์ที่เมาท์เทนบี ในประเทศไทย เหตุ การณ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงความผิดพลาดในการจัดการเกี่ยวกับผู้คนในสถานที่ที่มีความแออัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหตุการณ์เมาท์เทนบีที่เกิดขึ้นในประเทศไทยนั้น นอกจากจะชี้ให้เห็นถึงความผิดพลาดด้านการจัดการผู้คนแล้ว ยังชี้ให้เห็นถึงความไม่ได้มาตรฐานของการออกแบบอาคาร

ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงปัญหาในส่วนนี้ จึงได้จัดทำวิจัยฉบับนี้ขึ้น โดยเลือกที่จะศึกษาที่อาคารสำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เนื่องจากเป็นสถานที่ที่นักศึกษาส่วนใหญ่ไปใช้ในการอ่านหนังสือเตรียมตัวสอบเป็นประจำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่มีการสอบกลางภาคและปลายภาคเรียนจำนวนผู้เข้าใช้งานที่สำนักหอสมุดกลางจะมีความหนาแน่นมากเป็นพิเศษ ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาที่อาคารสำนักหอสมุดกลาง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสภาพปัจจุบันของอาคารกับมาตรฐานอาคารในประเทศไทย และสร้างแบบจำลองช่วยการวิเคราะห์แนวทางการเคลื่อนย้ายคนออกจากอาคาร

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1.2.1 เพื่อศึกษามาตรฐานอาคารที่เกี่ยวข้องกับทางเข้า-ออก ทางเดิน และทางหนีไฟ

1.2.2 เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของการใช้งาน และการเดินเท้าภายในอาคารสำนักหอสมุดกลาง

1.2.3 เพื่อศึกษาพัฒนาแบบจำลองการเดินเท้า Viswalk ภายในอาคารสำนักหอสมุดกลาง

1.2.4 เพื่อทดสอบสถานการณ์สมมติต่าง ๆ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้รวมถึงสภาวะวิกฤตของการเดินเท้าภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ภายในสำนักหอสมุดกลาง

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1.3.1 สถานการณ์ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.1.1 สำหรับนักศึกษาสามารถขึ้น – ลงอาคารโดยใช้บันไดหลักที่อยู่ตรงลิฟต์

1.3.1.2 สำหรับเจ้าหน้าที่ สามารถใช้บันไดด้านข้างได้ทั้ง 3 ที่

1.3.1.3 การเข้าออกอาคารต้องผ่านประตูอัตโนมัติ

1.3.2 สถานการณ์ฉุกเฉิน

1.3.2.1 จำลองการเกิดเพลิงไหม้ที่ชั้น 1 บริเวณทางเข้าหลัก

1.3.2.2 การเข้า - ออกอาคารจะมีเพียงทางออกเดียวคือ ตรงบริเวณ co-working space

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยบุคลากรและนักศึกษาของสถาบันเทคโนโลยีพระจอม-เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ใช้บริการหอสมุดกลาง

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ได้ศึกษา เพื่อนำไปใช้ในการทำวิจัย ได้แก่

1.4.2.1 กฎหมายควบคุมอาคาร

1) กฎหมายกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543)

2) ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544

3) ข้อกำหนด วสท. 3002-51

1.4.2.2 การสำรวจอาคารสำนักหอสมุดกลางของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ-ทหารลาดกระบัง

1.4.2.3 โปรแกรม PTV Vissim

1) ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม

2) ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในประเทศไทย

1.4.3 ขอบเขตด้านสถานที่

สำนักหอสมุดกลางของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2565 - พฤษภาคม 2566

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลาการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนดังตารางที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการ	2565					2566				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษามาตรฐานอาคารในประเทศไทย	←	→								
2. ศึกษาโปรแกรม PTV Vissim										
2.1 วิธีการใช้โปรแกรม		←	→							
2.2 ตัวอย่างการนำโปรแกรมมาประยุกต์ใช้			←	→						
3. การสำรวจข้อมูลภาคสนาม										
3.1 สำรวจช่องทางหนีไฟของอาคาร			←	→						
3.2 รวบรวมสถิติผู้เข้าใช้งาน		←	→	←	→					
4. รวบรวมข้อมูลและนำมาวิเคราะห์					←	→				
5. สร้างแบบจำลอง										
5.1 สถานการณ์ปกติ						←	→			
5.2 สถานการณ์ฉุกเฉิน								←	→	
6. สรุปผลการศึกษา										← →

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เสริมสร้างองค์ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานอาคารในประเทศไทย และสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบสภาพอาคารปัจจุบันของสำนักหอสมุดกลางได้

1.6.2 เสริมสร้างองค์ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับโปรแกรมสร้างแบบจำลอง PTV Vissim และสามารถนำโปรแกรมมาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองการอพยพภายในอาคารได้

1.6.3 งานวิจัยนี้จะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจำลองการอพยพในสถานการณ์อื่น ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นกับอาคารสำนักหอสมุดกลางได้ต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

2.1 มาตรฐานอาคารในประเทศไทย

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงมาตรฐานอาคารในประเทศไทยที่มีจำนวนชั้นความสูงไม่เกิน 4 ชั้น ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ คือ ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร กฎกระทรวง และมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย วสท. 3002–51

2.1.1 ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร

ตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544 ได้กำหนดให้อาคารต่างๆ ดังต่อไปนี้ ที่มีการก่อสร้างหรือดัดแปลงเกิน 1 ชั้น ต้องมีทางหนีไฟโดยเฉพาะอย่างน้อย 1 ทางด้วย นอกเหนือจากบันไดปกติ อาคารที่กำหนด ได้แก่ โรงมหรสพ หอประชุม โรงงาน โรงแรม โรงพยาบาล หอสมุด ห้างสรรพสินค้า ตลาด สถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ ท่าอากาศยาน และสถานีขนส่งมวลชน ซึ่งมีรายละเอียดอื่น ๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1.1 ลักษณะของทางหนีไฟ

1) บันไดหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟและเป็นวัสดุถาวร มีความกว้างไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร และไม่เกิน 150 เซนติเมตร ลูกตั้งบันไดสูงไม่เกิน 20 เซนติเมตร และลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร ชานพักกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได มีราวบันไดสูง 90 เซนติเมตร และห้ามบันไดหนีไฟเป็นแบบบันไดเวียน

2) พื้นหน้าบันไดหนีไฟต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได และอีกด้านหนึ่งไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร กรณีที่ใช้ทางลาดหนีไฟแทนบันไดหนีไฟ ความลาดชันของทางหนีไฟนี้ต้องไม่เกินร้อยละ 12

3) บันไดหนีไฟภายในอาคาร ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร มีผนังทึบที่สร้างด้วยวัสดุทนไฟและถาวรกั้นโดยรอบ เว้นส่วนที่เป็นช่องระบายอากาศ และช่องประตูหนีไฟแต่ละชั้นต้องมีช่องระบายอากาศที่เปิดสู่ภายนอกอาคารได้โดยมีพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่า 1.4 ตารางเมตร และต้องมีแสงสว่างให้เพียงพอ

4) ตึกแถวหรือบ้านแถวที่ไม่เกิน 4 ชั้น หรือสูงไม่เกิน 15 เมตรจากระดับถนน บันไดหนีไฟจะอยู่ในแนวดิ่งก็ได้แต่ต้องมีชานพักบันไดทุกชั้น มีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ระยะห่างของขั้นบันไดแต่ละขั้นไม่มากกว่า 40 เซนติเมตร บันไดขั้นสุดท้ายอยู่สูงกว่าระดับพื้นดินได้ไม่เกิน 3.50 เมตร สามารถติดตั้งบันไดในส่วนที่ว่างด้านหลังอาคารได้

5) ตำแหน่งบันไดหนีไฟ ที่ไม่ใช่สำหรับตึกแถวหรือบ้านแถวบันไดหนีไฟต้องอยู่ห่างจากประตูห้องสุดท้ายด้านทางเดินที่เป็นทางตันไม่เกิน 10 เมตร ระยะห่างระหว่างบันไดหนีไฟตามทางเดินต้องไม่เกิน 60 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ต้องมีบันไดหนีไฟจากชั้นสูงสุดสู่พื้นดินถ้าเป็นบันไดหนีไฟภายในอาคาร และมีบันไดหนีไฟจากชั้นสูงสุดถึงพื้นชั้น 2 ถ้าเป็นบันไดหนีไฟภายนอกอาคาร

2.1.1.2 ลักษณะประตูบันไดหนีไฟ

ประตูบันไดต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ มีความกว้างไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง และต้องเป็นบานเปิดแบบผลักเข้าสู่บันได และมีอุปกรณ์ที่บังคับให้บานประตูปิดได้เอง และต้องไม่มีธรณีประตู

2.1.1.3 ลักษณะป้ายทางหนีไฟ

ป้ายทางหนีไฟต้องมีลักษณะเป็นป้ายเรืองแสงหรือเครื่องหมายไฟ มีการส่องสว่างด้วยไฟสำรองฉุกเฉินสำหรับบอกทางออกสู่บันไดหนีไฟ ติดตั้งเป็นระยะตาทางเดินหน้าทางออกสู่บันไดหนีไฟ และทางออกจากบันไดหนีไฟสู่ภายนอกอาคารหรือชั้นที่มีทางหนีไฟได้อย่างต่อเนื่อง โดยป้ายทางหนีไฟดังกล่าวต้องแสดงข้อความทางหนีไฟเป็นอักษรมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร หรือเครื่องหมายที่มีแสงสว่างและแสดงว่าเป็นทางหนีไฟให้ชัดเจน

2.1.1.4 ลักษณะผนังทางหนีไฟ

1) ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก หนาไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร

2) ผนังอิฐ หนาไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร

3) ผนังคอนกรีตบล็อก หนาไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร

4) ผนังวัสดุอย่างอื่น ต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2.1.2 กฎกระทรวงฉบับที่ 55

2.1.2.1 ลักษณะของทางหนีไฟ

1) บันไดหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ มีความลาดชันน้อยกว่า 60 องศา และต้องมีชานบันไดทุกชั้น ยกเว้นตึกแถวและบ้านแถวที่สูงไม่เกิน 4 ชั้นสามารถให้บันไดหนีไฟมีความลาดชันเกิน 60 องศาได้

2) บันไดหนีไฟภายนอกอาคาร ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และมีผนังส่วนที่บันไดหนีไฟพาดผ่านเป็นผนังทึบที่สร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ ถ้าบันไดหนีไฟภายนอกอาคารนี้ทอดไปไม่ถึงพื้นชั้นล่าง ต้องมีบันไดโลหะที่สามารถเลื่อนลงมาจนถึงพื้นชั้นล่างได้

3) บันไดหนีไฟภายในอาคาร ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร มีผนังกั้นโดยรอบตัวบันไดที่เป็นผนังทึบสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ เว้นเฉพาะช่องระบายอากาศและช่องประตูหนีไฟ ต้องมีอากาศถ่ายเทได้จากภายนอกอาคาร โดยแต่ละชั้นต้องมีช่องระบายอากาศที่เปิดสู่ภายนอกอาคารได้โดยมีพื้นที่ของช่องระบายอากาศนี้รวมกันไม่น้อยกว่า 1.4 ตารางเมตร และต้องมีแสงสว่างให้เพียงพอ

4) พื้นหน้าบันไดหนีไฟต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได และอีกด้านหนึ่งไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 ลักษณะประตูบันไดหนีไฟ

ประตูหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ มีความกว้างไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร และต้องเป็นบานเปิดแบบผลักออกสู่ภายนอกเท่านั้น ต้องมีอุปกรณ์ที่บังคับให้ประตูปิดได้เอง และสามารถเปิดประตูออกได้สะดวกตลอดเวลา และต้องไม่มีธรณีประตู

2.1.2.3 ลักษณะผนังทางหนีไฟ

1) ผนังทึบที่ก่อด้วยอิฐธรรมดาหนาไม่น้อยกว่า 18 เซนติเมตร และไม่มีช่องที่ให้ไฟหรือควันผ่านได้

2) ผนังทึบที่ทำด้วยวัสดุทนไฟอย่างอื่นที่มีคุณสมบัติในการป้องกันไฟได้ดีไม่น้อยกว่าผนังที่ก่อด้วยอิฐธรรมดาหนา 18 เซนติเมตร

3) ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก หนาไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร

2.1.3 มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย วสท. 3002–51

2.1.3.1 ลักษณะของทางหนีไฟ

1) ความกว้างของเส้นทางหนีไฟ ต้องกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร โดยวัดที่จุดที่แคบที่สุดในเส้นทางหนีไฟ ยกเว้นส่วนที่ยื่นเข้ามาด้านละไม่เกิน 110 มิลลิเมตร และสูงไม่เกิน 950 มิลลิเมตร

2) จำนวนเส้นทางหนีไฟจากชั้นของอาคาร ชั้นลอย หรือระเบียง ต้องมีอย่างน้อย 2 เส้นทาง

3) อาคารที่มีความจุคนมากกว่า 500 คน แต่ไม่เกิน 1,000 คน ต้อง มีเส้นทางหนีไฟ 3 เส้นทาง ถ้าความจุคนมากกว่า 1,000 คน ต้องมีเส้นทางหนีไฟ 4 เส้นทาง

4) ผิวทางเดินบนเส้นทางหนีไฟต้องมีการป้องกันการลื่นตลอดเส้นทาง

5) ผิวทางเดินบนเส้นทางหนีไฟต้องราบเรียบ กรณีระดับผิวต่างกันเกิน 6 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน13 มิลลิเมตร ต้องปรับระดับด้วยความลาดเอียง 1 ต่อ 2 กรณีต่างระดับมากกว่า 13 มิลลิเมตร

6) กรณีมีการเปลี่ยนระดับบนเส้นทางหนีไฟ ต้องใช้ทางลาดเอียงหรือบันได หรือวิธีอื่นๆ ตามรายละเอียดที่กำหนดในมาตรฐานนี้ ถ้าใช้บันได ลูกนอนจะต้องมีความลึกไม่น้อยกว่า 0.28 เมตร ถ้ามีการเปลี่ยนระดับในเส้นทางหนีไฟเกิน 0.75 เมตร ด้านที่เปิดโล่งต้องทำราวกันตก

2.2 มาตรฐานป้ายทางหนีไฟ

ป้ายทางหนีไฟ หรือป้ายทางออกฉุกเฉิน เป็นสิ่งสำคัญมากอย่างหนึ่ง เนื่องจากเป็นสิ่งแรกที่ใช้สื่อสารกับผู้ใช้อาคารขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้ ป้ายทางหนีไฟที่ชัดเจนและเพียงพอจะช่วยให้ผู้ใช้อาคารสามารถนำตนเองไปในทิศทางที่ถูกต้องตามป้ายทางหนีไฟเหล่านั้น และช่วยทำให้หารเคลื่อนย้ายคนออกจากอาคารเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.1 ลักษณะป้ายทางหนีไฟ

1) ป้ายทางออกฉุกเฉินต้องมีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือจัตุรัส ประกอบด้วยสัญลักษณ์รูปคนวิ่งผ่านประตูไปทางซ้ายหรือทางขวา และสัญลักษณ์ลูกศรชี้ไปทางซ้าย ทางขวา หรือตรงไป โดยสัญลักษณ์ลูกศรและประตูขององค์ประกอบภาพต้องเป็นสีขาว ฉากหลัง และพื้นที่เพิ่มเติมของป้ายต้องเป็นสีเขียว

2) ขนาดภาพที่ปรากฏบนโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินต้องมีขนาด 10, 15, 20 เซนติเมตร หรือใหญ่กว่า

3) ติดตั้งป้ายทางออกด้านบนเพื่อสังเกตได้ง่าย ขอบล่างของป้ายสูงจากพื้นประมาณ 2-2.7 เมตร อาจเพิ่มป้ายทางออกด้านล่างหรือแบบฝังพื้นได้

4) ระยะห่างระหว่างป้ายทางออกด้านบนขึ้นอยู่กับขนาดความสูงของสัญลักษณ์บนป้าย สัญลักษณ์ที่มีขนาดความสูง 10 เซนติเมตร ต้องห่างไม่เกิน 24 เมตร, ขนาด 15 เซนติเมตร ห่างไม่เกิน 36 เมตร, ขนาด 20 เซนติเมตร ห่างไม่เกิน 48 เมตร ระยะห่างมากขึ้นสามารถคำนวณได้โดยใช้ 2.4 คูณความสูงของสัญลักษณ์ (เซนติเมตร)

2.3 กระแสการไหลของคนเดินเท้า (Pedestrian flow)

การไหลของคนเดินเท้าคือ การเคลื่อนไหวของมนุษย์รวมทั้งรูปแบบการเดินไปในพื้นที่เฉพาะ การเติบโตของประชากรกลายเป็นปัญหาในเรื่องของความแออัดและส่งผลกระทบต่อปัญหาการจราจร จึงเกิดการศึกษาการสัญจรทางเท้าเพื่อการจัดการการไหลของคน และตอบสนองต่อการรองรับคนเดินเท้าและอำนวยความสะดวกให้กับผู้คน

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างความแออัดของทางเดินเท้าในสถานีรถไฟในกรุงเทพมหานคร
ที่มา: https://pantip.com/topic/39167067

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาการไหลของคนเดินเท้า ในสถานที่ต่างๆ ซึ่งพยายามสร้างรูปแบบของมนุษย์ขึ้นใหม่ในแต่ละพื้นที่ของการศึกษา ลักษณะ ทางเดินเท้าจะขึ้นอยู่กับอายุ เพศ สัมภาระที่บรรทุก และข้อมูลเพิ่มเติม เช่น พื้นที่ว่าง เปรียบเทียบ ความเร็วในการเดินของแต่ละข้อจำกัด ความผันผวนของกระแสคนเดินเท้า ขึ้นอยู่กับเวลาที่ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนจะมีผู้คนจำนวนมาก จึงเลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณหอสมุดกลาง สจล.ที่ในช่วงสอบกลางภาคและปลายภาค จะมีนักศึกษาเข้าใช้งานจำนวนมากและทำให้ในแต่ละพื้นที่เป็นการง่ายต่อการสังเกตการเคลื่อนไหวของคนเดินเท้าเพื่อสร้างจุดเริ่มต้นและปลายทางของคนเดินเท้า

มีการศึกษาการไหลของคนเดินเท้าในกรณีทั่วไป เช่น การวิเคราะห์ในโรงอาหารในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน ผลปรากฏว่ามีนักเรียนจำนวนมากและเวลาในการเข้าคิวที่สูงขึ้น ดังนั้นการจัดการปัญหาคนเดินเท้าในโรงอาหารจึงได้รับการพิจารณา เพื่อจัดการลดความแออัดและเวลาในการรอคิวในสถานการณ์จริง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลกระทบของช่องทางรูปตัว Y ต่อการไหลของทางเดินเท้า ความแออัดที่เกิดขึ้นที่จุดเชื่อมต่อของช่องทาง Y และมุมที่ส่งผลต่อความหนาแน่นของการไหล มีการศึกษาแบบจำลองขนาดใหญ่เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจราจรของยานพาหนะและการไหลของคนเดินถนน (Borsche & Meurer,2562). และนอกจากนี้กรณีเฉพาะของการสัญจรทางเท้าได้ดำเนินการโดยการทดลองควบคุมสำหรับการจัดการฝูงชนและความปลอดภัยสาธารณะภายใต้ความหนาแน่นที่แตกต่างกัน (P. Wang, Cao & Yao, 2019) อีกทั้งการทดลองที่มาจากปัญหาคอขวดซึ่งเป็นปัญหาทั่วไปในพื้นที่แคบ การศึกษาแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและเวลาความเร็ว (Liao et al., 2016) ในการอพยพหนีภัยพิบัติโครงสร้างพื้นฐานพังทลายระหว่างสถานการณ์แผ่นดินไหว ดังนั้นการร่วงหล่นของเศษซากจึงเป็นปัญหาร้ายแรงต่อความปลอดภัยในการจำลอง (X. Lu, Yang, Cimellaro, & Xu, 2019) อย่างไรก็ตามปัจจัยสำคัญในการทดลองควรประเมินจากสภาวะอารมณ์ ขอบเขตการศึกษา และความสมจริงในการทดลอง

การอพยพเป็นกระบวนการตอบสนองในสถานการณ์ฉุกเฉิน ในการจัดการฝูงชนเพื่อความปลอดภัยของผู้อพยพในสถานการณ์ฉุกเฉิน พารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อการอพยพคนเดินเท้าในกรณีส่วนใหญ่คือการออกแบบโครงสร้างและพฤติกรรม การอพยพ ตัวอย่างบางส่วนของงานวิจัยก่อนหน้านี้วิเคราะห์และจำแนกพารามิเตอร์ตามโครงสร้างที่ออกแบบ (Hoel & Rozner, 1976), สภาวะทางอารมณ์ (Mao, Du, Li, & He, 2019), เปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูง (Y. Li, Wang, Wang, & Huang, 2017) และควันหรือขีดจำกัดการมองเห็น (Chen et al., 2019; P. Wang & Cao, 2019) ความเร็วของผู้อพยพระหว่างการอพยพไม่สูงกว่าความเร็วในการเดินปกติ เนื่องจากมีความหนาแน่นสูงในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Shi et al., 2012)

2.4 โปรแกรม PTV Vissim

โปรแกรม PTV Vissim เป็นแบบจำลองสภาพการจราจรที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท PTV ประเทศเยอรมัน ถือเป็นแบบจำลองที่กำลังได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยจุดเด่นของแบบจำลองนี้ คือ ความสามารถในการจำลองสภาพการจราจรในเขตเมืองที่มีรูปแบบการเดินทางหลายรูปแบบ ได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ รถโดยสาร รถไฟ และคนเดินเท้า รวมทั้งความยืดหยุ่นในการปรับแก้ค่าตัวแปรพื้นฐานให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการเดินทาง และความสามารถในการแสดงผลของแบบจำลองเป็น

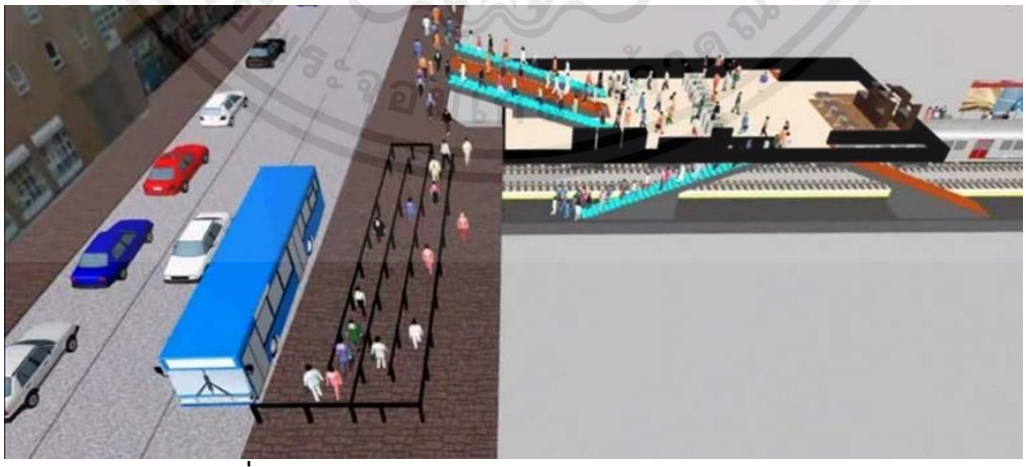
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพเคลื่อนไหวสามมิติ โปรแกรม PTV Vissim เป็นแบบจำลองในระดับจุลภาคที่อาศัยพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่เป็นฐานในการจำลอง (Behavior Based) โดยทำการคำนวณพฤติกรรม และสถานะขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแบบจำลองทุก ๆ ช่วงเวลา (Time Step) ในระดับวินาทีภายใต้เงื่อนไขสภาพการจราจร เช่น จำนวนช่องจราจร พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่ สัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภทในกระแสจราจร รอบสัญญาณไฟจราจร และรูปแบบการควบคุมจราจร เป็นต้น ดังนั้นโปรแกรม PTV Vissim จึงถือเป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานด้านการจราจรของโครงการด้านการขนส่ง และจราจรในเขตเมือง โดยโปรแกรม PTV Vissim ประกอบด้วย โปรแกรมย่อยซึ่งทำหนาที่แตกต่างกัน 2 โปรแกรม (PTV, 2015) ได้แก่

2.4.1 โปรแกรมสร้างการจำลองสภาพจราจร (Traffic Simulator) ซึ่งเป็นแบบจำลองสภาพการไหลของกระแสจราจรในระดับจุลภาคที่ประกอบดวยตรรกะของการขับขี่ตามกัน (Car Following) และตรรกะของการเปลี่ยนชองจราจร (Lane Change)

2.4.2 โปรแกรมสร้างสภาวะสัญญาณไฟจราจร (Signal State Generator) ซึ่งเปนโปรแกรมที่ทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณไฟจราจร โดยโปรแกรมสร้างสภาวะสัญญาณไฟจราจรจะตรวจจับข้อมูล จากโปรแกรมสร้างการจำลองการจราจรแบบต่อเนื่องเป็นช่วง (Discrete) ในทุก ๆ วินาที (Time Step) จากนั้นจึงทำการกำหนดสภาวะของสัญญาณไฟจราจรของวินาทีถัดไป แล้วสงกลับข้อมูลดังกล่าวนี้ไปยังโปรแกรมสร้างการจำลองสภาพการจราจร เพื่อใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว แบบต่อเนื่องของสภาพการจราจรและประเมินผลการจำลอง เช่น ความยาวแถวคอย ภายในช่วงเวลาที่กำหนด

ตัวอย่างการพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาคโดยใช้โปรแกรม PTV Vissim เพื่อจำลองระบบการขนส่งและจราจรในเขตเมือง ซึ่งเป็นจุดที่ประกอบด้วยรูปแบบการเดินทางหลายรูปแบบ (Multi-modal Transport) จากรูปที่ 2.2 จะประกอบไปด้วย รถโดยสารสาธารณะ รถยนต์ส่วนบุคคล รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน และคนเดินเท้า ทำให้สามารถใช้ในการวางแผน การออกแบบสถานีและรอบสถานีอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการจำลองสภาพการจราจรในเขตเมือง

ที่มา : PTV, 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การตรวจสอบโปรแกรม PTV Vissim

จากการศึกษาวิจัยการตรวจสอบ PTV Viswalk สำหรับการจำลองการอพยพอาคาร

2.5.1 Verification and Validation of Viswalk for Building Evacuation Modelling โดย Johan Blomstrand Martén และ Johan Henningsson, 2557

ผลจากการศึกษา: จากการทดสอบความความถูกต้องของแบบจำลองใน Viswalk นี้สามารถคาดการณ์และจำลองการเคลื่อนไหวของคนเดินเท้าได้ในสถานการณ์ที่กำหนดในการจำลองด้วยการตั้งค่าอินพุตที่ระบุเข้าไป เวลาเคลื่อนที่จะเบี่ยงเบนไปอยู่ที่ 2-16 % และกระแสการไหลจะเบี่ยงเบนไปจากการการทดลอง 2-14 % ซึ่งรูปแบบการเคลื่อนไหวของผู้โดยสารอาจเบี่ยงเบนไปจากการทดลองในชีวิตจริง ในบางสถานการณ์ บางครั้งผู้โดยสารติดอยู่ระหว่างสิ่งกีดขวางที่อยู่ใกล้ เมื่อได้รับความเร็วในการเดินต่ำ ซึ่งควรพิจารณาถึงข้อจำกัดของแบบจำลอง

2.5.2 Analysis of the Test Cases of the Rimea guigeline with PTV Viswalk โดย Dr. Tobias Kretz และคณะ, 2563

ผลจากการศึกษา: จากความถูกต้องของแบบจำลอง Viswalk พบว่าความเร็วเฉลี่ยของคนในการเดินพื้นราบ คือ 1.33 m/s ความเร็วเฉลี่ยของคนในการเดินขึ้นและลงบันได (ยาว 40 m และสูง 2 m) คือ 0.2 - 0.4 m/s ตามลำดับ ตามที่ได้สมมุติฐานไว้ จากการวิเคราะห์ความหนาแน่นต่อความเร็วในการเดินของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ พบว่าเมื่อเราเพิ่มความหนาแน่นของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่เรื่อย ๆ ความเร็วในการเดินจะลดลงเรื่อย ๆ จนค่าเท่ากับศูนย์ในที่สุด แต่เมื่อเรามาวิเคราะห์ความหนาแน่นต่อการไหลจำเพาะ พบว่าเมื่อเราเพิ่มความหนาแน่นของกลุ่มตัวอย่าง การไหลจำเพาะก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ พอความหนาแน่นเพิ่มขึ้นไปถึงจุด ๆ หนึ่ง (จุดอิ่มตัว) การไหลจำเพาะก็จะค่อย ๆ ลดลงไปเรื่อย ๆ จนเท่ากับศูนย์ในที่สุดและเมื่อเปรียบเทียบค่าอินพุตของความเร็วที่ใส่เข้าไปกับเอาท์พุตที่ได้ออกมานั้นต่างกันในหลักทศนิยม

2.5.3 Calibration and Validation of Walking Behavior Parameter (Case Study: Sky Bridge of Sultan Mahmud Badaruddin II Airport, Palembang) โดย Siti Raudhatul Fadhilah และ Sony Sulaksono Wibowo, 2562

ผลจากการศึกษา: จากแบบจำลองการจำลองจุลภาคของสถานีรถไฟฟ้าและสะพานลอย Sultan Mahmud Badaruddin II Airport, Palembang ซึ่งเมื่อผ่านการตรวจสอบทางสถิติแล้ว โดยวิธีการทดสอบความถูกต้อง จะได้ค่าพารามิเตอร์ที่มีความเหมาะสม ดังนี้ Tau (**τ**): 0.2, React to n: 8.0, Lambda_mean: 0.3, A social (isotropic): 1.3, B social (isotropic): 0.2 , VD: 6.0, A social (mean): 0.4, B social (mean): 2.8, Noise: 1.2, Queue order: 1.0, Queue straight: 1.0 , Side preference: None นอกจากนี้แบบจำลองการจำลองจุลภาคช่วยในการวิเคราะห์ ระบบที่ซับซ้อนและสามารถจับภาพแบบโต้ตอบได้ รวมถึงผลกระทบของส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศไทยในประเทศไทย

2.6.1.1 โครงการจ้างที่ปรึกษาเพื่อศึกษารูปแบบการบริหารจัดการและแนวทางการพัฒนาพื้นที่สถานีกลางบางซื่อและจัดทำร่างเอกสารประกอบการจัดจ้างเอกชนเพื่อบริหารจัดการพื้นที่สถานีกลางบาง-ซื่อ โดย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และบริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด (มหาชน), 2562

จากการเลือกใช้แบบจำลองมาช่วยในการวิเคราะห์พบว่า ในช่วง 20 ปีหลังจากที่เปิดให้บริการช่วงที่ระบบต่าง ๆ ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์แล้วจะมีจำนวนคนเดินผ่านบริเวณพื้นที่การรถไฟแห่งประเทศไทย (CT), MRT และรถไฟฟ้าความเร็วสูง (HRS) เฉลี่ยอยู่ที่ 770,000 คน/วัน ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นจำนวนสูงสุดขั้นต่ำ ผลจากการคาดการณ์นี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนและประเมินขีดความสามารถในการใช้งานของสถานีกลางบางซื่อในแต่ละช่วงเวลา และสามารถนำข้อมูลที่ได้มาระบุความต้องการพื้นที่ใช้สอย การกำหนดขอบเขตพื้นที่ทางเท้า พื้นที่สาธารณะ พื้นที่การค้าและพาณิชยกรรม การกำหนดค่าเช่าพื้นที่ต่างๆ เช่น ได้มีการกำหนดพื้นที่เชิงพาณิชยกรรมจำนวน 13,360 ตร.ม. พื้นที่โฆษณา 2,357 ตร.ม. เป็นต้น

2.6.1.2 การพัฒนาแบบจำลองการอพยพผู้โดยสารในสถานการณ์ฉุกเฉิน กรณีศึกษาสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินจตุจักร โดย ภูวัต ศรีทาโส, 2564

มีการนำแบบจำลองมาใช้เพื่อศึกษาการอพยพในสถานการณ์ฉุกเฉินของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินจตุจักร โดยใช้การสร้างแบบจำลองการอพยพเพื่อหาความเป็นไปได้ในการลดเวลาการอพยพของระบบในตัวสถานีจากการใช้โปรแกรม PTV VISSIM โดยทำการสอบเทียบกับข้อมูลการสำรวจของทางสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินจตุจักร จากแบบจำลองสถานการณ์พบว่า แบบจำลองที่ 3 สามารถช่วยให้เวลาการอพยพลดลงมากที่สุด เมื่อเทียบกับแบบจำลองที่ 1 จะสามารถอนุมานได้ว่าเวลาที่ใช้ในการอพยพภายในสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินจตุจักรนั้นจะสามารถอพยพได้ทันเวลาตามมาตราฐานของ NFPA 130

2.6.1.3 การศึกษารูปแบบการเดินทางด้วยระบบขนส่งเสริมสำหรับสถานีรถไฟฟ้าเตาปูน โดย วเรศรา วีระวัฒน์ และทักษพร ทองบุญเพียร, 2561

มีการนำแบบจำลองมาใช้เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเดินทางเชื่อมต่อด้วยระบบขนส่งเสริม และคาดการณ์ผลกระทบกรณีที่มีจำนวน ผู้โดยสารมาใช้บริการเพิ่มมากขึ้น ด้วยแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม PTV Vissim/Viswalk จากแบบจำลองสถานการณ์พบว่า ในช่วงการเชื่อมต่อด้วยรถไฟฟ้าที่ยังไม่เปิดให้บริการนั้นผู้โดยสารต้องมีการเดินทางระหว่างชานชาลาของสถานที่บริการสำหรับรถแต่ละประเภทและต้องมีการรอรถที่ให้บริการประกอบกับการเดินทางที่ต้องเจอกับปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงเวลาเร่ง ด่วนส่งผลให้การเดินทางเชื่อมมอต่อด้วยระบบขนส่งเสริมนั้นเกิดความล่าช้าอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.4 การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการศึกษาระบบแถวคอยบนสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสสะพานตากสินด้วยโปรแกรม PTV Viswalk โดย ปิยพัชร เพ็ชรจันทร์, 2563

มีการนำแบบจำลองมาใช้เพื่อศึกษาพฤติกรรมแถวคอยของผู้ใช้บริการ ณ จุดให้บริการและวิเคราะห์ปัญหาของระบบการให้บริการบนสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสสะพานตากสินด้วยวิธีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในโปรแกรม PTV Viswalk จากแบบจำลองสถานการณ์พบว่า แบบจำลองสถานการณ์รูปแบบที่ 1 ซึ่งมีแนวทางในการปรับปรุง คือ การเพิ่มจุดให้บริการห้องจำหน่ายตั๋วโดยสารและแลกเหรียญ (Ticket Office) จำนวน 1 ห้อง และเพิ่มตั๋วตู้จำหน่ายตั๋วอัตโนมัติชนิดรับธนบัตร (TVM) จำนวน 2 เครื่อง ทั้ง 2 ฝั่ง ทางเข้าและออก 1-2 และทางเข้าและออก 3-4 มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับการปรับปรุงระบบแถวคอยบนสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสสะพานตากสิน ซึ่งมีเวลาในแถวคอยเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 25.54 วินาที และความยาวของแถวคอยเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.53 คน

2.6.1.5 การประเมินประสิทธิภาพการให้บริการจำหน่ายตั๋วโดยสารรถไฟฟ้ามหานครโดยใช้แบบจำลองการจราจรคนเดิน โดย กิตติ ขติยะสุมทร และ นพดล กรประเสริฐ, 2562

มีการนำแบบจำลองมาใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพการให้บริการของระบบจำหน่ายตั๋วโดยสารภายในสถานีรถไฟฟ้ามหานคร ซึ่งจากการประเมินประสิทธิภาพการให้บริการของระบบจำหน่ายตั๋วโดยสารภายในสถานีรถไฟฟ้าสุขุมวิท พบว่า การเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการแบบหลายช่องบริการขนาน สามารถช่วยจัดสรรพื้นที่ที่จำกัดได้เกิดประสิทธิภาพมีความหนาแน่นขึ้นร้อยละ 28 และสามารถลดระยะเวลาการรอคอยได้เมื่อจำนวนผู้โดยสารมีจำนวนสูง ประมาณ 2,000 คนต่อชั่วโมง แต่หากจำนวนผู้โดยสารมีจำนวนไม่สูงระยะเวลาการรอคอยและความยาวแถวคอยจะใกล้เคียงกับรูปแบบแถวคอยก่อนการปรับปรุง

2.6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

2.6.2.1 Simulation and Optimization of Pedestrian Regular Evacuation in Comprehensive Rail Transit Hub-A Case Study in Beijing โดย Qiaochu Chen และคณะ, 2562

มีการนำแบบจำลองมาใช้เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการอพยพของคนเดินเท้าที่บริเวณสถานีขนส่งกลางของกรุงปักกิ่ง ประเทศจีน จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาสร้างแบบจำลองเพื่อระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการอพยพของคนเดินเท้า ช่วยระบุจุดที่เกิดการจราจรแบบคอขวด จากนั้นนำผลการจำลองที่ได้จากโปรแกรมมาใช้เพื่อประเมินหาแนวทางในการปรับปรุงเส้นทางการเดินอพยพ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยลดระยะเวลาในการเดินอพยพและลดการเกิดการจราจรแบบตอขวดที่บริเวณสถานีขนส่งกลางของกรุงปักกิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.2 Queuing analysis using Viswalk for chek-in counter: Case study of Lombok Praya International Airport โดย Sony Sulaksono Wibowo และคณะ, 2560

ในการศึกษานี้ได้มีการวิเคราะห์เพื่อคาดการณ์จำนวนผู้ใช้งานสนามบินนานาชาติลอมบอก ประเทศอินโดนีเซียในระยะเวลา 20 ปีข้างหน้า จากนั้นนำผลการวิเคราะห์จำนวนผู้ใช้งานคาดการณ์ดังกล่าวมาสร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์จำนวนเคาน์เตอร์เช็กอินของสนามบินในปัจจุบันว่ามีความสามารถในการรองรับผู้ใช้งานในอนาคตได้เพียงพอหรือไม่ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองมาประเมินเพื่อกำหนดจำนวนเคาน์เตอร์เช็กอินที่ต้องติดตั้งเพิ่มเติมในสนามบินนานาชาติลอมบอก และมีการเพิ่มเคาน์เตอร์เช็กอินด้วยตัวเองที่ตามจุดสำคัญต่าง ๆ ในบริเวณใกล้เคียง

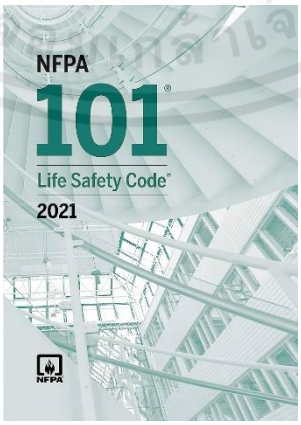
2.7 มาตรฐานที่เกี่ยวกับงานวิจัย

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงมาตรฐานความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ คือ NFPA 101

2.7.1 มาตรฐาน NFPA 101 Life safety code

มาตรฐาน NFPA 101 Life safety code คือมาตรฐานเกี่ยวกับการออกแบบอาคารต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้อาคารเกิดความปลอดภัยในการใช้งานหากเกิดเพลิงไหม้ นอกจากการออกแบบอาคารใหม่แล้วยังมีรายละเอียดเกี่ยวกับแนวทางการปรับแก้อาคารเมื่อมีการปรับปรุงอาคารหรือเปลี่ยนการใช้งานอาคาร การเตือนภัยเวลาเกิดเหตุเพลิงไหม้ การวางแผนฉุกเฉิน และการบำรุงรักษาด้วย

ในมาตรฐาน NFPA 101 จะพูดถึงวิธีการคิดระยะทางจุดที่เสี่ยงที่สุดจนถึงจุดที่มีทางเลือกในการอพยพเพื่อให้ผู้ใช้งานอาคารปลอดภัย และจะมีข้อกำหนดเกี่ยวดับเส้นทางอพยพในเรื่องจำนวนเส้นทาง ความกว้างของเส้นทางรวมทั้งวัสดุที่ใช้ด้วย ซึ่งจะสัมพันธ์กับจำนวนผู้ใช้งานอาคาร ข้อกำหนดเกี่ยวกับความสว่างของเส้นทางอพยพ ป้ายบอกเส้นททางอพยพ ระบบช่วยดับเพลิง สำหรับอาคารนั้นจะมีข้อพิจารณาในเรื่องรูปแบบโครงสร้างอาคาร จำนวนชั้นของอาคาร ลักษณะการใช้งานอาคาร วัสดุตกแต่งอาคาร เพื่อควบคุมปริมาณเชื้อเพลิง และแนวทางการกันส่วนของอาคารเพื่อป้องกันควันและเปลวไฟลามไปยังส่วนอื่น ๆ ทั้งในแนวทางราบและแนวดิ่ง เพื่อเพิ่มระยะเวลาในการอพยพให้มากขึ้น



รูปที่ 2.3 หนังสือมาตรฐาน NFPA 101 Life safety code

ที่มา : https://www.amazon.com/NFPA-Life-Safety-Code-2021/dp/1455926264

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการนำโปรแกรม PTV Vissim สร้างแบบจำลองการอพยพคนออกจากอาคาร ของสำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และวิเคราะห์แบบจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของจ้าหน้าที่ และนักศึกษาจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังภายในหอสมุดกลาง เพื่อทดสอบสถานการณ์สมมติต่าง ๆ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ รวมถึงสภาวะวิกฤตของการเดินเท้าภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ภายในสำนักหอสมุดกลางและตรวจสอบว่าหอสมุดกลางเป็นไปตามมาตราฐานต่างๆของอาคาร

ในส่วนของบทนี้จะอธิบายรายละเอียดของวิธีการดำเนินงานแต่ละขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ดังหัวข้อต่อไปนี้

3.1 กรอบงานวิจัย

3.2 ข้อจำกัดในงานวิจัย

3.3 การสำรวจพื้นที่ศึกษา

3.4 การรวบรวมและวิเคราะห์สถิติ

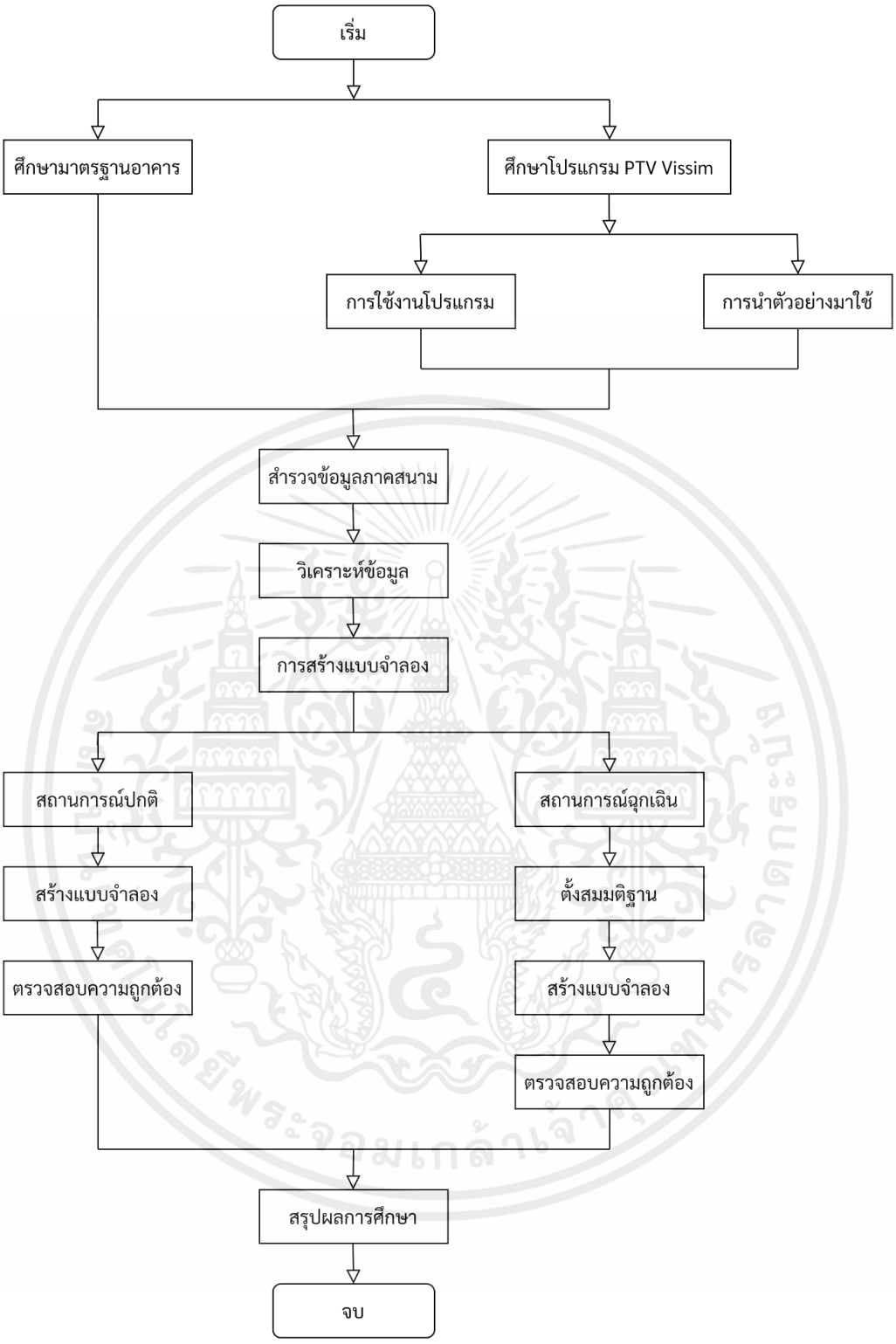
3.5 การสร้างพื้นที่คนเดินเท้าด้วยโปรแกรม AutoCAD

3.6 การสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม PTV Vissim

3.1 กรอบงานวิจัย

โดยรวมในวิทยานิพนธ์นี้เริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแบบแปลนและสถิติผู้เข้าใช้งานภายในหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยานิพนธ์นี้มุ่งศึกษาพฤติกรรมคนเดินเท้าในหอสมุดกลาง การจำลองเป็นแบบจำลองหรือทดสอบสถานการณ์จริงในโปรแกรมเสมือนจริง โดยวิทยานิพนธ์นี้ใช้ PTV VISWALK PTV ย่อมาจาก Planing Transport Verkehr และ VISSIM ย่อมาจาก Verkehr In Städten – SIMulationsmodell (การจราจรในเมือง - โมเดลจำลอง) VISSIM เป็นโปรแกรมจำลองที่มุ่งศึกษาการขนส่งภายในเมือง โปรแกรมสามารถจำลองยานพาหนะและสามารถจำลองคนเดินเท้าที่มันเรียกว่า VISWALK โปรแกรมนี้มีประโยชน์ในการจำลองคนเดินถนนและสร้างแบบจำลองที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไป โปรแกรมจำลองเป็นเครื่องมือที่สำคัญมากที่ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมการเดินเท้าของคนเดินถนน เนื่องจากสามารถจำลององค์ประกอบหลายอย่างของพฤติกรรมที่นักวิจัยอาจไม่สามารถเห็นได้ในทันที วิธีการโดยรวมของวิทยานิพนธ์นี้เป็นไปตามแผนภูมิด้านล่าง ดังแสดงในรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ข้อจำกัดในงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะอาคารปัจจุบันของสำนักหอสมุดกลางเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานอาคาร และนำข้อมูลสถิติที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองในการอพยพย้ายออกจากอาคารสำนักหอสมุดกลาง ซึ่งมีข้อจำกัดในการวิจัยดังนี้

3.2.1 ในช่วงที่ทำการวิจัยเป็นช่วงเดียวกับที่สำนักหอสมุดกลางกำลังดำเนินการปรับปรุงอาคาร จึงทำให้ข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานมีการเปลี่ยนแปลง ลักษณะพื้นที่ก็มีการเปลี่ยนแปลงด้วยเนื่องจากมีพื้นที่บางส่วนปิดการใช้งาน จึงไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ครอบคลุมทั้งหมด

3.2.2 ในส่วนของช่องทางหนีไฟของอาคารสำนักหอสมุดกลาง เนื่องจากอาคารไม่ได้มีช่วงทางที่เป็นทางหนีไฟโดยเฉพาะ ผู้วิจัยจึงใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้บันไดกลางอาคารซึ่งเป็นบันไดขึ้น-ลงอาคารเป็นหลักมาวิเคราะห์แทน

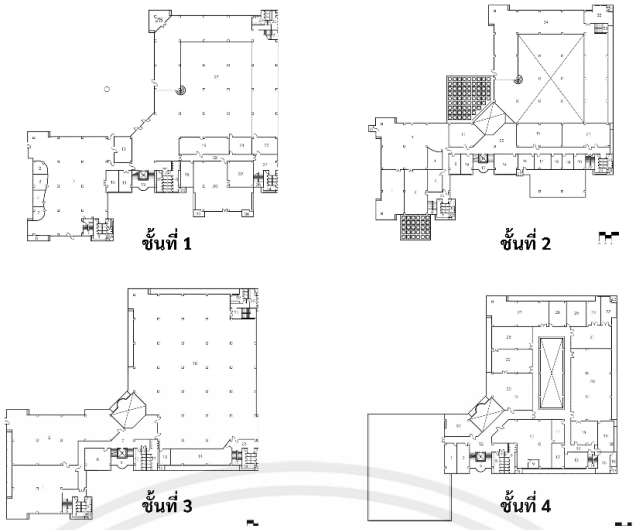
3.2.3 ในส่วนของโปรแกรม PTV Vissim เนื่องจากผู้วิจัยตัดสินใจใช้เป็น PTV Vissim version student เพื่อให้เป็นตัวอย่างให้ผู้อื่นที่สนใจศึกษาและทำตามได้ แต่จะมีข้อจำกัดในส่วนของการสร้างแบบจำลองที่ไม่สามารถสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์ได้ครอบคลุมทั้ง 4 ชั้น เป็นการสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์ทีละชั้น และนำข้อมูลมารวมกัน ทำให้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้

3.2.4 ในส่วนของข้อมูลสถิติเนื่องจากในช่วงปีการศึกษา 2563 เป็นต้นมาสำนักหอสมุดกลางมีการเปลี่ยนระบบการเข้าออกจากการแสกนบัตรนักศึกษา เป็นการเดินเข้าออกผ่านประตูกั้นอัตโนมัติโดยไม่ต้องแสกนบัตรนักศึกษา และในช่วงที่มีการสอบกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียนที่มีจำนวนนักศึกษาใช้งานจำนวนมาก ทำให้เจ้าหน้าที่มีการเปิดประตูกั้นส่งผลให้นักศึกษาบางส่วนไม่ได้เดินผ่านประตูกั้น จึงไม่มีข้อมูลของนักศึกษาที่เดินผ่านในส่วนนี้ ข้อมูลจำนวนสถิติที่ได้ในช่วงเดือนที่มีการสอบจึงอาจมีความคลาดเคลื่อนได้

3.3 การสำรวจพื้นที่ศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจพื้นที่ศึกษาที่สำนักหอสมุดกลางของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาคารที่ผู้วิจัยศึกษาเป็นอาคารสาธารณะความสูง 4 ชั้น โดยแต่ละชั้นมีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 3,475.80 ตารางเมตร รวม 4 ชั้นมีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 13,903.2 ตารางเมตร ดังแสดงตามผังอาคารรูปที่ 3.2 มีทางเข้าออกอาคาร 2 ทาง คือ ทางเข้าออกหลักบริเวณหน้าเคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ดังแสดงรูปที่ 3.3 และทางเข้าออกบริเวณห้อง Co-working space ดังแสดงรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



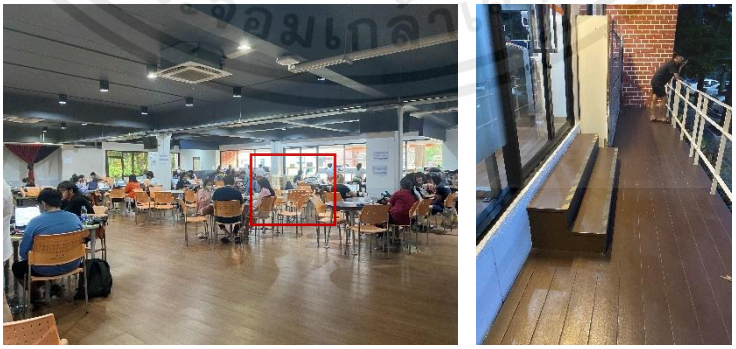
รูปที่ 3.2 รูปแสดงผังอาคารสำนักหอสมุดกลาง 4 ชั้น

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

(ก) (ข)

รูปที่ 3.3 รูปแสดงทางเข้าออกหลักบริเวณหน้าเคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565



(ก) (ข)

รูปที่ 3.4 รูปแสดงทางเข้าออกบริเวณห้อง Co-working space

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติผู้เข้าใช้งานทั้งหมดของสำนักหอสมุดกลาง

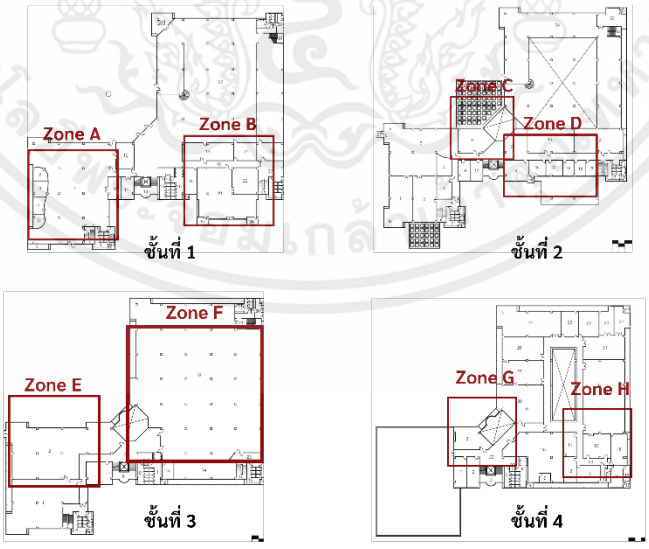
ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติผู้เข้าใช้งานของสำนักหอสมุดกลาง ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์ของสำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยได้รวมรวบข้อมูลตั้งแต่ปี 2560 – 2565 ได้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3.1 ข้อมูลในส่วนนี้จะแสดงจำนวนผู้เข้าใช้งานทั้งหมดของสำนักหอสมุดกลาง

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลสถิติผู้เข้าใช้งานของสำนักงานหอสมุดกลางตั้งแต่ปี 2560-2565

เดือน / ปี	จำนวนผู้ใช้งานสำนักหอสมุดกลาง (คน)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2560	26,741	75,963	57,810	35,793	100,189	10,083	7,217	51,518	122,742	44,141	87,211	26,671
2561	48,905	102,783	78,665	65,984	120,101	16,809	17,862	73,107	150,293	77,537	102,842	82,492
2562	30,986	47,781	83,146	42,242	116,619	39,743	2,497	84,187	219,510	100,527	143,110	138,442
2563	64,540	103,368	76,768	-	-	1,275	2,380	71,693	210,777	85,974	166,658	98,742
2564	-	10,204	40,242	10,458	-	-	-	-	-	-	-	1,231
2565	2,922	6,707	6,896	4,611	5,805	2,365	5,387	29,426	21,897	35,025	42,033	20,234

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติผู้เข้าใช้งานตามชั้นและโซนต่าง ๆ ของสำนักหอสมุดกลาง

ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติผู้เข้าใช้งานตามชั้นและโซนต่าง ๆ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการนับจำนวนผู้ใช้งานแบ่งตามชั้น และโซนต่าง ๆ ช่วงเวลา 17.00 – 17.30 น. ในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2565, 9 ธันวาคม และ 12 ธันวาคม 2565 โดยได้แบ่งโซนและชั้นต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 รูปแสดงการแบ่งโซนในแต่ละชั้นของสำนักหอสมุดกลาง

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.1 จำนวนผู้เข้าใช้งานชั้นที่ 1

จากการนับจำนวนผู้ใช้งานชั้นที่ 1 ของสำนักหอสมุดกลาง ช่วงเวลา 17.00 – 17.30 น. ในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2565, 9 ธันวาคม และ 12 ธันวาคม 2565 ทั้ง Zone A และ B ได้ข้อมูลแสดงตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 จำนวนผู้ใช้งานชั้นที่ 1 ของสำนักหอสมุดกลาง ทั้ง Zone A และ B

วันที่ / Zone	จำนวนผู้ใช้งานสำนักหอสมุดกลาง (คน)		
	21 พฤศจิกายน	**9 ธันวาคม**	**12 ธันวาคม**
Zone A	495	287	214
Zone B	138	85	92

3.4.2.2 จำนวนผู้เข้าใช้งานชั้นที่ 2

จากการนับจำนวนผู้ใช้งานชั้นที่ 2 ของสำนักหอสมุดกลาง ช่วงเวลา 17.00 – 17.30 น. ในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2565, 9 ธันวาคม และ 12 ธันวาคม 2565 ทั้ง Zone C และ D ได้ข้อมูลแสดงตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 จำนวนผู้ใช้งานชั้นที่ 2 ของสำนักหอสมุดกลาง ทั้ง Zone C และ D

วันที่ / Zone	จำนวนผู้ใช้งานสำนักหอสมุดกลาง (คน)		
	21 พฤศจิกายน	**9 ธันวาคม**	**12 ธันวาคม**
Zone C	42	32	25
Zone D	56	39	28

3.4.2.3 จำนวนผู้เข้าใช้งานชั้นที่ 3

จากการนับจำนวนผู้ใช้งานชั้นที่ 3 ของสำนักหอสมุดกลาง ช่วงเวลา 17.00 – 17.30 น. ในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2565, 9 ธันวาคม และ 12 ธันวาคม 2565 ทั้ง Zone E และ F ได้ข้อมูลแสดงตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 จำนวนผู้ใช้งานชั้นที่ 3 ของสำนักหอสมุดกลาง ทั้ง Zone E และ F

วันที่ / Zone	จำนวนผู้ใช้งานสำนักหอสมุดกลาง (คน)		
	21 พฤศจิกายน	**9 ธันวาคม**	**12 ธันวาคม**
Zone E	61	47	36
Zone F	302	265	276

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.4 จำนวนผู้เข้าใช้งานขั้นที่ 4

จากการนับจำนวนผู้ใช้งานชั้นที่ 4 ของสำนักหอสมุดกลาง เนื่องจากเป็นชั้นของเจ้าหน้าที่หอสมุดจึงได้เก็บข้อมูลในช่วงเวลา 14.00 – 14.30 น. ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2566 โดยใน Zone G และ H จำนวน 6 คนและ 23 คน ตามลำดับ

3.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลสถิติ

จากข้อมูลจำนวนสถิติเข้าใช้งานของสำนักงานหอสมุดกลางตั้งแต่ปี 2560-2565 พบว่าในปี 2563-2564 ข้อมูลสถิติผู้เข้าใช้งานมีไม่ครบทุกเดือนเนื่องจากมีการปิดให้บริการเนื่องจากสถานการณ์โควิด และข้อมูลในปี 2565 เป็นปีที่สำนักหอสมุดกลางปิดปรับปรุงในบางโซน ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้ข้อมูลจำนวนสถิติเข้าใช้งานของสำนักงานหอสมุดกลางตั้งแต่ปี 2560-2562 มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.3.1 คำนวณหาจำนวนผู้เข้าใช้งานสำนักหอสมุดกลาง (คน/ชั่วโมง)

จากข้อมูลจำนวนสถิติเข้าใช้งานของสำนักงานหอสมุดกลางตั้งแต่ปี 2560-2562 นำมาเฉลี่ยเพื่อว่าจำนวนผู้เข้าใช้งานเฉลี่ยรายเดือนได้ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 จำนวนผู้เข้าใช้งานเฉลี่ยรายเดือน

จำนวนผู้ใช้งานสำนักหอสมุดกลาง (คน)											
ม.ค.	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**
35,544	75,509	73,207	48,006	112,303	22,212	9,192	69,604	164,182	111,054	111,054	82,535

จากข้อมูลในตารางที่ 3.6 พบว่าในเดือนกันยายนมีค่าเฉลี่ยผู้เข้าใช้งานสูงสุดอยู่ที่ 164,182 คน ผู้วิจัยจึงเลือกข้อมูลในเดือนกันยายนนี้มาวิเคราะห์ โดยสำนักงานหอสมุดเปิดให้บริการตั้งแต่เวลา 08.30 - 20.30 น. คิดเป็นจำนวน 12 ชั่วโมง เมื่อนำมาคำนวณหาจำนวนผู้เข้าใช้งานในเดือนกันยายน (คน/ชั่วโมง) จะได้ $\frac{164,182}{30\times12}$ = 456.06 คน/ชั่วโมง ประมาณ 456 คน/ชั่วโมง

จากข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานสำนักหอสมุดกลางแบ่งตามโซนต่าง ๆ ตามตางรางที่ 3.2 – 3.4 เมื่อข้อมูลมาเฉลี่ย จะได้ข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานเฉลี่ยตามโซนและชั้นต่าง ๆ ดังแสดงตามตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 จำนวนผู้เข้าใช้งานเฉลี่ยตามโซนและชั้นต่าง ๆ ของสำนักหอสมุดกลาง

จำนวนผู้ใช้งานสำนักหอสมุดกลาง (คน)					
Zone A	Zone B	Zone C	Zone D	Zone E	Zone F
332	105	33	41	48	281

จากข้อมูลในตารางที่ 3.7 นำจำนวนผู้ใช้งานเฉลี่ยตามโซนและชั้นต่าง ๆ มาคิดเป็นร้อยละผู้เข้าใช้งานในแต่ละโซนจากจำนวนผู้ใช้งานทั้งหมด ได้ดังแสดงในตารางที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 ร้อยละผู้เข้าใช้งานในแต่ละโซนจากจำนวนผู้ใช้งานทั้งหมด

จำนวนผู้ใช้งานสำนักหอสมุดกลาง (ร้อยละ)					
Zone A	Zone B	Zone C	Zone D	Zone E	Zone F
39.52	12.50	3.93	4.88	5.71	33.45

จากข้อมูลในตารางที่ 3.6 และ 3.8 นำมาคำนวณหาจำนวนผู้เข้าใช้งานตามโซนและชั้นต่าง ๆ (คน/ชั่วโมง) เพื่อนำไปใช้เป็นค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองแต่ละชั้น จะได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

1) Zone A = $\frac{39.52\times456}{100}$ = 180.21 คน/ชั่วโมง = 180 คน/ชั่วโมง

2) Zone B = $\frac{12.50\times456}{100}$ = 57 คน/ชั่วโมง

3) Zone C = $\frac{3.93\times456}{100}$ = 17.92 คน/ชั่วโมง = 18 คน/ชั่วโมง

4) Zone D = $\frac{4.88\times456}{100}$ = 22.25 คน/ชั่วโมง = 22 คน/ชั่วโมง

5) Zone E = $\frac{5.71\times456}{100}$ = 26.04 คน/ชั่วโมง = 26 คน/ชั่วโมง

6) Zone F = $\frac{33.45\times456}{100}$ = 152.53 คน/ชั่วโมง = 153 คน/ชั่วโมง

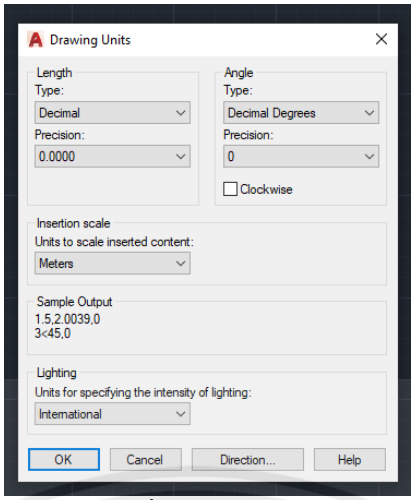
3.5 การสร้างพื้นที่คนเดินเท้าด้วยโปรแกรม AutoCAD

ในขั้นตอนการสร้างพื้นที่คนเดินเท้านี้ เราจะใช้โปรแกรม AutoCAD เข้ามาช่วยเขียน เนื่องจากพื้นที่มีรายละเอียดที่ค่อนข้างซับซ้อน การเขียนพื้นที่ในโปรแกรม PTV Vissim จะทำให้ไม่สามารถใส่รายละเอียดของผังได้ทั้งหมด การเขียนพื้นที่ผังการเดินด้วยโปรแกรม AutoCAD จะใส่รายละเอียดผังรวมทั้งอุปสรรคในการเดินได้ละเอียดและถูกต้องมากกว่า โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.5.1 การเปลี่ยนหน่วย

สำหรับหน่วยที่ใช้ในการเขียนแบบผังครั้งนี้เราจะใช้หน่วยเมตร ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนหน่วยในโปรแกรมจากมิลลิเมตรเป็นเมตรก่อน โดยการเลือกที่คำสั่ง Format > Units... จะปรากฏเป็นหน้าต่างคำสั่ง Drawing Units ดังแสดงในรูปที่ 3.6 จากนั้นทำการแก้ไข Units to scale content เป็น Meters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



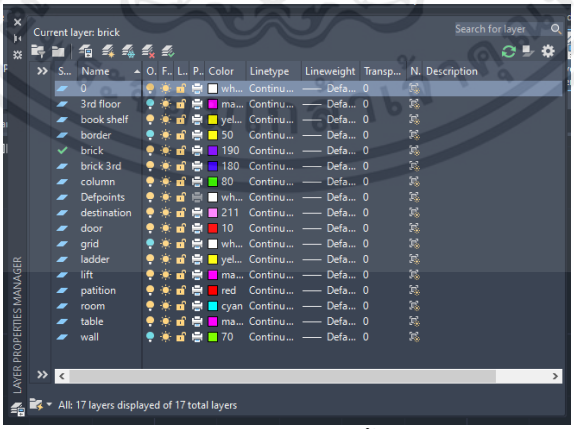
รูปที่ 3.6 รูปแสดงการตั้งค่าหน่วยในโปรแกรม AutoCAD

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

3.5.2 การสร้าง Layer

สำหรับการสร้าง Layer นี้มีความจำเป็นเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการจะนำเข้าไฟล์ AutoCAD ในโปรแกรม PTV Vissim จำเป็นต้องแยก Layer พื้นที่แต่ละประเภทให้ถูกต้อง เพราะเมื่อเวลานำเข้าไฟล์ในโปรแกรมจะได้แยกประเภทพื้นที่ถูกว่าเป็นพื้นที่ราบ หรือว่าเป็นสิ่งขิงที่เป็นอุปสรรคต่อการเดิน เช่น เสาโต๊ะ เก้าอี้ ชั้นวางหนังสือ เป็นต้น

มีวิธีการสร้าง Layers โดยการเลือกที่คำสั่ง Format > Layers... > New Layer หรือกด Alt+N เพื่อสร้าง Layer ใหม่ จะปรากฏหน้าต่างเมนู Layer properties manager ดังแสดงในรูปที่ 3.7 จากนั้นทำการตั้งชื่อ Layer นั้นให้สอดคล้องกับที่เราจะวาด ตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ เช่น Layer brick จะแทนพื้นที่ของผนังทั้งหมดของสำนักหอสมุดกลาง Layer column จะแทนพื้นที่ของเสาอาคาร Layer room จะแทนพื้นที่ห้องต่าง ๆ เป็นต้น



รูปที่ 3.7 รูปแสดงการตั้ง Layer

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 การวาดแปลนอาคาร

ในขั้นตอนการวาดแปลนอาคารนี้ เราจะวาดด้วยคำสั่ง Polyline, Rectangle และ Circle จากหน้าคำสั่ง Draw เท่านั้น เนื่องจากการนำเข้าไฟล์พื้นที่คนเดินเท้าจากโปรแกรม AutoCAD จะต้องเป็นพื้นที่ปิดทั้งหมด จากนั้นเราจะทำการวาดแปลนอาคารตามแบบแปลนอาคารที่เป็นไฟล์ PDF ที่ได้รับมา ดังแสดงในรูปที่ 3.8 (ก) เมื่อเราทำการวาดเสร็จสิ้นตามรูปที่ 3.8 (ข) เรียบร้อยแล้ว จะทำการบันทึกให้เป็นไฟล์ .dwg เพื่อให้สามารถนำมาเปิดในโปรแกรม PTV Vissim ได้

(ก) (ข)

รูปที่ 3.8 รูปแสดงวาดแปลนอาคารด้วยโปรแกรม AutoCAD

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

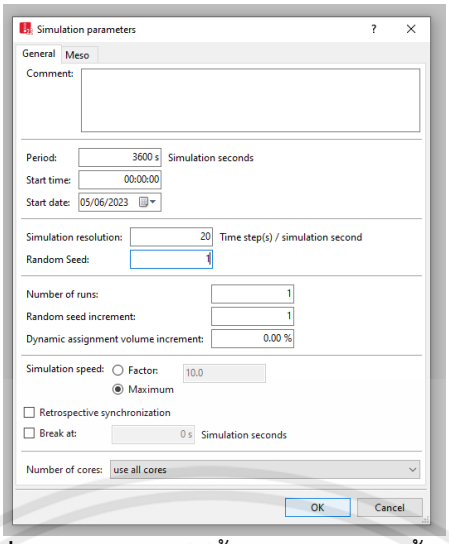
3.6 การสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม PTV Vissim

ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม PTV Vissim ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำหรับจำลองสภาพการจราจรของคนเดินเท้า โดยมีการปรับแก้ค่าตัวแปรพื้นฐานให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการเดินทาง และความสามารถในการแสดงผลของแบบจำลองเป็นภาพเคลื่อนไหวสามมิติ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการอพยพย้ายคนออกจากอาคารสำนักหอสมุดกลางดังนี้

3.6.1 กำหนดค่าพารามิเตอร์พื้นฐาน

สำหรับขั้นตอนการกำหนดค่าพารามิเตอร์พื้นฐานนี้ ตั้งค่าได้โดยเลือกคำสั่ง Simulation > Parameters จากนั้นจะมีหน้าต่างดังแสดงรูปที่ 3.9 ขึ้นมา ซึ่งในหน้าต่างนี้เราจะทำการตั้งค่าคาบการรันโปรแกรม ในช่อง Period โดยการศึกษานี้เราจะตั้งไว้ที่ 3600 วินาที (1 ชั่วโมง) จากนั้นจะตั้งค่า Simulation resolution ที่ 20 Times step(s) / simulation second ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยการเดินของคนเดินเท้า จากนั้นจะตั้งค่า Random Seed ซึ่งเป็นตัวเก็บข้อมูลการรันโปรแกรม โดยเราสามารถตั้งค่าเป็นเลขอะไรก็ได้ที่ไม่ซ้ำกับการรันก่อนหน้านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

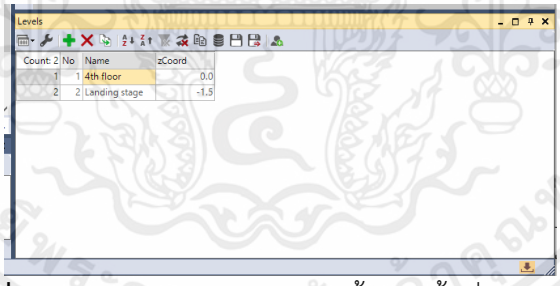


รูปที่ 3.9 รูปแสดงการตั้งค่าพารามิเตอร์พื้นฐาน

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

3.6.2 สร้างระดับพื้นของพื้นที่คนเดินเท้า

สำหรับขั้นตอนการสร้างระดับพื้นของพื้นที่คนเดินเท้า สามารถสร้างได้โดยการเลือกคำสั่ง Base Data > Levels จากนั้นทำการตั้งชื่อระดับพื้นในช่อง Name และกำหนดระดับความสูงพื้นในช่อง zCoord ดังแสดงรูปที่ 3.10 โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ตั้งระดับพื้นที่ทำการศึกษาที่ระดับความสูง 0.00 เมตร ระดับชานพักบันไดชั้นก่อนหน้าและชั้นถัดไปที่ 1.5 เมตร และ -1.5 เมตร ตามลำดับ



รูปที่ 3.10 รูปแสดงการสร้างระดับพื้นของพื้นที่คนเดินเท้า

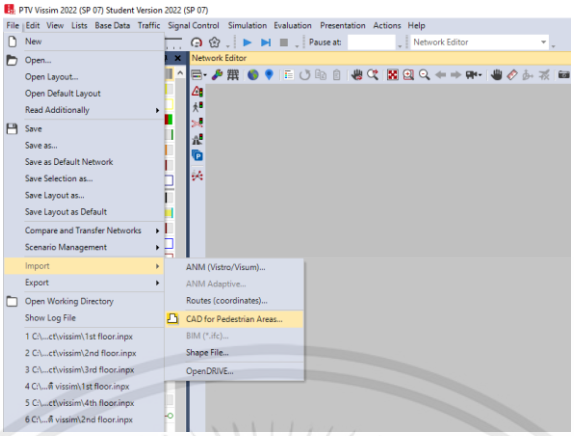
ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

3.6.3 สร้างพื้นที่สำหรับคนเดินเท้า

สำหรับขั้นตอนการสร้างพื้นที่คนเดินเท้าสามารถทำได้ 2 วิธีหลัก ๆ นั่นก็คือการใช้คำสั่ง Areas ในหน้าเมนู Network Objects วิธีนี้เหมาะสำหรับการสร้างพื้นที่คนเดินเท้าที่ไม่มีความซับซ้อนมากนัก และอีกวิธีคือการนำเข้าพื้นที่ 2D จากโปรแกรม AutoCAD วิธีนี้จะเหมาะสำหรับการสร้างพื้นที่คนเดินเท้าที่มีความซับซ้อนได้มากขึ้น ซึ่งในการทำการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้เลือกใช้วิธีนำเข้าไฟล์จาก AutoCAD โดยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

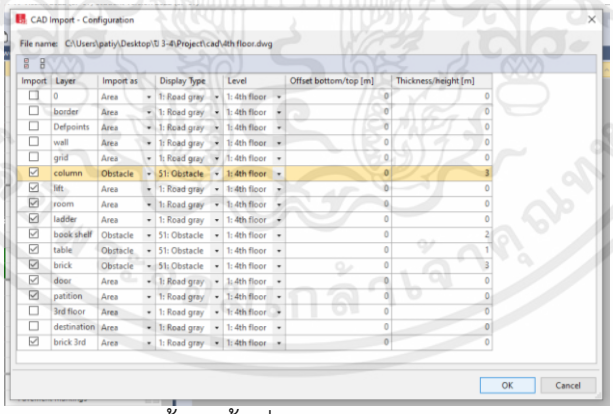
วิธีนำเข้าไฟล์คือการเลือกคำสั่ง File > Import > CAD for pedestrian Areas จากนั้นเลือกไฟล์งาน AutoCAD (.dwg) ที่ได้สร้างพื้นที่คนเดินเท้าไว้ ดังแสดงรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 รูปแสดงการนำเข้าไฟล์ AutoCAD (.dwg)

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

หลังจากที่ทำการเลือกไฟล์แล้ว จะมีหน้าต่างสำหรับตั้งค่าพื้นที่คนเดินเท้า โดยในหน้าต่างนี้เราจะทำการเลือก Layer ที่ต้องการใช้งาน จากนั้นเลือกประเภทของ Layer ที่เลือกว่าเป็นพื้นที่หรืออุปสรรค ถ้าเป็นพื้นที่ราบปกติเราจะทำการเลือกเป็น Import as Area และใส่ค่าความสูงที่ 0.00 เมตร ส่วนถ้าเป็นอุปสรรค เช่น เสา โต๊ะ ชั้นวางหนังสือ เราจะทำการเลือกเป็น Import as Obstacle และใส่ค่าระดับความสูงตามความสูงของสิ่งของนั้น ดังแสดงรูปที่ 3.12

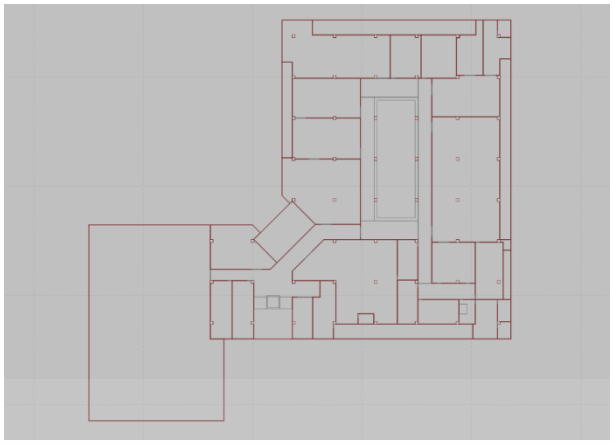


รูปที่ 3.12 รูปแสดงการตั้งค่าพื้นที่คนเดินเท้าจากการนำเข้าไฟล์ AutoCAD

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

หลังจากนั้นกดเลือก OK หน้าจอโปรแกรมจะปรากฏภาพแปลนพื้นที่คนเดินเท้าตามที่เราสร้างไว้ในโปรแกรม AutoCAD ในรูปแบบ 2D ดังแสดงรูปที่ 3.13 ซึ่งสามารถเปลี่ยนให้แสดงเป็นรูป 3D ดังแสดงรูปที่ 3.14 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องได้โดยใช้คำสั่ง 2D/3D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 รูป 2 มิติแสดงภาพพื้นที่คนเดินเท้าที่นำเข้าจาก AutoCAD

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

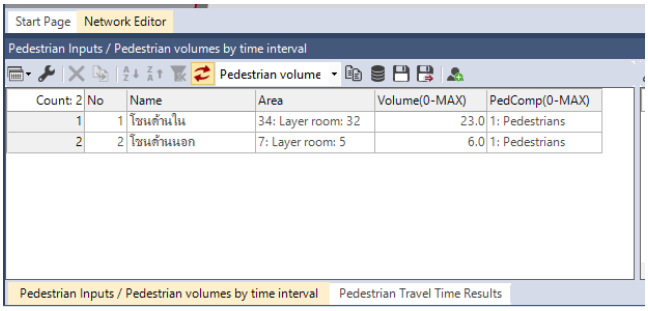
รูปที่ 3.14 รูป 3 มิติแสดงภาพพื้นที่คนเดินเท้าที่นำเข้าจาก AutoCAD

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

3.6.4 กำหนดพื้นที่สำหรับเป็นพื้นที่เริ่มต้นการเดิน

สำหรับขั้นตอนการกำหนดพื้นที่เริ่มต้นการเดิน สามารถกำหนดได้โดยการใช้คำสั่ง Pedestrian Inputs ที่หน้าเมนู Network Objects เมื่อเลือกใช้คำสั่งนี้แล้ว ให้ใช้เมาส์เลือกไปที่พื้นที่ที่ต้องการให้เป็นพื้นที่เริ่มต้นการเดินโดยการคลิกขวาที่เมาส์ เมื่อพื้นที่นั้นถูกเลือกแล้วจะมีจุดวงกลมตันสีดำปรากฏขึ้นพร้อมกับหน้าต่างคำสั่ง Pedestrian Inputs ที่ด้านล่างของจอ โดยในหน้าต่างคำสั่งนี้เราสามารถตั้งชื่อพื้นที่ได้ในช่อง Name และสามารถทำการเพิ่มจำนวนพารามิเตอร์คนเดินออกจากพื้นที่นี้ในช่อง Volumn(0-MAX) ซึ่งจำนวนพารามิเตอร์ที่ใส่ในช่องนี้จะมีหน่วยเป็น คน/ชั่วโมง ในการศึกษานี้เราใส่จำนวนตามที่คำนวณไว้ก่อนหน้านี้ ดังแสดงในรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

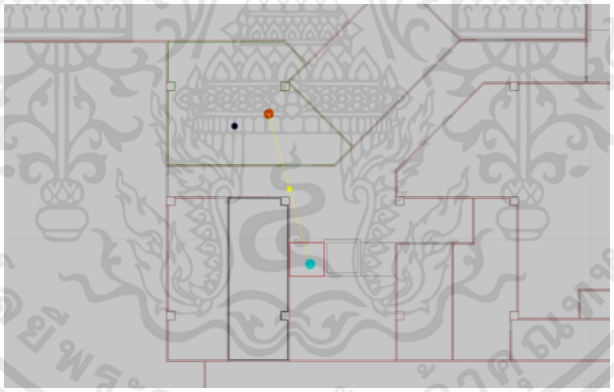


รูปที่ 3.15 รูปแสดงการตั้งค่าสำหรับการกำหนดพื้นที่เริ่มต้นการเดิน

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

3.6.5 กำหนดเส้นทางการเดินหลัก

สำหรับขั้นตอนการกำหนดเส้นทางการเดินหลัก จะต้องมั่นใจว่ามีเพิ่มพื้นที่เริ่มต้นการเดินด้วยคำสั่ง Pedestrian Inputs แล้ว จากนั้นทำการกำหนดเส้นทางการเดินหลักด้วยคำสั่ง Pedestrian Routes > Static เมื่อเลือกใช้คำสั่งนี้แล้ว ให้ใช้เมาส์เลือกไปที่พื้นที่ที่ต้องการให้เป็นพื้นที่เริ่มต้นการเดินด้วยการคลิกขวาที่เมาส์ เมื่อพื้นที่นั้นถูกเลือกแล้วจะมีจุดวงกลมตันสีแดงปรากฏขึ้น จากนั้นให้ใช้เมาส์เลือกไปที่พื้นที่ที่ต้องการให้เป็นพื้นที่ที่ต้องการให้เป็นพื้นที่ปลายทางด้วยการคลิกซ้ายที่เมาส์ เมื่อพื้นที่นั้นถูกเลือกแล้วจะมีจุดวงกลมตันสีฟ้าปรากฏขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.16



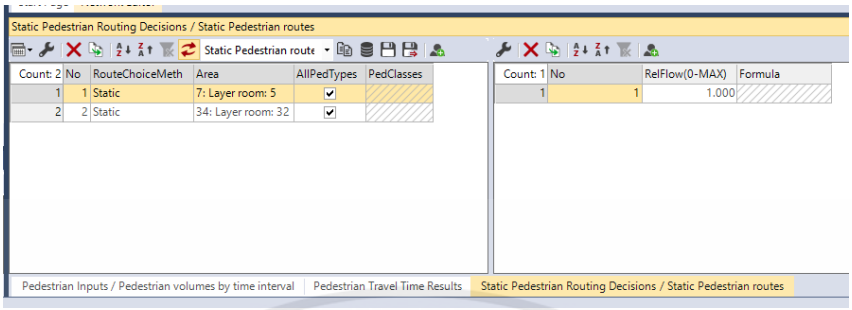
รูปที่ 3.16 รูปแสดงการกำหนดเส้นทางการเดินหลัก

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

จากนั้นเมื่อทำการกำหนดเส้นทางหลักเรียบร้อยแล้ว เราสามารถตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับเส้นทางหลักนี้ได้ที่หน้าต่าง Static Pedestrian Routes ดังแสดงในรูป 3.17 ซึ่งในหน้าต่างนี้เราสามารถกำหนดจำนวนการเดินของคนในพื้นที่ได้ว่าต้องการให้คนเดินออกจากพื้นที่นี้จำนวนกี่คนในช่อง Reflow(0-MAX) ในกรณีที่มีเส้นทางออกจากพื้นที่เริ่มต้นนี้เพียงพื้นที่เดียว แล้วเราต้องการให้คนออกจากพื้นที่นี้ทั้งหมดด้วยเส้นทางนี้เราจะใส่เป็นเลข 1.00 หรือจะใส่เป็นจำนวนร้อยละ 100.00 ก็ได้ หรือถ้าไม่ต้องการให้คนเดินออกทั้งหมดสามารถใส่เป็นสัดส่วนร้อยละการเดินออกได้เลย เช่น ถ้าต้องการให้คนเดินออกเพียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครึ่งเดียวของจำนวนในพื้นที่นี้ก็ใส่เป็นจำนวน 0.5 หรือร้อยละ 50 สำหรับกรณีที่มีจำนวนเส้นทางหลักออกจากพื้นที่นี้หลายเส้นทาง ก็สามารถใช้วิธีกำหนดเดียวกันนี้ได้ โดยใส่เป็นจำนวนสัดส่วนร้อยละที่เดินออกในแต่ละเส้นทาง



รูปที่ 3.17 รูปแสดงการตั้งค่าการกำหนดเส้นทางเดินหลัก

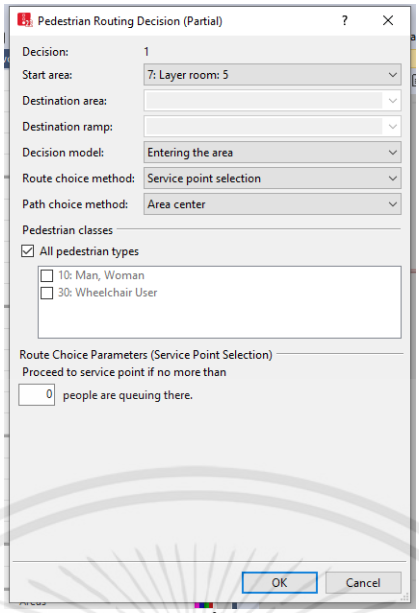
ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

3.6.6 กำหนดเส้นทางการเดินรอง

สำหรับขั้นตอนการกำหนดเส้นทางการเดินรอง จะต้องมั่นใจว่ามีการกำหนดเส้นทางเดินหลักด้วยคำสั่ง Static Pedestrian Routes เรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการกำหนดเส้นทางการเดินหลักด้วยคำสั่ง Pedestrian Routes > Partial route เมื่อเลือกใช้คำสั่งนี้แล้ว ให้ใช้เมาส์เลือกไปที่พื้นที่ที่ต้องการให้เป็นพื้นที่เริ่มต้นการเดินด้วยการคลิกขวาที่เมาส์ เมื่อพื้นที่นั้นถูกเลือกแล้วจะมีจุดวงกลมตันสีแดงปรากฏขึ้น จากนั้นให้ใช้เมาส์เลือกไปที่พื้นที่ที่ต้องการให้เป็นพื้นที่ที่ต้องการให้เป็นพื้นที่ปลายทางด้วยการคลิกซ้ายที่เมาส์ เมื่อพื้นที่นั้นถูกเลือกแล้วจะมีจุดวงกลมตันสีฟ้าปรากฏขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.18 โดยข้อกำหนดของการใช้คำสั่งเส้นทางการเดินรองนี้จุดเริ่มต้นการเดิน และจุดสิ้นสุดการเดินจะต้องเป็นพื้นที่เดียวกับเส้นทางการเดินหลักด้วยคำสั่ง Static Pedestrian Routes ซึ่งคำสั่งเส้นทางการเดินรอง Partial Pedestrian Routes จะมีประโยชน์ในกรณีที่เส้นทางการเดินหลักมีวิธีการเดินได้หลายรูปแบบ หรือมีการเข้าคิว ซึ่งการตั้งค่าของการกำหนดเส้นทางรองนี้จะเหมือนกับการกำหนดเส้นทางเดินหลักทั้งหมด

สำหรับในการศึกษานี้จะยกตัวอย่างที่กรณีชั้น 1 ของหอสมุดที่มีทางออก 2 ช่องทาง และต้องมีการผ่านประตูกั้นอัตโนมัติ ซึ่งคำสั่ง รอง Partial Pedestrian Routes จะเข้ามาช่วยให้คนในแบบจำลองเดินเข้าคิวประตูกั้นอัตโนมัติตามแถวคิวที่สั้นที่สุดโดยการไปที่หน้าต่าง Partial Pedestrian Routes ดังแสดงในรูปที่ 3.16 จากนั้นเปลี่ยน Route choice method เป็น Service point selection จากนั้นกำหนดจำนวนคนสูงสุดที่สามารถต่อแถวได้ที่ช่อง people are queuing there จำนวนตรงนี้เมื่อมีคนต่อแถวเกินจำนวนที่กำหนด คนในแบบจำลองของเราจะไม่ไปต่อแถวคิวนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

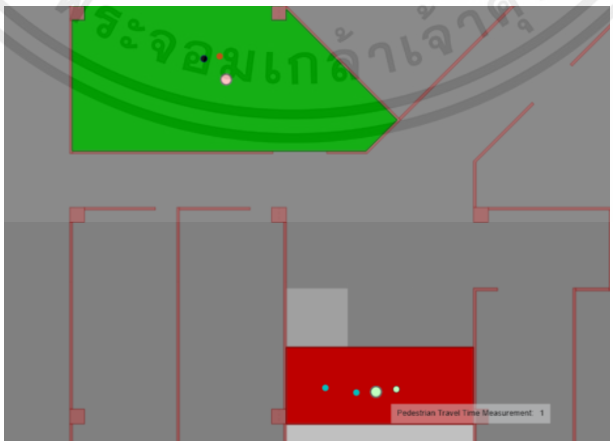


รูปที่ 3.18 รูปแสดงการตั้งค่าเส้นทางการเดินรอง

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

3.6.7 การจับเวลาเส้นทางการเดิน

สำหรับขั้นตอนการจับเวลาเส้นทางการเดิน เราจะใช้คำสั่ง Pedestrian Travel Times ที่หน้าเมนู Network Objects เมื่อเลือกใช้คำสั่งนี้แล้ว ให้ใช้เมาส์เลือกไปที่พื้นที่เริ่มต้นการเดินด้วยการคลิกขวาที่เมาส์ เมื่อพื้นที่นั้นถูกเลือกแล้วจะมีจุดวงกลมตันสีชมพูอ่อนปรากฏขึ้น จากนั้นให้ใช้เมาส์เลือกไปที่พื้นที่ปลายทางด้วยการคลิกซ้ายที่เมาส์ เมื่อพื้นที่นั้นถูกเลือกแล้วจะมีจุดวงกลมตันสีเขียวอ่อนปรากฏขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.19 คำสั่งนี้จะช่วยจับเวลาการเดินว่าใช้เวลาการเดินจากพื้นที่เริ่มต้นไปยังพื้นที่ปลายทางใช้เวลาเท่าไหร่ โดยในการใช้คำสั่งนี้จะต้องมั่นใจว่าได้มีการกำหนดเส้นทางการเดินหลักตามคำสั่ง Static Pedestrian Routes ไว้เรียบร้อยแล้ว และจะต้องมีพื้นที่เริ่มต้นและพื้นที่ปลายทางเป็นพื้นที่เดียวกัน



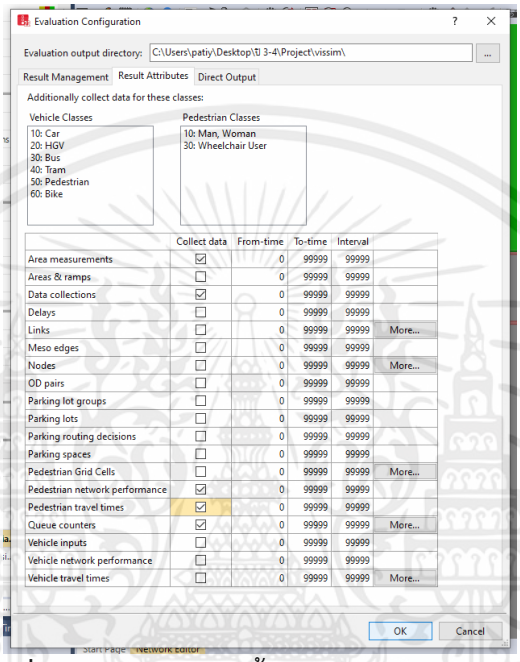
รูปที่ 3.19 รูปแสดงการกำหนดเส้นทางการจับเวลาเส้นทางเดิน

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.8 การตั้งค่าก่อนการรันโปรแกรม

สำหรับขั้นตอนการตั้งค่าก่อนการรันโปรแกรมนี้เราจะเลือกที่คำสั่ง Evaluation > Configuration หลังจากเลือกใช้คำสั่งนี้แล้ว โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Evaluation Configuration ดังแสดงในรูปที่ 3.20 ซึ่งในหน้าต่างการตั้งค่านี้ เราสามารถเลือกในสิ่งที่ต้องการให้โปรแกรมแสดงผลเมื่อเรากดรันโปรแกรม โดยในการศึกษาครั้งนี้เราเลือกให้โปรแกรมแสดงผลของในส่วน Area measurements, Data collections, Pedestrian network performance และ Pedestrian travel times



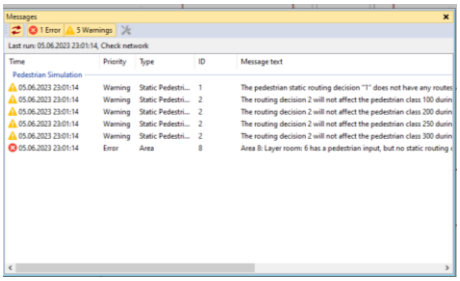
รูปที่ 3.20 รูปแสดงการตั้งค่าก่อนการรันโปรแกรม

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

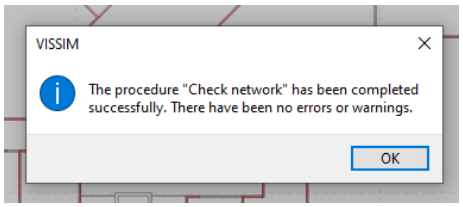
3.6.9 การตรวจสอบความถูกต้องและรันโปรแกรม

หลังจากที่เรากำหนดเส้นทางการเดินทั้งหมดเสร็จแล้ว ต่อมาเราจะต้องทำการตรวจสอบโปรแกรมโดยการเลือกคำสั่ง Simulation > Check network จากนั้นโปรแกรมจะปรากฏหน้าต่างคำสั่งเพื่อดูข้อมูลของโปรแกรมว่ามีข้อผิดพลาดที่ทำให้ไม่สามารถรันโปรแกรมได้หรือไม่ ถ้าโปรแกรมมีข้อผิดพลาดจะแสดงข้อมูลดังรูปที่ 3.21 (ก) และถ้าโปรแกรมไม่มีข้อผิดพลาดจะแสดงข้อมูลดังรูปที่ 3.21 (ข) ซึ่งสามารถที่จะรันโปรแกรมได้ หลังจากนั้นเมื่อโปรแกรมเราไม่มีข้อผิดพลลาดแล้ว จะทำการรันโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง Simulation > Continuous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



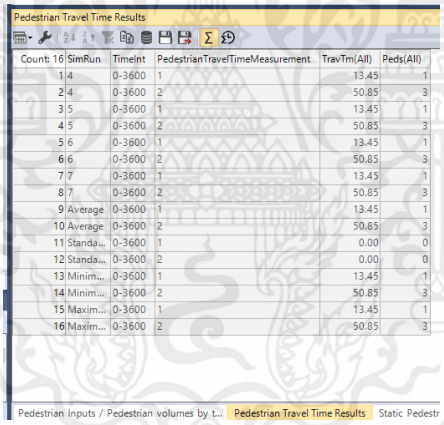
(ข)

รูปที่ 3.21 รูปแสดงผลการตรวจสอบโปรแกรม

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

3.6.10 การแสดงผลการรันโปรแกรม

หลังจากที่เราทำการรันโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว เราจะเลือกคำสั่ง Evaluation > Result lists > Pedestrian travel times เพื่อดูข้อมูลการเดินเท้าของโครงข่ายในพื้นที่ทั้งหมด ผลที่ได้จะแสดงผลดังรูปที่ 3.22 และเลือกคำสั่ง Evaluation > Result lists > Pedestrian network performance เพื่อดูเวลาที่ใช้ในการเดินของแต่ละเส้นทางที่เรากำหนดไว้ในโครงข่าย ผลที่ได้จะแสดงผลดังรูปที่ 3.22



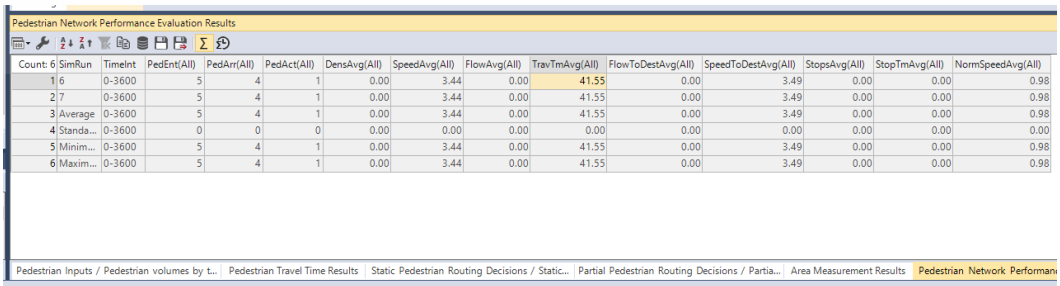
Pedestrian Travel Time Results

	Count: 16	SimRun	TimeInt	PedestrianTravelTimeMeasurement	TravTm(All)	Peds(All)
1	4	0-3600	1		13.45	1
2	4	0-3600	2		50.85	3
3	5	0-3600	1		13.45	1
4	5	0-3600	2		50.85	3
5	6	0-3600	1		13.45	1
6	6	0-3600	2		50.85	3
7	7	0-3600	1		13.45	1
8	7	0-3600	2		50.85	3
9	Average	0-3600	1		13.45	1
10	Average	0-3600	2		50.85	3
11	Standa...	0-3600	1		0.00	0
12	Standa...	0-3600	2		0.00	0
13	Minim...	0-3600	1		13.45	1
14	Minim...	0-3600	2		50.85	3
15	Maxim...	0-3600	1		13.45	1
16	Maxim...	0-3600	2		50.85	3

Pedestrian Inputs / Pedestrian volumes by t... | Pedestrian Travel Time Results | Static Pedestr

รูปที่ 3.22 รูปแสดงผล Pedestrian travel times

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565



Pedestrian Network Performance Evaluation Results

	Count: 6	SimRun	TimeInt	PedEnt(All)	PedArr(All)	PedAct(All)	DensAvg(All)	SpeedAvg(All)	FlowAvg(All)	TravTmAvg(All)	FlowToDestAvg(All)	SpeedToDestAvg(All)	StopsAvg(All)	StopTmAvg(All)	NormSpeedAvg(All)
1	6	0-3600	5	4	1	0.00	3.44	0.00	41.55	0.00	3.49	0.00	0.00	0.98
2	7	0-3600	5	4	1	0.00	3.44	0.00	41.55	0.00	3.49	0.00	0.00	0.98
3	Average	0-3600	5	4	1	0.00	3.44	0.00	41.55	0.00	3.49	0.00	0.00	0.98
4	Standa...	0-3600	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Minim...	0-3600	5	4	1	0.00	3.44	0.00	41.55	0.00	3.49	0.00	0.00	0.98
6	Maxim...	0-3600	5	4	1	0.00	3.44	0.00	41.55	0.00	3.49	0.00	0.00	0.98

Pedestrian Inputs / Pedestrian volumes by t... | Pedestrian Travel Time Results | Static Pedestrian Routing Decisions / Static... | Partial Pedestrian Routing Decisions / Partia... | Area Measurement Results | Pedestrian Network Performan

รูปที่ 3.23 รูปแสดงผล Pedestrian network performance

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

จากการสำรวจภาคสนามของสำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ผลการสำรวจดังต่อไปนี้

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพของทางหนีไฟ

จากการสำรวจลักษณะทางกายภาพของทางหนีไฟที่สำนักหอสมุดกลางพบว่าตามผังอาคารจะมีบันไดสำหรับหนีไฟภายในอาคารจำนวน 3 แห่ง แต่มีการเปิดใช้งานเพียง 1 แห่ง คือ บันไดทางขึ้นลงหลักบริเวณลิฟต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และอีก 2 แห่งเป็นบันไดสำหรับเจ้าหน้าที่เท่านั้นอีก 2 แห่ง ดังแสดงในรูปที่ 4.2 สำหรับลักษณะทางกายภาพของบันไดขึ้นลงหลักบริเวณลิฟต์จะมีลักษณะทางกายภาพเมื่อเทียบกับมาตรฐานอาคารดังแสดงในตารางที่ 4.1

(ก) (ข)

รูปที่ 4.1 บันไดทางขึ้นลงหลักบริเวณข้างลิฟต์

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

(ก) (ข)

รูปที่ 4.2 บันไดทางขึ้นลงเฉพาะเจ้าหน้าที่

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของทางหนีไฟหลักเทียบกับมาตรฐานอาคาร

รายการ	ลักษณะทางกายภาพของทางหนีไฟ (เมตร)			
	บันไดของสำนักหอสมุดกลาง	ข้อบัญญัติ กทม.	กฎกระทรวงฉบับที่ 55	มาตรฐาน วสท.
1. ความกว้างทางหนีไฟภายในอาคาร	1.90	≥ 0.90	≥ 0.60	≥ 0.90
2. ขนาดลูกตั้งบันได	0.17	≤ 0.20	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด
3. ขนาดลูกนอนบันได	0.28	≥ 0.22	ไม่ได้กำหนด	≥ 0.28
4. ขนาดความสูงของราวบันได	0.90	≥ 0.90	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด

จากข้อมูลการสำรวจทางกายภาพของทางหนีไฟอาคารสำนักหอสมุดกลางในตารางที่ 4.1 พบว่าลักษณะทางกายภาพของทางหนีไฟของอาคารสำนักหอสมุดกลางเมื่อเทียบกับมาตรฐานอาคารในประเทศไทยถือว่าเป็นไปตามมาตรฐาน แต่มีจำนวนบันไดทางหนีไฟน้อยกว่าที่กำหนด คือ สำหรับอาคารที่มีผู้ใช้งานมากกว่า 500 คน ควรมีจำนวนทางหนีไฟ 3 แห่ง อาคารสำนักหอสมุดกลางมี 3 แห่งตามมาตรฐาน แต่มีการเปิดใช้งานจริง ๆ เพียง 1 แห่ง

4.1.2 ลักษณ์ป้ายบอกทางหนีไฟ

จากการสำรวจป้ายสัญลักษณ์บอกทางหนีไฟ พบว่าอาคารสำนักหอสมุดกลางมีการติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ทางหนีไฟที่ผนังทางเดินทั้ง 4 ชั้น มีการติดลูกศรเส้นทางการเดินหนีไฟที่พื้นทางเดิน ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และมีการติดผังอาคารพร้อมแสดงเส้นทางการเดินอพยพที่ผนังอาคารในแต่ละชั้นด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.4

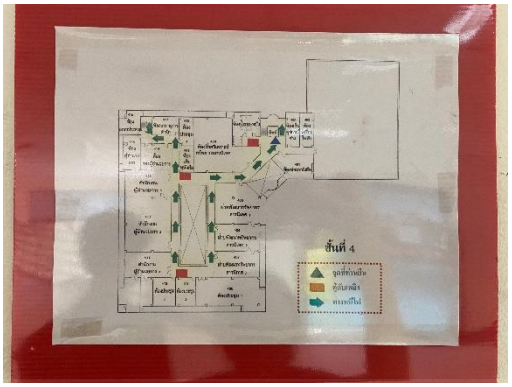
(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.3 รูปแสดงสัญลักษณ์ป้ายทางหนีไฟ

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)



(ข)

รูปที่ 4.4 รูปแสดงผังการเดินอพยพ

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

จากในภาพที่ 4.3 และ 4.4 จะเห็นได้ว่าอาคารสำนักหอสมุดกลางมีการติดสัญลักษณ์ทางหนีไฟพร้อมทั้งมีผังแสดงเส้นทางการเดินหนีไฟซึ่งเป็นไปตามที่มาตรฐาน แต่จะมีที่ต้องแก้ไขปรับปรุง คือ ในส่วนของขนาดป้ายสัญลักษณ์ที่มีขนาดค่อนข้างเล็กทให้เวลาเกิดเหตุชุลมุนอาจจะสังเกตเห็นได้ยาก และในกรณีที่เป็นตอนที่มีไฟดับจะสังเกตเห็นป้ายสัญลักษณ์ได้ยากเนื่องจากไม่มีแสงสว่างส่องให้เห็น รวมทั้งป้ายสัญลักษณ์เองก็ไม่มีไฟในตัวเองเพื่อที่จะได้สังเกตเห็นได้ง่าย

4.1.3 สิ่งกีดขวางและอุปสรรคในการอพยพ

จากการสำรวจสิ่งกีดขวางที่อาจจะเป็นอุปสรรคในการอพยพ พบว่าในส่วนของโซนที่มีผู้ใช้งานนั่งอ่านหนังสือจะมีโต๊ะตั้งอยู่จำนวนมาก รวมทั้งในบางชั้นก็จะมีชั้นวางหนังสือ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 อีกทั้งเรื่องของการเข้าออกสำนักหอสมุดกลางจะต้องเดินผ่านประตูกั้นอัตโนมัติ ที่จะใช้เวลาต่อคนอยู่ที่ 3-4 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 4.6

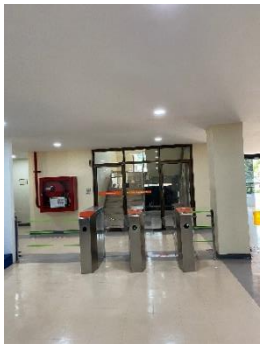
(ก)

(ข)

รูปที่ 4.5 รูปแสดงโต๊ะและชั้นวางหนังสือในชั้น 1 และชั้น 3

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



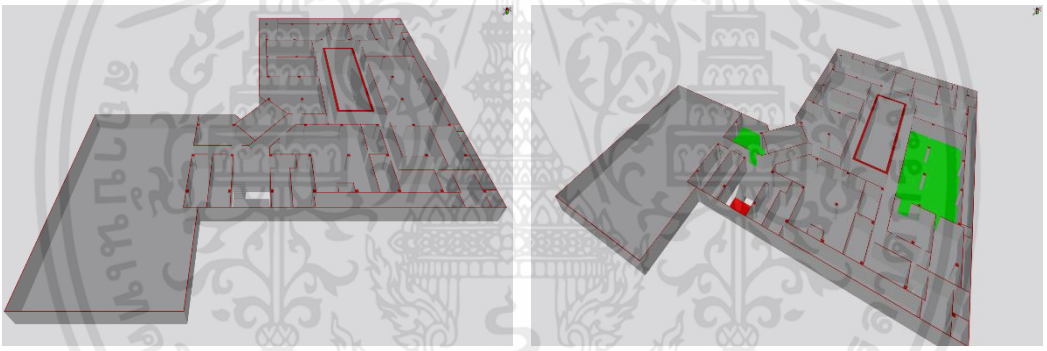
(ก) (ข)

รูปที่ 4.6 รูปแสดงประตูกั้นอัตโนมัติบริเวณทางเข้าออกอาคาร

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

4.2 ผลจากแบบจำลอง

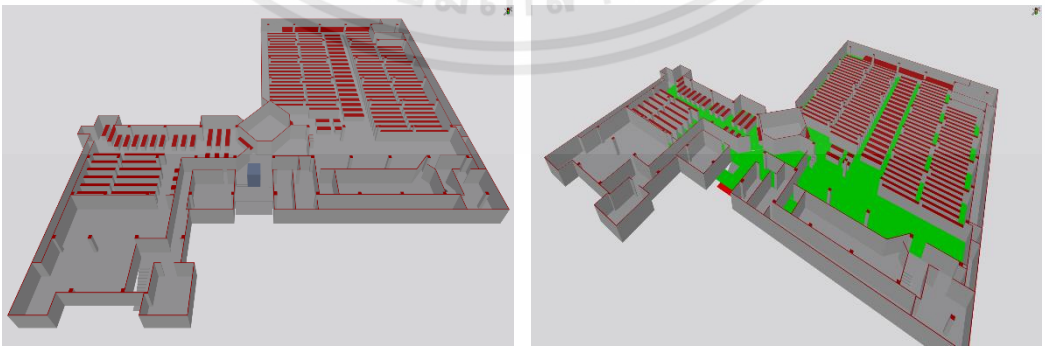
จากการสำรวจและราบรวมข้อมูลทางสถิติต่าง ๆ ได้นำมาสร้างเป็นแบบจำลองโดยแยกเป็นแบบจำลองแต่ละชั้นเพื่อนำมาวิเคราะห์ ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.7 – 4.10



(ก) (ข)

รูปที่ 4.7 รูปแสดงแบบจำลองอาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 4

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

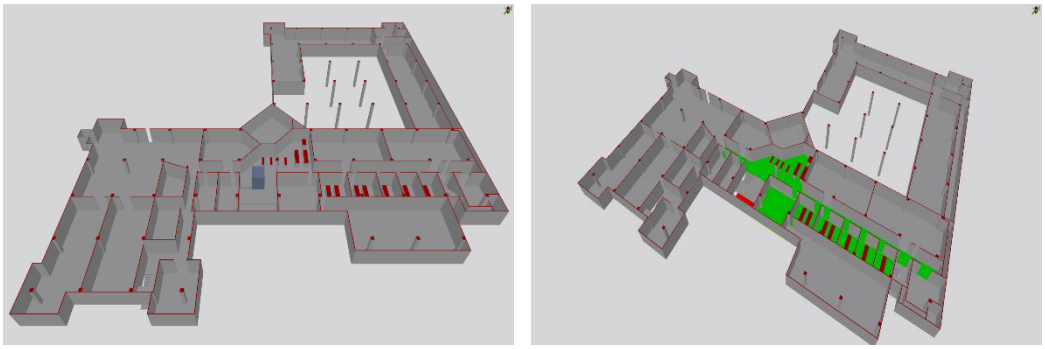


(ก) (ข)

รูปที่ 4.8 รูปแสดงแบบจำลองอาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 3

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

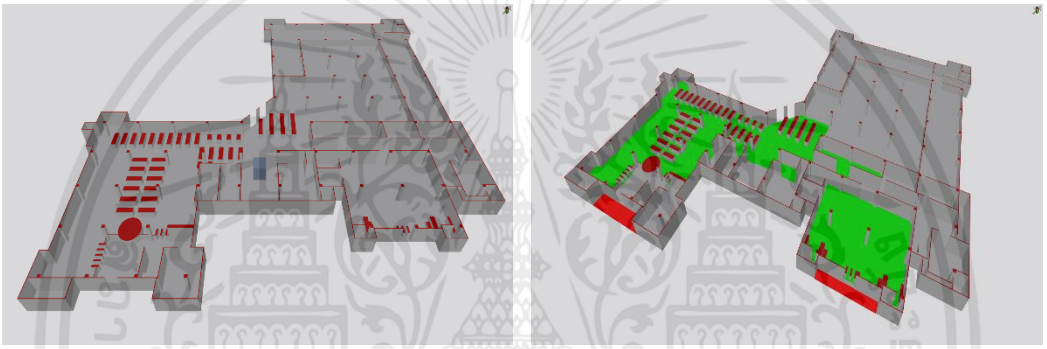
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

รูปที่ 4.9 รูปแสดงแบบจำลองอาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 2

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565



(ก) (ข)

รูปที่ 4.10 รูปแสดงแบบจำลองอาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 1

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

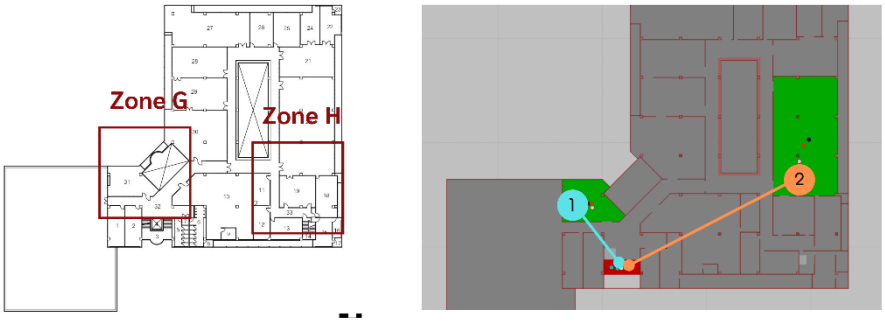
4.2.1 สถานการณ์ปกติ

ในสถานการณ์ปกติแบบจำลองจะจำลองการเดินของคนเดินเท้าโดยการให้คนเดินลงจากชั้น 4 ลงมาที่ชั้น 1 โดยการใช้บันไดหลักบริเวณข้างลิฟต์ทางเดียว และออกจากอาคารสำนักหอสมุดกลางได้จำนวน 2 ทางออก คือ ทางออกบริเวณที่อ่านหนังสือ Zone A และทางออกบริเวณห้อง Co-working space

4.2.1.1 แบบจำลองชั้น 4 อาคารสำนักหอสมุดกลาง

อาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 4 เป็นชั้นของเจ้าหน้าที่หอสมุด จะมีการใช้งานหลัก ๆ อยู่ 2 บริเวณ คือ Zone G และ H ดังแสดงในรูปที่ 4.11 (ก) ทำให้เกิดเส้นทางการเดินของคนเดินเท้าไปบริเวณชานพักบันไดหลักเพื่อลงสู่ชั้น 3 จำนวน 2 เส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.11 (ข) และได้ผลการโปรแกรม PTV Vissim ดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

รูปที่ 4.11 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 4 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ

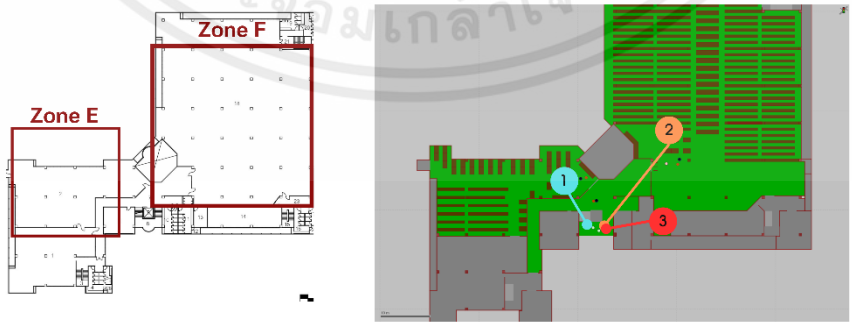
ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

ตารางที่ 4.2 ผลการจำลองการเดินชั้น 4 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ

เส้นทางการเดิน	เวลาที่ใช้ในการเดิน (วินาที)		
	เวลาน้อยที่สุด	เวลามากที่สุด	เวลาเฉลี่ย
1	13.45	13.45	13.45
2	50.85	50.85	50.85

4.2.1.2 แบบจำลองชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุดกลาง

อาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 3 เป็นชั้นอ่านหนังสือโซนเงียบ และเป็นชั้นที่เก็บรวบรวมหนังสือไว้ทั้ง จะมีการใช้งานหลัก ๆ อยู่ 2 บริเวณ คือ Zone E และ F ซึ่งเป็นห้องวิทยานิพนธ์และห้องอ่านหนังสือตามลำดับ โดยในห้องอ่านหนังสือจะมีบริเวณห้องของเจ้าหน้าที่รวมอยู่ด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.12 (ก) ทำให้เกิดเส้นทางการเดินของคนเดินเท้าไปบริเวณชานพักบันไดหลักเพื่อลงสู่ชั้น 2 จำนวน 3 เส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.12 (ข) และได้ผลการโปรแกรม PTV Vissim ดังตารางที่ 4.3



(ก) (ข)

รูปที่ 4.12 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

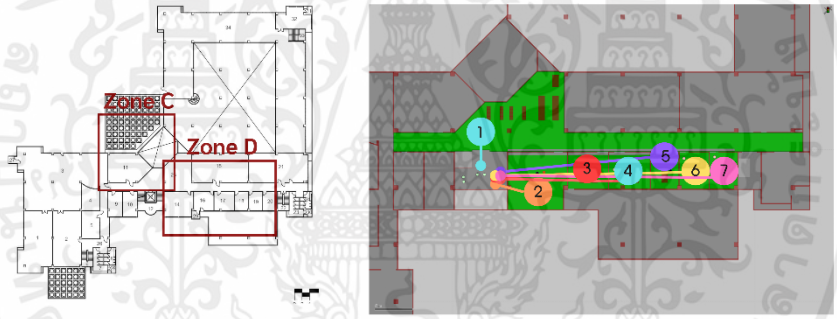
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการจำลองการเดินชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ

เส้นทางการเดิน	เวลาที่ใช้ในการเดิน (วินาที)		
	เวลาน้อยที่สุด	เวลามากที่สุด	เวลาเฉลี่ย
1	12.40	25.67	19.04
2	42.65	42.76	42.71
3	29.00	29.00	29.00

4.2.1.3 แบบจำลองชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลาง

อาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 2 เป็นชั้นของห้องสัมมนาย่อยที่ให้นักศึกษาจองเพื่อเข้ามาอ่านหนังสือได้ตามห้อง จะมีการใช้งานหลัก ๆ อยู่ 2 บริเวณ คือ Zone C และ D ซึ่งเป็นโซนอ่านหนังสือบริเวณโถงทางเดิน และห้องสัมมนาย่อยตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.13 (ก) ทำให้เกิดเส้นทางการเดินของคนเดินเท้าไปบริเวณชานพักบันไดหลักเพื่อลงสู่ชั้น 2 จำนวน 7 เส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.13 (ข) และได้ผลการโปรแกรม PTV Vissim ดังตารางที่ 4.4



(ก) (ข)

รูปที่ 4.13 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

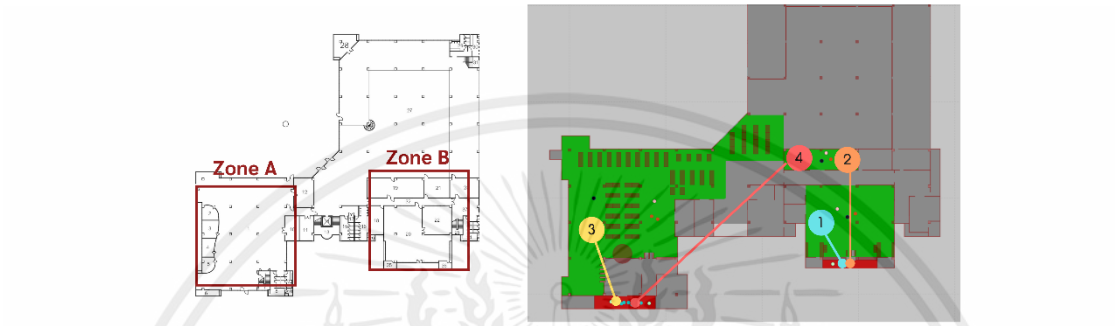
ตารางที่ 4.4 ผลการจำลองการเดินชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ

เส้นทางการเดิน	เวลาที่ใช้ในการเดิน (วินาที)		
	เวลาน้อยที่สุด	เวลามากที่สุด	เวลาเฉลี่ย
1	14.40	16.67	15.15
3	22.10	24.05	22.75
4	25.80	25.80	25.80
2, 5-7	0.00	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.4 แบบจำลองชั้น 1 อาคารสำนักหอสมุดกลาง

อาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 1 เป็นชั้นสำหรับอ่านหนังสือของนักศึกษา จะมีการใช้งานหลัก ๆ อยู่ 2 บริเวณ คือ Zone A และ B ซึ่งเป็นบริเวณอ่านหนังสือ และห้อง Co-working space ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.14 (ก) ทำให้เกิดเส้นทางการเดินของคนเดินเท้าไปบริเวณนอกอาคารที่มี 2 ทางออก จำนวน 4 เส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.14 (ข) และได้ผลการโปรแกรม PTV Vissim ดังตารางที่ 4.5



(ก) (ข)

รูปที่ 4.14 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

ตารางที่ 4.5 ผลการจำลองการเดินชั้น 1 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ปกติ

เส้นทางการเดิน	เวลาที่ใช้ในการเดิน (วินาที)		
	เวลาน้อยที่สุด	เวลามากที่สุด	เวลาเฉลี่ย
1	17.07	17.07	17.07
2	29.80	29.80	29.80
3	15.50	27.95	23.74
4	0.00	0.00	0.00

4.2.1.5 สรุปแบบจำลองคนเดินเท้าจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกนอกอาคารในสถานการณ์ปกติ

จากข้อมูลในตารางที่ 4.2 – 4.5 สามารถนำมาสรุปเป็นเวลาที่ใช้ในการจำลองการเดินของคนเดินเท้าจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลรวมเวลาแบบจำลองคนเดินเท้าจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกในสถานการณ์ปกติ

เส้นทางการเดิน	เวลาที่ใช้ในการเดิน (วินาที)		
	เวลาน้อยที่สุด	เวลามากที่สุด	เวลาเฉลี่ย
ชั้น 4 ลงมาชั้น 3	13.45	50.85	32.15
ชั้น 3 ลงมาชั้น 2	12.40	42.76	30.25
ชั้น 2 ลงมาชั้น 1	14.40	25.80	21.23
ชั้น 1 มาถึงนอกอาคาร	15.50	29.80	23.54
รวมเวลาทั้งหมด	55.75	149.21	107.17

จากตารางที่ 4.6 จะแสดงให้เห็นว่าจะสามารถใช้เวลาในการเดินจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกน้อยที่สุดที่ 55.75 วินาที ใช้เวลามากที่สุดที่ 149.21 วินาที (2 นาที 29.21 วินาที) เฉลี่ยแล้วในสถานการณ์ปกติจะใช้เวลาในการเดินจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกที่ 107.17 วินาที (1 นาที 47.17 วินาที)

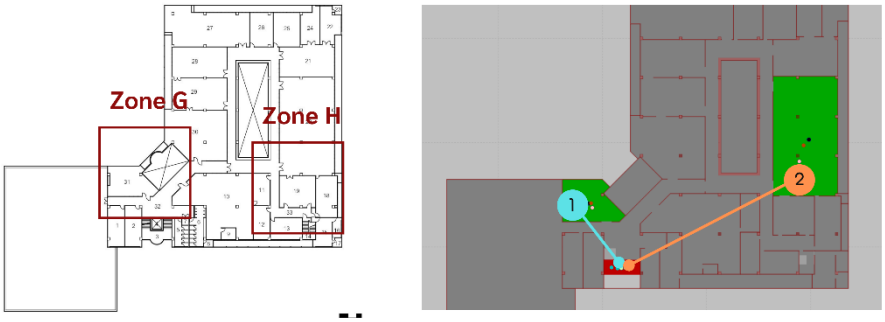
4.2.2 สถานการณ์ฉุกเฉิน

ในสถานการณ์ฉุกเฉินนี้ ผู้วิจัยได้สมมติให้เกิดเหตุไฟไหม้ที่ชั้น 1 บริเวณโซนอ่านหนังสือ Zone A ทำให้ทางออกหลักใช้งานไม่ได้ สามารถใช้ทางออกได้เพียงแค่ทางออกบริเวณ Co-working space เพียงทางเดียว โดยแบบจำลองจะจำลองการเดินของคนเดินเท้าโดยการให้คนเดินลงจากชั้น 4 ลงมาที่ชั้น 1 โดยการใช้บันไดหลักบริเวณข้างลิฟต์ทางเดียว และออกจากอาคารสำนักหอสมุดกลางได้จำนวน 1 ทางออก คือ ทางออกบริเวณห้อง Co-working space

4.2.2.1 แบบจำลองชั้น 4 อาคารสำนักหอสมุดกลาง

อาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 4 เป็นชั้นของเจ้าหน้าที่หอสมุด จะมีการใช้งานหลัก ๆ อยู่ 2 บริเวณ คือ Zone G และ H ดังแสดงในรูปที่ 4.15 (ก) ทำให้เกิดเส้นทางการเดินของคนเดินเท้าไปบริเวณชานพักบันไดหลักเพื่อลงสู่ชั้น 3 จำนวน 2 เส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.15 (ข) และได้ผลการโปรแกรม PTV Vissim ดังตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

รูปที่ 4.15 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 4 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน

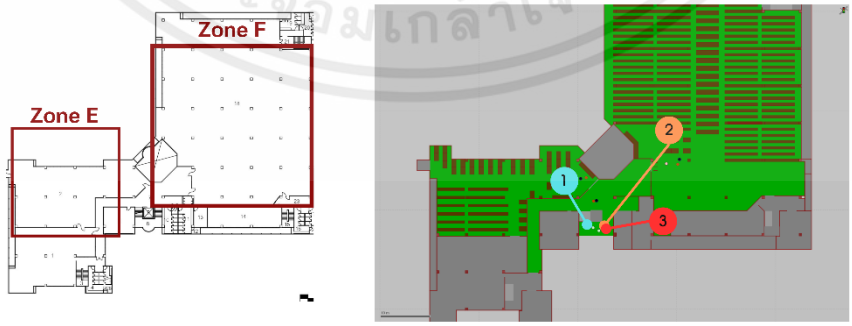
ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

ตารางที่ 4.7 ผลการจำลองการเดินชั้น 4 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน

เส้นทางการเดิน	เวลาที่ใช้ในการเดิน (วินาที)		
	เวลาน้อยที่สุด	เวลามากที่สุด	เวลาเฉลี่ย
1	13.45	13.45	13.45
2	50.85	50.85	50.85

4.2.2.2 แบบจำลองชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุดกลาง

อาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 3 เป็นชั้นอ่านหนังสือโซนเงียบ และเป็นชั้นที่เก็บรวบรวมหนังสือไว้ทั้ง จะมีการใช้งานหลัก ๆ อยู่ 2 บริเวณ คือ Zone E และ F ซึ่งเป็นห้องวิทยานิพนธ์และห้องอ่านหนังสือตามลำดับ โดยในห้องอ่านหนังสือจะมีบริเวณห้องของเจ้าหน้าที่รวมอยู่ด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.16 (ก) ทำให้เกิดเส้นทางการเดินของคนเดินเท้าไปบริเวณชานพักบันไดหลักเพื่อลงสู่ชั้น 2 จำนวน 3 เส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.16 (ข) และได้ผลการโปรแกรม PTV Vissim ดังตารางที่ 4.8



(ก) (ข)

รูปที่ 4.16 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

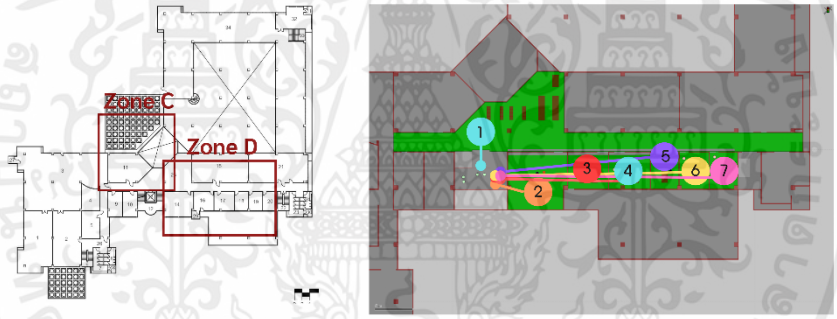
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการจำลองการเดินชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน

เส้นทางการเดิน	เวลาที่ใช้ในการเดิน (วินาที)		
	เวลาน้อยที่สุด	เวลามากที่สุด	เวลาเฉลี่ย
1	12.40	25.67	19.04
2	42.65	42.76	42.71
3	29.00	29.00	29.00

4.2.2.3 แบบจำลองชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลาง

อาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 2 เป็นชั้นของห้องสัมมนาย่อยที่ให้นักศึกษาจองเพื่อเข้ามาอ่านหนังสือได้ตามห้อง จะมีการใช้งานหลัก ๆ อยู่ 2 บริเวณ คือ Zone C และ D ซึ่งเป็นโซนอ่านหนังสือบริเวณโถงทางเดิน และห้องสัมมนาย่อยตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.17 (ก) ทำให้เกิดเส้นทางการเดินของคนเดินเท้าไปบริเวณชานพักบันไดหลักเพื่อลงสู่ชั้น 2 จำนวน 7 เส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.17 (ข) และได้ผลการโปรแกรม PTV Vissim ดังตารางที่ 4.9



(ก) (ข)

รูปที่ 4.17 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

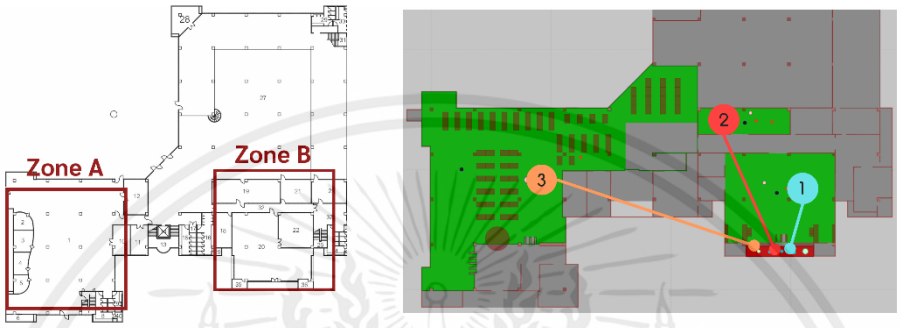
ตารางที่ 4.9 ผลการจำลองการเดินชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน

เส้นทางการเดิน	เวลาที่ใช้ในการเดิน (วินาที)		
	เวลาน้อยที่สุด	เวลามากที่สุด	เวลาเฉลี่ย
1	14.40	16.67	15.15
3	22.10	24.05	22.75
4	25.80	25.80	25.80
2, 5-7	0.00	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.4 แบบจำลองชั้น 1 อาคารสำนักหอสมุดกลาง

อาคารสำนักหอสมุดกลางชั้น 1 เป็นชั้นสำหรับอ่านหนังสือของนักศึกษา จะมีการใช้งานหลัก ๆ อยู่ 2 บริเวณ คือ Zone A และ B ซึ่งเป็นบริเวณอ่านหนังสือ และห้อง Co-working space ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.18 (ก) แต่เนื่องจากสมมติให้มีเหตุไฟไหม้ในบริเวณ Zone A ทำให้เส้นทางการเดินของคนเดินเท้าไปบริเวณนอกอาคารที่มี 2 ทางออก ใช้ได้เพียงแค่ 1 ทางออก เกิดจำนวนเส้นทางเดินเท้า 3 เส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.18 (ข) และได้ผลการโปรแกรม PTV Vissim ดังตารางที่ 4.10



(ก) (ข)

รูปที่ 4.18 รูปแสดงเส้นทางการเดินบริเวณชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน

ที่มา : ผู้วิจัย, 2565

ตารางที่ 4.10 ผลการจำลองการเดินชั้น 1 อาคารสำนักหอสมุดกลางในสถานการณ์ฉุกเฉิน

เส้นทางการเดิน	เวลาที่ใช้ในการเดิน (วินาที)		
	เวลาน้อยที่สุด	เวลามากที่สุด	เวลาเฉลี่ย
1	24.78	24.78	24.78
2	30.15	30.15	30.15
3	37.57	37.57	37.57

4.2.1.5 สรุปแบบจำลองคนเดินเท้าจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกนอกอาคารในสถานการณ์ฉุกเฉิน

จากข้อมูลในตารางที่ 4.7 – 4.10 สามารถนำมาสรุปเป็นเวลาที่ใช้ในการจำลองการเดินของคนเดินเท้าจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลรวมเวลาแบบจำลองคนเดินเท้าจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกในสถานการณ์ฉุกเฉิน

เส้นทางการเดิน	เวลาที่ใช้ในการเดิน (วินาที)		
	เวลาน้อยที่สุด	เวลามากที่สุด	เวลาเฉลี่ย
ชั้น 4 ลงมาชั้น 3	13.45	50.85	32.15
ชั้น 3 ลงมาชั้น 2	12.40	42.76	30.25
ชั้น 2 ลงมาชั้น 1	14.40	25.80	21.23
ชั้น 1 มาถึงนอกอาคาร	24.78	37.57	30.83
รวมเวลาทั้งหมด	68.03	156.98	114.46

จากตารางที่ 4.6 จะแสดงให้เห็นว่าจะสามารถใช้เวลาในการเดินจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกน้อยที่สุดที่ 68.03 วินาที (1 นาที 8.03 วินาที) ใช้เวลามากที่สุดที่ 156.98 วินาที (2 นาที 36.98 วินาที) เฉลี่ยแล้วในสถานการณ์ปกติจะใช้เวลาในการเดินจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกที่ 114.46 วินาที (1 นาที 54.46 วินาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

5.1 ข้อสรุปจากงานวิจัย

จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ผู้วิจัยได้มีองค์ความรู้และเข้าใจในเรื่องมาตรฐานอาคารประเทศไทย และนำความรู้ที่ได้รับมาเปรียบเทียบกับสภาพอาคารปัจจุบันของสำนักหอสมุดกลางได้ โดยพบว่าอาคารสำนักหอสมุดกลางมีลักษณะทางกายภาพ และแบบแปลนอาคารที่ได้มาตรฐานตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครกฎหมายควบคุมฉบับที่ 55 และมาตรฐาน วสท. แต่ก็ยังมีส่วนที่สำนักหอสมุดกลางยังคงต้องปรับปรุง นั่นก็คือในเรื่องของขนาดป้ายสัญลักษณ์ทางหนีไฟที่มีขนาดเล็ก ไม่มีแสงสว่างในตัวเองทำให้เวลาที่เกิดไฟฟ้าขัดข้อง อาจจะสังเกตหาป้ายสัญลักษณ์ได้ยาก นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้มีองค์ความรู้เพิ่มเติมในเรื่องของโปรแกรมสร้างแบบจำลอง PTV Vissim ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างแบบจำลองที่มีประโยชน์ทั้งในเรื่องการจำลองการเดินของมนุษย์ อีกทั้งยังสามารถจำลองเกี่ยวกับการจราจรและคมนาคมขนส่งสาธารณะได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังได้มีการนำโปรแกรมมาสร้างแบบจำลองการอพยพของอาคารสำนักหอสมุดกลาง โดยได้มีการจำลองสถานการณ์ใน 2 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 คือในสถานการณ์ปกติที่สามารถใช้ทางเข้าออกได้ทั้ง 2 ทาง และรูปแบบที่ 2 ในกรณีฉุกเฉินที่สมมติให้มีเหตุเพลิงไหม้บริเวณทางเข้าหลักชั้นที่ 1 สามารถออกได้ทางห้อง Co-working space ได้เพียงทางเดียว ซึ่งจากแบบจำลองนี้ได้ผลสรุปว่าในสถานการณ์ปกติ มีความเร็วในการอพยพน้อยที่สุดที่ 55.75 วินาที ความเร็วมากที่สุดที่ 149.21 วินาที (2 นาที 29.21 วินาที) เฉลี่ยแล้วในสถานการณ์ปกติ จะใช้เวลาในการเดินจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกที่ 107.17 วินาที (1 นาที 47.17 วินาที) และในสถานการณ์ฉุกเฉิน มีความเร็วในการอพยพน้อยที่สุดที่ 68.03 วินาที (1 นาที 8.03 วินาที) ความเร็วมากที่สุดที่ 156.98 วินาที (2 นาที 36.98 วินาที) เฉลี่ยแล้วในสถานการณ์ฉุกเฉิน จะใช้เวลาในการเดินจากชั้น 4 ลงมาถึงทางออกที่ 114.46 วินาที (1 นาที 54.46 วินาที) ผลจากแบบจำลองในส่วนนี้จะเห็นได้ว่าในสถานการณ์ปกติสามารถอพยพได้เร็วกว่า ทั้งนี้เนื่องจากสามารถออกได้ 2 ทาง ส่วนในสถานการณ์ฉุกเฉินสามารถออกได้ทางเดียว และเป็นทางออกที่เล็กกว่าจึงใช้เวลาในการอพยพมากกว่า แต่จากทั้ง 2 สถานการณ์ก็ยังสามารถอพยพได้ภายในเวลา 5 นาทีซึ่งเป็นเวลาที่มาตรฐานกำหนด จึงสรุปได้ว่าอาคารสำนักหอสมุดกลางนี้ยังเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด สามารถอพยพผู้คนออกจากอาคารได้ทันหากมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

หากมีการนำงานวิจัยนี้ไปศึกษาต่อในอนาคต ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1 ในส่วนของโปรแกรมที่ใช้เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ใช้เป็นโปรแกรม PTV Vissim student version หากมีการศึกษาเรื่องนี้ต่อในอนาคตอาจจะมีการใช้โปรแกรม PTV Vissim full version เพื่อที่จะได้สามารถสร้างแบบจำลองทั้ง 4 ชั้นภายในไฟล์เดียว เพื่อให้ได้เวลาการอพยพที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด

5.2.2 ในส่วนของสถานการณ์ฉุกเฉิน อาจจะมีการตั้งสมมติฐานในรูปแบบอื่น เช่น จากที่ในการศึกษานี้เป็นการจำลองเหตุฉุกเฉินที่มีไฟไหม้บริเวณทางออกชั้น 1 อาจจะเปลี่ยนเป็นมีเหตุเพลิงไหม้ที่ชั้นอื่น ๆ ว่าจะสามารถอพยพผู้คนในอาคารได้ทันหรือไม่ถ้าไม่เปิดใช้บันไดเจ้าหน้าที่อีก 2 แห่ง เพราะอาคารสำนักหอสมุดกลางมีบันไดหลักที่ใช้ลงเพียงทางเดียว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] กิตติ ขติยะสุนทร และนพดล กรประเสริฐ. (2562). การประเมินประสิทธิภาพการให้บริการจำหน่ายตั๋วโดยสารรถไฟฟ้ามหานครโดยใช้แบบจำลองการจราจรคนเดิน. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 121-134.

[2] ปิยพัชร เพ็ชรจันทร์ และอำพล การุณสุนทวงษ์. (2563). การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการศึกษาระบบแถวคอยบนสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสสะพานตากสินด้วยโปรแกรม PTV Viswalk. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต ปีที่ 10 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม*, 25-45.

[3] ภูวัต ศรีทาโส. (2564). การพัฒนาแบบจำลองการอพยพผู้โดยสารในสถานการณ์ฉุกเฉิน กรณีศึกษาสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินจตุจักร. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 26.*

[4] วเรศรา วีระวัฒน์ และทักษพร ทองบุญเพียร. (2561). การศึกษารูปแบบการเดินทางด้วยระบบขนส่งเสริมสำหรับสถานีรถไฟฟ้าเตาปูน. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน*, 40-49.

[5] สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และบริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด (มหาชน). (2562). *รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการจ้างที่ปรึกษาเพื่อศึกษารูปแบบการบริหารจัดการและแนวทางการพัฒนาพื้นที่สถานีกลางบางซื่อและจัดทำร่างเอกสารประกอบการจัดจ้างเอกชนเพื่อบริหารจัดการพื้นที่สถานีกลางบางซื่อ.* การถไฟแห่งประเทศไทย.

[6] Dr.Tobias Kretz. (2020). *Analysis of the Test Cases of the Rimea Guideline with PTV Viswalk.*

[7] Exa Heydemans and R. Jachrizal Sumabrata. (2019). The Analysis of Pedestrian's Facility Level of Service at Pondok Cina Rail Station's Platform using PTV Viswalk. *Matec Web of Conferences 278.* EDP Sciences.

[8] Johan Bloomstrand Maten and Johan Henningsson. (2014). *Verification and Validation of Viswalk for Building Evacuation Modelling.* Department of Fire Safety Engineering Lund University, Sweden.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[9] Puvit Boonsomparn. (2019). *Modeling Pedestrian Flow in Transit Stations: A Case Study of Transit Stations in Bangkok.* Sirindhorn International Institute of Technology Thammasat University.

[10] Siti Raudhatul Fadhilah and Sony Sulaksono Wibowo. (2019). Calibration and Validation of Walking Behavior Parameter (Case Study: Sky Bridge of Sultan Mahmud Badaruddin II Airport, Palembang). *Advances in Engineering Research, volumn 193*, 40-51.

[11] Sony Sulaksono and Siti Raudhatul Fadilah. (2018). Queuing analysis using Viswalk for check-in counter: Case study of Lombok Praya International Airport. *MATEC Web of Conferences 181.* EDP Sciences.

[12] YAN BAI and NAN ZHENG QIAOCHU CHEN. (2020). SIMULATION AND OPTIMIZATION OF PEDESTRIAN REGULAR EVACUATION IN COMPREHENSIVE RAIL TRANSIT HUB - A CASE STUDY IN BEIJING. *Promet-Traffic&Transportation, Vol. 32, No 3*, 383-397.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2560

รายงานสถิติการให้บริการห้องสมุด
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
สำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลำดับ	กิจกรรม	หน่วยนับ	ปี พ.ศ. 2559			ปี พ.ศ. 2560									รวม
			ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
1	**จำนวนผู้เข้าใช้บริการห้องสมุด**	ครั้ง	116,899	140,941	10,374	31,326	80,941	63,515	39,278	103,914	10,579	7,559	59,593	130,262	795,183
	1.1 ห้องสมุดอาคารเฉลิมพระเกียรติ	ครั้ง	108,628	133,997	9,479	26,741	75,963	57,810	35,793	100,189	10,083	7,217	51,518	122,742	**740,160**
	1.1.1 ในเวลาราชการ	ครั้ง	90,777	98,129	7,855	24,029	49,759	43,432	31,941	55,028	7,995	5,292	44,830	76,043	**535,110**
	1.1.2 นอกเวลาราชการ	ครั้ง	17,851	35,868	1,624	2,712	26,204	14,378	3,852	45,161	525	223	4,353	44,302	**197,053**
	1.1.3 นอกเวลาราชการ (Reading Room	คน	-	-	-	-	-	-	-	-	1,563	1,702	2,335	2,397	**7,997**
	1.2 ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	ครั้ง	8,271	6,946	895	4,585	4,978	5,705	3,485	3,725	496	342	8,075	7,520	**55,023**
	1.2.1 ในเวลาราชการ	ครั้ง	6,895	6,946	895	4,585	4,978	5,705	3,485	3,725	496	342	8,075	7,520	**53,647**
	1.2.2 นอกเวลาราชการ	ครั้ง	1,376	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1,376**
2	**จำนวนผู้เข้าใช้บริการที่บุคคลภายน**	**ครั้ง**	**1,488**	**2,597**	**879**	**1,159**	**2,136**	**2,170**	**1,526**	**3,120**	**1,832**	**1,377**	**2,645**	**2,796**	**23,725**
	2.1 ห้องสมุดอาคารเฉลิมพระเกียรติ	ครั้ง	1,457	2,577	875	1,151	2,125	2,157	1,520	3,112	1,826	1,371	2,633	2,792	**23,596**
	2.1.1 ในเวลาราชการ	ครั้ง	1,215	1,968	819	1,012	1,736	1,884	1,376	2,371	1,451	1,199	2,326	2,363	**19,720**
	2.1.2 นอกเวลาราชการ	ครั้ง	242	609	56	139	389	273	144	741	375	172	307	429	**3,876**
	2.2 ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสต	คน	31	20	4	8	11	13	6	8	6	6	12	4	**129**
	2.2.1 ในเวลาราชการ	คน	31	20	4	8	11	13	6	8	6	6	12	4	**129**
	2.2.2 นอกเวลาราชการ	คน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
3	**จำนวนผู้เข้า อบรม/สัมนา/ประชุม/เ**	**คน**	**0**	**431**	**210**	**234**	**125**	**461**	**560**	**320**	**669**	**682**	**429**	**0**	**4,121**
	3.1.1 ในเวลาราชการ	คน	0	364	210	234	125	460	560	320	669	682	429	0	**4,053**
	3.1.2 นอกเวลาราชการ	คน	0	67	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**68**

ตารางที่ ก-2 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2561

รายงานสถิติการให้บริการห้องสมุด

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

สำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

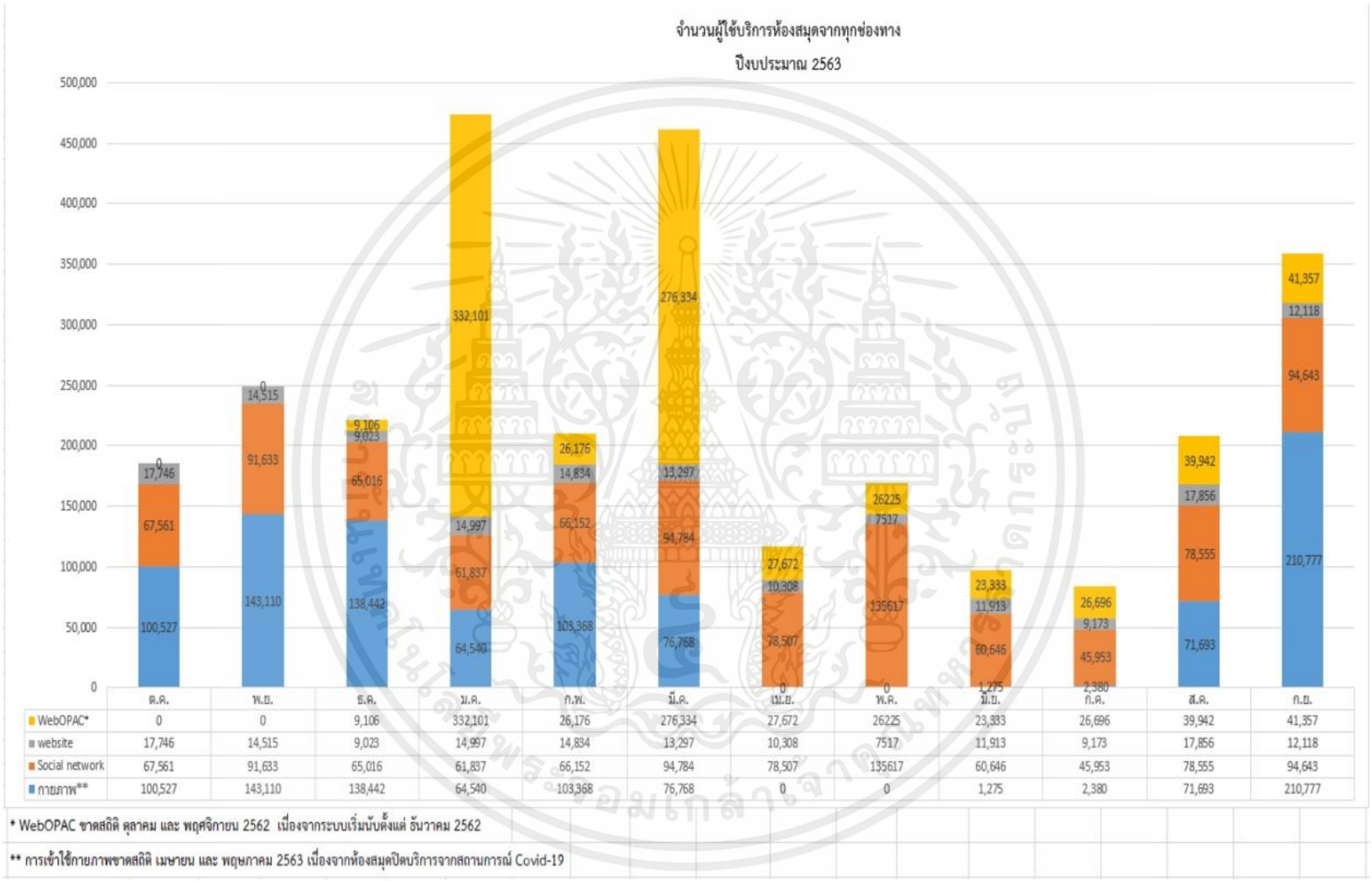
ลำดับ	กิจกรรม	หน่วยนับ	ปี พ.ศ. 2560			ปี พ.ศ. 2561									รวม
			ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
1	**จำนวนผู้เข้าใช้บริการห้องสมุด**	ครั้ง	50,721	92,296	27,685	54,702	107,043	83,515	69,164	121,956	17,106	18,018	79,079	155,383	876,668
	1.1 ห้องสมุดอาคารเฉลิมพระเกียรติ	ครั้ง	44,141	87,211	26,671	48,905	102,783	78,665	65,984	120,101	16,809	17,862	73,107	150,293	832,532
	1.1.1 ในเวลาราชการ	ครั้ง	37,747	55,729	14,956	30,125	47,400	37,763	33,657	47,926	5,648	7,943	42,420	69,215	430,529
	1.1.2 นอกเวลาราชการ	ครั้ง	4,557	30,205	10,803	3,410	25,449	13,460	4,978	38,090	1,326	0	7,084	41,858	181,220
	1.1.3 นอกเวลาราชการ (Reading Room 24 Hours)	คน	1,837	1,277	912	15,370	29,934	27,442	27,349	34,085	9,835	9,919	23,603	39,220	220,783
	1.2 ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	ครั้ง	6,580	5,085	1,014	5,797	4,260	4,850	3,180	1,855	297	156	5,972	5,090	44,136
2	**จำนวนผู้เข้าใช้บริการที่บุคคลภายนอก**	ครั้ง	2,410	3,149	1,279	2,038	2,153	2,363	1,726	2,479	961	5,561	5,084	2,856	32,059
	2.1 ห้องสมุดอาคารเฉลิมพระเกียรติ	ครั้ง	2,392	3,135	1,273	2,023	2,145	2,352	1,717	2,466	941	5,545	5,061	2,845	31,895
	2.1.1 ในเวลาราชการ	ครั้ง	2,093	2,360	1,062	1,712	1,739	2,045	1,428	1,990	865	5,322	4,460	2,014	27,090
	2.1.2 นอกเวลาราชการ	ครั้ง	299	775	211	310	406	307	289	476	76	223	601	831	4,804
	2.2 ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	ครั้ง	18	14	6	15	8	11	9	13	20	16	23	11	164
3	**จำนวนผู้เข้าใช้ห้องสมุดอาคารเฉลิมพระเกียรติแยกประเภท**	รายการ	42,304	85,870	25,759	33,531	72,849	51,223	38,634	86,016	86,016	3,944	46,673	110,308	684,720
	3.1 นักศึกษาระดับปริญญาตรี	รายการ	37,655	80,163	22,777	29,736	68,536	46,690	35,313	81,602	81,602	2,998	38,973	104,404	630,449
	3.2 นักศึกษาระดับปริญญาโท	รายการ	1,255	1,379	974	1,065	1,240	1,349	920	1,277	1,277	426	995	1,449	13,606
	3.3 นักศึกษาระดับปริญญาเอก	รายการ	75	75	46	58	120	102	97	66	66	43	116	144	1,008
	3.4 อาจารย์	รายการ	182	203	130	167	196	211	169	135	135	119	359	237	2,243
	3.5 บุคลากรสถาบัน	รายการ	745	915	559	482	612	519	418	468	468	358	1,169	1,229	7,942
	3.6 บุคคลภายนอก	รายการ	2,392	3,135	1,273	2,023	2,145	2,352	1,717	2,468	2,468	1,593	5,061	2,845	29,472

ตารางที่ ก-3 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2562

สถิติการให้บริการ ฝ่ายบริการสารนิเทศ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

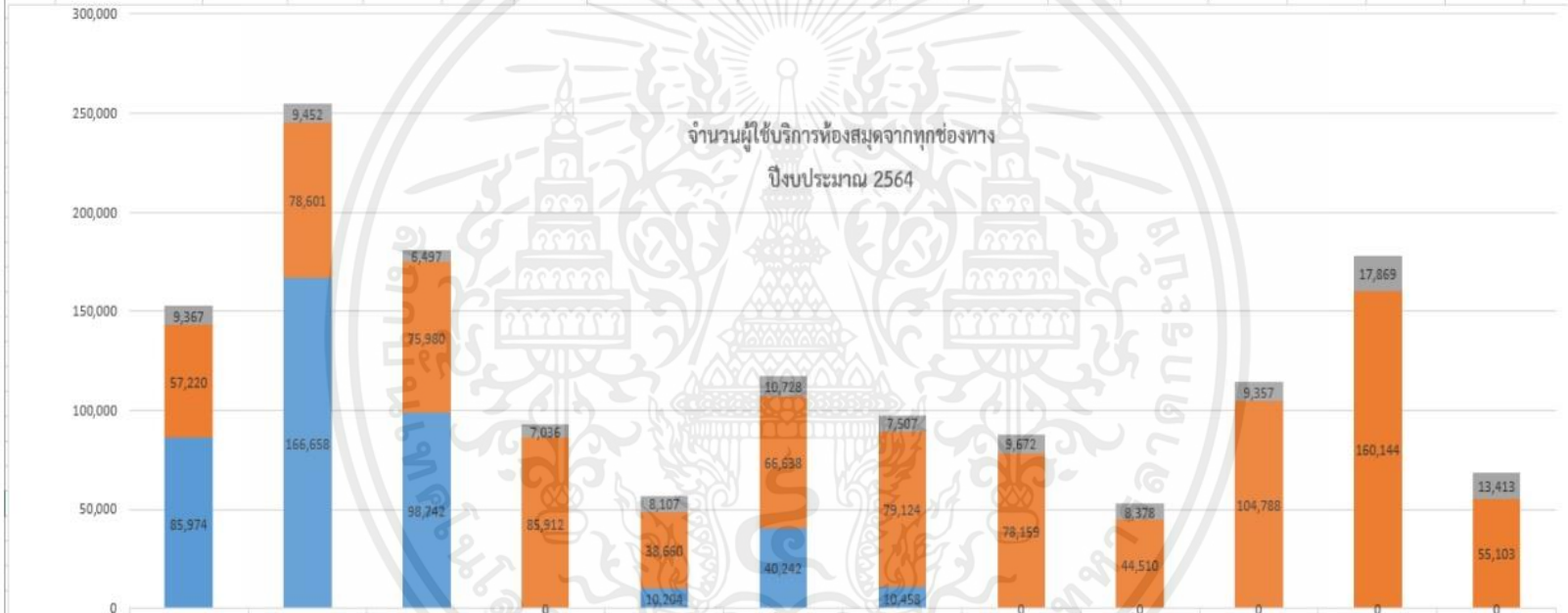
สำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลำดับ	กิจกรรม	หน่วยนับ	ปี พ.ศ. 2561			ปี พ.ศ. 2562									รวม
			ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
1	**จำนวนผู้เข้าใช้บริการห้องสมุด**	ครั้ง	83,777	114,405	83,712	37,696	53,050	88,231	45,795	119,134	42,806	2,896	91,301	224,010	986,813
	1.1 ห้องสมุดอาคารเฉลิมพระเกียรติ	ครั้ง	77,537	102,842	82,492	30,986	47,781	83,146	42,242	116,619	36,743	2,497	84,187	219,510	957,682
	1.1.1 ในเวลาราชการ 08.30-16.30 น	ครั้ง	44,579	51,421	31,848	25,027	37,196	45,968	35,035	50,083	10,388	2,074	71,452	111,638	516,709
	1.1.2 นอกเวลาราชการ เวลา 16.30-20.30 น.	ครั้ง	4,818	10,571	21,571	2,241	7,722	18,098	3,468	26,688	64	26	12,735	55,238	163,240
	1.13 นอกเวลาราชการ เวลา 20.30-08.30 น.	ครั้ง	0	3,251	10,351	0	2,863	7,330	0	12,800	0	0	0	52,634	89,229
	1.1.4 นอกเวลาราชการ (Reading Room 24 Hours)	คน	28,140	37,599	18,722	3,718	6,194	11,750	3,739	27,048	26,291	397	4,641	20,265	188,504
	1.2 ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	ครั้ง	6,145	4,300	1,147	4,110	5,110	5,085	3,553	2,515	199	219	6,325	4,500	43,208
2	**จำนวนผู้เข้าใช้บริการที่บุคคลภายนอก**	ครั้ง	2,674	1,707	1,238	1,587	1,875	1,715	1,245	1,612	495	471	4,085	4,984	23,688
	2.1 ห้องสมุดอาคารเฉลิมพระเกียรติ	ครั้ง	2,660	1,694	1,229	1,571	1,859	1,698	1,231	1,602	482	455	4,028	4,962	23,471
	2.1.1 ในเวลาราชการ	ครั้ง	2,297	1,423	878	1,138	1,591	1,653	1,014	1,225	441	432	3,070	3,716	18,878
	2.1.2 นอกเวลาราชการ	ครั้ง	363	271	351	165	268	45	217	377	42	23	958	1,246	4,326
	2.2 ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	ครั้ง	14	13	9	16	16	17	14	10	13	16	57	22	217
3	**จำนวนผู้เข้าอบรม/สัมมนา/ประชุม/เยี่ยมชม (bypass)**	คน	95	7,263	73	2,600	159	0	0	0	5,864	180	789	0	17,023
	3.1 ในเวลาราชการ	คน	95	7,263	73	2,600	159	0	0	0	5,864	180	789	0	17,023
	3.2 นอกเวลาราชการ	คน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	**จำนวนผู้เข้าใช้ห้องสมุดอาคารเฉลิมพระเกียรติแยกประเภท**	รายการ	48,602	64,866	63,484	26,938	47,339	70,670	38,026	89,067	10,379	1,639	39,017	74,671	575,159
	4.1 นักศึกษาระดับปริญญาตรี	รายการ	43,149	60,825	60,543	23,885	43,742	67,001	35,315	85,568	9,043	1,185	31,574	65,530	527,360
	4.2 นักศึกษาระดับปริญญาโท	รายการ	1,237	1,128	801	805	882	957	746	1,054	388	190	2,533	3,244	13,965
	4.3 นักศึกษาระดับปริญญาเอก	รายการ	119	119	101	97	143	150	87	97	29	20	0	0	962
	4.4 อาจารย์	รายการ	237	199	113	190	170	174	158	109	80	41	328	249	2,048



รูปที่ ก-1 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2563

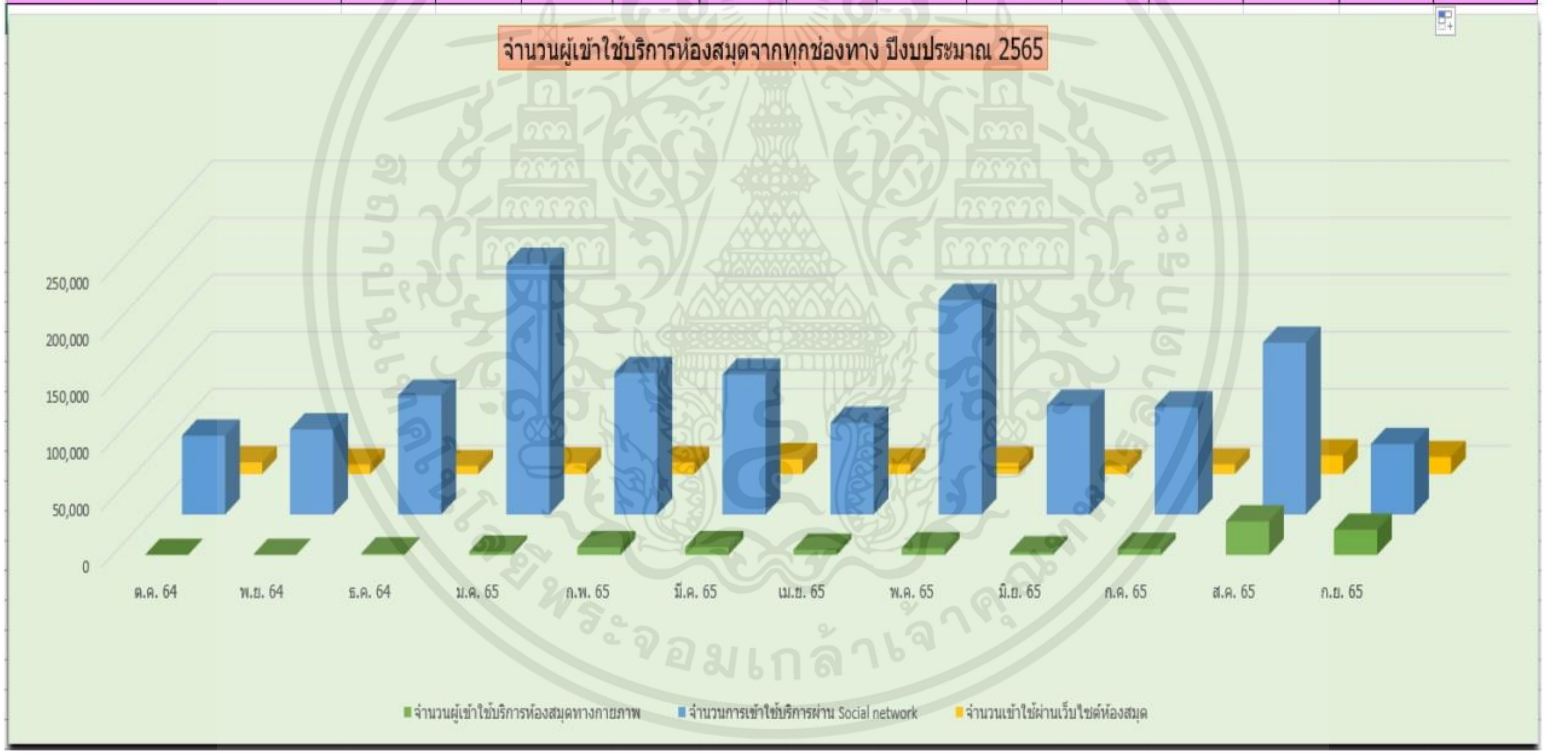
ลำดับ	ช่องทาง	ปี พ.ศ. 2563		ปี พ.ศ. 2564										รวม
		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	1,455,503
1	กายภาพ*	85,974	166,658	98,742	0	10,204	40,242	10,458	0	0	0	0	0	412,581
2	Social network	57,220	78,601	75,980	85,912	38,660	66,638	79,124	78,159	44,510	104,788	160,144	55,103	925,539
3	website	9,367	9,452	6,497	7,036	8,107	10,728	7,507	9,672	8,378	9,357	17,869	13,413	117,383



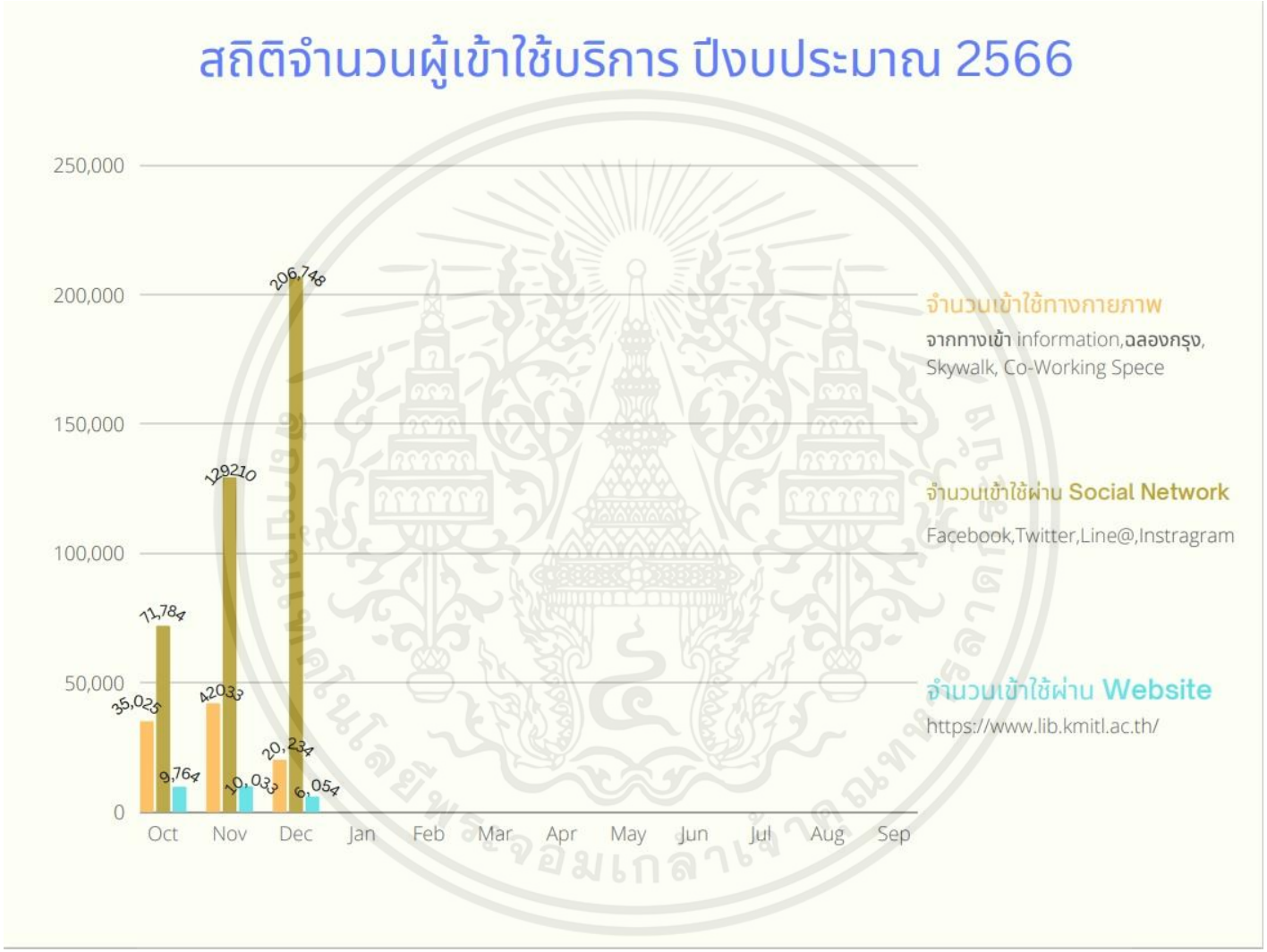
* ขาดสถิติการเข้าใช้กายภาพ เดือน มกราคม และ พฤษภาคม-กันยายน 2564 เนื่องจากห้องสมุดปิดบริการจากสถานการณ์ Covid-19

รูปที่ ก-2 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2564

กิจกรรม	ปี พ.ศ. 2564			ปี พ.ศ. 2565									รวม
	ต.ค. 64	พ.ย. 64	ธ.ค. 64	ม.ค. 65	ก.พ. 65	มี.ค. 65	เม.ย. 65	พ.ค. 65	มิ.ย. 65	ก.ค. 65	ส.ค. 65	ก.ย. 65	
จำนวนผู้เข้าใช้บริการห้องสมุดทางกายภาพ	0	0	1,231	2922	6,707	6,896	4,611	5,805	2,365	5,387	29,426	21,987	87,337
จำนวนการเข้าใช้บริการผ่าน Social network	69,064	74,678	104,149	219,810	124,011	122,635	80,415	188,004	95,287	93,904	150,586	61,740	1,384,283
จำนวนเข้าใช้ผ่านเว็บไซต์ห้องสมุด	10,343	8,337	7,135	9,311	9,970	13,067	8,631	9,788	7,426	8,500	16,403	14,994	123,905
รวมทุกช่องทาง	79,407	83,015	112,515	232,043	140,688	142,598	93,657	203,597	105,078	107,791	196,415	98,721	1,595,525



รูปที่ ก-3 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2565



รูปที่ ก-4 สถิติการใช้บริการห้องสมุดปีงบประมาณ 2566

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นางสาวจันทรกานต์ เกตุสวัสดิ์

วัน เดือน ปีเกิด 22 มกราคม 2544

ที่อยู่ 86/1 หมู่ 4 ตำบลหัวไทร อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา 24110

ประวัติการศึกษา 2565 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ – นามสกุล นางสาวทัดธนัณ ขุนแดง

วัน เดือน ปีเกิด 5 พฤศจิกายน 2544

ที่อยู่ 23 ถนนผังเมือง 4 ซอย 6 ครุมิตร ตำบลสะเตง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000

ประวัติการศึกษา 2565 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ – นามสกุล นายธนภัทร กาญจนกันติกะ

วัน เดือน ปีเกิด 4 ตุลาคม 2543

ที่อยู่ 233 ถนนริมคลองประปา แขวงบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

ประวัติการศึกษา 2565 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้