การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จังหวัดชลบุรี

นีนนารา ธนินสิทธางกูร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จังหวัดชลบุรี

นีนนารา ธนินสิทธางกูร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY FOR DETERMINING FIRE EVACUATION DRILLS FREQUENCY IN THE AUTOMOTIVE PARTS MANUFACTURER IN CHONBURI PROVINCE

NINNARA THANINSITTHANGKUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF SCIENCE
IN OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
BURAPHA UNIVERSITY
2024

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นีนนารา ธนินสิทธางกูร ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ)

..... คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ยุวดี รอดจากภัย)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ้งเอี่ยม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

62920056: สาขาวิชา: อาชีวอนามัยและความปลอดภัย; วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
คำสำคัญ: เทคโนโลยีความจริงเสมือน/ โปรแกรมคอมพิวเตอร์/ อพยพหนีไฟ/ สถานการณ์จำลอง

นินนารา ธนินสิทธางกูร : การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จังหวัดชลบุรี. (THE DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY FOR DETERMINING FIRE EVACUATION DRILLS FREQUENCY IN THE AUTOMOTIVE PARTS MANUFACTURER IN CHONBURI PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข, ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์ ปี พ.ศ. 2567.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ โดยนำไปใช้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่หลากหลายสถานการณ์จำลอง เพื่อศึกษาความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมที่ได้ตามเวลาที่กำหนดและเกิดความปลอดภัย และศึกษาความพึงพอใจของพนักงานฝ่ายผลิตบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี จำนวน 85 คนที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล แบบสอบถามความพึงพอใจ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษาพบว่า ความถี่ในการฝึกทดสอบซ้อมอพยพหนีไฟที่สามรอบนั้น มีความเหมาะสมที่สามารถช่วยให้เกิดทักษะในการอพยพที่ปลอดภัยและอยู่ในเวลาที่กำหนด โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 88 ผ่านการฝึกซ้อมที่ความถี่หนึ่งรอบ มากที่สุดคือสามรอบ สาเหตุที่ฝึกซ้อมมากกว่าหนึ่งรอบมาจากเวลาที่เกินกำหนดในสถานการณ์ที่ควบคุมไม่ได้ถึงร้อยละ 67 ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน สามารถนำไปใช้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟได้หลากหลายสถานการณ์ ดังนั้นควรสนับสนุนให้มีการเสริมการเรียนรู้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

62920056: MAJOR: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY; M.Sc. (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)
KEYWORDS: VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY (VR)/ COMPUTER PROGRAMS/ FIRE EVACUATION/ SIMULATED SITUATION

NINNARA THANINSITTHANGKUL : THE DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY FOR DETERMINING FIRE EVACUATION DRILLS FREQUENCY IN THE AUTOMOTIVE PARTS MANUFACTURER IN CHONBURI PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE: TANONGSAK YINGRATANASUK, Ph.D. TEERAYUT SA-NGIAMSAK, Ph.D. 2024.

This study aimed to build a Simulation-based Computer Program, Virtual Reality (VR), to facilitate fire-evacuation practice in many situations. The objectives were to examine the frequency with which the participants escaped the fire safely and on time and the satisfaction evaluated by the participants. The participants were 85 employees from a production department in an auto-parts manufacturer in Chonburi province, Thailand. They were all qualified for the experiment. General information and Satisfaction evaluation scores were conducted. The fire-evacuation practice VR was used. Descriptive statistics were analyzed. The results showed that the participants could evacuate from the fire safely and on time after practicing for three rounds maximum. Eighty-eight per cent were able to evacuate safely and accurately in the first round. The primary cause that made the participants fail the evacuation was an uncontrollable situation, with 67 per cent. This study indicates that the simulation-based computer program with Virtual Reality can benefit the users by facilitating them in fire-evacuation practice. Therefore, it is advisable to promote increased utilization of simulation-based computer programs, VR for enhancing fire evacuation drills, for more safety.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รวมถึงรองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ ที่กรุณาให้คำปรึกษา เสนอแนะและแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้งานวิจัยนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย และเจ้าหน้าที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ที่ได้ให้คำแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ทำให้การจัดทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่าให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารและหัวหน้างานบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จังหวัดชลบุรีที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ รวมถึงผู้เข้าร่วมโครงการทุกท่านที่ให้ความร่วมมือทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณทีมงานผู้ที่เกี่ยวข้องและ ด.ต.จักรกฤษ พันโบ ในการออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ร่วมกัน

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ที่เป็นกำลังใจด้วยดีมาตลอดและเป็นแรงผลักดันให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่ บิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ชี้แนะแนวทางในการศึกษาและสนับสนุน ทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ทำให้ให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จในหน้าที่การงานตราบจนเท่าทุกวันนี้

นีนนารา ธนินสิทธางกูร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

สมมุติฐานของการวิจัย 4

กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

ความเสี่ยงอัคคีภัยในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ 9

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับอัคคีภัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

การฝึกซ้อมและอพยพหนีไฟ 15

แนวคิดการสร้างสถานการณ์จำลอง 17

แนวคิดการออกแบบเกมมิฟิเคชัน 20

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28

การนำเทคโนโลยี VR และ AR มาประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ 37
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ 39
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 42
รูปแบบการวิจัย 42
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 42
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 43
ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือและรวบรวมข้อมูล 44
การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ 55
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 55
การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง 57
บทที่ 4 ผลการวิจัย 58
ผลการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 58
ผลการนำโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือนไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ 62
ผลการศึกษาความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ 68
ผลการศึกษาความพึงพอใจ 73
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 75
สรุปผลการวิจัย 75
อภิปรายผลการวิจัย 77
ข้อเสนอแนะ 84
ข้อจำกัดในการวิจัย 85
บรรณานุกรม 86
ภาคผนวก 90
ภาคผนวก ก 91
ภาคผนวก ข 96

ภาคผนวก ค 101
ภาคผนวก ค 107
ภาคผนวก ง 121
ภาคผนวก จ 123
ประวัติย่อของผู้วิจัย 145

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง 69
ตารางที่ 2 ผลการศึกษาสรุปจำนวนครั้งความถี่ที่ใช้ในการอพยพหนีไฟ 71
ตารางที่ 3 ผลการศึกษาสาเหตุที่ไม่ผ่านในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ 72
ตารางที่ 4 เวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในแต่ละสถานการณ์จำลอง 72
ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการใช้โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน 73
ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) การประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือ 97
ตารางที่ 7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล 99
ตารางที่ 8 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามความพึงพอใจ 100
ตารางที่ 9 บันทึกผลการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของสถานการณ์ที่ 1 และสถานการณ์ที่ 2 จำลองไฟไหม้ไกลจากเส้นทางอพยพหนีไฟ และจำลองไฟลุกลามไปยังพื้นที่ข้างเคียง 124
ตารางที่ 10 บันทึกผลการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของสถานการณ์ที่ 3 การจำลองสถานการณ์มีไฟและควันไฟจำนวนมากที่ทางหนีไฟ 128
ตารางที่ 11 บันทึกผลการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟทดสอบของสถานการณ์ที่ 4 การจำลองสถานการณ์ชั้นวางสินค้าถล่ม สิ่งของหล่นกีดขวางทางเดิน 133
ตารางที่ 12 บันทึกผลการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของสถานการณ์ที่ 5 การจำลองสถานารณ์สารเคมีระเบิด ส่งผลให้อาคารบางส่วนพังถล่มลงมา 139

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

ภาพที่ 2 กรอบระยะเวลาของการอพยพหนีไฟ 16

ภาพที่ 3 ทฤษฎีมาสโลว์ ลำดับขั้นความต้องการ (Maslow's Hierarchy of Need) 26

ภาพที่ 4 พื้นฐานแนวคิดเรื่องของความต่อเนื่องระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือน 29

ภาพที่ 5 เทคโนโลยีโลกของความเป็นจริงและโลกเสมือน 30

ภาพที่ 6 ผังการทำงานของระบบเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือ VR 31

ภาพที่ 7 ตัวอย่างเครื่องมือการออกแบบเกม 34

ภาพที่ 8 ตัวอย่างการออกแบบภาพจำลองที่เสมือนจริง 34

ภาพที่ 9 โลโก้ Unreal Engine 35

ภาพที่ 10 สรุปการทบทวนวรรณกรรม VR, AR และการอพยพในเหตุต่าง ๆ ปี ค.ศ. 2006-2020 37

ภาพที่ 11 แบบจำลองโมเดลของอาคาร มาตราส่วน 1 : 100 46

ภาพที่ 12 แบบแผนการทำงานของเกม 47

ภาพที่ 13 แบบขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ 47

ภาพที่ 14 การจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ผ่านโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน 49

ภาพที่ 15 หน้าจอโปรแกรม Unreal Engine และเครื่องมือในการออกแบบ 51

ภาพที่ 16 การออกแบบโครงสร้างให้เสมือนพื้นที่การทำงานจริง 52

ภาพที่ 17 การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ 54

ภาพที่ 18 หน้าต่างภาพรวมของการออกแบบในโปรแกรม Real Engine 59

ภาพที่ 19 ภาพรวมของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร 59

ภาพที่ 20 ภาพโดยรวมของโครงสร้างอาคาร พื้นที่ในอาคาร และเส้นทางเดิน 60

ภาพที่ 21 ภาพโดยรวมของพื้นที่ในอาคาร เส้นทางเดินของชั้นวาง และเครื่องจักรต่าง ๆ 60

ภาพที่ 22 ภาพโดยรวมของทางออก ทางหนีไฟ 60

ภาพที่ 23 ผังไดอะแกรมการสร้างโปรแกรมจำลองสถานการณ์ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ 61

ภาพที่ 24 คู่มือการใช้งาน โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน สำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ 62

ภาพที่ 25 ลักษณะการเกิดไฟไหม้จากเครื่องจักร ที่มีเปลวไฟและกลุ่มควันมายังทางหนีไฟ..... 62

ภาพที่ 26 รูปแบบการจำลองเหตุของสถานการณ์ที่ 1 ไฟไหม้ไกลจากเส้นทางอพยพหนีไฟมาตรฐาน การใช้เวลาในการอพยพของแต่ละเส้นทางสิ้นสุดที่ประตูทางออกแต่ละประตู..... 63

ภาพที่ 27 รูปแบบการจำลองเหตุของสถานการณ์ที่ 2 ไฟลุกลามไปยังพื้นที่ข้างเคียงมาตรฐานการใช้เวลาในการอพยพของแต่ละเส้นทางสิ้นสุดที่ประตูทางออกแต่ละประตู 64

ภาพที่ 28 รูปแบบการจำลองเหตุของสถานการณ์ที่ 3 ไฟและควันไฟจำนวนมากที่ทางหนีไฟ มาตรฐานการใช้เวลาในการอพยพของแต่ละเส้นทางสิ้นสุดที่ประตูทางออกแต่ละประตู 65

ภาพที่ 29 รูปแบบการจำลองเหตุของสถานการณ์ที่ 4 ชั้นวางสินค้าถล่ม หล่นกีดขวางทางเดิน มาตรฐานการใช้เวลาในการอพยพของแต่ละเส้นทางสิ้นสุดที่ประตูทางออกแต่ละประตู 66

ภาพที่ 30 รูปแบบการจำลองเหตุของสถานการณ์ที่ 5 สารเคมีระเบิด อาคารพังถล่มลงมามาตรฐาน การใช้เวลาในการอพยพของแต่ละเส้นทางสิ้นสุดที่ประตูทางออกแต่ละประตู..... 67

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อัคคีภัยเป็นภัยใกล้ตัวที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตทรัพย์สินและระบบเศรษฐกิจโดยรวมของโลกอย่างจำนวนมหาศาล สถิติการเกิดอัคคีภัยทั่วโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 ถึง 2561 รวม 25 ปีย้อนหลัง มีจำนวน 97.1 ล้านครั้ง และมีจำนวนผู้เสียชีวิตจากเหตุเพลิงไหม้ประมาณ 1,083,700 คน ซึ่งในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีจำนวนของผู้เสียชีวิตจากเพลิงไหม้จัดเป็นอันดับ 32 ของโลก เป็นจำนวน 910 ราย (Brusshlinsky et al., 2020) จากข้อมูลสถิติการเกิดอัคคีภัยที่เกิดขึ้นในประเทศไทย 20 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 พบว่ามีอัคคีภัยเกิดขึ้น 46,986 ครั้ง เฉลี่ย 186 ครั้งต่อเดือน มีผู้บาดเจ็บราว 3,775 คนและเสียชีวิตราว 1,639 คน มูลค่าความเสียหายไม่ต่ำกว่า 28,418 ล้านบาท (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2565) จากอดีตที่ผ่านมาประเทศไทยต้องเผชิญกับอัคคีภัยที่มีความรุนแรงบ่อยครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัคคีภัยที่เกิดขึ้นกับสถานประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม ในปัจจุบัน พบว่า การเกิดอัคคีภัยมีแนวโน้มเพิ่มความถี่และความรุนแรงมากขึ้น ในส่วนของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งจังหวัดชลบุรีนั้น สถิติการเกิดเพลิงไหม้ 10 ปีย้อนหลัง พบว่ามีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้นรวม 9 ครั้งจากแหล่งกำเนิดหลัก คือ เครื่องจักร เป็นเหตุเพลิงไหม้ขนาดเล็กไม่ลุกลามและสามารถระงับเหตุได้ทันทีโดยไม่ต้องอพยพคน ซึ่งเฉลี่ยแล้วเกิดขึ้นปีละ 1 ครั้ง ค่าความเสียหายอยู่ประมาณ 40,000 บาท เนื่องจากเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จึงมีเครื่องจักรและสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก แม้ว่าจะมีระบบป้องกันอัคคีภัยและการดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์ระงับเหตุเพลิงไหม้ต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอตามรอบที่กำหนดแล้วก็ตาม ดังนั้นอีกสิ่งหนึ่งสิ่งที่จะสามารถช่วยบรรเทาความสูญเสียโดยเฉพาะต่อชีวิตและการบาดเจ็บในระหว่างที่เกิดเหตุขึ้น คือทักษะการอพยพหนีไฟอย่างมีประสิทธิภาพ หรือการอพยพหนีไฟอย่างปลอดภัยนั่นเอง

การอพยพ ถือเป็นวิธีการที่สามารถลดความสูญเสียต่อชีวิตที่สำคัญอย่างหนึ่งทั้งจากเหตุอัคคีภัยรวมถึงภัยพิบัติต่าง ๆ เช่น สารเคมีรั่วไหล รังสีรั่วไหล แผ่นดินไหว สึนามิ เป็นต้น ในส่วนของสถานประกอบการ สิ่งที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก คือ ชีวิตของพนักงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดอัคคีภัยช่วงระยะแรกก่อนที่จะลุกลาม ซึ่งเมื่อเกิดเหตุขึ้นทุกคนต้องมีทักษะการอพยพหนีไฟที่ใช้เวลาน้อยที่สุด (Gwynne et al., 2017) รวมถึงการตัดสินใจในการเลือกเส้นทางอพยพอย่างปลอดภัย ซึ่งการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟและการตัดสินใจที่ดีต้องมาจากการได้รับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟเป็นประจำอยู่เสมอ ดังนั้นผู้ที่อยู่ในพื้นที่การทำงาน ควรได้รับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟเป็นประจำทุกปี ตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย

อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 นอกจากนั้นเทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการอบรมควรมีการปรับปรุงให้ทันสมัยอย่างต่อเนื่อง เห็นได้จากในแต่ละสถานประกอบการนั้นจะมีเทคนิคในการนำเสนอวิธีการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟหลากหลายรูปแบบที่นำมาใช้ร่วมกัน เช่น การยกตัวอย่างกรณีศึกษาที่เคยเกิดขึ้นจริงในอดีตผ่านโสตทัศนูปกรณ์ การอธิบายภาพแผนผังเส้นทางการอพยพในห้องอบรม การทำป้ายแผนผังเส้นทางหนีไฟติดตามจุดต่าง ๆ การฝึกทักษะการประสานงานร่วมกันในห้องประชุม รวมถึงการฝึกซ้อมอพยพในสถานที่จริงโดยจำลองสถานการณ์เหตุไฟไหม้ขึ้น

การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งนั้น ได้มีการซ้อมอพยพประจำปีตามที่กฎหมายกำหนดเช่นกัน โดยในแต่ละปีจะจัดฝึกซ้อมขึ้น 2 รอบ ได้แก่ ฝึกซ้อมเวลากลางวันสำหรับพนักงานที่ทำงานกะกลางวัน และฝึกซ้อมในเวลากลางคืนสำหรับพนักงานที่ทำงานกะดึก เพื่อเป็นการฝึกซ้อมการอพยพให้ครอบคลุมในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการจัดการฝึกซ้อมที่เกิดประสิทธิภาพนั้นต้องกำหนดสถานการณ์จำลองและเส้นทางอพยพที่สอดคล้องตามกระบวนการผลิตปัจจุบัน โดยพิจารณาจากความเสี่ยงในกระบวนการผลิต สารเคมี เครื่องจักร อุปกรณ์ รวมถึงโครงสร้างอาคารต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบเพื่อเป็นแนวทางจัดลำดับความสำคัญสำหรับกำหนดสถานการณ์สำหรับฝึกซ้อม ซึ่งหากจะให้ครอบคลุมทุกสถานการณ์จากทุกความเสี่ยงนั้นอาจต้องทำการฝึกซ้อมหลายครั้ง ซึ่งข้อจำกัดในการซ้อมอพยพแต่ละครั้งนั้น มีเรื่องของเวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อมเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งส่งผลกระทบต่อการวางแผนการผลิตชิ้นงานส่งลูกค้าทำให้ยอดการผลิตช่วงนั้นหายไปเป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การฝึกซ้อมอพยพที่หลากหลายสถานการณ์นั้นเป็นไปได้ยาก และปัจจุบันยังไม่สามารถกำหนดความถี่ที่ชัดเจนได้ว่าควรจะฝึกซ้อมอพยพหนีไฟกี่รอบถึงจะเกิดความชำนาญในแต่ละสถานการณ์

นอกจากนั้น ยังพบว่ารูปแบบของการอบรมและฝึกซ้อมในข้างต้นจะเหมือนเดิมในทุก ๆ ปี คือ ใช้วิธีอบรมภาคทฤษฎีให้แก่ตัวแทนพนักงานที่ทำหน้าที่ในทีมเหตุฉุกเฉินต่าง ๆ เพื่อชี้แจงหน้าที่ความรับผิดชอบและอธิบายสถานการณ์จำลองเหตุเพลิงไหม้ว่าเกิดขึ้นที่ใด ซึ่งสถานการณ์จำลองที่กำหนดนั้นเป็นสถานการณ์เหตุเพลิงไหม้ที่เครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่งและลุกลามไปพื้นที่ข้างเคียง ซึ่งจะหมุนเวียนสับเปลี่ยนในแต่ละพื้นที่ในแต่ละปี หลังจากนั้นให้ตัวแทนกลับไปประจำที่แผนกเพื่อรอซ้อมภาคปฏิบัติตามเวลาที่ได้นัดหมายเอาไว้ล่วงหน้า ซึ่งพนักงานที่ไม่ได้เป็นตัวแทนของทีมต่าง ๆ จะทำหน้าที่เดินเร็วตามผู้นำอพยพที่ถือธงไว้เพียงอย่างเดียว จึงทำให้พนักงานส่วนนี้อาจรู้สึกไม่สนใจที่จะฝึกซ้อมเนื่องจากไม่ได้มีส่วนร่วมในการติดสินใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ถึงแม้ว่าในการฝึกซ้อมในแต่ละปีนั้นจะผ่านตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดภายใน 5 นาทีแล้วก็ตาม ซึ่งข้อจำกัดในรูปแบบเดิมที่พบคือไม่สามารถฝึกซ้อมโดยไม่แจ้งเวลาล่วงหน้าได้เนื่องจากจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของชิ้นงานเพราะเครื่องจักรทำงานแบบระบบกึ่งอัตโนมัติหากมีการหยุดกระทันหันจะทำให้ชิ้นงานที่อยู่ภายใน

เครื่องจักรทั้งหมดได้รับความเสียหาย จึงต้องให้พนักงานทำการจัดการชิ้นงานในระบบการทำงานของเครื่องจักรก่อนทั้งหมด จึงทำให้พนักงานรู้ล่วงหน้าและเตรียมตัวที่จะอพยพหนีไฟ นอกจากนั้นต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ บุคลากร เวลา และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ใช้ในการฝึกซ้อมเป็นจำนวนมาก เพื่อความสมจริง เช่น ควันปลอม ไฟปลอม รถดับเพลิง ชุดดับเพลิง จึงเป็นการยากถ้าจัดให้มีการฝึกซ้อมหลายครั้ง ๆ เพื่อให้ได้หลากหลายสถานการณ์ รวมถึงสังเกตได้ว่าขณะทำการซ้อมอพยพประจำปี พบว่าพฤติกรรมการตอบสนองของผู้เข้าร่วมน้อย ด้วยเหตุนี้หากมีสถานการณ์เพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นจริงนั้นแตกต่างออกไปจากเดิมที่เคยฝึกซ้อม อาจส่งผลให้พนักงานเกิดความสับสนในความคิดและลังเลที่จะตัดสินใจเลือกเส้นทางอพยพเนื่องจากได้รับประสบการณ์ในการฝึกซ้อมไม่พอเพียง เช่น ภาวะการควบคุมอารมณ์ไม่ให้ตื่นตระหนกสับสนในการอพยพหนีไฟ ทั้งในด้านที่ต้องแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าในหลากหลายรูปแบบตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงและด้านการตระหนักถึงอันตรายที่เกิดขึ้นจากการลุกลามของอัคคีภัย (Kawai & Mitsuhara, 2016) ซึ่งทั้งหมดนี้พนักงานจะไม่สามารถพิจารณาเส้นทางหนีไฟที่ปลอดภัยที่สุดให้กับตนเอง รวมถึงอาจต้องใช้ระยะเวลาในการอพยพที่นานขึ้น ส่งผลทำให้เกิดการบาดเจ็บและสูญเสียชีวิตตามมา ดังนั้นสถานประกอบการควรจะมีการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟให้กับพนักงานรวมถึงผู้มาติดต่องานอย่างสม่ำเสมอและหลากหลายสถานการณ์ รวมถึงทบทวนวิธีการค้นหาวิธีอื่นที่นอกเหนือจากการฝึกซ้อมแบบเดิม โดยสามารถนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดการอพยพที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ปัจจุบันเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือ Virtual Reality เรียกโดยย่อว่า VR เป็นเทคโนโลยีการจำลองภาพที่เสมือนจริงด้วยเทคนิคการออกแบบที่มีการประมวลผลผ่านหน้าจอได้ภาพที่เสมือนจริงด้วยระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ ซึ่งผู้ใช้สามารถตอบโต้ได้ทันทีกับสิ่งแวดล้อมเสมือนจริงโดยใช้อุปกรณ์นำเข้ามาตรฐาน เช่น แป้นพิมพ์ เมาส์ ถุงมือโครงลวด แขนควบคุม หรือคันบังคับหลายทิศทาง เป็นต้น (พินันทา ฉัตรวัฒนา, 2563) ซึ่งเทคโนโลยีนี้ได้เริ่มเข้ามาเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในประเทศไทยในรูปแบบของการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ ต่อมาได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือนนี้เข้ามามีบทบาทในแขนงต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น เช่น ด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม การศึกษา วิทยาศาสตร์ การแพทย์ การตลาด ตัวช่วยนำทาง การออกแบบผลิตภัณฑ์ ฯลฯ รวมถึงความปลอดภัยในชีวิตประจำวัน เช่น การฝึกขับรถ หรือในต่างประเทศมีการพัฒนาเพื่อฝึกรับมือในสถานการณ์อันตรายต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นภัยธรรมชาติ เช่น พายุและแผ่นดินไหวจนไปถึงการก่อการร้าย (พินันทา ฉัตรวัฒนา, 2563) ในเชิงภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านความปลอดภัยนั้น มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการฝึกอบรมพนักงานในหัวข้อต่าง ๆ ที่ต้องมีการฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญเฉพาะด้าน เช่น การฝึกปฏิบัติงานกับเครื่องจักรที่มีความเป็นอันตรายสูง การทำงานกับไฟฟ้า การขับขี่รถหรือเครื่องบิน การใช้ถังดับเพลิง เป็นต้น ซึ่งการนำมาประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในสถานประกอบการนั้นยังพบว่ามีไม่มากนักทั้งในและต่างประเทศ

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ และเพื่อกำหนดความถี่ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟให้เป็นมาตรฐานในการฝึกซ้อม โดยการสร้างและออกแบบผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะจำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้ในรูปแบบต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจริง โดยได้มาจากการประเมินความเสี่ยงในพื้นที่การทำงานจริง รวมถึงการจำลองสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งโครงสร้างอาคาร เส้นทางหนีไฟ ประตูทางออก วัตถุดิบ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ เสมือนทำงานในบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ในการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงนี้ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ในการนำมาฝึกปฏิบัติให้กับพนักงาน เป็นการกระตุ้นให้ผู้ฝึกซ้อม ได้มีกระบวนการทางความคิดที่จะวิเคราะห์อันตรายที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จำลองเหตุเพลิงไหม้ที่แตกต่างกันเฉพาะหน้าในเวลาที่จำกัดได้ เพื่อนำมาสู่การตัดสินใจเลือกเส้นทางอพยพหนีไฟสู่ทางออกได้อย่างปลอดภัย โดยไม่จำกัดจำนวนครั้งจนกว่าจะเกิดความชำนาญในแต่ละสถานการณ์ นอกจากนั้นยังจะสามารถประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายในการฝึกซ้อม โดยไม่กระทบต่อการผลิตของสถานประกอบการ รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดอุบัติเหตุจากการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟจริงได้

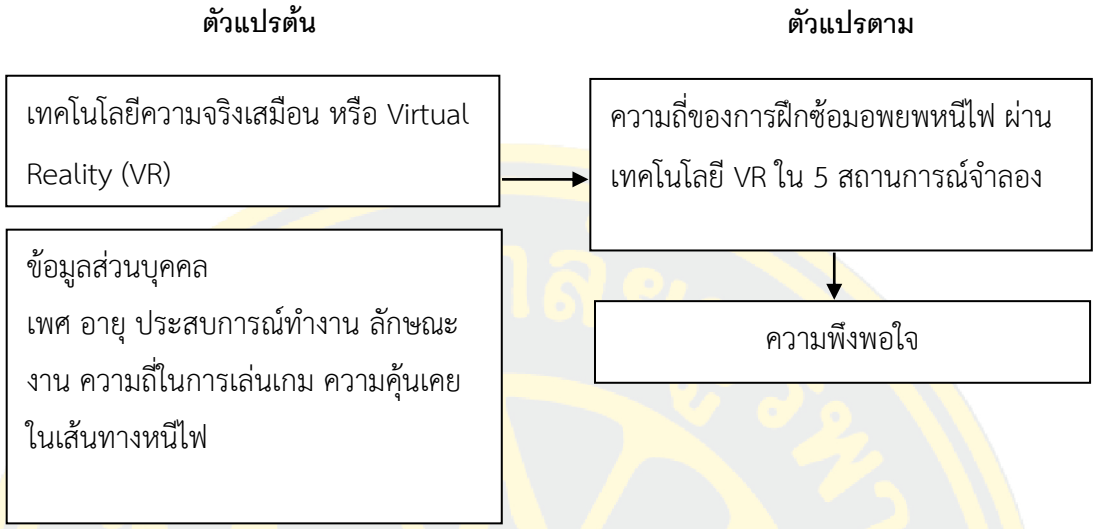
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือ Virtual Reality
2. เพื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีความจริงเสมือนไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในหลากหลายสถานการณ์จำลอง
3. เพื่อศึกษาความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของแต่ละสถานการณ์จำลอง ที่ได้ตามเวลาที่กำหนดและเกิดความปลอดภัย
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของพนักงานฝ่ายผลิตบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี ที่มีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

สมมุติฐานของการวิจัย

การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนในแต่ละสถานการณ์จำลอง สามารถทำได้ตามเวลาที่กำหนด

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. เนื้อหา

การนำเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะจำลองสถานการณ์รวม 5 สถานการณ์ ที่ใกล้เคียงกับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้จริง รวมถึงการจำลองสภาพแวดล้อมที่เสมือนพื้นที่ทำงานอยู่จริงในบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิ**จัย**

2.1 ประชากร พนักงานฝ่ายผลิตในบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี รวมทั้งสิ้น 558 คน (จากฐานข้อมูลบริษัท ณ วันที่ 30 พ.ย. 65)

2.2 กลุ่มตัวอย่าง พนักงานฝ่ายผลิตในบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยการจับฉลากรหัสพนักงานในแต่ละแผนกของฝ่ายผลิตตามสัดส่วนจำนวน 85 คน โดยใช้สูตรคำนวณทาโร่ยามาเน่ ที่ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 10%

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) สำหรับใช้สร้างสิ่งแวดล้อมที่เสมือนจริง โดยใช้โปรแกรมชื่อ UNREAL ENGINE ในรูปแบบระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (Non-immersive VR)

3.2 คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการสร้างโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือนเป็นคอมพิวเตอร์ประกอบ TeamOs-PC ตัวประมวลผลแบบ Intel® Core™ i5-9600K CPU@3.70GHz RAM 16.0 GB ประเภทระบบปฏิบัติการแบบ 64 บิต หน่วยประมวลผลกลาง x64

3.3 โน้ตบุคสำหรับใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟเป็นโน้ตบุค MSI รุ่น Stealth 15M ตัวประมวลผลแบบ 12th Gen Intel® Core™ i7-1280P 2.00 GHz RAM 16.0 GB (15.7 GB) ประเภทระบบปฏิบัติการแบบ 64 บิต หน่วยประมวลผลกลาง x64 การ์ดจอ RTX3060

3.4 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

3.5 แบบสอบถามความพึงพอใจมีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) ไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ และข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ, อายุ, ประสบการณ์ทำงาน, ลักษณะงาน, ความถี่ในการเล่นเกม, ความคุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟ

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ ผ่านเทคโนโลยี VR และความพึงพอใจต่อการใช้เทคโนโลยี VR เพื่อฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์

5. ระยะเวลาการวิจัย

เก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 ถึงมีนาคม พ.ศ. 2566

ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย

1. สามารถพัฒนาโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) ในด้านการอพยพหนีไฟ มาช่วยฝึกทักษะในการตัดสินใจเลือกเส้นทางอพยพได้อย่างปลอดภัย

2. เพื่อใช้เป็นมาตรฐานความถี่ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในแต่ละสถานการณ์จำลองสำหรับกลุ่มพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

3. สามารถนำโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) เป็นสื่อการเรียนรู้ โดยนำไปใช้ในการฝึกอบรมกับพนักงานใหม่หรือผู้รับเหมาที่ยังไม่ได้รับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟจากสถานที่จริง และฝึกทบทวนกับพนักงานเดิมได้บ่อยครั้งตามที่ต้องการ ซึ่งสามารถประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุจากการฝึกซ้อมได้โดยไม่ต้องลงสถานที่ฝึกซ้อมจริง

4. ได้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในสถานการณ์จำลองที่หลากหลาย ทำให้เกิดทำให้เกิดความชำนาญเส้นทาง และเกิดทักษะการตัดสินใจเลือกเส้นทางในการอพยพหนีไฟได้อย่างปลอดภัยภายใต้เวลาที่จำกัด

5. การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) ในแขนงด้านความปลอดภัยในด้านการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟให้เทียบเท่าแขนงอื่น

6. สามารถนำต้นแบบโปรแกรมไปต่อยอดในการทำ Application ในเชิงภาคธุรกิจได้

นิยามศัพท์เฉพาะ

เทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือ Virtual Reality (VR) หมายถึง เทคโนโลยีการจำลองภาพที่เสมือนจริงโดยเทคนิคการออกแบบทางคอมพิวเตอร์ที่มีการประมวลผลผ่านหน้าจอได้ภาพที่เสมือนจริงด้วยระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ โดยผู้วิจัยเลือก VR ประเภทระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ หรือ Non-immersive Virtual Reality หรือ Desktop Virtual Reality หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ระบบเสมือนจริงแบบเทียม (Artificial Reality) จะใช้จอภาพคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงโลกเสมือนจริง การรับสัมผัสโดยการใช้ประสาทสัมผัสทางตาดูภาพผ่านจอมอนิเตอร์และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ผ่านคีย์บอร์ด (พินันทา ฉัตรวัฒนา, 2563)

การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ หมายถึง การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟร่วมกับเทคโนโลยี VR โดยผ่านโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบเกมการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีความเสี่ยงและโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง

ความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ หมายถึง จำนวนครั้งที่ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีเสมือนจริง ที่สามารถอพยพออกมาได้อย่างปลอดภัยและอยู่ในเวลาที่กำหนด

เวลาที่กำหนด หมายถึง เวลาตั้งแต่เริ่มตั้งแต่ประกาศให้อพยพจนถึงการอพยพออกนอกอาคารเสร็จสมบูรณ์ (Gwynne & Kuligowski, 2017) ซึ่งในแต่ละสถานการณ์จำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีเสมือนจริงนั้น จะมีเวลาที่กำหนดสำหรับใช้ในการอพยพแตกต่างกันไป แต่ไม่เกิน 5 นาที

สถานการณ์จำลอง หมายถึง การจำลองเหตุการณ์ขณะที่เกิดเพลิงไหม้ขึ้น ที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงในพื้นที่การผลิตของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งจังหวัดชลบุรี แบ่งออกมาเป็น 5 สถานการณ์จำลอง ได้แก่

สถานการณ์ที่ 1 ไฟไหม้ไกลจากเส้นทางอพยพหนีไฟ

สถานการณ์ที่ 2 ไฟลุกลามไปยังพื้นที่ข้างเคียง

สถานการณ์ที่ 3 ไฟและควันไฟจำนวนมากที่ทางหนีไฟ

สถานการณ์ที่ 4 ชั้นวางสินค้าถล่ม สิ่งของหล่นกีดขวางทางเดิน

สถานการณ์ที่ 5 สารเคมีระเบิด ส่งผลให้อาคารบางส่วนพังถล่มลงมา

เกม หมายถึง รูปแบบการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านวิธีการเล่นเกม ซึ่งเป็นลักษณะการอพยพออกจากตัวอาคารโดยค้นหาเส้นทางหนีไฟที่ปลอดภัย และใช้เวลาน้อยที่สุด จากการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ของการเกิดเพลิงไหม้ มีการบันทึกผลการฝึกปฏิบัติ

ข้อมูลส่วนบุคคล หมายถึง ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เข้าร่วมการทดสอบฝึกอพยพหนีไฟผ่านเทคโนโลยี VR ได้แก่ เพศ อายุ ประสบการณ์ทำงาน ลักษณะงานที่ทำ ความถี่ในการเล่นเกมทั้งในคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ ความคุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟ

ความพึงพอใจ หมายถึง ความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมการทดสอบต่อการใช้โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ ในด้านการใช้งานโปรแกรมทั่วไป และด้านเนื้อหาคู่มือวิธีการใช้งานของโปรแกรมฯ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จังหวัดชลบุรี” ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรม ในส่วนของแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้เป็นกรอบสำหรับงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วย 8 ส่วน ดังนี้ ความเสี่ยงอัคคีภัยในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับอัคคีภัยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การฝึกซ้อมและอพยพหนีไฟ แนวคิดการสร้างสถานการณ์จำลอง แนวคิดการออกแบบเกมมิฟิเคชัน แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความจริงเสมือนหรือ VR และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การนำเทคโนโลยี VR และ AR มาประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ และแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ โดยมีรายละเอียดของแต่ละหัวข้อ ดังต่อไปนี้

ความเสี่ยงอัคคีภัยในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นอุตสาหกรรมหนักหรืออุตสาหกรรมที่มีการใช้เครื่องจักรจำนวนมากที่มีความเสี่ยงหลากหลายรูปแบบ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับด้านอัคคีภัย ประกอบด้วย

1. ความเสี่ยงในกระบวนการผลิต เป็นความเสี่ยงที่เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน พนักงาน และระบบการทำงาน ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของการกระทำไม่ปลอดภัย ได้แก่ การสูบบุหรี่ในพื้นที่ห้ามสูบ การไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงาน หรือ Work Instruction การเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ต่าง ๆ การขาดการบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

2. วัตถุดิบ และเศษวัตถุดิบ ซึ่งมักจะมีความเสี่ยงจากเศษวัตถุดิบ ซึ่งเป็นเศษเหล็กผสมกับน้ำยาหล่อเย็นรวมถึงน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีในการเกิดเพลิงไหม้ ซึ่งมักเกิดจากการทำความสะอาดในพื้นที่รวมถึงตามมุมหรือซอกเล็ก ๆ ของเครื่องจักรไม่ดี ทำให้เกิดการสะสมและเป็นเชื้อเพลิงได้ในที่สุด

3. สารเคมี ในกระบวนการผลิตจะมีการใช้สารเคมีอยู่หลากหลาย ทั้งสารประเภทไวไฟ กัดกร่อน ออกซิไดซ์ เป็นต้น จุดจัดเก็บสารเคมีที่ไม่มีการแยกประเภทให้ชัดเจน เช่น จัดเก็บสารไวไฟและสารออกซิไดซ์รวมกัน รวมถึงการนำสารเคมีมาใช้งานโดยไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบ เช่น ใช้สเปรย์ที่มีคุณสมบัติไวไฟในกระบวนการทำงานที่มีประกายไฟหรือความร้อนสูง

4. เครื่องจักร เครื่องจักรในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ส่วนใหญ่ จะเป็นเครื่องจักรกลแบบอัตโนมัติ หรือ Computer Numerical Control (CNC) ที่ทำงานแบบ

อัตโนมัติ และกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งในกระบวนการทำงานมีทั้งการตัด เจียร์ ผ่า เจาะ โดยส่วนมาก สิ่งที่ตามมาคือความร้อนสูง เมื่อรวมกับสารเคมีที่อยู่ภายในเครื่องจักรแล้ว จึงก่อให้เกิดเพลิงไหม้ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของอัคคีภัยในอุตสาหกรรมประเภทนี้ รวมถึงการขาดการซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวเนื่องกับเครื่องจักร ทำให้บางส่วนเกิดการชำรุดหรือเสื่อมสภาพเกิดการช็อตและไฟไหม้ตามมา

5. ภาชนะบรรจุ มีทั้งประเภทกล่องกระดาษ กล่องพลาสติก ซึ่งจะเก็บรวมกันเป็นพื้นที่โกดังหรือชั้นวางสินค้า ถือว่าเป็นเชื้อเพลิงอย่างดี ทำให้ลุกไหม้และลุกลามได้รวดเร็ว

การลดความเสี่ยงและป้องกันอัคคีภัย เพื่อเป็นการป้องกันเหตุที่จะเกิดขึ้น ควรมีกิจกรรมต่าง ๆ เช่น

1. มีการจัดฝึกอบรมให้พนักงานเพื่อสร้างความเข้าใจที่ดีและให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานและกระบวนการผลิต
2. ตระหนักถึงความปลอดภัยผ่านกิจกรรมด้านความปลอดภัย เช่น กิจกรรมการค้นหาจุดอันตรายที่มีความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอัคคีภัยในอนาคต
3. การจัดกิจกรรม 5ส. เพื่อสร้างมาตรฐานความปลอดภัย สะอาด สะดวก และง่ายต่อการตรวจสอบสิ่งผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นในสถานที่ทำงาน
4. การตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต่าง ๆ ตามรอบความถี่อย่างสม่ำเสมอ
5. การตรวจสอบความปลอดภัยโดยคณะกรรมการความปลอดภัยฯ และเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับบริหาร ในเรื่องเส้นทางหนีไฟ ถังดับเพลิงรวมถึงตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง
6. การซ้อมอพยพหนีประจำปี รวมถึงการให้ความรู้เรื่องการอพยพหนีไฟให้กับพนักงานใหม่ ที่เข้ามาแต่ต้องรอรับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟเป็นเวลานาน

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับอัคคีภัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัคคีภัย คือ ภัยอันตรายอันเกิดจากไฟที่ขาดการควบคุมดูแล ทำให้เกิดการติดต่อลุกลามไปตามบริเวณที่มีเชื้อเพลิงเกิดการลุกไหม้ต่อเนื่อง สภาวะของไฟจะรุนแรงมากขึ้นถ้าการลุกไหม้ที่มีเชื้อเพลิงหนุนเนื่อง หรือมีไอของเชื้อเพลิงถูกขับออกมามากความร้อนแรงก็จะมากยิ่งขึ้น สร้างความสูญเสียให้ชีวิตและทรัพย์สิน (สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน, 2563) และได้จำแนกข้อมูลของอัคคีภัย เป็นองค์ประกอบของไฟ ประเภท ระยะการเกิดเพลิงไหม้ และอันตราย ไว้ดังนี้

องค์ประกอบของไฟ มี 3 อย่าง ที่ทำปฏิกิริยาทางเคมีต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ (Chain reaction) ได้แก่

1. ออกซิเจน (Oxygen) ไม่ต่ำกว่า 16% (ในบรรยากาศ ปกติจะมีออกซิเจนอยู่ประมาณ 21%)
2. เชื้อเพลิง (Fuel) ส่วนที่เป็นไอ (เชื้อเพลิงไม่มีไอ ไฟไม่ติด)
3. ความร้อน (Heat) เพียงพอทำให้เกิดการลุกไหม้

ประเภทของไฟ

ตามมาตรฐาน National Fire Protection Association (NFPA, 2022) หรือ สมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติองค์กรชั้นนำของโลก แบ่งประเภทของไฟออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. ประเภท A เป็นไฟที่ เกิดจากเชื้อเพลิง ไม้ กระดาษ ผ้า ยาง และพลาสติก
2. ประเภท B เป็นไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงเหลวติดไฟ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล สีสารละลาย
3. ประเภท C เป็นไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่มีกระแสไฟฟ้า
4. ประเภท D เป็นไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่เป็น โลหะลุกติดไฟ
5. ประเภท K เป็นไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงน้ำมันทำอาหาร น้ำมันพืช น้ำมันจากสัตว์ และไขมัน

ระยะการเกิดไฟไหม้

ตามมาตรฐาน National Fire Protection Association (NFPA, 2022) หรือ สมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติองค์กรชั้นนำของโลก แบ่งระยะการเกิดไฟไหม้เป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. ไฟไหม้ขั้นต้น คือ ตั้งแต่เห็นเปลวไฟ จนถึง 5 นาที สามารถดับได้ โดยใช้เครื่องดับเพลิงเบื้องต้น แต่ผู้ใช้จะต้องเคยฝึกอบรมการใช้เครื่องดับเพลิงมาก่อน จึงจะมีโอกาสระงับได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ไฟไหม้ขั้นปานกลางถึงรุนแรง คือ ระยะเวลาไฟไหม้ไปแล้ว 5 นาที ถึง 8 นาที อุณหภูมิจะสูงมาก เกินกว่า 400 องศาเซลเซียส หากจะใช้เครื่องดับเพลิงเบื้องต้น ต้องมีความชำนาญและต้องมีอุปกรณ์จำนวนมากเพียงพอ จึงควรใช้ระบบดับเพลิงขั้นสูง จึงจะมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากกว่า
3. ไฟไหม้ขั้นรุนแรง คือ ระยะเวลาไฟไหม้ต่อเนื่องไปแล้วเกิน 8 นาที และยังมีเชื้อเพลิงอีกมากมายอุณหภูมิจะสูงมากกว่า 600 องศาเซลเซียส ไฟจะลุกลามขยายตัวไปทุกทิศทางอย่างรุนแรงและรวดเร็ว การดับเพลิงจะต้องใช้ผู้ที่ได้รับการฝึกพร้อมอุปกรณ์ในการระงับเหตุขั้นรุนแรง

อันตรายจากไฟไหม้

1. ความมืดปกคลุม เนื่องจากอยู่ภายในอาคารกระแสไฟฟ้าถูกตัด หมอกควันหนาแน่น หรือเป็นเวลากลางคืน

2. ความร้อนสูง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้โครงสร้างอาคารพังถล่มลงมา ส่งผลกระทบเป็นวงกว้าง

3. แก๊สพิษและควันไฟ ผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บในเหตุเพลิงไหม้ประมาณ ร้อยละ 90 เป็นผลจากควันไฟ ซึ่งมีทั้งก๊าซพิษ และทำให้ขาดออกซิเจน

ปิยกานต์ หาญสมัคร (2558) กล่าวว่า สถาบันสุขภาพและความปลอดภัยในการทำงานแห่งชาติ หรือ National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) ซึ่งเป็นองค์กรทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยให้คำแนะนำรวมถึงออกมาตรฐานความปลอดภัยและอาชีวอนามัยของสหรัฐอเมริกา ระบุถึงก๊าซอันตรายที่เป็นส่วนประกอบของควันไฟ ดังนี้

1. คาร์บอนมอนนอกไซด์ เป็นก๊าซที่ไม่มีจุดวาบไฟ (Flash point) แต่สามารถลุกไหม้ด้วยตัวเองได้ (Self-Ignition) ที่อุณหภูมิ 660 องศาเซลเซียส ส่วนผสมในอากาศที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ร้อยละ 12 - 75 และเป็นก๊าซที่มีอันตรายอย่างสูงต่อคนและเกิดขึ้นได้มากเสมอในการเผาไหม้ในบริเวณจำกัดผลกระทบของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีต่อสุขภาพมนุษย์ในระดับที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แสดงดังนี้

ระดับความเข้มข้นเกินร้อยละ 0.05 : มีอันตราย

ระดับความเข้มข้นเกินร้อยละ 0.16 : ทำให้หมดสติใน 2 ชั่วโมง

ระดับความเข้มข้นเกินร้อยละ 1.26 : จะหมดสติภายใน 1 ถึง 3 นาทีของการหายใจและอาจถึงชีวิตได้

นอกจากความเป็นพิษแล้วก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ยังเป็นก๊าซเชื้อเพลิงอีกด้วย เมื่อมีความเข้มข้นในอากาศสูง ๆ สามารถลุกไหม้และเกิดการระเบิดได้อย่างรุนแรงดังนั้นเพลิงไหม้ในบริเวณที่โล่งแจ้งจะมีอันตรายจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยลงไป

2. ก๊าซอะโครลีน เป็นก๊าซเกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงประเภทไม้ วัสดุประเภทใยสังเคราะห์ สารโพลิเอธีลีน สีและสารที่เป็นไขมัน มีจุดวาบไฟที่ -26 องศาเซลเซียส อุณหภูมิลุกไหม้ด้วยตัวเองที่ 232 องศาเซลเซียส มีย่านส่วนผสมที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ที่ร้อยละ 3 - 31 และเป็นก๊าซที่มีอันตรายสูงประมาณ 150 - 240 ppm ในอากาศ ทำให้ผู้สูดหายใจเสียชีวิตได้ภายใน 30 นาที เมื่อได้รับจะทำให้คนเจ็บสูญเสียอวัยวะสัมผัส เช่น ตา และการหายใจไม่ออก ซึ่งทำให้ไม่สามารถจะหลบหนีออกจากบริเวณอันตรายได้ทัน

3. ก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนต์ เป็นก๊าซพิษที่มีความรุนแรงมากกว่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มาก ก๊าซนี้เกิดจากการเผาไหม้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนและไนโตรเจน ที่มีองค์ประกอบของคลอรีน เช่นพวกพลาสติก ยาง เส้นใย ขนสัตว์ หนังสัตว์ ไม้ หรือผ้าไหม เป็นก๊าซที่เบากว่าอากาศจึงมี

อันตรายมากในการเผาไหม้ในอาคารหรือบริเวณจำกัดต่าง ๆ อีกทั้งยังมีการนำไปใช้ในสงคราม เป็นก๊าซที่ค่อนข้างไวไฟ จุดวาบไฟอยู่ที่ -17 องศาเซลเซียส อุณหภูมิลุกไหม้ด้วยตัวเองอยู่ที่ 537 องศาเซลเซียส ย่านส่วนผสมในอากาศที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้อยู่ที่ร้อยละ 5 - 40 และเมื่อส่วนผสมในอากาศ 100 ppm มีผลให้ผู้สูดดมหมดสติและเสียชีวิตได้ในเวลา 30 - 60 นาที

4. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดจากการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์แบบ ไม่เป็นเชื้อเพลิงและไม่ก่ออันตรายแก่ร่างกายโดยตรงแต่จะทำให้ร่างกายขาดออกซิเจนถ้าก๊าซนี้มีความเข้มข้นในอากาศเกินกว่าร้อยละ 5.0 โดยปริมาตร จะมีอันตรายและทำให้ผู้สูดดมหมดสติได้ ผลกระทบของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีต่อสุขภาพมนุษย์ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ แสดงดังนี้

ระดับความเข้มข้น 50 - 200 ppm : ปวดศีรษะเล็กน้อยและอ่อนเพลีย

ระดับความเข้มข้น 200 - 400 ppm : คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะอย่างรุนแรงและอาจถึงขั้นเป็นลม

ระดับความเข้มข้น 1,200 ppm : อาการหัวใจเต้นเร็วขึ้นผิดปกติ และเริ่มเต้นผิดจังหวะ

ระดับความเข้มข้น 2,000 ppm : อาการอาจถึงขั้นหมดสติ และอาจถึงเสียชีวิต

ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm : อาจทำให้เสียชีวิตภายในไม่กี่นาทีแต่อาจจะรอดชีวิตถ้ารีบนำผู้ป่วยออกจากบริเวณอับอากาศมาสู่บริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ หรือมีออกซิเจนเพียงพอ

5. ก๊าซฟอสจีน เกิดจากการเผาไหม้สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่มีส่วนประกอบของคลอรีน เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์ฟรีออน (น้ำยาทำความเย็น) หรือเอธิลีนไดคลอไรด์ เป็นก๊าซที่เป็นพิษสูงมาก ได้รับเพียง 25 ppm ในอากาศในเวลา 30 - 60 นาทีก็อาจเสียชีวิตได้

6. ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ เป็นก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาไหม้สารที่มีองค์ประกอบของคลอรีนมีสภาพเป็นกรดและทำอันตรายได้เช่นกันแม้จะไม่รุนแรงเท่ากับก๊าซฟอสจีนหรือก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์ก็ตาม

7. ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของวัสดุพวก ยาง พรม ไม้ ขน สัตว์หรือวัสดุอื่นใดที่มีกำมะถันผสมอยู่ เป็นก๊าซที่มีอันตรายมากเพียง 400 - 700 ppm ในอากาศได้รับนาน 30 – 60 นาที ทำให้เสียชีวิตนอกจากนั้นยังเป็นก๊าซเชื้อเพลิงซึ่งลุกติดไฟได้อีกด้วยแต่ไม่ถึงขั้นเกิดระเบิด มีกลิ่นคล้ายไข่เน่ามักจะเรียกว่า “ก๊าซไข่เน่า” มีฤทธิ์ทำลายเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้มากก๊าซชนิดนี้หนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดการเผาไหม้จึงกระจายตัวอยู่ในบริเวณความสูงที่ต่ำ

8. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เกิดจากการเผาไหม้สมบูรณ์ของกำมะถันในอากาศ เป็นก๊าซพิษความเข้มข้นเพียง 150 ppm ในอากาศใช้สังหารคนได้ในเวลา 30 - 60 นาทีเมื่อผสมกับน้ำหรือความชื้นที่ผิวหนัง จะเกิดกรดกำมะถันซึ่งมีฤทธิ์กัดอย่างรุนแรงผู้ได้รับ ก๊าซนี้จึงมีอาการสำลักและหายใจไม่ออกอย่างฉับพลัน

9. ก๊าซแอมโมเนีย เกิดจากการเผาไหม้ไม้ ขนสัตว์ผ้าไหม น้ำยาทำความเย็น หรือสารอื่นที่มีสารประกอบของไนโตรเจน และไฮโดรเจนมีกลิ่นฉุนรุนแรง ทำให้เกิดความรำคาญ และทำลายเนื้อเยื่อแต่ไม่มีตัวเลขส่วนผสมที่ทำให้เสียชีวิต

10. ออกไซด์ของก๊าซไนโตรเจน ได้แก่ ก๊าซไนตริกออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ และไนโตรเจนเตตระออกไซด์เกิดจากกากรเผาไหม้พวกไม้ ขี้เลื่อย พลาสติกยางที่มีไนโตรเจนผสมสีและแลกเกอร์บางชนิด ปริมาณ 100 ppm ในอากาศทำให้เสียชีวิตได้ใน 30 นาที

11. ไอโลหะ คือ ไอของโลหะหนักต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อโลหะนั้นได้รับความร้อนสูง เช่นไอปรอท ไอตะกั่ว ไอสังกะสี ไอดีบุกส่วนใหญ่เพลิงไหม้โรงผลิตหรือโรงเก็บอุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิคส์จะเกิดไอโลหะได้มากและไอเหล่านี้มีอันตราย

12. เขม่าและควันไฟ เขม่า คือก้อนหรือเศษของวัสดุที่ยังเผาไหม้ไม่หมด จะมีลักษณะเป็นผงหรือละออง ส่วนควันไฟเป็นสารผสมระหว่างเขม่าขี้เถ้า และวัสดุต่าง ๆ ที่เกิดมาจากกองเพลิง รวมทั้งพวกก๊าซและไอต่าง ๆ ด้วย ผลของเขม่าและควันไฟคือทำให้ผู้ป่วยสำลักและอาจถูกเผาที่ผิวหน้าหรือตามตัว รวมทั้งปิดบังทางออกต่าง ๆ ทำให้หนีออกจากบริเวณอันตรายไม่ได้

นอกจากนนี้ ปิยกานต์ หาญสมัคร (2558) กล่าวว่า ยังมีก๊าซชนิดอื่นที่เกิดจากการเผาไหม้ได้ โดยขึ้นอยู่กับว่าเชื้อเพลิงที่มีการเผาไหม้นั้นเป็นเชื้อเพลิงชนิดใด ทั้งนี้ปริมาณออกซิเจนที่ลดลงในพื้นที่ ที่มีการเผาไหม้หรือเรียกได้อีกว่า พื้นที่อับอากาศ ซึ่งจะเกิดบรรยากาศเป็นอันตราย (Hazardous Atmosphere) ที่เป็นหลัก มีอยู่ 3 ลักษณะ ได้แก่

1. บรรยากาศขาดออกซิเจน (Oxygen deficient atmosphere) เมื่อปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศของพื้นที่ใดก็ตาม มีน้อยกว่าร้อยละ 19.5 จะถือว่าเป็นบรรยากาศขาดออกซิเจน สาเหตุที่ทำให้ออกซิเจนลดลงคือ เมื่อถูกใช้ไปแล้วไม่มีอากาศใหม่เข้ามาเติมทั้งใช้ในการหายใจ รวมทั้งถูกแทนที่ด้วยก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ดังที่กล่าวข้างต้น โดยปกติออกซิแจนในบรรยากาศปกติมีอยู่ประมาณร้อยละ 21 โดยอัตราร้อยละ 19.5 เป็นขั้นต่ำสุดที่คนสามารถอาศัยอยู่ได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องช่วยหายใจ และหากปราศจากเครื่องช่วยหายใจเมื่อ 15 ปริมาณออกซิเจนลดลงเหลือร้อยละ 16 หรือน้อยกว่าก็จะเกิดอาการสมองมึนงง ประสาทรับรู้ผิดปกติ หายใจลำบาก เหลือร้อยละ 14 หรือน้อยกว่า กระบวนการตัดสินใจจะผิดพลาด เหนื่อยและเมื่อยล้าอย่างรวดเร็ว เหลือร้อยละ 6 หรือน้อยกว่าจะหายใจไม่ออกและเสียชีวิตในอีกไม่กี่นาทีต่อมา

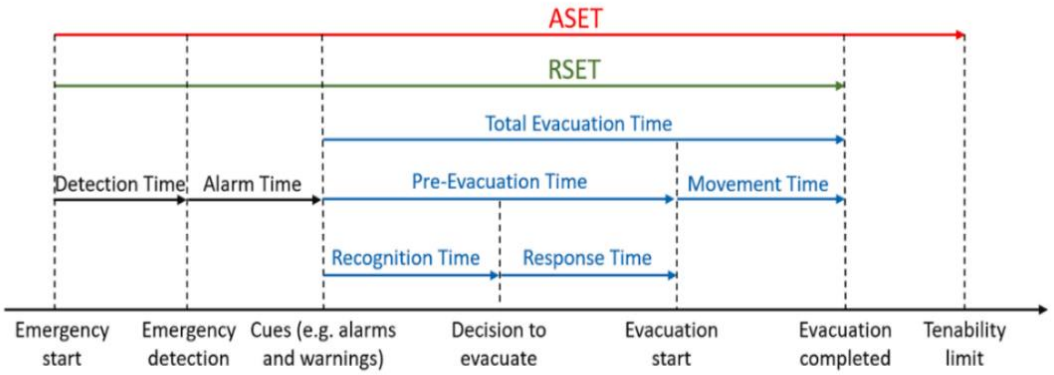
2. บรรยากาศมีความไวไฟ (Flammable atmosphere) ปัจจัยที่ทำให้เกิดบรรยากาศไวไฟขึ้นในพื้นที่อับอากาศ นั้นคือ ออกซิเจน และก๊าซ ไอสาร หรือฝุ่นควันที่มีคุณสมบัติไวไฟ หากสองสิ่งรวมตัวกันในอัตราส่วนผสมที่พอเหมาะแล้วสัมผัสความร้อน ประกายไฟ หรือสะเก็ดไฟ จะทำให้เกิดการระเบิดหรือลุกไหม้รุนแรง ในกรณีของออกซิเจนอย่างเดียว หากมีปริมาณร้อยละ 21 เรียกว่า “ออกซิเจนล้น”หรือ “Rich Oxygen” จะมีผลทำให้วัตถุไวไฟต่าง ๆ ร่วมทั้งเสื้อผ้าและเส้นผมของ

มนุษย์ลุกไหม้รุนแรงเมื่อได้รับความร้อนดังนั้นจึงมีข้อห้ามในการใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์ ภายในพื้นที่อับอากาศ

3. บรรยากาศมีความเป็นพิษ (Toxic Atmosphere) ก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีหน้าที่ในการพาออกซิเจนไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ได้ดีกว่าออกซิเจนมาก ทำให้เม็ดเลือดแดงที่เคยดูดซับออกซิเจนและพาออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ดูดซับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์แทน ดังนั้นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จึงเป็นอุปสรรคต่อการอพยพหนีไฟอย่างมาก เนื่องจากการที่ปริมาณออกซิเจนในเลือดมีระดับต่ำจะมีผลโดยตรงกบการทำงานทุกส่วนของร่างกาย ทำให้เกิดอาการมึนงง ไม่สามารถควบคุมตัวเอง หมดสติและเสียชีวิตจากเหตุการณ์เพลิงไหม้นั่นเอง

การฝึกซ้อมและอพยพหนีไฟ

การอพยพ เป็นกุญแจสำคัญในการช่วยลดความรุนแรงที่เกิดขึ้นระหว่างการเกิดเหตุอุบัติภัยและภัยพิบัติต่าง ๆ ซึ่งในที่นี้จะยกประเด็นของอัคคีภัยที่เกิดขึ้นในโรงงาน ดังนั้นกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้ ขั้นตอนการอพยพหนีไฟจึงเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการที่จะนำพาผู้อพยพออกจากตัวอาคารไปสู่พื้นที่รวมพลหรือพื้นที่ปลอดภัยให้เร็วที่สุด โดยระยะเวลาการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟนั้น Gwynne and Boyce (2016) ได้จัดทำระบบเวลาขึ้นมาโดยเริ่มตั้งแต่เกิดเหตุขึ้นจนถึงอพยพเสร็จสมบูรณ์ โดยอธิบายระยะเวลาที่จำเป็นต้องใช้ในการอพยพโดยปลอดภัย (Required Safe Egress Time, RSET) ซึ่งต้องน้อยกว่าระยะเวลาที่สามารถอพยพได้โดยปลอดภัย (Available Safe Egress Time, ASET) ก่อนที่สภาพอาคารจะอยู่ในสภาพที่อันตรายอาจพังถล่มลงมา โดยเราสามารถแบ่ง RSET ได้ออกเป็นหลายช่วงเวลาตามลำดับที่แสดงในภาพที่ 2 เริ่มตั้งแต่สัญญาณเตือนภัยดังขึ้น ซึ่งระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนนั้น จะต้องเสร็จสิ้นเพื่อให้การอพยพประสบความสำเร็จ



ภาพที่ 2 กรอบระยะเวลาของการอพยพหนีไฟ
ที่มา: Gwynne and Boyce (2016)

ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการอพยพจริง คือเวลาตั้งแต่เริ่มตั้งแต่ประกาศให้อพยพจนถึงการอพยพออกนอกอาคารเสร็จสมบูรณ์ หรือ Total Evacuation Time (Gwynne & Boyce, 2016) ซึ่งสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก คือ ชีวิตของพนักงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดอัคคีภัยช่วงระยะแรกก่อนที่จะลุกลาม ซึ่งเมื่อเกิดเหตุขึ้นทุกคนต้องมีทักษะการอพยพหนีไฟที่ใช้เวลาน้อยที่สุด (Gwynne et al., 2017) ซึ่งหากใช้กฎหมายอ้างอิงตามกฎกระทรวงแรงงาน เรื่องข้อกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการและดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 ซึ่งกำหนดให้ “นายจ้างจัดให้มีเส้นทางหนีไฟทุกชั้นของอาคารอย่างน้อยชั้นละสองเส้นทางซึ่งสามารถอพยพลูกจ้างที่ทำงานในเวลาเดียวกันทั้งหมดสู่จุดที่ปลอดภัยได้โดยปลอดภัยภายในเวลาไม่เกินห้านาที” จึงเป็นเวลาที่ใช้ในการอพยพคนออกจากอาคารตั้งแต่เกิดเหตุจนถึงสิ้นสุดของการอพยพ ซึ่งเมื่อเทียบแล้วคือ ASET ในส่วนของเวลาที่ใช้ในการอพยพคนออกจากอาคารของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี ก็ได้มีการระบุไว้เช่นกัน “กำหนดให้ทำการอพยพพนักงานทั้งหมดออกสู่จุดที่ปลอดภัยภายในเวลาไม่เกินสี่นาที” (ระเบียบปฏิบัติการซ้อมอพยพหนีไฟของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง, 2560)

ในส่วนของการฝึกซ้อมอพยพแบบเดิมที่ใช้อยู่ปัจจุบันนั้น Gwynne and Kuligowski (2017) กล่าวว่า ได้มีข้อจำกัดของการฝึกซ้อม คือเรื่องการขาดความสมจริงของการฝึกซ้อมอพยพ พฤติกรรมการตอบสนองของผู้เข้าร่วมฝึกน้อย รวมถึงไม่สามารถประเมินเวลามาตรฐาน RSET หรือ ASET ได้ ด้วยเหตุนี้หากมีสถานการณ์เพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นจริงนั้นแตกต่างออกไปจากเดิมที่เคยฝึกซ้อม อาจส่งผลให้พนักงานเกิดความสับสนในความคิดและลังเลที่จะตัดสินใจเลือกเส้นทางอพยพเนื่องจากได้รับประสบการณ์ในการฝึกซ้อมไม่พอเพียง เช่น ภาวะการควบคุมอารมณ์ไม่ให้ตื่นตระหนกสับสนใน

การอพยพหนีไฟ ทั้งในด้านที่ต้องแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าในหลากหลายรูปแบบตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงและด้านการตระหนักถึงอันตรายที่เกิดขึ้นจากการลุกลามของอัคคีภัย (Kawai & Mitsuhara, 2016)

แนวคิดการสร้างสถานการณ์จำลอง

ความหมายของสถานการณ์จำลอง

สถานการณ์จำลอง หรือการจำลองเป็นการนำเสนอแบบจำลองหรือสถานการณ์จำลองในรูปแบบเสมือนจริงที่สร้างขึ้นด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ โดยผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบกับการจำลองนั้น และโปรแกรมจะมีการตอบสนองกลับมายังผู้เรียน ซอฟต์แวร์นั้นนอกจากจะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบค้นพบแล้ว ยังช่วยฝึกในเรื่องของการตัดสินใจในการกระทำที่บางครั้งอาจเสี่ยงต่ออันตรายที่มีอยู่ในโลกจริง (ฉัตรลดา สุนทรนนท์, 2549)

ฉัตรลดา สุนทรนนท์ (2549) กล่าวว่า สถานการณ์จำลองเป็นรูปแบบของโลกแห่งความจริง (Model of real world) ผู้เล่นสถานการณ์จำลองจะได้รับมอบหมายบทบาทซึ่งจะต้องทำการตัดสินใจ และแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

ทิศนา แขมมณี (2552) กล่าวไว้ว่า วิธีสอนโดยการใช้สถานการณ์จำลอง คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนลงไปเล่นในสถานการณ์ที่มีบทบาท และกติกาการเล่นที่สะท้อนความเป็นจริง และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ โดยใช้ข้อมูลที่มีสภาพคล้ายกับข้อมูลในความเป็นจริงในการตัดสินใจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งการตัดสินใจนั้นจะส่งผลถึงผู้เล่นในลักษณะเดียวกันที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

สรุปได้ว่าเกมสถานการณ์จำลอง หมายถึง รูปแบบของโลกเสมือนจริงที่สร้างขึ้นด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ผู้เล่นจะมีปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบกับสถานการณ์จำลองนั้น โดยโปรแกรมจะมีการตอบสนองกลับมายังผู้เล่นทำให้เกิดการมีส่วนร่วมกับสถานการณ์ดังกล่าว นอกจากนั้นยังทำให้ผู้เล่นได้รับรู้เสมือนเข้าไปอยู่ในความเป็นจริงของสิ่งแวดล้อมที่จำลองขึ้นและมุ่งเน้นการให้ความสนุกสนานเพลิดเพลินแก่ผู้เล่น

ประเภทของสถานการณ์จำลอง

ประเภทของสถานการณ์จำลองออกเป็น 4 ประเภท (ฉัตรลดา สุนทรนนท์, 2549) ได้แก่

1. สถานการณ์จำลองเชิงกายภาพ (Physical simulation) ผู้เรียนต้องเรียนรู้การควบคุมและปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น จำลองสถานการณ์การขับเครื่องบิน จุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ความสัมพันธ์ของการอ่านเครื่องมือ เข้าใจสัญญาณต่าง ๆ เมื่ออยู่กลางอากาศ ฯลฯ การจำลองสถานการณ์ทางคลินิก สำหรับการสอนแพทย์ การทดลองวิทยาศาสตร์ในห้องทดลอง

2. สถานการณ์เชิงขั้นตอนกระบวนการ (Procedural simulation) จุดประสงค์เพื่อสอนลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติแล้วค้นหาวิธีอื่น ๆ เช่น เครื่องคิดเลข โทรศัพท์ การทดลองแยกเอกสาร การตรวจสอบการทำงานผิดพลาดของอุปกรณ์ การนำยานอวกาศลงจอด ปัญหาการติดขัดในระบบเชื้อเพลิง

3. สถานการณ์เชิงเหตุการณ์ (Situational simulation) เกี่ยวข้องกับทัศนคติและพฤติกรรมมนุษย์ในเหตุการณ์ต่าง ๆ เน้นการหาเหตุผล หรือ เล่นบทบาทที่ต่างกัน ตัวอย่างโปรแกรม Tenure เป็นโปรแกรมการทดลองงานเพื่อรอบรรจุ โปรแกรม Odell Lack เป็นโปรแกรมให้ผู้เรียนได้เล่นบทเป็นปลาที่ต้องต่อสู้เพื่อให้มีชีวิตอยู่รอดหนีจากปลาใหญ่ นก และการตกเบ็ด การหาอาหารเลี้ยงตน เช่น ปลาเล็ก แมลง

4. สถานการณ์เชิงขบวนการ (Process simulation) ผู้เรียนไม่เข้าร่วมมีบทบาทในโปรแกรม ผู้เรียนจะเลือกค่าหนึ่งจากตัวแปรในสถานการณ์จำลองแล้วเฝ้าดูขบวนการที่เกิด โดยไม่เข้าไปขัดจังหวะแต่สามารถเร่งหรือลดความเร็วของสถานการณ์นั้น

รูปแบบของสถานการณ์จำลองที่ดี

ฉัตรลดา สุนทรนนท์ (2549) กล่าวว่ารูปแบบของสถานการณ์จำลองที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นสถานการณ์จำลองที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจโครงสร้างและการทำงานได้ง่ายโดยปกติแล้วผู้ออกแบบและสร้างสถานการณ์จำลองกับผู้ที่นำสถานการณ์จำลองไปใช้มักจะเป็นคนละคนผู้ใช้สถานการณ์จำลองมักจะไม่ทราบกระบวนการหรือวิธีการของสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้น ถ้าหากรูปแบบของสถานการณ์จำลองยุ่งยากมากเกินไป ผู้ใช้ไม่เข้าใจก็จะไม่นำไปใช้ สถานการณ์จำลองต้องใช้เวลาและเงินเป็นจำนวนมากในการสร้าง ก็จะกลายเป็นสถานการณ์จำลองที่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์เป็นการสูญเปล่าทั้งกำลังเงิน เวลา และความคิด

2. จุดประสงค์และเป้าหมายในการออกแบบและสร้างสถานการณ์จำลองจะต้องแน่นอนและชัดเจน การที่จะรู้จุดประสงค์ที่แน่ชัดของสถานการณ์จำลองผู้ใช้จะทราบได้ว่าจะสามารถนำเอาสถานการณ์จำลองนั้นไปใช้แก้ปัญหาอะไรได้บ้าง มีเงื่อนไข ขอบเขตการใช้งานอย่างไร และจะทำให้เกิดประโยชน์ได้อย่างไร

3. เป็นสถานการณ์จำลองที่ไม่มีจุดบอด บางครั้งรูปแบบของสถานการณ์จำลองอาจดูเหมือนว่าเป็นสถานการณ์ที่ถูกต้องแต่ภายในสถานการณ์จำลองนั้น อาจมีข้อผิดพลาดในการทำงานบางประการ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ผิดพลาด ถ้าสถานการณ์จำลองรูปแบบนี้ถูกนำไปใช้จะก่อให้เกิดโทษมากกว่าประโยชน์

4. เป็นสถานการณ์จำลองที่ผู้ใช้สามารถควบคุมและสามารถใช้งานได้สะดวกผู้ใช้จะสามารถควบคุมตัวแปร พารามิเตอร์ และฟังชั่นต่าง ๆ ในสถานการณ์จำลองได้ง่าย ผู้ใช้จะสามารถใช้ประโยชน์จากสถานการณ์จำลองได้อย่างเต็มที่และถูกต้องแม่นยำ

5. เป็นสถานการณ์จำลองที่ใช้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ผลลัพธ์จากการใช้สถานการณ์จำลองจะต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้สร้างและผู้ใช้สถานการณจำลองนั้น เช่น ถ้าสถานการณ์จำลองนั้นถูกสร้างขึ้นเพื่อแสดงดัชนีของสภาวะเงินเฟ้อ ผลลัพธ์ที่ออกมาจากการใช้สถานการณ์จำลองก็จะต้องเป็นดัชนีของสภาวะเงินเฟ้อ

6. เป็นสถานการณ์จำลองที่สามารถนำไปปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อใช้กับระบบงานอื่นได้ง่าย หากเราสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสถานการณ์จำลองนี้ใช้กับระบบงานอื่นที่นอกเหนือจากระบบสถานการณ์จำลองนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้งานก็จะเป็นการใช้ประโยชน์จากสถานการณ์จำลองได้มากขึ้น คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายและเวลาที่ต้องเสียไปในการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมา

7. เป็นสถานการณ์จำลองที่สามารถใช้แก้ไขปัญหาได้ตั้งแต่ปัญหาง่ายจนถึงปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น หากผู้ใช้เริ่มใช้สถานการณ์จำลองกับปัญหาที่ง่าย ๆ ก่อนผู้ใช้จะสามารถตรวจสอบการทำงานและผลลัพธ์ของสถานการณ์จำลองได้ว่าถูกต้องหรือไม่ เพื่อที่ผู้ใช้จะได้เข้าใจและมั่นใจในสถานการณ์จำลองมากขึ้น จากนั้นผู้ใช้ก็จะสามารถนำเอาสถานการณ์จำลองนี้ไปใช้กับระบบปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนขึ้นด้วยความมั่นใจ

ดังนั้นการสร้างสถานการณ์จำลองการเกิดเหตุเพลิงไหม้ที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในเทคโนโลยีความจริงเสมือนนั้น ควรอ้างอิงมาจากการประเมินความเสี่ยงด้านอัคคีภัยของพื้นที่หรือสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ผลการวิจัยที่ได้มีความใกล้เคียงมากที่สุด

แนวคิดการออกแบบเกมมิฟิเคชัน

สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยพรพงษ์ และสุธี พงศาสกุลชัย (2548) ได้กล่าวไว้ว่า เกม คือ โปรแกรมชนิดหนึ่งที่มีจุดประสงค์เพื่อดึงดูดให้ผู้ใช้หรือผู้เล่นตอบสนองเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและแก้ปัญหาให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ประเภทของโครงสร้างเกม (Game structure types)

1. เกมที่มีเป้าหมายชัดเจน (Linear) ใช้เวลาไม่นานมาก ส่วนใหญ่เกมจะเป็นแบบ Level เกมดำเนินไปแบบต้นจนจบ และรู้ว่าจะจบอย่างไร ดำเนินเนื้อหาไปแบบที่ควรจะเป็น

2. เกมที่ผู้เล่นมีอิสระในการเล่น (Sandbox) ในการกำหนดว่าจะทำอะไร เมื่อไหร่ อย่างไร และเป้าหมายเป็นอย่างไร มากกว่าประเภท Linear การดำเนินเกมจะไปเรื่อย ๆ ไม่กำหนด เป้าหมายว่าจะจบอย่างไร เช่น The Sims เป็นต้น

ประเภทของภาพในเกมดิจิตอล (Image)

1. เกมเสมือนจริง (Realism) เป็นเกมที่มีรูปแบบเสมือนจริงทั้งภาพและเสียงทำให้ผู้เล่นได้มีโอกาส มีประสบการณ์เหมือนจริง

2. เกมเกินจริง (Abstraction/ Graphic) เป็นเกมที่นำเสนอในรูปแบบเกินจริงแตกต่างจากโลกแห่งความเป็นจริงมากในแง่ของลักษณะบุคคล สถานที่ เทคนิคเกม และเป้าหมายของเกม

3. เกม 2 มิติ (2D) รูปแบบเกม 2 มิติเป็นเกมแบบเรียบง่ายแบบ 2 มิติ และการเคลื่อนไหวของมุมกล้องจะเป็นแบบ 2 มิติ คือ เคลื่อนไหวในด้านข้าง (ซ้าย-ขวา บน-ล่าง) หรือ มุมกล้องอาจจะไม่มีการเคลื่อนไหวเลย ในเกมแบบ 2 มิติบางเกมฉากด้านหลังเป็นแบบ 3 มิติ แต่ไม่มีการเคลื่อนมุมกล้องใด ๆ

4. เกม 3 มิติ (3D) เป็นเกมที่ใช้ฉากหรือสถานที่เป็นแบบ 3 มิติ การเคลื่อนไหวและฉากต่าง ๆ จะเป็นในรูปแบบ 3 มิติ อย่างเต็มรูปแบบ เกมประเภทนี้มักใช้มุมมองแบบเป็นผู้ควบคุม ตัวละครในเกมตัวหนึ่ง การเคลื่อนไหวจะเป็นธรรมชาติมากกว่า

มุมมองในการเล่นเกม

ในขณะที่ผู้เล่นได้มีส่วนร่วมในการเล่นเกมหรือได้เป็นส่วนหนึ่งของการเล่นเกม ซึ่งมุมมองในการสัมผัสประสบการณ์ในการเล่นเพื่อความสมจริงมีด้วยกันหลายแบบ (สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยพรพงษ์ และสุธี พงศาสกุลชัย, 2548) เช่น

1. มุมมองของผู้เล่น (Playing perspectives) คือ มุมมองที่ผู้เล่นเกมมองเห็นภาพในฐานะใด สามารถแบ่งได้ดังนี้

1.1 การมองด้วยมุมมองผ่านสายตาของผู้เล่น (First-person perspectives) เป็นผู้ควบคุม ผู้เล่นตัวหนึ่งในเกม ตัวที่ถูกควบคุมจะไม่ปรากฏอยู่ในฉากนั้น ๆ

1.2 การมองตัวละครที่เราควบคุมหรือเล่นด้วยสายตาของตัวละครตัวอื่นในเกม (Third person perspectives)

2. มุมมองของเกม (Game view) คือ มุมที่ใช้ถ่ายทอดภาพของเกมสู่สายตาของผู้เล่น โดยมุมมองต่าง ๆ ที่นิยมนำมาใช้ เพื่อถ่ายทอดมีหลายรูปแบบดังนี้

2.1 มุมมองที่ผ่านสายตาผู้เล่นเอง เป็นมุมมองที่นิยมนำไปใช้กับเกมประเภท Shooting โดยจะใช้วิธีถ่ายทอดภาพจากสายตาของตัวละครที่ผู้เล่นควบคุมหรือบุคคลที่ 1 เป็นเรื่องยากมาก เพราะต้องใช้โปรแกรม 3D ขั้นสูง ตัวอย่างเกมที่ใช้มุมมองแบบผ่านสายตาผู้เล่นคือ Half-Life และ Quake

2.2 มุมมองแบบเห็นทั้งหมด เป็นมุมมองแบบ 3 มิติที่นิยมนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถสร้างเกมแบบ 3 มิติได้โดยไม่ต้องใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมแบบ 3 มิติขั้นสูง ตัวอย่างของเกมที่ใช้มุมมองแบบเห็นทั้งหมด คือ Diablo

2.3 มุมมองด้านข้าง เป็นมุมมองที่นิยมใช้ในการพัฒนาเกมแบบ 2 มิติ โดยจะถ่ายทอดภาพจากสายตาของบุคคลที่ 3 โดยใช้มุมมองทางด้านข้าง ตัวอย่างเกมที่ใช้มุมมองแบบด้านข้าง คือ Mario

2.4 มุมมองจากด้านบน เป็นการถ่ายทอดภาพจากด้านบนหรืออาจเรียกมุมมองแบบนี้ว่า “Bird Eye View” นิยมใช้กับเกมแบบ 2 มิติที่มีรูปแบบง่าย ๆ ตัวอย่างของเกมที่ใช้ทุมมองจากด้านบนคือ PC Man

หลักการพื้นฐานในสร้างเกม

Allissi and Trollip (1991) ได้กล่าวไว้ว่า ปัจจุบันการสร้างเกม มีขั้นตอนพื้นฐาน 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการออกแบบเกม เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาเกมเนื่องจากการออกแบบเกมเป็นตัวกำหนดความเป็นไปได้ถึงความสำเร็จของตัวเกม ขั้นตอนการออกแบบเกมยังสามารถแบ่งย่อยลงไปได้ เพราะเกมเป็นการใช้องค์ประกอบในการสร้างสรรค์ต้องมีการออกแบบระบบการเล่น กฎกติกา กราฟิกรวมถึงการเขียนโปรแกรม โดยจะต้องคำนึงถึงกลุ่มเป้าหมาย เพราะเป้าหมายจะเป็นตัวกำหนดทิศทางของเกม โดย กล่าวถึงรายละเอียด ดังนี้

เป้าหมาย เกมทุก ๆ บทจะต้องมีการตั้งเป้าหมายให้ผู้เล่นไปให้ถึง เพื่อกระตุ้นและเร้าความสนใจของผู้เรียน โดยเป้าหมายนี้จะต้องเป็นเป้าหมายที่ไม่ยากจนเกินไป โดยผู้เรียนจะได้เสริมสร้างความรู้และความสำคัญระหว่างที่ผู้เรียนเดินทางไปสู่เป้าหมาย

กฎกติกา เป็นการกำหนดขอบเขตข้อบังคับหรือข้อจำกัดต่าง ๆ ของสิ่งที่ผู้เรียน สามารถกระทำได้ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความจำเป็น เกมทุกประเภทจะต้องมีการแข่งขัน ซึ่งอาจจะเป็นการแข่งขันกับฝ่ายตรงข้ามกับตนเองหรือแข่งกับเวลา หรืออาจเป็นการแข่งขันกับปัจจัยหลาย ๆ ด้าน

ความท้าทาย เกมจะต้องท้าทายผู้เรียน ความท้าทาย ได้แก่ ความพยายามที่จะไปสู่เป้าหมายความท้าทายในบางบทเรียนเกมควรที่จะมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถของผู้เรียน

จินตนาการ เกมมักจะใช้จินตนาการเป็นการสร้างแรงจูงใจสำหรับผู้เรียนระดับของการใช้จินตนาการในบทเรียนแตกต่างกันไปตั้งแต่ระดับที่ใกล้เคียงกับความจริงไปจนถึงระดับที่ไปด้วยความเพ้อฝัน

ความปลอดภัย เกมในการจำลองสถานการณ์ต้องยึดหลักความปลอดภัยของผู้เรียน กล่าวคือจะต้องจำลองสถานการณ์ซึ่งในความจริงสถานการณ์นั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้เรียนหรือเกี่ยวข้องได้ เช่น สถานการณ์ในสงครามหรือเหตุเพลิงไหม้ เป็นต้น

ความสนุกสนานเพลิดเพลิน วัตถุประสงค์หลักของเกม คือ การให้ความรู้และทักษะแก่ผู้เรียน แต่ความสนุกสนานเพลิดเพลินถือว่าเป็นลักษณะสำคัญที่สุดประการหนึ่ง เพราะความสนุกสนานเพลิดเพลินเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดแรงจูงใจซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ในที่สุด

สิ่งที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของการออกแบบคือ การออกแบบระบบกราฟิกซึ่งขึ้นกับลักษณะงานของเกมที่ได้ออกแบบไว้ว่าจะให้เป็นเกม 2 มิติ หรือ เกม 3 มิติ ซึ่งแสดงถึงตัวละคร 3 มิติที่ใช้ในเกม งานกราฟิกเกมจะแตกต่างจากงานกราฟิกทั่วไป เพราะจะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดและความเหมาะสมในการทำเกม (ข้อจำกัดดังกล่าวหมายถึงความสามารถของฮาร์ดแวร์ ความเร็วที่ต้องการในการแสดงผล ขนาดความจุของเกม เอฟเฟคเชิงเทคนิคที่โปรแกรมเมอร์สามารถทำได้)

2. ขั้นตอนเขียนโปรแกรม คือขั้นตอนของการขับเคลื่อนทรัพยากรต่าง ๆ ที่ได้จัดเตรียมไว้ให้แสดงผลออกมาถูกต้องตามการควบคุมของผู้เล่น โดยการใช้รูปแบบภาษาทางคอมพิวเตอร์ เช่น C# หรือ Java การเขียนโปรแกรมต้องคำนึงถึงการแสดงผลที่เร็วที่สุดและถูกต้องที่สุด การเขียนควบคุมตรรกะของเกมต้องง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไข มีเครื่องมือที่ช่วยในการปรับแต่งตัวเกมหรือการสอดแทรกวิธีการเล่นที่ช่วยให้ผู้เล่นสามารถเข้าถึงได้ง่าย

3. การตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของตัวเกม เป็นการตรวจเช็คข้อผิดพลาดในส่วนต่าง ๆ ของเกมแล้วทำการทดสอบระบบของส่วนนั้น ๆ ว่ามีความสมบูรณ์มากน้อยเพียงใด กรณีที่พบกับข้อผิดพลาดหรือปัญหาของโปรแกรมก็จะทำการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น เมื่อไม่มีข้อผิดพลาดแล้วจึงนำส่วนย่อยเหล่านั้นมารวมกันทดสอบอีกรอบหนึ่งเพื่อเตรียมความพร้อมของระบบ

สิ่งที่นักออกแบบควรคำนึงถึงในการออกแบบเกมนั้น มีดังต่อไปนี้

1. เทคนิค (Technique) กล่าวคือ เลือกใช้เทคนิคที่เหมาะสมกับเกมที่จะพัฒนา

2. การดำเนินงาน (Production) ต้องมีการวางแผนการดำเนินงานอย่างรอบคอบ รัดกุมและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้สามารถพัฒนาเกมให้เสร็จตามเป้าหมายได้

3. พฤติกรรมกลุ่มเป้าหมาย (Intended target audience) วางกลุ่มเป้าหมายของเกมและเรียนรู้พฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบเกมให้ สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายให้ได้มากที่สุด

4. จริยธรรม (Ethical) การออกแบบเกมต้องคำนึงถึงจริยธรรมอันดีด้วย เพื่อไม่ให้เกมที่สร้างขึ้นเป็นสื่อที่มอมเมาหรือเป็นโทษแก่ผู้เล่น

5. สังคม (Political) การศึกษาเรื่องสังคมเป็นสิ่งที่จำเป็นในการออกแบบเกม เนื่องจากในแต่ละสังคมมีข้อกำหนดและข้อห้ามที่แตกต่างกัน หากผู้ออกแบบไม่คำนึงถึงในจุดนี้ อาจทำให้เกมที่สร้างขึ้นมาถูกต่อต้านโดยสังคมอันจะส่งผลกระทบต่อเกมโดยตรงได้

สรุปได้ว่าปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณาก่อนการออกแบบเกมคือ อายุกลุ่มเป้าหมายถ้าเป็นเกมที่มีกลุ่มเป้าหมายเป็นพนักงานฝ่ายผลิตของโรงงาน การออกแบบควรให้มีรูปแบบการเล่นที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มีแรงจูงใจในการเล่น

ปัจจัยที่สร้างความน่าสนใจของเกม

ธันยา นวลละออง (2550) กล่าวว่าปัจจัยที่ก่อให้เกมเกิดความน่าสนใจ มีดังต่อไป

1. ความดึงดูด (Concentration) เกมจะต้องดึงดูดและผู้เล่นสามารถอยู่กับเกมได้นาน

1.1 ควรจะมีสิ่งกระตุ้นอย่างหลากหลายภายในเกม เพื่อให้ผู้เล่นได้จดจ่อและเพลิดเพลินไปกับสิ่งเหล่านั้น เช่น มีไอเท็มในเกมอย่างหลากหลายให้เลือก ซึ่งไอเท็มแต่ละอย่างจะให้ผลที่แตกต่างกันออกไป หรือในแต่ละเกมก็อาจจะมีมุมมองที่หลากหลาย เป็นต้น

1.2 สิ่งกระตุ้นในเกมมีความน่าสนใจเพียงพอ ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามลักษณะพฤติกรรมของผู้เล่น

1.3 เกมควรจะเป็นที่น่าสนใจของผู้เล่นได้อย่างรวดเร็ว และรักษาระดับความน่าสนใจอันนี้ให้ได้ตลอดทั้งเกม

1.4 เกมแต่ละเกมจะมีเป้าหมายหลัก ผู้เล่นไม่ควรจะทำสิ่งที่รู้สึกว่าไม่ใช่สิ่งสำคัญและไม่ใช่เป้าหมายหลักของเกม ซึ่งจะทำให้เกมน่าเบื่อ เช่น การพูดคุยภายในเกมที่นานเกินไป และไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เล่น

2. ความท้าทาย (Challenge) เกมควรมีการท้าทายอย่างเพียงพอและเหมาะสมกับระดับทักษะของผู้เล่นตามกลุ่มเป้าหมาย

2.1 ความท้าทายในเกมจะต้องเหมาะสมกับระดับทักษะของผู้เล่น เช่น ถ้าออกแบบเกมที่กลุ่มเป้าหมายอยู่ในวัยประมาณ 6-10 ปี เราจะต้องทราบว่าเด็กในวัยนี้สามารถรับระดับความยากได้แค่ไหน ไม่ควรยากหรือง่ายจนเกินไป

2.2 เกมควรมีความท้าทายหลาย ๆ ระดับสำหรับผู้เล่นต่าง ๆ กัน เช่น เกมที่เล่นได้ทุกเพศทุกวัยอาจมีโหมดให้เลือกระดับความยากง่าย

2.3 ระดับความท้าทายควรเพิ่มขึ้นตามทักษะการเล่นที่พัฒนาขึ้นของผู้เล่นตลอด ทั้งเกม เช่น เกมในฉากแรกจะง่ายก่อน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เล่นได้พัฒนาทักษะการเล่น และจะยากขึ้นเรื่อย ๆ ในฉากต่อ ๆ ไป ในทางตรงกันข้าม ถ้าเปิดเกมมาในฉากแรกแล้วยากเกินไปสำหรับผู้เล่น ผู้เล่นจะหมดกำลังใจในการเล่นไปในที่สุด

2.4 เกมควรมีความท้าทายใหม่ ๆ เมื่อถึงจังหวะที่เหมาะสม ความท้าทายในเกมไม่จำเป็นต้องมีลักษณะเดียว แต่สามารถมีได้อย่างหลากหลายเพื่อลดความน่าเบื่อสร้างความแปลกใหม่และความคาดไม่ถึงให้กับผู้เล่น

3. ทักษะความชำนาญของผู้เล่น (Player skill) เกมจะต้องเอื้อให้เกิดการส่งเสริมการพัฒนาด้านทักษะและความชำนาญของผู้เล่น

3.1 ผู้เล่นสามารถเริ่มเล่นเกมโดยไม่ต้องอ่านคู่มือ ซึ่งระบบการสอนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเกมใหม่ ๆ ทุกเกม และต้องทำให้ผู้เล่นรู้สึกเหมือนเล่นเกมจริง ๆ อยู่ ไม่ใช่แค่การสอนการเรียนรู้จึงจะไม่น่าเบื่อ

3.2 การเรียนรู้ในการเล่นเกมไม่ควรน่าเบื่อ ควรสอดแทรกเข้าไประหว่างการเล่นเกม อย่าลืมว่าไม่ควรให้ผู้เล่นอ่านอะไรที่ยาวเกินไป สิ่งที่ควรทำคือ ทำประโยคที่เป็นตัวหนังสือทั้งหมดให้เป็นกราฟิกที่เข้าใจง่าย

3.3 เกมควรมีระบบช่วยเหลือ (Help mode) ในขณะการเล่นซึ่งผู้เล่นไม่จำเป็นต้องออกจากเกม

3.4 เกมควรจะเพิ่มทักษะของผู้เล่นเมื่อถึงเวลาที่เหมาะสมตลอดทั้งเกม

3.5 ผู้เล่นควรได้รับรางวัลที่เหมาะสมกับสิ่งที่ทำและทักษะที่พัฒนาขึ้น เช่น การได้รับโบนัสที่เป็นคะแนนเพิ่ม หรือไอเท็มที่พิเศษกว่าอันอื่น ๆ เป็นต้น

4. การควบคุม (Control) ผู้เล่นควรรู้สึกได้ถึงความสามารถในการควบคุมสิ่งต่าง ๆ ในเกมได้เป็นอย่างดี

4.1 ผู้เล่นควรรู้สึกว่าสามารถควบคุมตัวละครหรือยูนิตได้เป็นอย่างดีไม่ติดขัด

4.2 ผู้เล่นควรรู้สึกว่าได้ควบคุม Interactive Task (บนหน้าจอ) และ Interactive Device (เช่น Gamepad Mouse Keyboard เป็นต้น) อย่างสะดวก

4.3 ผู้เล่นควรรู้สึกว่าสามารถควบคุมการเริ่มเกม การหยุดเกม และการบันทึกเกมได้อย่างสะดวก

4.4 เมื่อมีความผิดพลาดร้ายแรงในเกม ผู้เล่นควรได้รับการช่วยเหลือเพื่อแก้ไขความผิดพลาด เช่น ผู้เล่นเผลอทิ้งไอเท็มสำคัญไป เกมควรจะมีการแก้ไขให้ มิเช่นนั้นผู้เล่นอาจหมดกำลังใจและพาลเลิกเล่นไป

4.5 ผู้เล่นควรรู้สึกว่าได้ควบคุมการกระทำของตัวเองและแผนการที่ใช้ซึ่งเป็นอิสระในการเล่นเกมในแบบที่ตนเองต้องการ (ลักษณะนี้มีความสำคัญมากในเกมประเภทวางแผน)

5. การเคลียร์จุดมุ่งหมาย (Clear goals) เกมควรจะมีการเคลียร์จุดมุ่งหมายต่าง ๆ ที่ตั้งไว้ในเวลาที่เหมาะสม

5.1 เป้าหมายของเกมในส่วนย่อย ควรเคลียร์ได้ตั้งแต่แรก

5.2 เป้าหมายระดับปานกลางควรเคลียร์ได้ในเวลาที่เหมาะสม

6. ผลตอบแทน (Feedback) ผู้เล่นต้องได้รับ “ผลที่ได้รับจากการกระทำ” ที่เหมาะสมในเวลาที่เหมาะสม (ผลที่ตามมา เช่น เก็บเหรียญหรือตีศัตรูแล้วคะแนนจะเพิ่มขึ้น กินขนมแล้วเก่งขึ้น เก็บใบไม้แล้วบินได้ เป็นต้น) ทั้งนี้เมื่อผู้เล่นเล่นเกมได้ดีย่อมได้รับผลตอบแทนที่ดีตามไปด้วย เป็นการสร้างขวัญกำลังใจให้กับผู้เล่นให้อยากที่จะเล่นเกมต่อไป

6.1 ผู้เล่นควรได้รับผลตอบแทนที่มีค่าในเกมสูงขึ้นเมื่อเล่นเข้าใกล้จุดหมายเรื่อย ๆ

6.2 ผู้เล่นควรได้รับผลตอบแทนทันทีเมื่อกระทำสิ่งใด ๆ ในเกมที่ดี และควรแสดงให้ผู้เล่นเห็นได้อย่างชัดเจน อาจแสดงทางกราฟิกหรือทางเสียงก็ได้ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เล่นสะดวกในการรับรู้และเข้าใจได้ทันที

6.3 ผู้เล่นควรรู้สถานะและคะแนนของตัวเองเสมอ ซึ่งสำคัญมากสำหรับเกมที่เล่นแบบไม่มีที่สิ้นสุด เช่น Tetris ถ้าไม่มีข้อมูลเหล่านี้ ผู้เล่นจะตั้งคำถามให้กับตัวเองว่าจะเล่นต่อไปทำไม และพาลเลิกเล่นทันที

7. การเข้าสังคม (Social interaction) เกมควรรองรับและสร้างโอกาสให้มีการเข้าสังคม ซึ่งสำคัญมากในยุคสมัยปัจจุบัน และเราไม่สามารถปฏิเสธได้ว่ามนุษย์เป็นสัตว์สังคม เช่นเกมออนไลน์ ซึ่งมีกลุ่มคนที่นิยมเล่นกันมาก เนื่องจากเกมเอื้อให้เกิดการพบปะกันเสมือนสังคมใหญ่ ๆ แห่งหนึ่ง เมื่อเกิดสังคมสิ่งต่าง ๆ ที่จะสามารถดึงดูดผู้เล่นก็จะตามมาเอง หรือจะเป็นเกมที่สามารถเล่นผ่าน LAN เชื่อมโยงกัน หรือเกมที่สามารถเล่นแข่งกันกับเพื่อนอีกคนได้ เช่น เกมคอนโซนทั่วไป (Play station 2, Xbox) เกมต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เกิดสังคมขึ้น และจะเป็นสิ่งดึงดูดให้คนหันมาเล่นเกมนั้น ๆ โดยเน้นความสนุกสนานเป็นหมู่คณะ

7.1 เกมควรรองรับการต่อสู้และการช่วยกันระหว่างผู้เล่น

7.2 เกมควรช่วยให้เกิดสังคมระหว่างผู้เล่น เช่น การแชต

7.3 เกมควรช่วยให้เกิดสังคมทั้งในและนอกเกม สิ่งที่ทำให้เกิดสังคมภายนอกเกม เช่น การพูดคุยกันภายนอกผ่านฟอรั่มหรือเว็บบอร์ดถึงเรื่องเทคนิคการพิชิตเกม เรื่องของเทคนิคการเล่น ฯลฯ

ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจที่นำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเกม

Maslow's Hierarchy of Need คือ ลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์เป็นทฤษฎีที่สรุปความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ที่ต้องได้รับเพื่อให้บุคคลบรรลุศักยภาพสูงสุด ลำดับชั้นมักจะแสดงเป็นพีระมิด โดยมีความต้องการพื้นฐานที่สุดอยู่ด้านล่าง และความต้องการที่ซับซ้อนที่สุดอยู่ด้านบน ลำดับชั้นห้าระดับ (สุรพล บุญลือ, 2561) ได้แก่

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological needs)
2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety needs)
3. ความต้องการความรักและความเป็นเจ้าของ (Belongingness and love needs)
4. ความต้องการได้รับความนับถือยกย่อง (Esteem needs)
5. ความต้องการที่จะเข้าใจตนเองอย่างแท้จริง (Self-actualization needs)

ภาพที่ 3 ทฤษฎีมาสโลว์ ลำดับขั้นความต้องการ (Maslow's Hierarchy of Need)
ที่มา: https://www.simplypsychology.org/maslow.html

สรุปได้ว่า ปัจจัยที่สร้างความน่าสนใจนั้นจะต้องคำนึงถึงระดับความท้าทายให้เหมาะสมกับทักษะของกลุ่มเป้าหมาย และระดับความท้าทายเพิ่มขึ้นตามทักษะการเล่นของผู้เล่นตลอดทั้งเกม รวมไปถึงควรมีสิ่งกระตุ้นอย่างหลากหลายภายในเกม เพื่อให้ผู้เล่นได้จดจ่อและเพลิดเพลินไปกับสิ่งเหล่านั้น เช่น โบนัส และการเพิ่มความสามารถ

การเล่นเกมในเป็นช่วงเวลาที่ผ่านมาได้กลายเป็นทางเลือกสำหรับคนรุ่นปัจจุบัน โดยมีซอฟต์แวร์เพื่อความบันเทิงที่ทำให้บุคคลสามารถมีส่วนร่วมทั้งในสังคม และในการแข่งขันกับผู้คนทั่วโลก ผู้เล่นมีส่วนร่วมกับสภาพแวดล้อมเสมือนที่ราบรื่น และประสบความสำเร็จในการดำเนินการของ

การเคลื่อนไหวของมอเตอร์สองทิศทางอย่างแม่นยำเพื่อตอบสนองต่อความรู้สึกที่ซับซ้อน การเล่นเกมที่กว้างขวางอาจนำไปสู่การเพิ่มพูนความสนใจเกี่ยวกับการมองเห็น และการควบคุมของสมองส่วนบริหารจัดการข้อมูล (Executive control) (Latham & Patston, 2013)

ประโยชน์ที่ได้ผ่านการเล่นเกมคือ ความต้องการของงานเฉพาะด้านความต้องการทางสังคมและค่านิยมที่แสดงโดยการเล่นเกมที่ต้องมีการตัดสินและการกระทำที่ก้าวหน้ามากขึ้นอย่างแม่นยำและมีความท้าทายมากขึ้นด้วยความเร็วที่สูงขึ้น ต้องให้ความสำคัญความสนใจในเกม ซึ่งจะช่วยเพิ่มช่วงเวลาของความจำที่มีอยู่รายละเอียดเกี่ยวกับการฝึกอบรมทางสังคมความท้าทายในการเรียนรู้มากขึ้น และในเกมที่เป็นหลายมิติอื่น ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทในสมองเชิงบวก จากหลักฐานงานวิจัยพบว่า เกมและวิดีโอเกม ที่มีการควบคุมการฝึกอบรมในสภาพแวดล้อมพฤติกรรมที่สร้างแรงจูงใจสูง การเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผลการควบคุมความสนใจความจำและการควบคุมความรู้ความเข้าใจเป็นผลมาจากการเล่นเกมเฉพาะที่คาดไว้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสมอง ดังนั้นการปรับปรุงประสิทธิภาพควบคู่ไปกับการเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาททางกายภาพส่งผลให้เกิดการทำงานที่ยั่งยืน (Bavelier & Green, 2011)

งานวิจัยพบว่า วิดีโอเกม ทำให้ความสามารถทางปัญญาที่หลากหลายให้ดีขึ้น รวมถึงการการมองเห็นภาพด้านปริภูมิ ด้านมิติสัมพันธ์ การตัดสินใจ การกระทำ และการประมวลผลภาษา การเล่นวิดีโอเกมเป็นหนึ่งในกิจกรรมสันทนาการที่เป็นที่นิยมมากที่สุดในโลกการวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อผู้เล่นทั้งด้านบวกและด้านลบ หนึ่งในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมของวิดีโอเกมในการดูแลสุขภาพคือ การใช้ในการจัดการความเจ็บปวด ระดับความสนใจที่จำเป็นในการเล่นเกมดังกล่าวสามารถทำให้ผู้เล่นเสียสมาธิจากความรู้สึกของอาการปวด (Griffths, 2005)

จากการศึกษา วิดีโอเกมได้กลายเป็นวัฒนธรรมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ศัลยแพทย์แนะนำว่าประโยชน์การฝึกเล่นวิดีโอเกมสำหรับศัลยแพทย์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผ่าตัด ทักษะในการเล่นวิดีโอเกมมีความสัมพันธ์กับทักษะการผ่าตัดผ่านกล้อง หลักสูตรที่มีการฝึกเล่นวิดีโอเกมอาจช่วยเชื่อมโยงในบางส่วนที่ติดต่อทางเทคนิคระหว่างศัลยแพทย์และการใช้งานหน้าจอสื่อ เช่น การผ่าตัดผ่านกล้อง วิดีโอเกมอาจเป็นเครื่องมือการสอนที่เป็นประโยชน์เพื่อช่วยฝึกศัลยแพทย์ นอกจากนี้ประโยชน์ของการฝึกเล่นวิดีโอเกมส่งผลด้านการประสานงานด้วยตามือ และการทดสอบระบบประสาทวิทยา และเวลาในการทำปฏิกิริยาดีขึ้น การมองเห็นเชิงพื้นที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น (Rosser et al., 2007)

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมาย

ศัพท์บัญญัติสำนักงานราชบัณฑิตยสภา หมวดศัพท์คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้บัญญัติศัพท์ภาษาไทยและแปลความหมายของ Virtual reality คือ ความจริงเสมือน ซึ่งได้มีผู้นิยามความหมายของคำว่า Virtual Reality ไว้ดังนี้

ศิระ ประเสริฐศักดิ์ (2559) ได้กล่าวไว้ว่า ความจริงเสมือน คือ เทคโนโลยีเชิงโต้ตอบระหว่างผู้ใช้งานกับโปรแกรมที่ถูกร้างเป็นรูปแบบภาพจำลอง 3 มิติ โดยการตอบสนองได้หลายรูปแบบ เช่น การเคลื่อนไหวร่างกายหรือการใช้อุปกรณ์เสริมในการตอบโต้

กิดานนท์ มลิทอง (2543) ได้กล่าวไว้ว่า ความจริงเสมือน คือ กลุ่มเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกของการเข้าร่วมอยู่ภายในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงที่สร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์

Sutherland (1965) บิดาแห่งเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ได้กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีความจริงเสมือนเป็นลักษณะการที่มนุษย์มองเห็นโลกเสมือนจริงผ่านระบบคอมพิวเตอร์แล้วมีความรู้สึกเสมือนว่าอยู่มนสถานที่นั้นและเคลื่อนที่ได้จริง ทำกิจกรรมจริงและได้ยินเสียงจริง ซึ่งเกิดจากการทำงานร่วมกันระบบคอมพิวเตอร์กับระบบประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์

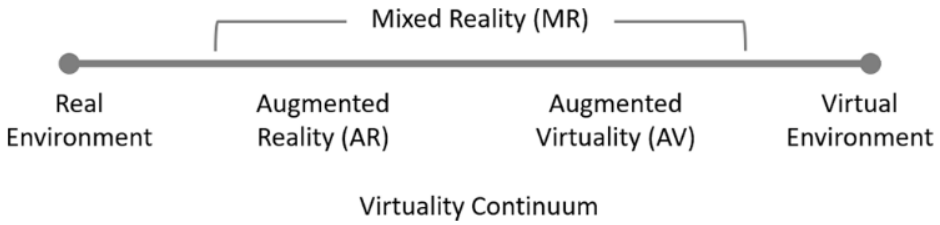
พินันทา ฉัตรวัฒนา (2563) ได้กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีความจริงเสมือน คือ เทคโนโลยีที่คอมพิวเตอร์จำลองสภาพแวดล้อมเสมือนขึ้นโดยส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับการมองเห็น แสดงทั้งบนจอคอมพิวเตอร์ หรือ อุปกรณ์แสดงผลสามมิติ

จากนิยามข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ความจริงเสมือน (Virtual Reality) หรือ VR คือ การสร้างสภาพแวดล้อมขึ้นมาใหม่ที่เสมือนจริงโดยยึดแบบสภาพแวดล้อมที่มีอยู่เดิมหรือมีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ลงในระบบโปรแกรมที่ประมวลผลผ่านทางจอคอมพิวเตอร์หรือจอโทรศัพท์ ซึ่งผู้ที่ใช้งานได้รู้สึกเข้าร่วมไปอยู่ในสภาพสิ่งแวดล้อมนั้นจริง ไม่ว่าจะเป็นการมองเห็น การได้ยิน หรือการสัมผัส

แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน

Paul et al. (1995) ได้กล่าวเกี่ยวกับแนวคิดไว้ว่า มาจากพื้นฐานแนวคิดเรื่องของความต่อเนื่องระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือน (Reality-virtuality continuum) ที่ว่า โลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือนนั้นไม่ได้แยกออกจากกันอย่างเด็ดขาด แต่ว่าอยู่บนแถบของความต่อเนื่อง (Virtuality continuum) โดยที่โลกแห่งความเป็นจริง (Reality) จะอยู่สุดขอบด้านหนึ่งและสุดขอบอีกด้านจะเป็นโลกเสมือน (Virtuality) แต่ตำแหน่งตรงกลางระหว่างปลายขอบนั้นจะเป็น

สถานที่ซึ่งโลกแห่งความเป็นจริงกับโลกเสมือนนั้นอยู่ปะปนกันได้ หรือที่เรียกว่าความจริงผสมนั่นเอง (Mixed reality) ตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4 พื้นฐานแนวคิดเรื่องของความต่อเนื่องระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือน (Reality-virtuality continuum)
ที่มา: Paul et al. (1995)

โดย Milgram and Kishino (1997) นักวิจัยเทคโนโลยีแสดงผลชั้นนำ ได้นิยามขอบเขตของเทคโนโลยีโลกของความเป็นจริงและโลกเสมือน ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลกเอาไว้จากภาพที่ 4 ดังนี้

Real Environment คือ สภาพแวดล้อมที่อยู่ล้อมรอบเราจริง ๆ ไม่ได้ผ่านการสังเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีจำลองภาพใด ๆ

Augmented Reality หรือ AR คือ การเสริมวัตถุจำลองเข้าไปในวัตถุและสภาพแวดล้อมที่มีอยู่จริง ในส่วนนี้อาจเป็นทั้งการช่วยให้ข้อมูลเสริมความเป็นจริงมากขึ้น หรืออาจเป็นการเติมแต่งบนพื้นฐานของวัตถุที่มีอยู่จริง ตัวอย่างของการใช้งาน AR ก็คือ เกม Pokemon Go ถือเป็นปรากฏการณ์ครั้งสำคัญของนักเล่นเกมทั่วโลก

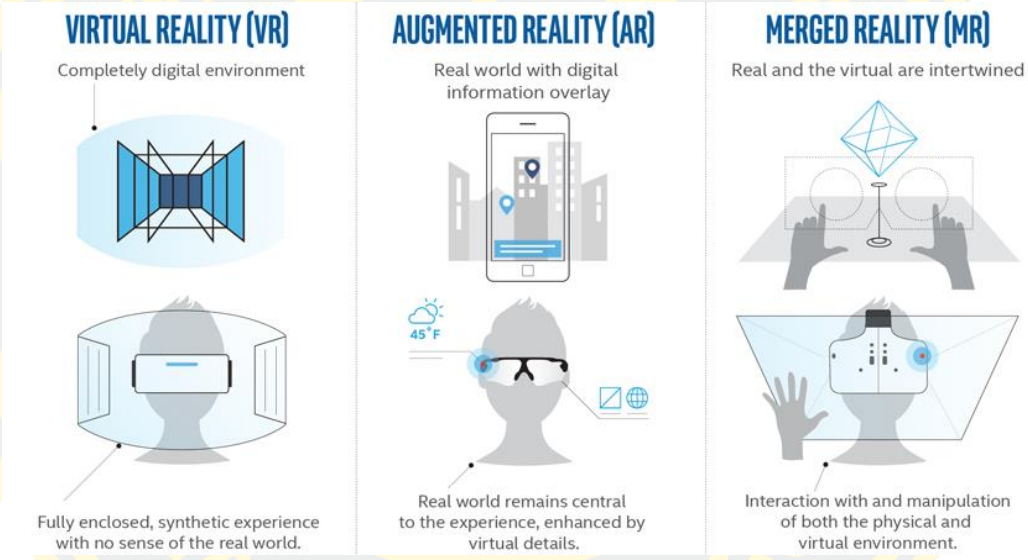
Augmented Virtuality หรือ AV คือ การสร้างสภาพแวดล้อมจำลองและผสานวัตถุที่มีอยู่จริงเข้าไปในสภาพแวดล้อมนั้น ซึ่งทั้งวัตถุและสภาพแวดล้อมต้องมีเค้าโครงจากโลกความเป็นจริงเข้าไปด้วย เพื่อจำลองและส่งมอบประสบการณ์ใกล้เคียงความจริงที่สุด เช่น การจำลองภาพห้องหรือสถานที่ต่าง ๆ โดยเรายังคงเห็นร่างกายของเราอย่างครบถ้วน

Virtual reality หรือ VR จะอยู่ระหว่าง AV และ Virtual Environment เป็นการจำลองสภาพแวดล้อมจริงเข้าไปให้เสมือนจริง โดยผ่านการรับรู้จากการมองเห็น เสียง สัมผัส แม้กระทั้งกลิ่น โดยจะตัดขาดเราออกจากสภาพแวดล้อมปัจจุบันเพื่อเข้าไปสู่ภาพที่จำลองขึ้นมาตัวอย่างเช่น การจำลองสถานที่ Google Street View การแข่งขันบังคับเครื่องบิน Drone Racing เป็นต้น

Virtual Environment คือ การสร้างทุกอย่างที่เรามองเห็นขึ้นมาใหม่ทั้งหมด เป็นการเปลี่ยนสภาพแวดล้อมอย่างสิ้นเชิงเพื่อให้ส่งมอบประสบการณ์จำลองโดยไม่อิงหลักความเป็นจริงใด ๆ ในส่วนนี้รวมถึงบรรดา Entertainment Content ต่าง ๆ เช่น ภาพยนตร์หรือเกม

Mixed Reality หรือ MR สำหรับชื่อนี้จะครอบคลุมส่วนของการแสดงผลที่กล่าวไปข้างต้น โดยเป็นขอบเขตที่ภาพจำลองที่ผู้ใช้ต้องสามารถมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับภาพจำลองนั้นได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ปัจจุบันแนวโน้มของเทคโนโลยีนี้ที่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายตามภาพที่ 5 ได้แก่ ความเป็นจริงเสมือน (VR) , ความเป็นจริงเสริม (AR) และความจริงผสม (MR) ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยนำเสนอถึงเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือ VR เพื่อมาใช้ในงานค้นคว้าวิจัย



ภาพที่ 5 เทคโนโลยีโลกของความเป็นจริงและโลกเสมือน
ที่มา: https://img.online-station.net/_content/2018/1004/gallery/1538651339.jpg

ประเภทเทคโนโลยีความจริงเสมือน

เทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) แบ่งลักษณะตามการใช้งานเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ (พินันทา ฉัตรวัฒนา, 2563) ได้แก่

1. ระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ หรือ Fully-immersive virtual reality เป็นระบบที่ให้ประสบการณ์เสมือนจริงดีที่สมบูรณ์แบบ เป็นระบบที่ผู้ใช้สามารถรับรู้ข้อมูลด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างเต็มรูปแบบ โดยผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เสริมพิเศษ อุปกรณ์ในการแสดงผล เช่น จอภาพสวมศีรษะ Head Mounted Display (HMD) โดย HMD คือหมวกเหล็ก หรือหน้ากากสำหรับสวม

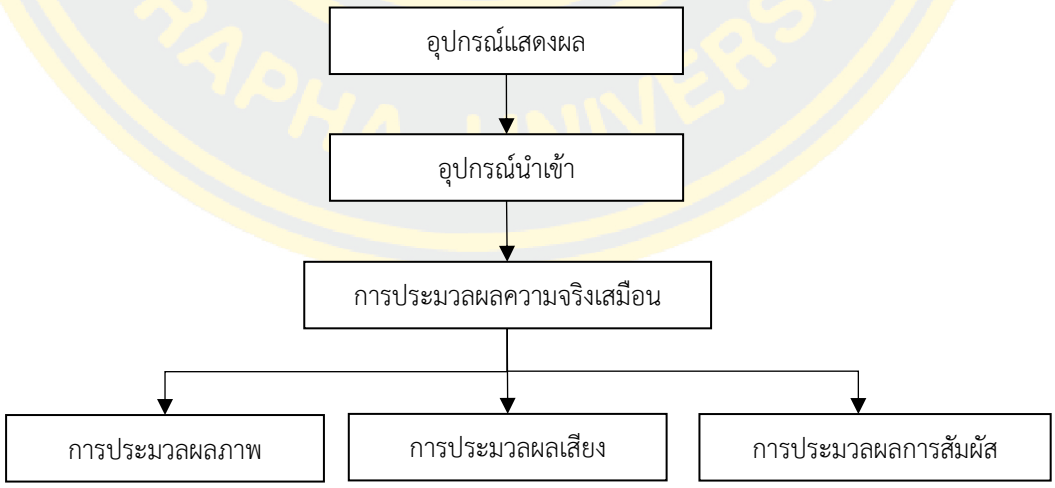
ซึ่งสามารถจำลองภาพ และการได้ยินได้ด้วย (Auditory) และอุปกรณ์ในการนำเข้า เช่น ถุงมือรับสัมผัส เป็นต้น

2. ระบบรับสัมผัสบางส่วนหรือกึ่งสัมผัส (Semi-immersive virtual reality) เป็นระบบที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรุ่นแรกแต่มีการพัฒนาระบบจอภาพให้มีทุมกว้าง ตัวอย่างอุปกรณ์ในการแสดงผล เช่น จอภาพมอนิเตอร์ขนาดใหญ่ ระบบจอภาพอย่างกว้าง แว่นตามองภาพ 3 มิติ เป็นต้น และตัวอย่างอุปกรณ์ในการนำเข้า เช่น จอยสติ๊กสามมิติ อุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อมสามมิติ เป็นต้น

3. ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ หรือ Non-immersive virtual reality หรือ Desktop virtual reality หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ระบบเสมือนจริงแบบเทียม (Artificial reality) จะใช้จอภาพคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงโลกเสมือนจริง การรับสัมผัสโดยการใช้ประสาทสัมผัสทางตาดูภาพผ่านจอมอนิเตอร์ และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยมือบังคับ เช่น คีย์บอร์ด เมาส์ แบบสัมผัสผ่านจอ จอยสติ๊ก ปากกากดิจิทัล เป็นต้น

การทำงานของเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ระบบการทำงานของเทคโนโลยีความจริงเสมือน ประกอบไปด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งฮาร์ดแวร์ได้แก่อุปกรณ์แสดงผล (Display device) และอุปกรณ์นำเข้า (Input device) โดยมีซอฟต์แวร์ทำหน้าที่เชื่อมโยงหน่วยแสดงผลและฮาร์ดแวร์เข้าด้วยกัน ซึ่งหน่วยแสดงผลมาจากการกำหนดรูปแบบในการออกแบบจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรมต่าง ๆ เข้าไปในซอฟต์แวร์ ตามภาพ



ภาพที่ 6 ผังการทำงานของระบบเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือ VR

จากภาพที่ 6 ในส่วนของฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์แสดงผลสามารถแบ่งตามรูปแบบการใช้งานอุปกรณ์ได้ 3 แบบ ดังนี้

1. อุปกรณ์แบบติดกับศีรษะ (Head-attach) อุปกรณ์แบบติดศีรษะ สามารถเป็นได้ทั้งแว่นตา VR, คอนแทคเลนส์แบบ VR รวมถึง Projector ที่ฉายภาพจำลองจากศีรษะลงบนวัตถุ

2. อุปกรณ์แบบถืออยู่ในมือ (Hand-held) อุปกรณ์แบบที่ต้องถืออยู่ในมือเพื่อใช้งานชมภาพจำลอง ไม่ว่าจะเป็น Projector, หน้าจอแสดงผล หรือหน้าจอแสดงผลแบบโปร่งแสง Smartphone ทั้งหลายก็จัดอยู่ในอุปกรณ์ชนิดนี้เช่นกัน

3. อุปกรณ์แบบตั้งวาง (Spatial) เป็นอุปกรณ์ที่ตั้งวางบนสภาพแวดล้อมจริงเพื่อแสดงภาพเสมือนบนวัตถุ ไม่ว่าจะในรูปแบบหน้าจอหรือ Projector ที่ฉายภาพจำลองลงบนวัตถุ

การนำมาประยุกต์ใช้งาน

ปัจจุบันเทคโนโลยีความจริงเสมือนได้เข้ามามีบทบาทในการใช้งานในชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีการนำมาประยุกต์กับงานหลากหลายด้าน เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการทำงาน อาทิ เช่น

1. ใช้ในการเล่นเกม เช่น เกมแนว FPS (จำพวกยิงปืน) จะปืนจำลองให้ถือไปในระหว่างเล่น และตัวจำลองการเดินและวิ่งที่ผูกติดตัวเราไว้ คล้าย ๆ กับ Treadmill

2. ใช้ในการจำลองการฝึกขับเครื่องบินของกัปตัน

3. ใช้ในการจำลองการฝึกหัดทางทหาร เช่น การกระโดดร่ม โดยจะต้องใช้อุปกรณ์เสริมเป็นชุดกระโดดร่มจริง และอุปกรณ์ที่รั้งตัวให้สูงจากพื้น

4. ใช้ในการสวมเพื่อจำลองห้องที่มีการตกแต่งแล้ว (บริษัทอสังหาริมทรัพย์บางรายมีการใช้เทคโนโลยีนี้ในการโครงการใหม่เพื่อช่วยให้อ้างอิงจากสถานที่จริงได้ง่ายขึ้น)

5. ในธุรกิจสุขภาพ หมอและพยาบาลสามารถใช้ VR ในการฝึกซ้อมการผ่าตัดและรักษาผู้ป่วยซึ่งเป็นหุ่นเสมือนที่ VR สร้างขึ้น

6. ในธุรกิจการบินที่ต้องมีการซ่อมแซมชิ้นส่วนและฝึกการควบคุมเครื่องบิน VR ได้เข้ามาเป็นส่วนสำคัญในการฝึกอบรมพนักงาน Jasoren บริษัทที่มีความเชี่ยวชาญในการพัฒนาซอฟต์แวร์ AR และ VR กล่าวว่าการศึกษาและเรียนรู้ชิ้นส่วนของเครื่องบินจำเป็นต้องใช้เวลาศึกษาอย่างละเอียด และด้วยชิ้นส่วนของเครื่องบินมีราคาสูง การเรียนรู้ด้วย VR จึงเป็นที่นิยม ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อชิ้นส่วนและผู้ใช้งาน อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถใช้เวลาศึกษาและฝึกฝนได้ในเวลาที่ไม่จำกัด นอกจากนี้ นักบินสามารถใส่ VR headset เพื่อจำลองการบังคับเครื่องบินในห้องบังคับการ เรียนรู้วิธีการบิน รวมถึงฝึกการเผชิญหน้ากับเหตุอันตรายที่คาดไม่ถึง

นอกจากนั้นยังมีการนำมาประยุกต์เป็นวงกว้างในงานสาขาต่าง ๆ เช่น การศึกษา, การแพทย์, การตลาด, โลจิสติกส์, การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์, กระบวนการผลิต, การ

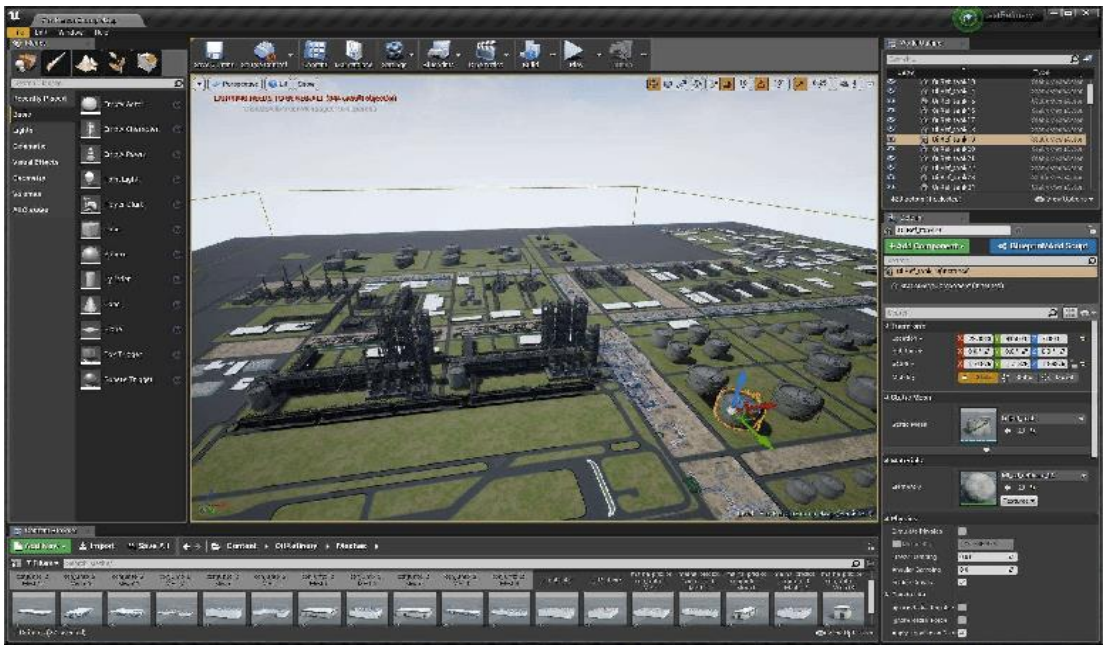
ท่องเที่ยว รวมถึงด้านความปลอดภัยก็มีการนำมาประยุกต์ใช้ โดยส่วนมากจะเป็นการอบรมทักษะการซ่อมบำรุงก่อนเริ่มงานจริงเพื่อให้รู้วิธีการทำงานอย่างถูกต้องและปลอดภัย

เทคโนโลยีความจริงเสมือน เป็นเทคโนโลยีที่มีผู้สนใจนำมาต่อยอดพัฒนาและนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทางด้านการศึกษา เพื่อช่วยในการจัดเรียนการสอน ช่วยสร้างประสบการณ์ผู้เรียนให้สามารถเข้าถึงเนื้อหาที่เข้าใจยากได้แบบเสมือนจริง นอกจากนี้สามารถนำเทคโนโลยีมาสร้างห้องเรียนจำลองเสมือนจริงและสร้างบรรยากาศรอบ ๆ ให้เหมือนอยู่ในห้องเรียนจริงซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำรับผู้เรียนที่ต้องการเรียนรู้แบบนอกตำราและเป็นห้องเรียนที่ปลอดภัยกว่าเนื่องจากผู้เรียนไม่ได้ไปหยิบจับสิ่งของจริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อีกมากมาย เช่นเดียวกับการใช้ AR ในอุตสาหกรรมที่ต้องใช้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีโดยเฉพาะ VR ถูกนำไปใช้ในการฝึกอบรมพนักงาน เนื่องจากเป็นวิธีที่คุ้มค่าสำหรับการใช้งานในระยะยาว และสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุได้

ทางผู้วิจัยขอกล่าวถึงโปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาออกแบบโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับในงานวิจัยนี้ในด้านความปลอดภัย เพื่อใช้สำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ โดยจำลองสภาพแวดล้อมในโปรแกรมให้เหมือนกับสภาพแวดล้อมพื้นที่หน้างานจริง ซึ่งจะช่วยให้การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟมีความน่าสนใจ กระตุ้นความรู้สึกอยากมีส่วนร่วมในการฝึกซ้อม และได้ฝึกกระบวนการความคิดในการตัดสินใจเลือกเส้นทางที่ปลอดภัย

เกมเอนจิ้น/ Game Engine

Game Engine คือ ชุดเครื่องมือหรือซอฟต์แวร์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับนักพัฒนาผู้สร้างเกม หรือเรียกว่า ซอฟต์แวร์โปรแกรมสร้างเกม ด้วยการรวมเอาชุดคำสั่ง เครื่องมือ และ ‘Asset’ หรือโมเดล 3D ซึ่งถูกเขียนขึ้นมาจากภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น C, C++ หรือ JAVA นำมารวบรวมไว้เพื่อให้เกิดความสะดวกในการเลือกใช้เพื่อออกแบบเป็นตัวเกม โดยไม่ต้องเริ่มสร้างขึ้นมาใหม่ เช่น การแสดงผลภาพในรูปแบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ เครื่องมือสร้างหรือคำนวนระบบ Physics ต่าง ๆ ระบบเสียงของตัวละคร โหมดออนไลน์ หรือโปรแกรมทำอนิเมชั่น และองค์ประกอบอื่น ๆ อีกมากมาย



ภาพที่ 7 ตัวอย่างเครื่องมือการออกแบบเกม

ที่มา: https://newmediaskill.com/2023/04/25/unreal-engine/

ภาพที่ 8 ตัวอย่างการออกแบบภาพจำลองที่เสมือนจริง

ที่มา: https://newmediaskill.com/2023/04/25/unreal-engine/

ในส่วนข้อจำกัดนั้น เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่ง ซอฟต์แวร์ที่ใช้อาจเกิดการตกรุ่นได้ เนื่องจากซอฟต์แวร์มีการพัฒนาตลอดเวลา มีการสร้างรุ่นใหม่ออกมาเรื่อย ๆ เพื่อปรับปรุงให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีอุปกรณ์การเล่นเกม เพื่อให้สะดวกกว่าและทำงานรวดเร็วกว่า ทำให้รุ่นเดิมไม่รองรับหรือเกิดความไม่เสถียรในการใช้เมื่ออยู่บน PC ได้

ในตลาดปัจจุบันมี Engine เกมแบบ 3rd Party มากมายที่ให้ผู้พัฒนาเลือกใช้สำหรับเกมของตัวเองได้ ซึ่งแต่ละ Engine ก็มีความโดดเด่นและเอกลักษณ์ที่แตกต่างกันไป ที่เข้าไปเลือกซื้อหรือโหลดฟรี ทำให้ผู้พัฒนาที่มีทีมเล็กหรือผู้พัฒนาฝึกหัดสามารถทดลองสร้างเกมเองได้นั่นเอง ที่สำคัญที่สุด Engine เหล่านี้หลายอันเปิดให้ใช้ “ฟรี” และจะมีการเรียกเก็บเงินก็ต่อเมื่อนำเกมที่สร้างไปทำรายได้เท่านั้น โดย Engine แบบ 3rd Party ที่มักถูกใช้ในการสร้างเกมระดับมืออาชีพ เช่น Unreal Engine, CryEngine, Unity ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้งาน Engine ของ Unreal Engine ในการออกแบบและสร้างสถานการณ์จำลองเพื่อใช้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

ภาพที่ 9 โลโก้ Unreal Engine
ที่มา: https://newmediaskill.com/2023/04/25/unreal-engine/

Unreal Engine

Unreal Engine เป็น Game Engine ที่โด่งดังที่สุด เปิดตัวครั้งแรกในปี ค.ศ. 1998 พัฒนาโดยบริษัท Epic Games จุดเด่นของ Unreal Engine คือ ตัว Engine ที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานเป็นอย่างมาก สามารถออกแบบเกมรวมถึงกราฟฟิคได้หลายรูปแบบ ตั้งแต่กราฟฟิกการ์ตูนสีสันสดใสอย่าง Kingdom Hearts 3 ไปจนถึงกราฟฟิกแบบสมจริงอย่าง Hellblade: Senua’s Sacrifice

แม้แต่เกมมือถืออย่างซีรีส์ Infinity Blade ก็ยังพัฒนาโดยใช้ Unreal Engine เวอร์ชั่นต่าง ๆ เช่นกัน ซึ่งเกมดังอื่น ๆ ที่ใช้ Unreal Engine เช่น Final Fantasy VII: Remake, Mass Effect 1-3, Octopath Traveller, Mortal Kombat 11, XCOM: Enemy Unknown, XCOM2 สามารถนำไปใช้ออกแบบสร้างเกม สื่อการเรียนรู้ ประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ โดยสามารถโหลดใช้เวอร์ชั่นเต็มได้ไม่มีค่าใช้จ่าย ซึ่งมีเงื่อนไขกรณีที่เกมที่สร้างขึ้นนั้นถูกนำไปสร้างรายได้จะต้องจ่ายเงินให้กับบริษัท Epic Games โดยจะคิดเป็น% ของรายได้ต่อปี

หลักการพื้นฐานในการสร้าง Unreal Engine สำหรับออกแบบสื่อการเรียนรู้

1. การเรียนรู้เพิ่มติมจากสื่อการเรียบรู้ต่าง ๆ หรือหนังสือเกี่ยวกับการพัฒนาเกมด้วย UE4 เช่น ดูผลงานของผู้อื่นบน YouTube อ่านบทช่วยสอนหรือหนังสือเกี่ยวกับการพัฒนาเกมโดยใช้ UE4 หรือข้อความวารสารเพื่อหาแรงบันดาลใจในการสร้างเนื้อหาหรือระดับที่จะพัฒนา

2. เรียนรู้การเขียนโปรแกรม C++ เป็นพื้นฐานหลักในการออกแบบกราฟฟิค เช่น ตัวแปรและคำสั่งไฟล์ควบคุม โครงสร้างข้อมูล พิมพ์เขียว เทคนิคการดีบัก และอื่น ๆ ก่อนที่จะพยายามทำโครงการเชิงลึกด้วยซอฟต์แวร์

3. ติดตั้ง Unreal Engine บนเครื่อง โดยสามารถเรียนรู้ข้อมูลเพิ่มเติมต่าง ๆ ได้จากเว็บไซต์อย่างเป็นทางการของ Epic Games และดาวน์โหลดไฟล์การติดตั้งโดยตรงจากแหล่งนั้น หลังจากการติดตั้งเสร็จสิ้นให้รีสตาร์ทคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าถึงโปรแกรม

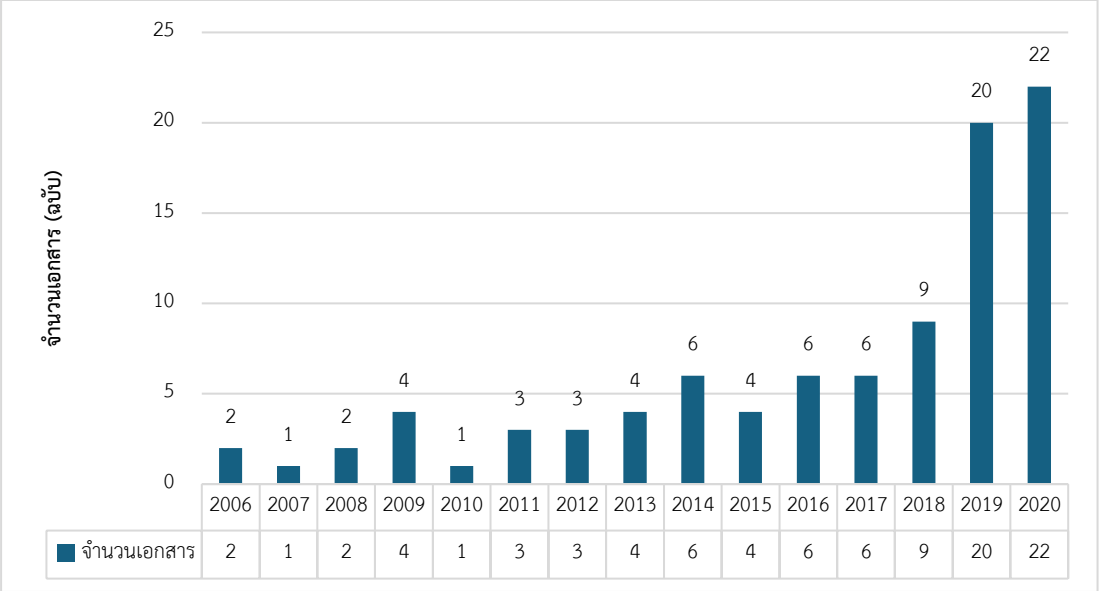
4. การตั้งค่าเครื่องมือที่จะใช้สำหรับการพัฒนาสำหรับเอนจิ้น เช่น การติดตั้ง Visual Studio และการเตรียมเลือกเครื่องมือสำหรับการพัฒนาเกม รวมถึงการติดตั้งไดรเวอร์ที่จำเป็นทั้งหมด การตรวจสอบข้อมูลจำเพาะระบบว่าเข้ากันได้กับฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์ การตั้งค่าตัวเลือกการแสดงผล เช่น การตั้งค่าความละเอียด การตั้งค่าเครือข่ายการสืบค้น เช่น การเข้าถึงดีบั๊กจากระยะไกล เป็นต้น

5. ออกแบบโครงการพื้นฐานและกราฟฟิค เขียนโค้ดพื้นฐานที่ไม่ซับซ้อนเกินไปแต่ยังมีองค์ประกอบเพียงพอ เช่น Unreal Materials เพื่อทำความคุ้นเคยกับวิธีการทำงานร่วมกัน ก่อนที่จะดำเนินการต่อไปยังขั้นสูง นอกจากนี้ ลองเริ่มต้นด้วยการสร้างเกมง่าย ๆ เป็นเพียงเนื้อหาทั่วไป เพื่อให้เห็นว่าด้านการเขียนโค้ดที่ซับซ้อนของการออกแบบเกมทำงานอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับการสร้างเนื้อหาตั้งแต่เริ่มต้นโดยใช้เครื่องมือแก้ไข UE4 เช่น Sequencer/Matinee

การนำเทคโนโลยี VR และ AR มาประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

เทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) รวมถึงเทคโนโลยีผสานความจริง (AR) เป็นเทคโนโลยีที่มีผู้สนใจนำมาต่อยอดพัฒนาในแขนงสาขาความปลอดภัยยังไม่มากโดยเฉพาะในหัวข้อเรื่องการอพยพหนีไฟนั้นพบว่า 10 ปีย้อนหลัง ในงานวิจัยของประเทศไทย ยังไม่พบว่ามีบุคคลหรือหน่วยงานใด ได้ริเริ่มนำเทคโนโลยีเหล่านี้ มาประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟแต่อย่างใด ในส่วนต่างประเทศเริ่มมีแนวโน้มที่มีการศึกษาวิจัยในแง่การอพยพหนีไฟมากขึ้นแต่ยังถือว่าน้อยเมื่อเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ งานวิจัยที่พบในต่างประเทศเป็นเพียง การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะเพื่อการสื่อสารให้รู้จักเส้นทางอพยพ, การสร้างสัญลักษณ์ป้ายต่าง ๆ เช่น ป้ายหนีไฟ, ลูกศรพาไปที่ตำแหน่งทางออกสู่พื้นที่ที่ปลอดภัย ในเรื่องสถานที่ที่มีการออกแบบเส้นทางอพยพ มักจะเป็นภายในอาคารทั่วไป เช่น โรงเรียน มหาวิทยาลัย ตึกสูง แต่ในพื้นที่ในอาคารโรงงานฝ่ายผลิตยังไม่พบในงานวิจัยใด ๆ ซึ่งตามความรุนแรงแล้วนั้นโรงงานอุตสาหกรรมมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดอัคคีภัยที่รุนแรงและมีพนักงานอยู่เป็นจำนวนมาก

จากสถิติการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) รวมถึงเทคโนโลยีผสานความจริง (AR) มาประยุกต์ใช้ด้านการอพยพในเหตุภัยพิบัติและอุบัติภัยต่าง ๆ ในต่างประเทศ ช่วงปี ค.ศ. 2006-2020 นั้นเริ่มมีแนวโน้มที่มีการศึกษาวิจัยมากขึ้นในปีหลัง ๆ ตามที่สรุปการค้นคว้าวิจัย ตามภาพที่ 10



ภาพที่ 10 สรุปการทบทวนวรรณกรรม VR, AR และการอพยพในเหตุต่าง ๆ ปี ค.ศ. 2006-2020

ในปัจจุบันพบว่ามีการนำเทคโนโลยี VR และ AR เข้ามาใช้ในการอบรมด้านความปลอดภัยเริ่มมีมากขึ้น รวมถึงความปลอดภัยในแง่ความบันเทิง คือการนำมาสร้างรูปแบบเกมที่เกี่ยวข้องกับการอพยพจากเหตุฉุกเฉินต่าง ๆ หรือ Gamification คล้าย ๆ กับการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ เช่น การให้คะแนน การแข่งขันกับบุคคลอื่น การสร้างกฎกติกาในการเล่น เช่นงานวิจัยของ Mitsuhara et al. (2018) มีการนำระบบการนับคะแนนมาให้กับผู้ฝึกโดยเพิ่มแต้มหรือตัดแต้มขึ้นอยู่กับมีการเลือกเส้นทางอพยพว่าถูกต้องหรือไม่ อีกงานวิจัยหนึ่งของ Catal et al. (2019) ได้มีการพัฒนาโปรแกรมให้เป็นเกมบนมือถือเพื่อฝึกให้ผู้เล่นได้ จำลองอพยพออกจากเหตุไฟไหม้หรือเหตุฉุกเฉินอื่น ๆ โดยหาทางออกฉุกเฉินที่ใกล้ที่สุด โดยการสร้างจำลองสถานที่ในเกมขึ้นมาใหม่ กติกาให้ผู้เล่นหาทางออกใกล้ที่สุดและหลีกเลี่ยงจากแหล่งอันตรายจากเหตุฉุกเฉิน ซึ่งผู้เล่นจะต้องสวมใส่อุปกรณ์ในการเล่นเป็นที่ครอบตาหรือ VR Headset และมองภาพจำลองสามมิติเพื่อเล่นเกม (Catal et al., 2019)

นอกจากนี้ได้เพิ่มวิธีการนำระบบแข่งขันนับคะแนนมาใช้ โดยคะแนนจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับการเลือกเส้นทางอพยพ ซึ่งการฝึกทักษะโดยผ่านการเล่นเกมนั้นถือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกซ้อมและอบรมได้ (Mitsuhara et al., 2018)

นอกจากนี้ VR และ AR ยังสามารถใช้ในการเป็นผู้ช่วยนำทางสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นได้ ซึ่งได้มีการนำมาทดสอบกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นรวมถึงผู้เข้าร่วมทดสอบอื่นที่จำลองให้มองไม่เห็น (Huang & Kinateder, 2019) นอกจากนั้น ทำให้ยังมองว่าสามารถนำไปต่อยอดประยุกต์ใช้ในสภาวะใกล้เคียงกัน โดยช่วยในการอพยพหนีไฟในสภาพการณ์ที่ทัศนวิสัยต่ำ เช่น มีกลุ่มควันเป็นจำนวนมาก, ไฟดับหรือเหตุที่ต้องตัดกระแสไฟฟ้าเพื่อการดับเพลิง หรือการอพยพหนีไฟในกะกลางคืน (Zhao & Kupferstein, 2019)

จากการศึกษามีงานวิจัยเพียง 1 ฉบับได้มีการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพการใช้ AR ร่วมกับการซ้อมอพยพหนีไฟ กับระบบการซ้อมอพยพหนีไฟเดิม เช่น สังเกตจากป้ายหนีไฟที่ติดอยู่ผนัง พบว่าเมื่อใช้ AR เข้าร่วม สามารถทำให้ในขั้นตอนการอพยพมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น (Ortakci et al., 2017) อย่างไรก็ตามการศึกษารายงานเพียงผู้เข้าร่วมสามคน ดังนั้นจึงได้มีการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมจากการอพยพอื่น พบการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพการใช้ AR ร่วมในการทดสอบจำลองค้นหาเส้นทางในเขาวงกตในสภาพที่มืดเพื่ออพยพออกมา เทียบกับการค้นหาเดิมโดยไม่มี AR พบว่า ช่วยลดระยะเวลาในการอพยพ และลดระยะทางในการเลือกใช้เส้นทาง (Diao & Shih, 2018) ดังนั้นเมื่อมีการการจำลองการเกิดเพลิงไหม้แล้วจะสามารถนำมาใช้ในการออกแบบระบบเพื่อการป้องกันอัคคีภัยในอาคารประเภทประเภทต่าง ๆ ได้มีประสิทธิภาพเพิ่มยิ่งขึ้น จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่ผู้เขียนได้ศึกษามาพอจะสรุปได้ว่า การเกิดอัคคีภัยในอาคารส่วนใหญ่เกิดจากความประมาทของมนุษย์ ดังนั้นควรให้การศึกษา คือ การฝึกอบรมเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยในอาคารเพื่อป้องกันเหตุเพลิงไหม้ที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากหลักการของระบบการตรวจจับอัคคีภัยคือการปกป้อง

ช่วยเหลือชีวิตก่อนทรัพย์สิน เมื่อระบบเกิดการบกพร่องก็อาจทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สินได้ ดังนั้นจึงควรมีระบบดับเพลิงอัตโนมัติภายในอาคาร ส่วนการจำกัดวงพื้นที่เป็นการป้องกันไฟเชิงรับซึ่งจะช่วยต้านทานการเกิดและลุกลามของไฟโดยมากจะเป็นส่วนที่รวมอยู่กับตัวอาคาร เช่น โครงสร้างอาคารควรทำจากวัสดุกันไฟและความร้อน จึงควรมีเครื่องดับเพลิงในบริเวณอาคารและควรมีแบบแปลนผังแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ดับเพลิงแสดงให้เห็นได้ในบริเวณของอาคารด้วย (Choochuay, 2013)

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของพนักงานฝ่ายผลิตในบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี เพื่อช่วยให้พนักงานตัดสินใจเลือกเส้นทางอพยพหนีไฟได้อย่างปลอดภัย และเกิดความชำนาญในเส้นทางอพยพ (นุชจรี อุทจิตร์, 2562) ด้วยวิธีการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านโปรแกรมคอมเตอร์ในรูปแบบของการทดสอบเกมหรือเกมมิฟิเคชัน โดยการสร้างสถานการณ์จำลองของการเกิดเพลิงไหม้ในรูปแบบต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกับความเสี่ยงที่สามารถเกิดขึ้นจริงภายในบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง รวมถึงการจำลองรูปแบบเส้นทางอพยพที่หลากหลายให้กับพนักงานภายใต้สิ่งแวดล้อมที่เสมือนจริง ทั้งโครงสร้างอาคาร เส้นทางหนีไฟ ประตูทางออก วัตถุดิบ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้ฝึกซ้อมได้มีกระบวนการทางความคิดที่จะวิเคราะห์อันตรายที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จำลองเหตุเพลิงไหม้ที่แตกต่างกันเฉพาะหน้าในเวลาที่จำกัดได้ เพื่อนำมาสู่การตัดสินใจเลือกเส้นทางอพยพหนีไฟสู่ทางออกได้อย่างปลอดภัย นอกจากนั้นผู้วิจัยสนใจที่จะออกแบบโปรแกรมในลักษณะการทดสอบแข่งขันการอพยพหนีไฟในรูปแบบเพิ่มเติมที่มีการให้คะแนนเพื่อเป็นการเพิ่มความสนใจให้กับพนักงานที่จะฝึกซ้อมอพยพหนีไฟอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความหมายของความพึงพอใจ

เสาวลักษณ์ น้อยอาษา (2547) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง คุณลักษณะทางจิต หรือทางอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด ความชอบหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อการปฏิบัติงานหรือการทำงาน ซึ่งเป็นพฤติกรรมเชิงบวก

ศักดิ์ชาย ทองศรี (2547) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า เป็นผลต่อเนื่องจากการที่บุคคลประเมินสิ่งเร้าว่าพอใจ ต้องการหรือดีอย่างไร

สุนันทา เสนาะเสียง (2548) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางบวก และแสดงพฤติกรรมการตอบสนองทั้งทางร่างกายและจิตใจ

วิไล รัตนพลที (2548) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์จากการได้รับการตอบสนองความต้องการซึ่งแสดงออกมาทางพฤติกรรมซึ่งสังเกตได้จากสายตา คำพูดและการแสดงออกทางพฤติกรรม

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ยินดี เต็มใจ และมีเจตคติที่ดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ ทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียน

องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความพอใจ

Bamard (1996 อ้างถึงในวิไล รัตนพลที, 2548) ได้กล่าวว่า ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้แก่

1. สิ่งจูงใจเกี่ยวกับวัตถุ ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ อาคาร สถานที่ เป็นต้น
2. สิ่งจูงใจเกี่ยวกับโอกาส เช่น การมีชื่อเสียง ความเด่น ความมีอำนาจ อิทธิพล
3. สิ่งจูงใจเกี่ยวกับสภาพวัสดุอุปกรณ์ ความร่วมมือ การได้รับบริการ ซึ่งอาจจะได้โดยรู้ตัวหรือไม่รู้ตัว
4. ความสามารถของครูผู้สอน ที่จะทาให้ความพึงพอใจแก่บุคคล โดยเปิดโอกาสให้เขาแสดงอุดมคติโดยเสรี เพื่อก่อให้เกิดความภาคภูมิใจในฝีมือ
5. สิ่งจูงใจเกี่ยวกับเพื่อนร่วมงาน การมีสัมพันธ์ฉันมิตรกับบุคคลภายในห้อง ความผูกพันกับสถาบันและการมีส่วนร่วมกับกิจกรรมในโรงเรียน

การวัดความพึงพอใจ

วิไล รัตนพลที (2548) กล่าวว่า ความพึงพอใจเกิดขึ้นหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบกับระดับความรู้สึกของบุคคล ดังนั้นในการวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้กระทำได้หลายวิธีต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถามซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง
2. การสัมภาษณ์ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องอาศัยเทคนิค และความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ตอบคำถามตามข้อเท็จจริง
3. การสังเกต เป็นการสังเกตพฤติกรรมทั้งก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ขณะปฏิบัติกิจกรรม และหลังการปฏิบัติกิจกรรม

จะเห็นได้ว่า การวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้สามารถที่จะวัดได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวก ความเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมาย หรือเป้าหมายของการวัดด้วยจึงจะส่งผลให้ การวัดนั้นมีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือ โดยผู้รายงานจะใช่แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดย

แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่าเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากโดยเฉพาะการเก็บ รวบรวมข้อมูลทางสังคมศาสตร์ เพราะเป็นวิธีการที่สะดวกและสามารถใช้วัดได้อย่างกว้างขวาง โดยคำถามเป็นตัวกระตุ้นเร่งเร้าให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ออกมาใช้ในการประเมินพนักงาน พนักงานใช้ประเมินตนเองหรือสิ่งอื่น ๆ ใช้ทั้งในการประเมินการปฏิบัติกิจกรรม ทักษะต่าง ๆ และพฤติกรรมด้านจิตพิสัย เช่น ความพึงพอใจ เจตคติ แรงจูงใจใฝ่ สัมฤทธิ์ ความสนใจ การวัดความพึงพอใจของพนักงานที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน ที่ผู้ดำเนินวิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบประเมินความพึงพอใจ โดยยึดหลัก แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด ให้ 5 คะแนน
ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก ให้ 4 คะแนน
ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง ให้ 3 คะแนน
ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย ให้ 2 คะแนน
ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

ซึ่งมีเกณฑ์การพิจารณาความพึงพอใจของพนักงานจากคะแนนเฉลี่ยตามเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จังหวัดชลบุรี” ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยไว้ ได้แก่ รูปแบบการวิจัย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างเครื่องมือและรวบรวมข้อมูล การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development research) โดยการออกแบบและสร้างเทคโนโลยีความจริงเสมือนเพื่อนำมาใช้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (Non-immersive virtual reality)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรศึกษา คือ พนักงานฝ่ายผลิตในบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี จำนวน 558 คน (จากฐานข้อมูลบริษัท ณ วันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565)

กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานฝ่ายผลิตในบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยการจับฉลากรหัสพนักงานในแต่ละแผนกของฝ่ายผลิตตามสัดส่วน จำนวน 85 คน โดยใช้สูตรคำนวนทาโร่ยามาเน่ ที่ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 10%

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรต้น ได้แก่

1.1 การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) ไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

1.2 ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ, อายุ, ประสบการณ์ทำงาน, ลักษณะงาน, ความถี่ในการเล่นเกม, ความคุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟ

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ ผ่านเทคโนโลยี VR

2.2 ความพึงพอใจต่อการใช้เทคโนโลยี VR เพื่อฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์

ระยะเวลาการวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2566

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) สำหรับใช้สร้างสิ่งแวดล้อมที่เสมือนจริง ชื่อโปรแกรม UNREAL ENGINE ในรูปแบบระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (Non-immersive Virtual Reality)

2. คอมพิวเตอร์ สำหรับใช้ในการสร้างโปรแกรมเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นคอมพิวเตอร์ประกอบ TeamOs-PC ตัวประมวลผลแบบ Intel® Core™ i5-9600K CPU @ 3.70GHz RAM : 16.0 GB ประเภทระบบปฏิบัติการแบบ 64 บิต หน่วยประมวลผลกลาง x64

3. โน๊ตบุค สำหรับใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ เป็นโน๊ตบุค MSI รุ่น Stealth 15M ตัวประมวลผลแบบ 12^{th} Gen Intel® Core™ i7-1280P 2.00 GHz RAM : 16.0 GB (15.7 GB) ประเภทระบบปฏิบัติการแบบ 64 บิต หน่วยประมวลผลกลาง x64 การ์ดจอ : RTX3060

4. แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

5. แบบสอบถามความพึงพอใจมีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือและรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการสร้างเครื่องและรวบรวมข้อมูลนั้น ทางผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ เพื่อให้เป็นสื่อการเรียนรู้ ด้วยวิธีการฝึกซ้อมผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของการเล่นเกม ในลักษณะการทดสอบแข่งขันการอพยพหนีไฟอย่างปลอดภัยและภายใต้เวลาที่กำหนดให้ จากสถานการณ์จำลองของการเกิดเพลิงไหม้ในรูปแบบต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกับความเสี่ยงที่สามารถเกิดขึ้นจริงภายในบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งจังหวัดชลบุรี ด้วยการจำลองสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงทั้งโครงสร้างอาคาร เส้นทางหนีไฟ ประตูทางออก วัตถุดิบ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเตรียมการ

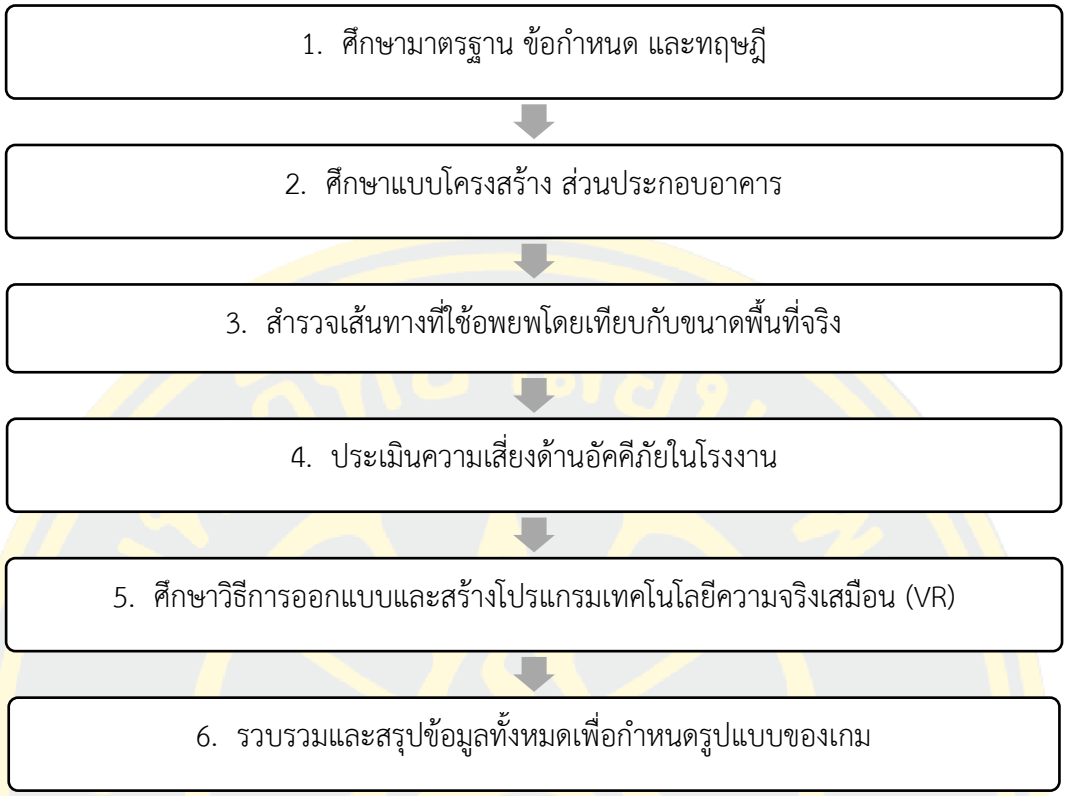
ระยะที่ 2 การออกแบบโปรแกรม

ระยะที่ 3 การสร้างโปรแกรมความจริงเสมือนและเครื่องมือต่าง ๆ

ระยะที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ระยะที่ 1 ระยะเตรียมการ

เป็นการศึกษาข้อมูลองค์รวมเพื่อใช้ประกอบในการวิจัยทั้งหมด ทั้งในส่วนของการศึกษาเอกสารตำราบทความ และในส่วนของสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การทำงาน ความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดเหตุอัคคีภัย รวมถึงศึกษาเครื่องมือที่นำเข้ามาใช้ในการวิจัยคือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำทุกอย่างเข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกันเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) โดยมีขั้นตอนดังนี้



โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการเตรียมการ ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐาน ข้อกำหนดและทฤษฎีเกี่ยวกับการอพยพหนีไฟ และหลักการออกแบบเกม

2. ศึกษาแบบโครงสร้างอาคาร ส่วนประกอบอาคารทั้งขนาด ความกว้างความสูง เพื่อให้ได้สัดส่วนจำลองที่เสมือนจริง รวมไปถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ผังการวางเครื่องจักร การจัดเก็บสินค้นและสารเคมี ทางออก ทางหนีไฟ เป็นต้น และการจัดทำโมเดลจำลองโครงสร้างของอาคาร ส่วนประกอบภายในอาคารต่าง ๆ และเส้นทางหนีไฟ เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบโปรแกรมตาม ภาพที่ 11

ภาพที่ 11 แบบจำลองโมเดลของอาคาร มาตราส่วน 1 : 100
ที่มา: แบบแปลนโรงงาน (2565) โดยเน้นที่เส้นทางหนีไฟเป็นหลัก

สำรวจเส้นทางที่ใช้อพยพโดยเทียบกับขนาดพื้นที่จริง เพื่อนำมาออกแบบโปรแกรมของเส้นทางที่ใช้ในการซ้อมอพยพหนีไฟ

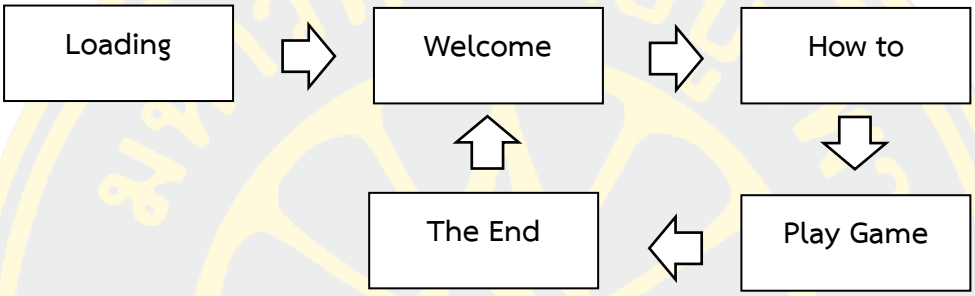
1. การประเมินความเสี่ยงด้านอัคคีภัยในโรงงานจากกระบวนการผลิตทโดยพิจารณาจากความถี่และความรุนแรง เพื่อให้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ในการกำหนดแต่ละสถานการณ์จำลอง

2. ศึกษาการออกแบบและสร้างโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) และการเลือกโปรแกรม VR ที่มีหลากหลายโปรแกรม ให้เหมาะสมกับงานวิจัยนี้

3. รวบรวมและสรุปข้อมูลทั้งหมดจากข้อ 1 ถึง 5 เพื่อกำหนดรูปแบบลักษณะของเกมให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้มา

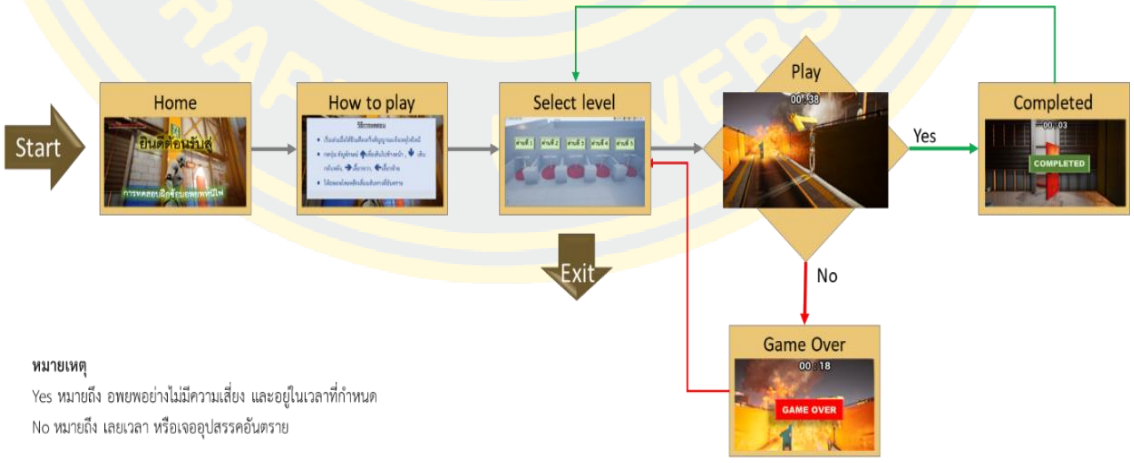
ระยะที่ 2 การออกแบบรูปแบบเกม

การออกแบบรูปแบบเกม ถือเป็นการวางแบบแผนของเกมซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาเกมเนื่องจากการออกแบบในแต่ละขั้นตอนเป็นตัวกำหนดความเป็นไปได้ถึงความสำเร็จของตัวเกม ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดรูปแบบเกมให้สอดคล้องกับระเบียบปฏิบัติของโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จังหวัดชลบุรีเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจของผู้ทดสอบเกม โดยทั่วไปขั้นตอนต่าง ๆ จะใช้จอภาพต่าง ๆ เพื่อควบคุมลำดับขั้นตอนการทำงาน แบบแผนการทำงานของเกม ตามภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แบบแผนการทำงานของเกม

จากแบบแผนการทำงานของเกม ทางผู้วิจัยจึงร่างแบบขั้นตอนเพื่อนำมาใช้งานวิจัยการออกแบบและสร้างเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ ตามภาพด้านล่าง



ภาพที่ 13 แบบขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

จากภาพที่ 13 เป็นแบบขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยได้ออกแบบรูปแบบเกมในลักษณะที่ต้องอพยพหนีไฟจากเหตุเพลิงไหม้เพื่อหาทางออกที่ปลอดภัยในพื้นที่ที่กำหนดขึ้นมา ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงนำมาประยุต์ใช้กับพื้นที่ที่ออกแบบขึ้นมาโดยเทียบเคียงจากสถานที่ทำงานจริงแล้วนำมาออกแบบเข้ากับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

โดยรายละเอียดของขั้นตอนการออกแบบรูปแบบเกม ดังนี้

1. เปิดระบบทดสอบการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ โดยเริ่มต้นจากจอภาพหน้าหลัก (Home) และมีข้อความ “Loading” แสดงให้ผู้ใช้รอการโหลดข้อมูล

2. เข้าสู่หน้าจอต้อนรับผู้เล่น โดยขึ้นคำว่า "Welcome" ในหน้าจอนี้จะมีปุ่มให้เลือกเริ่มเล่นเกมหรือ “Play” และปุ่มวิธีการใช้งาน หรือ “How to play” เพื่อบอกวิธีการเล่นให้ผู้เล่นทราบ เช่น วิธีการเล่น กติกา และวัตถุประสงค์เกม

3. ระบบจะให้กรอกชื่อผู้เล่น โดยกำหนดให้ระบุรหัสประจำตัวพนักงานเป็นตัวเลขเพื่อความรวดเร็ว

4. เลือกด่านที่จะเล่นโดยระบบจะมีปุ่มให้เลือกด่านที่จะเล่น รวมทั้งสิ้น 5 ด่านหรือ 5 สถานการณ์

ด่านที่ 1 หรือ สถานการณ์ที่ 1 ไฟไหม้ไกลจากเส้นทางอพยพหนีไฟ

ด่านที่ 2 หรือ สถานการณ์ที่ 2 ไฟลุกลามไปยังพื้นที่ข้างเคียง

ด่านที่ 3 หรือ สถานการณ์ที่ 3 ไฟและควันไฟจำนวนมากที่ทางหนีไฟ

ด่านที่ 4 หรือ สถานการณ์ที่ 4 ชั้นวางสินค้าถล่ม สิ่งของหล่นกีดขวางทางเดิน

ด่านที่ 5 หรือ สถานการณ์ที่ 5 สารเคมีระเบิด ส่งผลให้อาคารบางส่วนพังถล่มลงมา

ภาพที่ 14 การจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ผ่านโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน

5. ระบบจะบรรยายเหตุการณ์เพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นในระยะเริ่มต้น ว่าเกิดจากอะไรและเกิดขึ้นที่ไหน หลังจากนั้นจะมีเสียงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ตามมา และเริ่มต้นจับเวลาการอพยพโดยนับถอยหลังตามเวลาที่กำหนดไว้

6. ผู้เล่นต้องหาทางออกจากตัวอาคารที่ปลอดภัยและใช้เวลาน้อยที่สุด โดยสามารถเลือกเส้นทางใด ๆ เดินหน้าหรือถอยหลังได้

7. ขณะอพยพ จะมีการจำลองสถานการณ์ขึ้นมา ตามความเสี่ยงที่กำหนดไว้ในแต่ละด่าน โดยเรียงลำดับความง่ายในการอพยพถึงความยากในการอพยพที่มีปัจจัยอื่นมาร่วมด้วยจากด่านที่ 1 ไปถึงด่านที่ 5

8. หากผู้เล่นสัมผัสเปลวไฟ กลุ่มควันจำนวนมาก หรือสิ่งที่มีความเป็นอันตรายต่าง ๆ รวมถึงการอพยพที่ใช้เวลาเกินกำหนด การทดสอบฝึกซ้อมอพยพหนีไฟจะสิ้นสุดลง หรือ Game Over และกลับไปสู่การเริ่มต้นเล่นใหม่ในด่านนั้น ๆ และนับเป็นรอบการฝึกครั้งที่ 1 สิ้นสุดลง

9. เมื่อถึงประตูทางออกอย่างปลอดภัย จะมีคำว่า “Completed” ถือเป็นการจบการทดสอบ และแจ้งเวลาที่ทำการอพยพได้

10. หลังจากที่ผ่านด่านได้ หน้าจอจะขึ้นว่า "ด่านที่ 2" และทำตามขั้นตอนเดิม จนครบ 5 ด่านของการจำลองสถานการณ์

ระยะที่ 3 การสร้างโปรแกรมความจริงเสมือนและเครื่องมือต่าง ๆ

ในการจัดทำโปรแกรมความจริงเสมือนนั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Unreal Engine มาใช้ในการสร้างแบบจำลองสามมิติ เนื่องจากลักษณะภาพที่ได้มีความเสมือนจริงและเป็นโปรแกรมที่มีเครื่องมือให้เลือกมากมายเป็นที่นิยมสำหรับนักพัฒนาโปรแกรม ดังภาพที่ 15 โดยการนำเอาสภาพแวดล้อมหน้างานจริงมาออกแบบให้เป็นสภาพแวดล้อมในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมถึงการสร้างสถานการณ์จำลองเหตุเพลิงไหม้ต่าง ๆ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. โหลดและโปรแกรม Unreal engine

2. สร้างสภาพแวดล้อมโดยจำลองตามอัตราส่วนโดยย่อ

3. ใส่เอฟเฟคต่าง ๆ ลงไป เช่น แสง เงา การเคลื่อนไหวต่าง ๆ และเสียง

4. ใส่เงื่อนไขต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในการออกแบบระยะที่ 2

5. การออกแบบตัวผู้เล่น ในส่วนมุมมองการมองเห็นสภาพแวดล้อมในจอคอมพิวเตอร์ และกำหนดระยะการก้าวเดิน

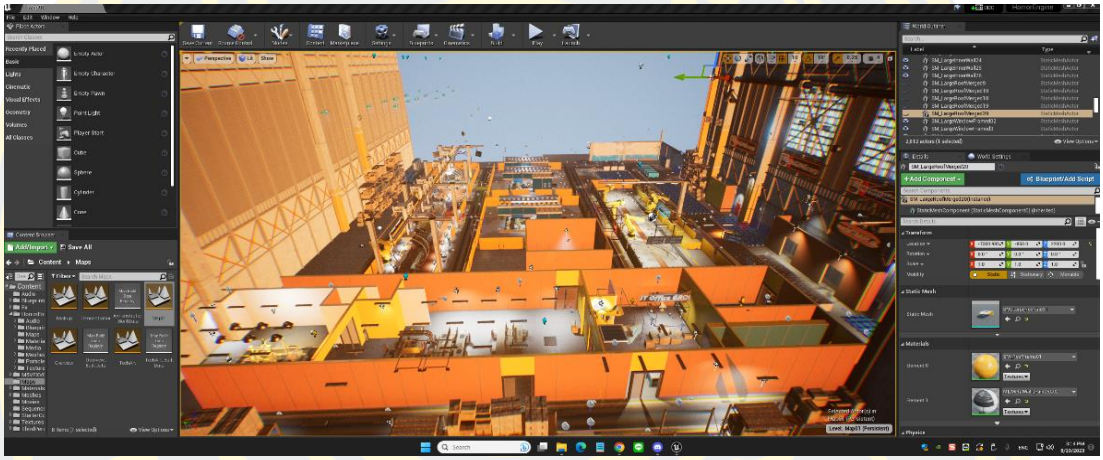
6. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมในคอมพิวเตอร์

ภาพที่ 15 หน้าจอโปรแกรม Unreal Engine และเครื่องมือในการออกแบบ

การสร้างโปรแกรม มีรายละเอียดของขั้นตอน ดังนี้

1. โหลดโปรแกรม Unreal Engine และทำการติดตั้งในคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องเป็นคอมพิวเตอร์รุ่นที่สามารถรองรับสเปกในการสร้างและออกแบบเกมได้ คือตัวประมวลผล : Intel® Core™ i5-9600K CPU @ 3.70GHz RAM : 16.0 GB ระบบปฏิบัติการแบบ 64 บิต หน่วยประมวลผลกลาง x 64

2. นำมาออกแบบสร้างแบบจำลองอาคาร และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งโครงสร้างอาคาร เส้นทางหนีไฟ ประตูทางออก วัตถุดิบ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามภาพที่ 16



ภาพที่ 16 การออกแบบโครงสร้างให้เสมือนพื้นที่การทำงานจริง

3. ใส่เอฟเฟคต่าง ๆ ลงไป เช่น แสง เงา เสียง การเคลื่อนไหวของสิ่งของ รวมถึงเปลวไฟและควันไฟให้เหมือนสภาพแวดล้อมในการทำงานเพื่อความสมจริง

4. ใส่เงื่อนไขต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในการออกแบบระยะที่ 2 เช่น กำหนดเวลามาตรฐานที่ใช้ในการอพยพในแต่ละสถานการณ์จำลอง หรือหากสัมผัสสิ่งที่กำหนดให้เป็นความเสี่ยงที่มีความเป็นอันตรายต้องสิ้นสุดการเล่นเกม และต้องเริ่มเล่นใหม่ เช่น กลุ่มควันที่มีความร้อนสูง, เพลิงไหม้, สิ่งของที่พังถล่มลงมา

5. การออกแบบตัวผู้เล่น

5.1 กำหนดมุมมองการมองเห็นสภาพแวดล้อมในจอคอมพิวเตอร์ โดยเป็นการมองเห็นสภาพแวดล้อมที่ระดับความสูงของสายตาที่ 160 ซม. อ้างอิงระดับความสูงของพนักงานชาย 170 ซม.

5.2 กำหนดระยะการก้าวเดิน โดยกำหนดระยะ 1 ก้าวที่ 70 ซม.

ทดสอบการทำงานของโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ ทั้งในส่วนความเสถียรของระบบ ความคมชัดของภาพ ให้มั่นใจว่ามีความเสถียรลื่นไหล ต่อเนื่อง ไม่กระตุก

การสร้างแบบสอบถาม โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป ได้แก่ เพศ, อายุ, ประสบการณ์ทำงาน, ลักษณะงานที่ทำ, ความถี่ในการเล่นเกมทั้งในคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ, ความคุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟ

2. แบบสอบถามความพึงพอใจมีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยแบ่งเป็นสองหัวข้อหลัก คือการใช้งานโปรแกรมทั่วไป และด้านเนื้อหาคู่มือวิธีการใช้งานของโปรแกรมฯ

ระยะที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เป็นขั้นตอนสุดท้ายเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผล โดยต้องมีการเตรียมพร้อม ดังนี้

1. ทดสอบความเสถียรของระบบ และทดลองการใช้งาน
2. ประชุมและนำเสนอโครงการงานวิจัย
3. ประชุมชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการ
4. นัดหมายผู้เข้าร่วมโครงการและทำการทดสอบ
5. บันทึกและรวบรวมข้อมูล
6. นำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผล

โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทดลองการใช้งานกับพนักงานกลุ่มอื่นที่มีลักษณะงานใกล้เคียงกัน จำนวน 20 คน โดยฝึกทดสอบวันละ 1 สถานการณ์จำลอง ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 5 วัน เพื่อทดสอบและตรวจสอบความเสถียรของระบบโปรแกรมและความน่าเชื่อถือ และปรับปรุงระบบก่อนนำไปใช้จริง

2. ประชุมและนำเสนอโครงการงานวิจัยกับทีมบริหารและคณะกรรมการความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานของบริษัทฯ ตามวัตถุประสงค์ในการจัดทำสื่อการเรียนรู้เพื่อใช้สำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

3. ประชุมชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการจำนวน 85 คน โดยแบ่งออกเป็น 10 รอบ รอบละไม่เกิน 10 คน เพื่ออธิบายวัตถุประสงค์การทำวิจัย การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนการดำเนินโครงการ และหลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมโครงการลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมโครงการงานวิจัย

4. ทำการนัดหมายวันและเวลาในการทดสอบฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ และทำการทดสอบโดยนำผู้เข้าร่วมโครงการกรอกข้อมูลส่วนบุคคลและเข้าห้องที่จัดสำหรับการทดสอบทีละคนตามภาพที่ 16 โดยเริ่มทำการทดสอบการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านโปรแกรมความจริงเสมือน (VR) ทำการทดสอบวันละ 1 สถานการณ์จำลอง โดยทดสอบจนกว่าจะอพยพได้อย่างปลอดภัยและได้ตามเกณฑ์เวลาที่กำหนด ถึงจะเสร็จสิ้นในด่านนั้น ๆ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการทดสอบอยู่ระหว่าง 3 – 20 นาทีต่อคนต่อวัน ขึ้นอยู่กับทักษะการทดสอบของแต่ละคน โดยเรียงลำดับจากสถานการณ์จำลองที่ง่ายที่สุดไปจนถึงยากที่สุด ดังนี้

วันที่ 1 คือ วันจันทร์ กำหนดให้ทดสอบสถานการณ์ที่ 1 (60 วินาทีต่อครั้ง)
วันที่ 2 คือ วันอังคาร กำหนดให้ทดสอบสถานการณ์ที่ 2 (60 วินาทีต่อครั้ง)
วันที่ 3 คือ วันพุธ กำหนดให้ทดสอบสถานการณ์ที่ 3 (90 วินาทีต่อครั้ง)
วันที่ 4 คือ วันพฤหัสฯ กำหนดให้ทดสอบสถานการณ์ที่ 4 (120 วินาทีต่อครั้ง)
วันที่ 5 คือ วันศุกร์ กำหนดให้ทดสอบสถานการณ์ที่ 5 (120 วินาทีต่อครั้ง)

หมายเหตุ การฝึกทดสอบนี้ จะไม่มีแผนการให้ฝึกซ้อมมาก่อนล่วงหน้า เนื่องจากเป็นการจำลองสถานการณ์เกิดเหตุเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นทันทีทันใด เพื่อที่จะให้ผู้เล่นฝึกทักษะการตัดสินใจของการซ้อมอพยพหนีไฟในเส้นทางที่ปลอดภัยและภายในเวลาที่กำหนด

ภาพที่ 17 การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ

5. ทำการบันทึกและรวบรวมข้อมูลจากผู้เข้าร่วมโครงการทั้งหมด พร้อมทั้งสัมภาษณ์หลังจากฝึกทดสอบเสร็จสิ้นถึงความรู้สึกขณะทำการทดสอบ

6. หลังสิ้นสุดการทดสอบในแต่ละวันแต่ละสถานการณ์จำลอง นำข้อมูลที่ได้หลังจากเสร็จสิ้นทั้งหมด นำไปประมาลผล

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ทางผู้วิจัยได้นำตัวอย่างแบบโปรแกรมเสมือนจริงให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินความเหมาะสมในด้านเนื้อหาและการออกแบบ ได้แก่

1. ข้อมูลการออกแบบโปรแกรมความจริงเสมือน
2. ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ, อายุ, ประสบการณ์ทำงาน, ลักษณะงาน, ความถี่ในการเล่นเกม, ความคุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟ
3. แบบความพึงพอใจต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ทางผู้วิจัยได้นำตัวอย่างแบบโปรแกรมเสมือนจริงให้ผู้เชี่ยวชาญผู้ทรงคุณวุฒิประกอบด้วยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ท่าน และอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ด้วยความตรงเชิงการออกแบบโปรแกรมความจริงเสมือน และความตรงเชิงเนื้อหาความเหมาะสมของภาษาที่นำไปใช้ของแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลและแบบสอบถามความพึงพอใจฯ พบว่ามีความเหมาะสม ซึ่งค่า IOC เท่ากับ 0.902, 0.763 และ 0.868 ตามลำดับ โดยได้นำคำแนะนำมาปรับแก้เรียบร้อยแล้ว และนำไปทดลองใช้งานกับพนักงานกลุ่มอื่นที่มีลักษณะงานใกล้เคียงกัน จำนวน 20 คน เพื่อทดสอบและตรวจสอบความเสถียรของระบบโปรแกรมและความน่าเชื่อถือ และปรับปรุงระบบก่อนนำไปใช้จริง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage)

$$P = \frac{f\ x\ 100}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ที่สำรวจได้

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของของคะแนนทั้งหมด

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือ

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยเกณฑ์มาตรฐานของค่า IOC ต้องไม่ต่ำกว่า 0.5

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง

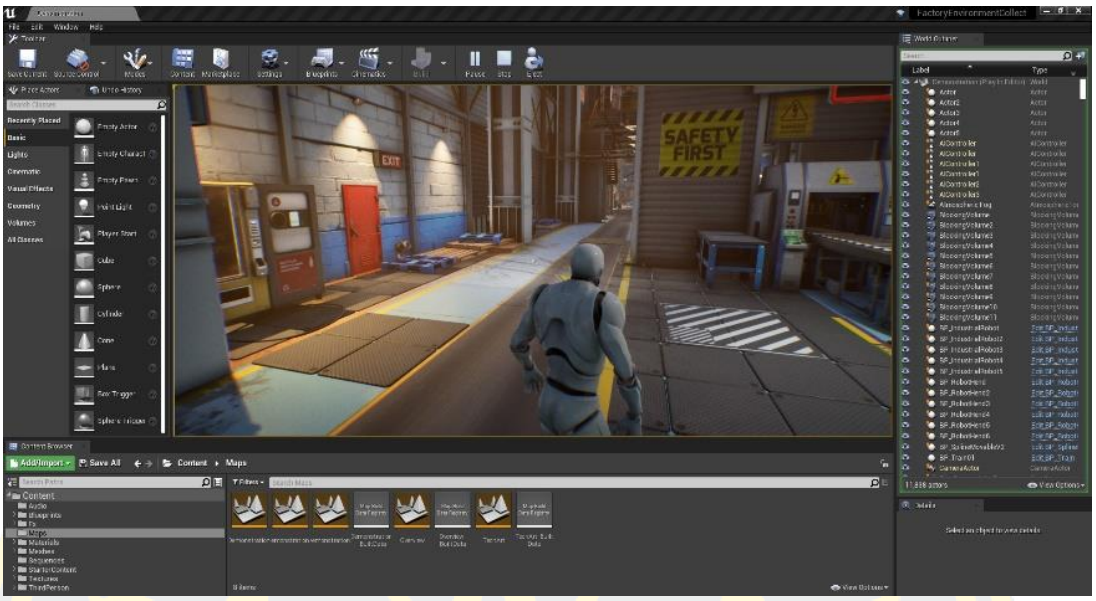
การวิจัยครั้งนี้ได้รับการรับรองการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับโครงการวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษาและระดับปริญญาตรีชุดที่ 3 (กลุ่มคลีนิค/ วิทยาศาสตร์สุขภาพ/ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) หมายเลขใบรับรองที่ IRB3-079/2565 เมื่อวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2565 ดำเนินการพิทักษ์สิทธิ์ โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าร่วมโดยสมัครใจ โดยระบุข้อมูลจะได้รับการเก็บรักษาเป็นความลับและนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น การนำเสนอข้อมูลในภาพรวม จากนั้นให้ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอม การไม่เข้าร่วมจะไม่มีผลกระทบต่อผลประโยชน์หรือสิทธิ์ใด ๆ ที่พึงได้รับของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือนเพื่อกำหนดความถี่และระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟอย่างปลอดภัยสำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งจังหวัดชลบุรี” ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่ ผลการออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนหรือ Virtual Reality ผลการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีความจริงเสมือนไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในหลากหลายสถานการณ์จำลอง ผลการศึกษาความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของแต่ละสถานการณ์จำลองที่ได้ตามเวลาที่กำหนดและเกิดความปลอดภัย และผลการศึกษาความพึงพอใจของพนักงานฝ่ายผลิตบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งจังหวัดชลบุรีที่มีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนโดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีผลการวิจัยเรียงตามลำดับดังนี้

ผลการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือ Virtual Reality โดยผู้วิจัยได้นำโปรแกรม Unreal Engine ซึ่งเป็นโปรแกรมการจำลองภาพเสมือนจริงแบบสามมิติ มาใช้ในการสร้างและออกแบบในการจำลองรูปแบบสถานการณ์เพลิงไหม้ต่าง ๆ โดยมีการออกแบบโปรแกรมนั้นมีการออกแบบสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้คล้ายกับพื้นที่หน้างานจริง ซึ่งอ้างอิงตามแบบแปลนอาคารโรงงานของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งจังหวัดชลบุรี ไม่ว่าจะเป็นรูปร่างและสัดส่วนของอาคาร ช่องทางเดินและเส้นทางที่ใช้ในการอพยพหนีไฟ รวมถึงตำแหน่งการจัดวางของเครื่องจักร สิ่งของ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังตัวอย่างภาพที่ 18 ถึง 23



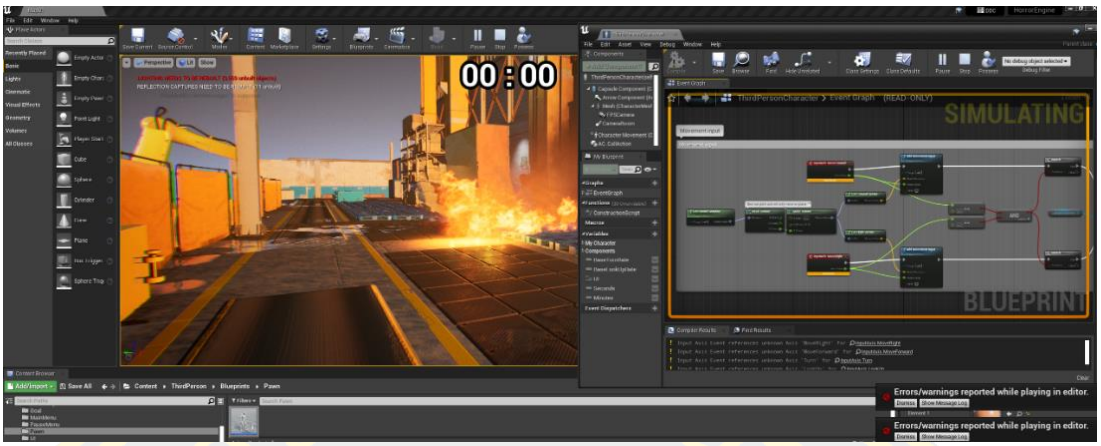
ภาพที่ 18 หน้าต่างภาพรวมของการออกแบบในโปรแกรม Real Engine

ภาพที่ 19 ภาพรวมของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

ภาพที่ 20 ภาพโดยรวมของโครงสร้างอาคาร พื้นที่ในอาคาร และเส้นทางเดิน

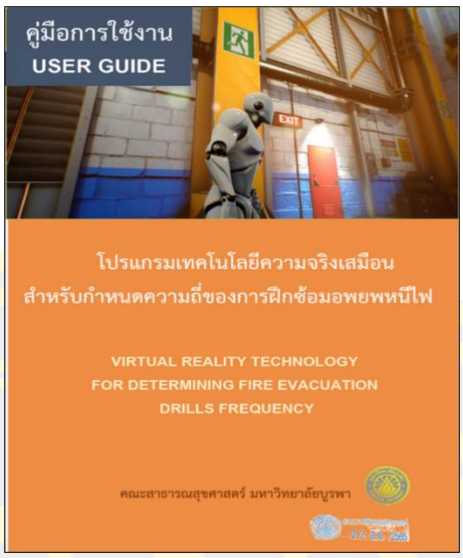
ภาพที่ 21 ภาพโดยรวมของพื้นที่ในอาคาร เส้นทางเดินของชั้นวาง และเครื่องจักรต่าง ๆ

ภาพที่ 22 ภาพโดยรวมของทางออก ทางหนีไฟ



ภาพที่ 23 ผังไดอะแกรมการสร้างโปรแกรมจำลองสถานการณ์ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

จากภาพที่ 18 ถึง 23 ผลการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีความจริงเสมือนโดยใช้โปรแกรม Real Engine พบว่า สามารถออกแบบสภาพแวดล้อมของโครงสร้างภายในอาคารแบบสามมิติที่ให้ความจริงเสมือนในระดับที่น่าพึงพอใจ จากข้อมูลผลความพึงพอใจของผู้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ทั้งภาพรวมของโทนภาพ สีสัน เสียง แสงและเงาของการจำลองโครงสร้าง รายละเอียดพื้นที่การทำงาน ความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ สิ่งของ และเครื่องจักร เส้นทางที่ใช้ในอพยพหนีไฟมีหลากหลายเส้นทางและประตูทางออก รวมถึงการเคลื่อนไหวของเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น เพลิงไหม้ เปลวไฟ ควัน การระเบิด สิ่งของหล่นกระจาย การพังทลายของหลังคาอาคาร การออกแบบหุ่นจำลองเป็นตัวแทนผู้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่มีการเคลื่อนไหวก้าวเดินที่สามารถเดินหน้าหรือถอยหลังย้อนกลับในเส้นทางเดิมได้ รวมถึงการจับเวลาถอยหลัง 4 นาทีเพื่อให้ทราบสถานะของเวลาที่ใช้อพยพจริง ผลในภาพรวมระบบมีการทำงานได้ดี ไหลลื่นและมีความเสถียร ไหลลื่นในคอมพิวเตอร์ที่มีสเปกสูงซึ่งเป็นสเปกสำหรับใช้ในการเล่นเกมโดยเฉพาะ หลังจากนั้นได้นำมาเรียบเรียงเป็นขั้นตอนและกติกา เงื่อนไขในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ เป็นคู่มือฉบับผู้ใช้งาน ตามภาพที่ 24

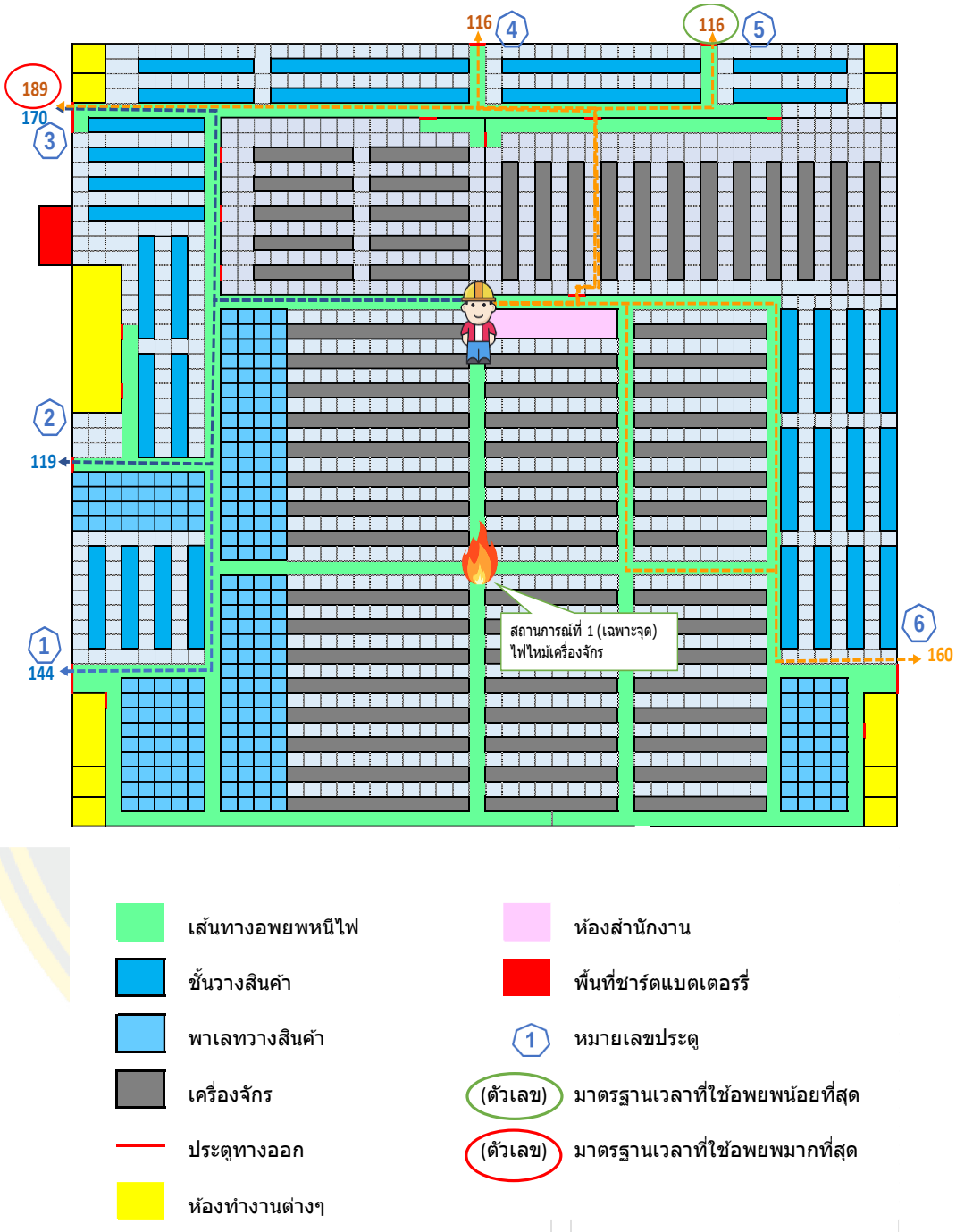


ภาพที่ 24 คู่มือการใช้งาน โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน สำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ
ที่มา: มหาวิทยาลัยบูรพา (2565)

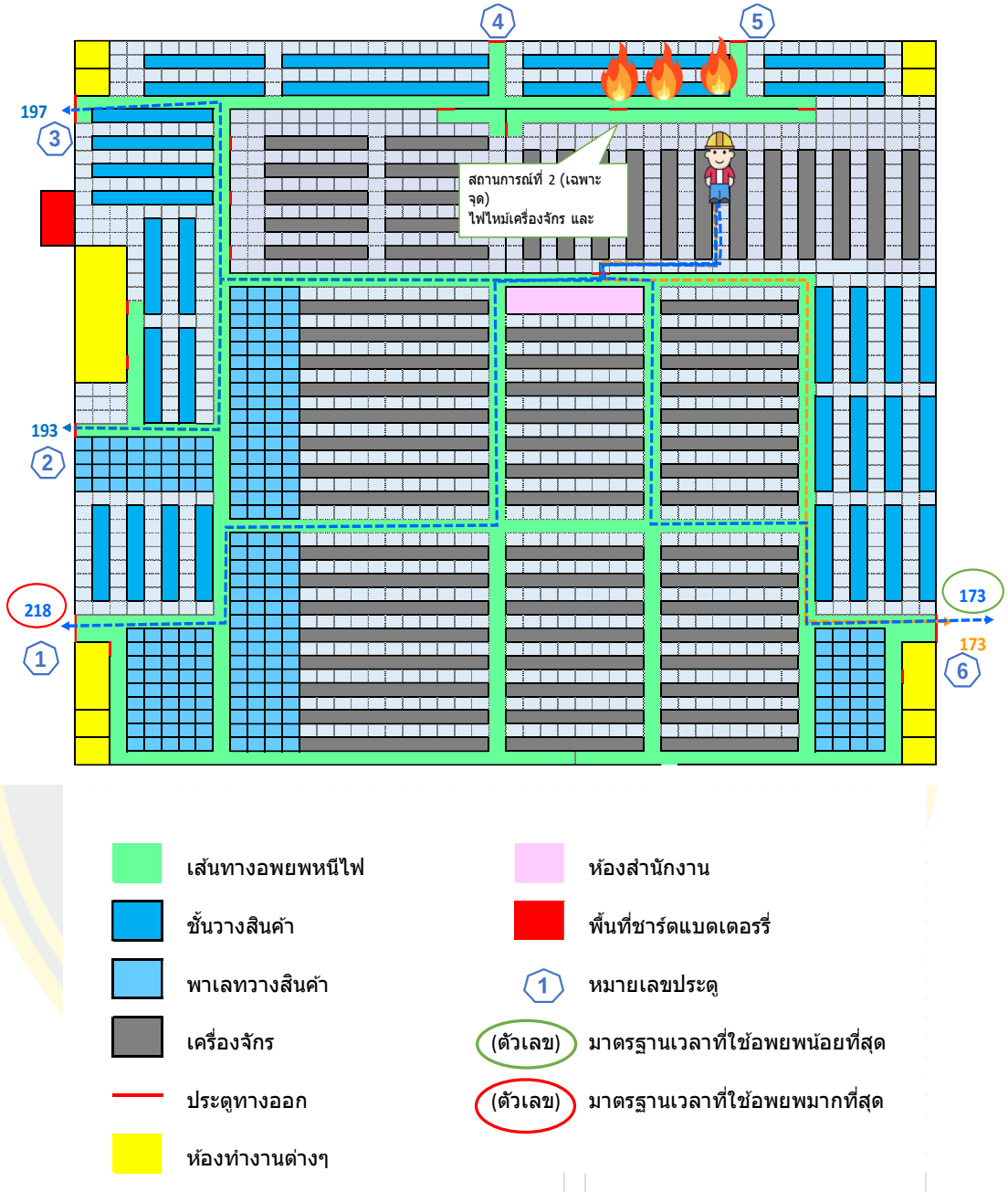
ผลการนำโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือนไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

ผลจากการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีความจริงเสมือนในการสร้างสถานการณ์จำลองต่าง ๆ แบบสามมิติสำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างจากโปรแกรม Unreal Engine โดยได้ออกแบบและสร้างสถานการณ์จำลองรวมทั้งหมด 5 สถานการณ์ ดังนี้ สถานการณ์ที่ 1 ไฟไหม้ไกลจากเส้นทางอพยพหนีไฟ สถานการณ์ที่ 2 ไฟลุกลามไปยังพื้นที่ข้างเคียง สถานการณ์ที่ 3 ไฟและควันไฟจำนวนมากที่ทางหนีไฟ สถานการณ์ที่ 4 ชั้นวางสินค้าถล่ม สิ่งของหล่นกีดขวางทางเดิน สถานการณ์ที่ 5 สารเคมีระเบิด ส่งผลให้อาคารบางส่วนพังถล่มลงมา ดังภาพที่ 25 ถึง 30

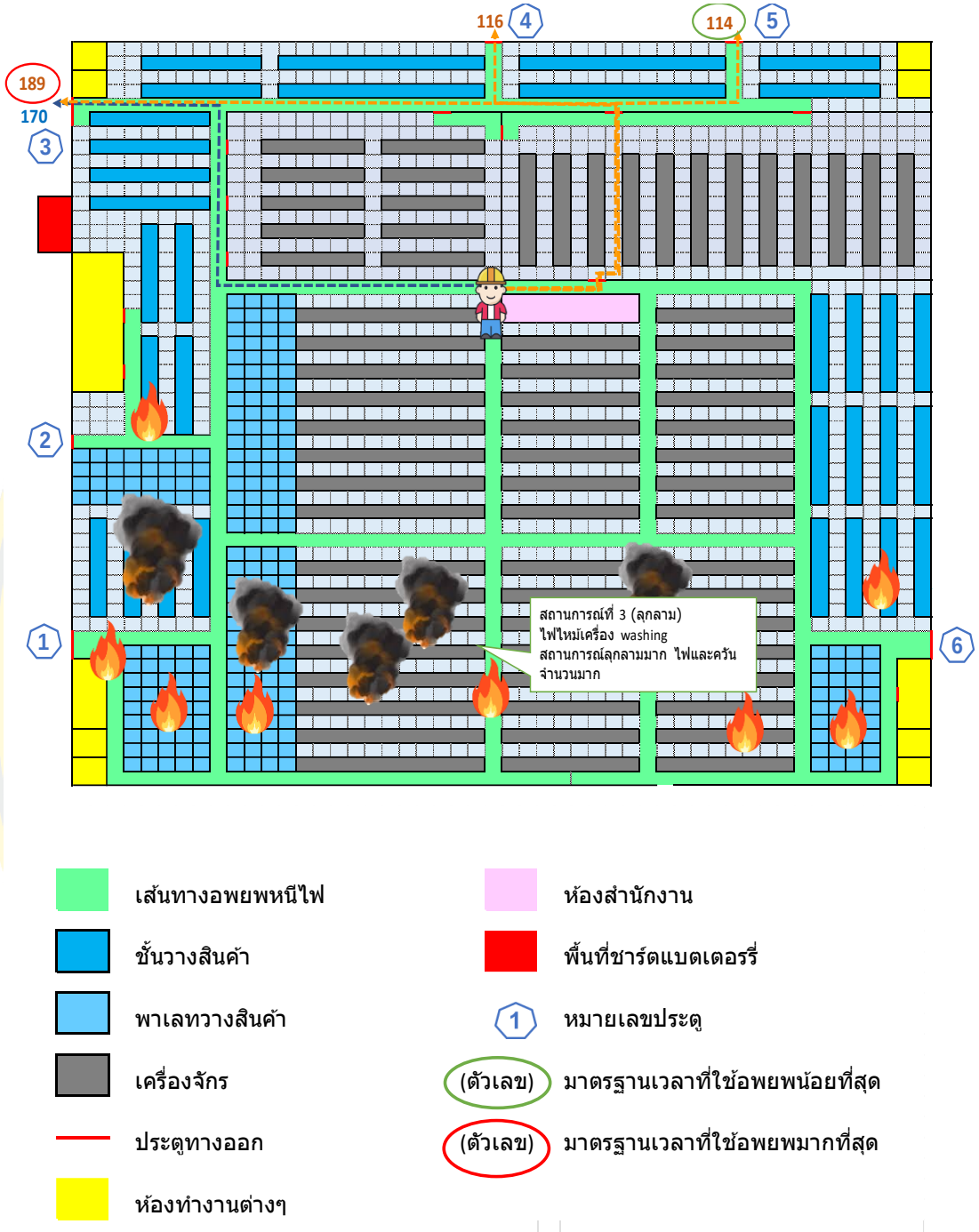
ภาพที่ 25 ลักษณะการเกิดไฟไหม้จากเครื่องจักร ที่มีเปลวไฟและกลุ่มควันมายังทางหนีไฟ



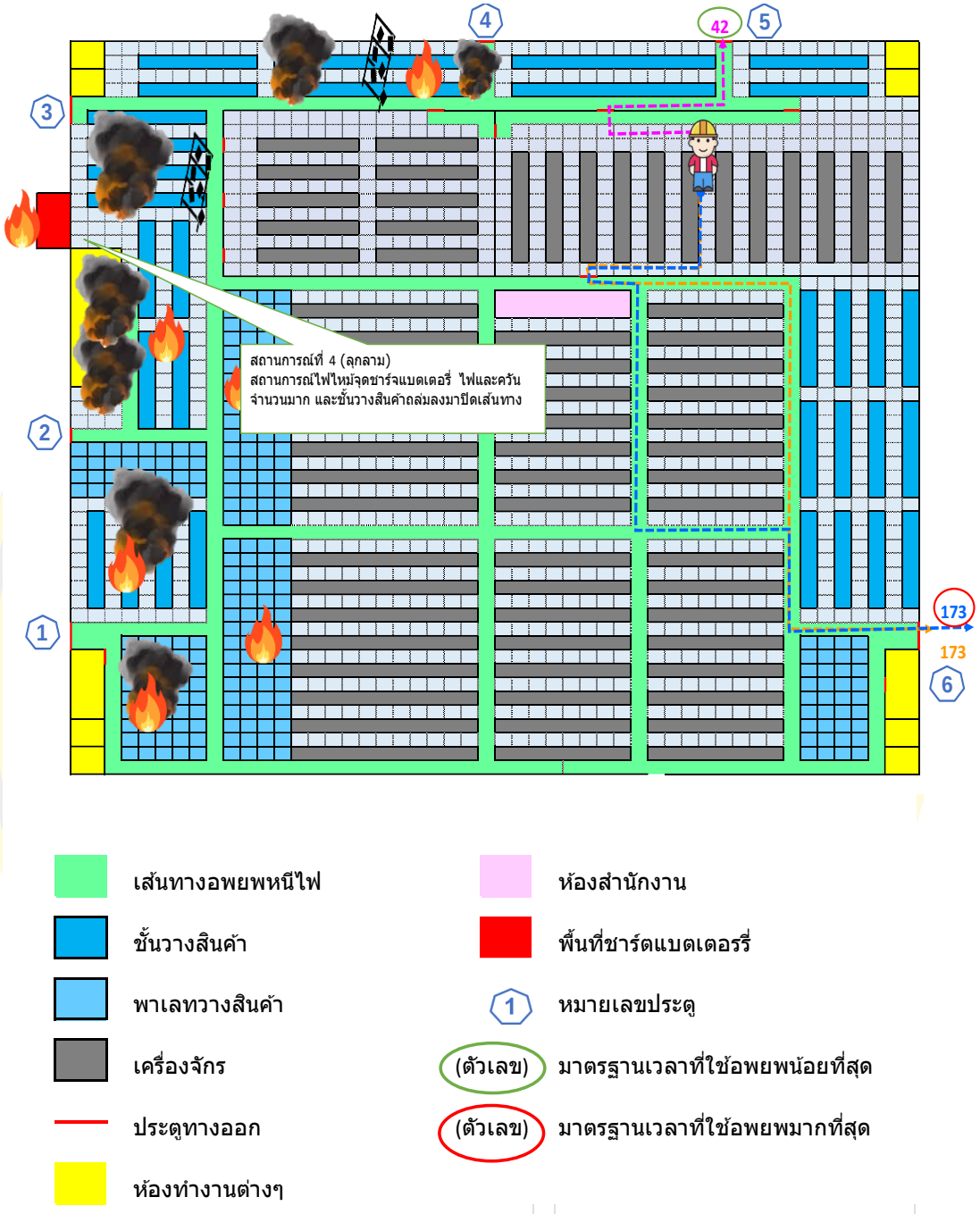
ภาพที่ 26 รูปแบบการจำลองเหตุของสถานการณ์ที่ 1 ไฟไหม้ไกลจากเส้นทางอพยพหนีไฟมาตรฐานการใช้เวลาในการอพยพของแต่ละเส้นทางสิ้นสุดที่ประตูทางออกแต่ละประตู



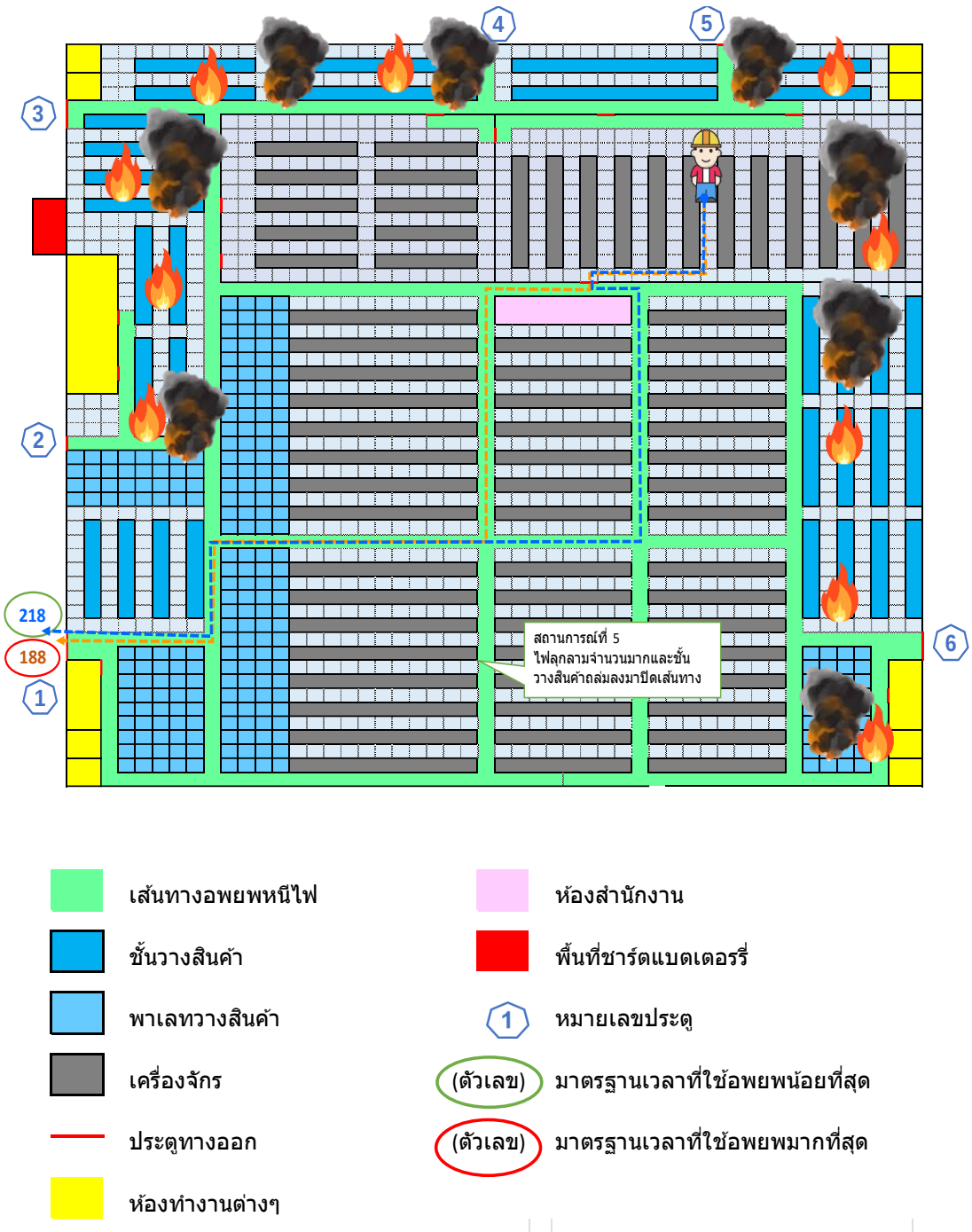
ภาพที่ 27 รูปแบบการจำลองเหตุของสถานการณ์ที่ 2 ไฟลุกลามไปยังพื้นที่ข้างเคียงมาตรฐานการใช้เวลาในการอพยพของแต่ละเส้นทางสิ้นสุดที่ประตูทางออกแต่ละประตู



ภาพที่ 28 รูปแบบการจำลองเหตุของสถานการณ์ที่ 3 ไฟและควันไฟจำนวนมากที่ทางหนีไฟ มาตรฐานการใช้เวลาในการอพยพของแต่ละเส้นทางสิ้นสุดที่ประตูทางออกแต่ละประตู



ภาพที่ 29 รูปแบบการจำลองเหตุของสถานการณ์ที่ 4 ชั้นวางสินค้าถล่ม หล่นกีดขวางทางเดิน มาตรฐานการใช้เวลาในการอพยพของแต่ละเส้นทางสิ้นสุดที่ประตูทางออกแต่ละประตู



ภาพที่ 30 รูปแบบการจำลองเหตุของสถานการณ์ที่ 5 สารเคมีระเบิด อาคารพังถล่มลงมามาตรฐานการใช้เวลาในการอพยพของแต่ละเส้นทางสิ้นสุดที่ประตูทางออกแต่ละประตู

ผลการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีความจริงเสมือนไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในหลากหลายสถานการณ์จำลอง โดยได้นำมาทดสอบกับกลุ่มทดลองและปรับแก้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นจึงนำมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่าโปรแกรมสามารถนำเอาสถานการณ์จำลองรูปแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้เข้ากับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟได้จริง ผู้ที่ฝึกมีความพึงพอใจและรู้สึกถึงความเสมือนจริงในแต่ละแบบการจำลองสถานการณ์ โดยอ้างอิงจากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ ซึ่งทั้ง 5 สถานการณ์จำลองนั้นมาจากการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงของกระบวนผลิตของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี โดยเลือกตามแหล่งกำเนิด ความรุนแรง และผลกระทบที่เกิดขึ้น

ผลการศึกษาความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

ผลจากการศึกษาความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของแต่ละสถานการณ์จำลอง ที่ได้ตามเวลาที่กำหนดและเกิดความปลอดภัยนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งผลการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง เวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ และจำนวนรอบความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่ผ่านการฝึกตามเวลาที่กำหนดและมีความปลอดภัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ, อายุ, ประสบการณ์ทำงาน, ลักษณะงาน, ความถี่ในการเล่นเกม, ความคุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	*n* = 85	
	จำนวน	**ร้อยละ**
เพศ		
ชาย	55	65
หญิง	30	35
อายุ (ปี)		
18 – 23	2	2
24 – 29	3	4
30 – 35	57	67
36 – 41	23	27
$\bar{x}$ = 34.20, S.D. = 3.66, Min = 23, Max = 44		
ลักษณะงานหลักที่ทำ		
ควบคุมเครื่องจักร	50	59
หัวหน้างานตรวจสอบการทำงาน	7	8
ตรวจสอบคุณภาพ	11	13
งานเอกสาร	2	2
จัดส่งชิ้นส่วนเข้าไลน์การผลิต	14	16
ซ่อมบำรุง	1	1

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	*n = 85*	
	จำนวน	**ร้อยละ**
ประสบการณ์ทำงาน (ปี)		
น้อยกว่า 1	2	2
1-3	3	4
มากกว่า 3	80	94
ความถี่ในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ (วัน/สัปดาห์)		
ทุกวัน	24	28
3 – 5	19	22
1 - 2	22	26
ไม่เคยเล่นเลย	20	24
ความคุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟของโรงงาน		
ใช้เส้นทางหนีไฟเป็นเส้นทางหลักในการทำงานเป็นประจำ	45	53
ใช้เส้นทางหนีไฟเป็นเส้นทางเฉพาะเดินเข้าออกในพื้นที่ทำงาน	31	36
ใช้เฉพาะตอนฝึกซ้อมอพยพหนีไฟประจาปีที่ผ่านมา	9	11
ไม่เคยใช้เส้นทางหนีไฟเลย	0	0

จากตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายจำนวน 55 คน (ร้อยละ 65) และเพศหญิงจำนวน 30 คน (ร้อยละ 35) มีอายุ ระหว่าง 18 - 23 ปีจำนวน 2 คน (ร้อยละ 2) อายุระหว่าง 24 - 29 ปี จำนวน 3 คน (ร้อยละ 4) อายุระหว่าง 30 - 35 ปีจำนวน 57 คน (ร้อยละ 67) และอายุระหว่าง 36 - 41 ปีจำนวน 23 คน (ร้อยละ 27) ลักษณะงานหลักที่ทำ ได้แก่ ควบคุมเครื่องจักรจำนวน 50 คน (ร้อยละ 59) หัวหน้างานจำนวน 7 คน (ร้อยละ 8) ตรวจสอบคุณภาพจำนวน 11 คน (ร้อยละ 13) งานเอกสารจำนวน 2 คน (ร้อยละ 2) จัดส่งชิ้นส่วนเข้าไลน์การผลิตจำนวน 14 คน (ร้อยละ 16) และซ่อมบำรุงจำนวน 1 คน (ร้อยละ 1) มีประสบการณ์ทำงาน น้อยกว่า 1 ปีจำนวน 3 คน (ร้อยละ 2) ระหว่าง 1 - 3 ปีจำนวน 2 คน (ร้อยละ 4) และมากกว่า 3 ปีจำนวน 80 คน (ร้อยละ 94) ความถี่ในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ ได้แก่ ทุกวันต่อสัปดาห์จำนวน 24 คน (ร้อยละ 28) 3 – 5 วันต่อสัปดาห์จำนวน 19 คน (ร้อยละ 22) 1 - 2 วันต่อสัปดาห์จำนวน 22 คน (ร้อยละ 26) และไม่เคยเล่นเลย 20 คน (ร้อยละ 24) ความคุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟของโรงงาน ได้แก่ ใช้เส้นทางหนี

ไฟเป็นเส้นทางหลักในการทำงานเป็นประจำจำนวน 45 คน (ร้อยละ 53) ใช้เส้นทางหนีไฟเป็นเส้นทางเฉพาะเดินเข้าออกในพื้นที่ทำงานจำนวน 31 คน (ร้อยละ 36) ใช้เฉพาะตอนฝึกซ้อมอพยพหนีไฟประจาปีที่ผ่านมาจำนวน 9 คน และไม่เคยใช้เส้นทางหนีไฟเลย จำนวน 0 คน

ผลการวิเคราะห์จำนวนรอบความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

โดยแบ่งออกเป็นผลข้อมูลรอบความถี่ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ ที่ทุกคนสามารถฝึกซ้อมอพยพหนีไฟดังตารางที่ 2 และผลการฝึกซ้อมที่ไม่ผ่าน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาสรุปจำนวนครั้งความถี่ที่ใช้ในการอพยพหนีไฟ

รอบความถี่ที่ผ่านการทดสอบ	**จำนวนผู้ที่ฝึกซ้อมในสถานการณ์จำลองที่**					**รวม**	**ร้อยละ**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
1 รอบ	85	85	69	73	64	376	88
2 รอบ	0	0	12	8	13	33	8
3 รอบ	0	0	4	4	8	16	4
รวม	85	85	85	85	85	425	100

จากตารางที่ 2 พบว่าจำนวนรอบความถี่ที่ผู้ทดสอบใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในแต่ละสถานการณ์จำลอง มีตั้งแต่ 1 ถึง 3 รอบที่ผลผ่านตามเกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์การผ่านคือสามารถอพยพออกไปได้โดยปลอดภัยไม่ฝ่าเพลิงไหม้หรือกลุ่มควันไฟ รวมถึงไม่ถูกสิ่งของหรือโครงสร้างอาคารหล่นทับ และใช้เวลาไม่เกินที่กำหนดไว้ 4 นาทีหรือ 240 วินาที โดยผลแต่ละรอบความถี่ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ เรียงลำดับดังนี้ ผลการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่ผ่านการทดสอบในความถี่ที่หนึ่งรอบเท่ากับ 379 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 89 รองลงมาต้องทำการทดสอบจำนวนสองรอบความถี่ถึงจะสามารถผ่านตามเกณฑ์รวม 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 7 สุดท้ายคือทำการทดสอบจำนวนสามรอบความถี่ถึงจะสามารถผ่านตามเกณฑ์รวม 16 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 4

โดยพบว่า สถานการณ์ที่ 1 และ 2 ผู้ทดสอบทุกคนสามารถผ่านการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในจำนวนหนึ่งรอบความถี่ คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาสาเหตุที่ไม่ผ่านในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

สาเหตุการฝึกซ้อมไม่ผ่าน	จำนวนครั้งที่ฝึกซ้อมผ่านในสถานการณ์จำลองที่					รวม	ร้อยละ
	1	2	3	4	5		
เกินเวลา	0	0	16	11	14	41	67
สิ่งของหล่นทับ	0	0	0	4	12	16	26
ฝ่ากลุ่มควันไฟ	0	0	0	1	2	3	5
ฝ่าเพลิงไหม้	0	0	0	0	1	1	2
รวม	0	0	16	16	29	61	100

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการทดสอบฝึกซ้อมอพยพหนีไฟรวมห้าสถานการณ์จำลองที่ไม่ผ่านรวม 67 ครั้งจากการทดสอบทั้งหมด 425 ครั้ง มี 4 สาเหตุเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ การฝึกซ้อมเกินเวลาที่กำหนดโดยคิดจากเวลามาตรฐานของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งนี้กำหนดไว้เท่ากับ 240 วินาที จำนวน 41 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 67 ของสาเหตุทั้งหมด รองลงมาคือ สิ่งของหล่นทับจากไฟไหม้ชั้นวางสินค้า จำนวน 16 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 26 ฝ่ากลุ่มควันดำที่มีความร้อนสูง จำนวน 3 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 5 และสุดท้ายฝ่าเพลิงไหม้จำนวน 1 ครั้งคิดเป็น ร้อยละ 2

ผลการวิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

โดยมีผลการทดสอบที่ใช้เวลาในการฝึกน้อยที่สุดและมากที่สุดในแต่ละสถานการณ์จำลอง ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในแต่ละสถานการณ์จำลอง

สถานการณ์จำลองที่	เวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อม (วินาที)				มาตรฐานเวลา (วินาที)	
	Min	*Max*	$\bar{x}$	*S.D.*	*Min*	*Max*
1	116	191	158	21.73	116	240
2	173	238	195	14.75	173	240
3	116	541	171	30.44	114	240
4	42	477	137	72.48	42	240
5	188	451	207	18.25	188	240

จากตารางที่ 4 พบว่า เวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของผู้ฝึกซ้อมรวม 85 คนในแต่ละสถานการณ์จำลอง เวลาที่ใช้ฝึกซ้อมน้อยที่สุดเรียงตามลำดับสถานการณ์ที่ 1 ถึง 5 ดังนี้ 116, 173, 116, 42 และ 188 วินาที โดยได้กำหนดเวลามาตรฐานที่ใช้สำหรับการฝึกซ้อมที่น้อยที่สุด ดังนี้ 116, 173, 114, 42 และ 188 วินาที พบว่าเวลาที่ใช้ฝึกน้อยที่สุดใกล้เคียงกับเวลาที่กำหนดไว้ เวลาที่ใช้ฝึกซ้อมที่มากที่สุดเรียงตามลำดับสถานการณ์ที่ 1 ถึง 5 ดังนี้ 191, 238, 541, 477 และ 451 วินาที โดยได้กำหนดเวลามาตรฐานที่ใช้สำหรับการฝึกซ้อมที่มากที่สุดที่ 240 วินาทีในทุกสถานการณ์ พบว่าเวลาที่ใช้ฝึกมากที่สุดมากกว่าเวลาที่ทางบริษัทได้กำหนดเอาไว้ที่ 240 วินาทีหรือ 4 นาที รวมถึงที่ทางกฎหมายกำหนดที่ 300 วินาทีหรือ 5 นาที เวลาเฉลี่ยที่ใช้ฝึกซ้อมเรียงตามลำดับสถานการณ์ที่ 1 ถึง 5 ดังนี้ 158, 195, 171, 137 และ 207 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ใช้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟเรียงตามลำดับสถานการณ์ที่ 1 ถึง 5 ดังนี้ 21.73, 14.75, 30.44, 72.48 และ 18.25

ผลการศึกษาความพึงพอใจ

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ทดสอบความพึงพอใจของพนักงานฝ่ายผลิตบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี ที่มีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนเพื่อศึกษาผลการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการใช้โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ความพึงพอใจ	*n = 85*			
	$\bar{X}$	*S.D.*	ร้อยละ	ระดับ
1. ด้านโปรแกรม				
1.1 โปรแกรมมีความทันสมัย แปลกใหม่	4.98	.152	99.53	มากที่สุด
1.2 ความสวยงามของฉากและภาพต่าง ๆ	4.82	.489	96.47	มากที่สุด
1.3 ความสมจริงของเสียง	4.06	.387	81.18	มาก
1.4 การจำลองสถานที่ในคอมพิวเตอร์เสมือนพื้นที่ที่ทำงานอยู่จริง	4.98	.152	99.53	มากที่สุด
1.5 ระบบมีความต่อเนื่อง ไม่กระตุก	3.99	.660	79.76	มาก
1.6 ระยะทางของเส้นทางอพยพสัมพันธ์กับการก้าวเดิน	4.67	.602	93.41	มากที่สุด

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ความพึงพอใจ	n = 85			
	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	ระดับ
1.7 เทคนิคที่นำมาใช้ในการทดสอบ มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อสำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ	5.00	.000	100.00	มากที่สุด
1.8 หลังจากจบการทดสอบ สามารถนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการอพยพหนีไฟได้หากเกิดไฟไหม้จริงได้อย่างเหมาะสม	5.00	.000	100.00	มากที่สุด
2. ด้านเนื้อหาคู่มือ				
2.1 การเรียบเรียงเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	4.78	.494	95.53	มากที่สุด
2.2 ความถูกต้องของภาษา	4.95	.212	99.06	มากที่สุด
2.3 สามารถสื่อสารได้ชัดเจน ไม่สับสน	4.06	.657	81.18	มาก
2.4 ขั้นตอนการใช้งาน มีการอธิบายและภาพประกอบชัดเจน สามารถปฏิบัติตามได้อย่างถูกวิธี	4.62	.553	92.47	มากที่สุด
สรุปภาพรวม	4.66	.577	93.18	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 ผลจากการศึกษาความพึงพอใจในภาพรวม ทั้งในด้านโปรแกรมและด้านเนื้อหาคู่มือ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 คิดเป็นร้อยละ 93.18 ภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าความพึงพอใจมากที่สุดห้าอันดับแรกได้แก่ หัวข้อเทคนิคที่นำมาใช้ทดสอบมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อสำหรับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คิดเป็นร้อยละ 100 หัวข้อหลังจากจบการทดสอบสามารถนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการอพยพหนีไฟได้หากเกิดไฟไหม้จริงได้อย่างเหมาะสม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาหัวข้อโปรแกรมมีความทันสมัย แปลกใหม่ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 คิดเป็นร้อยละ 99.53 หัวข้อการจำลองสถานที่ในคอมพิวเตอร์เสมือนพื้นที่ที่ทำงานอยู่จริง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 คิดเป็นร้อยละ 99.53 และหัวข้อความถูกต้องของภาษาในคู่มือ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 คิดเป็นร้อยละ 99.06

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จังหวัดชลบุรี” ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้ การออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนหรือ Virtual Reality การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีความจริงเสมือนไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในหลากหลายสถานการณ์จำลอง การศึกษาความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของแต่ละสถานการณ์จำลองที่ได้ตามเวลาที่กำหนดและเกิดความปลอดภัย และการศึกษาความพึงพอใจของพนักงานฝ่ายผลิตบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งจังหวัดชลบุรีที่มีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน สามารถสรุปเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ สรุปผลการศึกษา อภิปรายผลการศึกษา ข้อเสนอแนะ โดยมีรายละเอียดของแต่ละหัวข้อ ดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาการพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ ปรากฏผลสรุป ดังนี้

1. ผลการออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

โดยใช้โปรแกรม Real Engine นั้น จากการศึกษาพบว่า สามารถออกแบบสภาพแวดล้อมของโครงสร้างภายในอาคารแบบสามมิติที่ให้ความจริงเสมือนในระดับที่น่าพึงพอใจ โดยใช้ประเภทระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (Non-immersive Virtual Reality) ในรายละเอียดโทนภาพ สีสัน เสียง แสงและเงาของการจำลองโครงสร้าง พื้นที่การทำงาน อุปกรณ์สิ่งของต่าง ๆ รวมถึงการเคลื่อนไหวของสิ่งของต่าง ๆ เช่น เพลิงไหม้ เปลวไฟ ควัน การระเบิด สิ่งของหล่นกระจาย การพังทลายของหลังคาอาคาร เส้นทางที่ใช้ในอพยพหนีไฟมีหลากหลายเส้นทางและประตูทางออก การออกแบบหุ่นจำลองที่มีการเคลื่อนไหวก้าวเดินที่สามารถเดินหน้าหรือถอยหลังย้อนกลับในเส้นทางเดิมได้ รวมถึงการจับเวลาถอยหลังเพื่อให้ทราบสถานะของเวลาที่ใช้อพยพจริง ผลในภาพรวมระบบมีการทำงานได้ดีและมีความเสถียร ไหลลื่นในคอมพิวเตอร์ที่มีสเปกสูงซึ่งเป็นสเปกสำหรับใช้ในการเล่นเกมโดยเฉพาะ

2. ผลการนำโปรแกรมไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

โดยโปรแกรม Unreal Engine ที่นำมาใช้ในการสร้างสถานการณ์จำลองแบบสามมิติเพื่อฝึกซ้อมอพยพหนีไฟนั้น พบว่าโปรแกรมสามารถสร้างสถานการณ์จำลองรูปแบบต่าง ๆ แล้วนำมาประยุกต์ใช้เข้ากับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟได้จริง มีความเสมือนจริงในแต่ละแบบการจำลองสถานการณ์ ซึ่งทั้ง 5 สถานการณ์จำลองนั้น ได้แก่ ไฟไหม้ไกลจากเส้นทางอพยพหนีไฟ ไฟลุกลามไปยังพื้นที่ข้างเคียง ไฟและควันไฟจำนวนมากที่ทางหนีไฟ ชั้นวางสินค้าถล่มสิ่งของหล่นกีดขวางทางเดิน สารเคมีระเบิดส่งผลให้อาคารบางส่วนพังถล่มลงมา เนื่องจากแต่ละสถานการณ์นั้นได้อ้างอิงมาจากการผลวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงของกระบวนผลิตของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งจังหวัดชลบุรี โดยเลือกตามแหล่งกำเนิด ความรุนแรง และผลกระทบที่เกิดขึ้น ทำให้การฝึกซ้อมอพยพในสถานการณ์ต่าง ๆ เสมือนจริงยิ่งขึ้น

3. ผลจากการศึกษาความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

แบ่งเป็นออกเป็นจำนวนรอบความถี่ที่ใช้ในการฝึกและเวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ ซึ่งความถี่ที่เหมาะสมในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำการอพยพได้อย่างปลอดภัยและอยู่ในเวลาที่กำหนดครบถ้วนทุกคนไม่เกินความถี่จำนวน 3 รอบความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในแต่ละสถานการณ์ โดยพบว่าเวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อมน้อยที่สุดของแต่ละสถานการณ์เท่ากับเกณฑ์เวลามาตรฐานที่กำหนดไว้ เวลาที่ใช้ฝึกมากที่สุดพบว่ามากกว่าที่กำหนดไว้และเกินเวลาที่ทางบริษัทได้กำหนดเอาไว้ที่ 240 วินาทีหรือ 4 นาทีถึง 3 สถานการณ์จำลอง และเวลาเฉลี่ยพบว่าสถานการณ์ที่ 1, 2 และ 4 ไม่เกินมาตรฐานเวลาที่ใช้อพยพมากที่สุดที่ 240 วินาที เวลาเฉลี่ยของสถานการณ์ที่ 3 และ 5 เกินมาตรฐานเวลาที่ใช้อพยพมากที่สุด ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าสถานการณ์ที่ 4 จำลองสถานการณ์ชั้นวางสินค้าถล่ม สิ่งของหล่นกีดขวางทางเดิน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด ส่วนสาเหตุของการทดสอบฝึกซ้อมไม่ผ่าน เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่ามีสาเหตุดังนี้ การฝึกซ้อมเกินเวลาที่กำหนด สิ่งของหล่นทับจากไฟไหม้ชั้นวางสินค้า ฝ่ากลุ่มควันดำที่มีความร้อนสูง และสุดท้ายฝ่าเพลิงไหม้

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

พบว่าในภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าความพึงพอใจมากที่สุดห้าอันดับแรกได้แก่ เทคนิคที่นำมาใช้ทดสอบมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อสำหรับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ หลังจากจบการทดสอบสามารถนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการอพยพหนีไฟได้หากเกิดไฟไหม้จริงได้อย่างเหมาะสม โปรแกรมมีความทันสมัย แปลกใหม่ การจำลองสถานที่ในคอมพิวเตอร์เสมือนพื้นที่ที่ทำงานอยู่จริง ความถูกต้องของภาษาในคู่มือการใช้งาน

อภิปรายผลการวิจัย

อภิปรายผลจากการศึกษาการพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ ปรากฏผลสรุป ดังนี้

1. การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือ Virtual Reality เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์สำหรับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

พบว่าโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือนหรือ Virtual Reality ที่ใช้สร้างออกแบบและสร้างโปรแกรมนั้น มีชื่อว่า Unreal Engine เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีความนิยมมากที่สุดสำหรับนักออกแบบโปรแกรมในการนำมาสร้างเทคโนโลยีความจริงเสมือน ซึ่งเมื่อออกแบบแล้วให้มุมมองการมองเห็นเป็นมุมมองแบบ 3 มิติได้เสมือนจริงในระดับที่น่าพึงพอใจทำให้รู้สึกเสมือนฝึกซ้อมอพยพหนีไฟอยู่ในสถานที่เสมือนจริง ซึ่งได้กำหนดเป็นสื่อการเรียนรู้แบบความจริงเสมือนประเภทระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ หรือ Non-immersive Virtual Reality โดยจะใช้จอภาพคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงโลกเสมือนจริง การรับสัมผัสโดยการใช้ประสาทสัมผัสทางตาดูภาพผ่านจอมอนิเตอร์ และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยมือบังคับจากคีย์บอร์ดและเมาส์ มีมุมมองของผู้เล่น (Playing perspectives) เห็นภาพแบบการมองตัวละครที่เราควบคุมหรือเล่นด้วยสายตาของตัวละครตัวอื่นในเกม (Third person perspectives) ในส่วนโทนภาพ สีสัน เสียง แสงและเงา รวมถึงการเคลื่อนไหวของสิ่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพลิงไหม้ เปลวไฟ ควัน การระเบิด สิ่งของหล่นกระจาย รวมถึงการออกแบบหุ่นจำลองที่มีการเคลื่อนไหวก้าวเดินที่สามารถเดินหน้าถอยหลังได้ โดยระยะการก้าวเดินใกล้เคียงกับพื้นที่หน้างานจริง ทำให้ผู้ฝึกซ้อมนั้นรู้สึกถึงระยะทางการเคลื่อนไหวเสมือนจริง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดระยะการก้าวเดินเพียงรูปแบบเดียวที่ใช้ร่วมกันทั้งเพศชายและหญิง เนื่องจากพบว่าความเร็วในการเดินของพนักงานทั้งสองเพศในวัยทำงานนั้นไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับธนา น้อยเรือน (2560) กล่าวว่าความเร็วในการเดินของทั้งสองเพศชายและหญิง อายุระหว่าง 15 - 60 ปี ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จึงถือว่าเป็นกลุ่มความเร็วเดียวกัน และซึ่งการออกแบบนี้เป็นการออกแบบที่มีผู้อพยพเพียงหนึ่งคนในอาคาร เพื่อฝึกด้านตัดสินใจเลือกเส้นทางที่ปลอดภัยและใช้เวลาภายในที่กำหนดเท่านั้น หากผู้วิจัยท่านใดที่สนใจเรื่องปริมาณคนอพยพต้องพิจารณาเรื่องเวลาที่ฝึกซ้อมเข้าไปเพิ่มขึ้น ดังที่ ธนา น้อยเรือน (2560) ได้กล่าวว่า ปริมาณผู้อพยพเพิ่มขึ้น ความเร็วเฉลี่ยในการอพยพจะลดลง ส่งผลให้เวลาการเดินทางเฉลี่ยต่อคนเพิ่มขึ้นตาม ในส่วนของรูปแบบโครงสร้างอาคาร สัดส่วนของโครงสร้างอาคารมาจากพื้นที่จริงอ้างอิงจากแบบแปลนอาคารโรงงาน และมีการกำหนดสัดส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ เส้นทางอพยพที่หลากหลายเส้นทาง ประตูทางออกให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เพื่อนำสภาพแวดล้อมที่จำลองจากหน้างานจริงทั้งหมดมา

ผสมผสานกับเทคนิคการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่สามารถสร้างออกมาได้ไม่จำกัดรูปแบบของสถานการณ์ เพื่อให้ได้ฝึกซ้อมที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับพินันทา ฉัตรวัฒนา (2563) กล่าวว่า ความเป็นจริงเสมือนเป็นเทคโนโลยีที่ออกแบบมาให้ผู้ใช้ได้ใช้ในสภาพแวดล้อมและวัตถุที่เหมือนว่าเป็นของจริงเป็นสามมิติ มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์หรือวัตถุในนั้นได้รับข้อมูลของภาพที่เสมือนจริง มีการเคลื่อนไหวที่เสมือนมองด้วยตาปกติ โดยทั้งนี้ทั้งนั้นการนำเอาสภาพแวดล้อมที่ผสมผสานกันระหว่างโดยเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นต้องอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ สามารถเกิดขึ้นได้ในอนาคต แต่ในส่วนรายละเอียดชิ้นส่วนเครื่องจักร สิ่งของ รวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นข้อมูลเฉพาะของสถานประกอบการ ทางผู้วิจัยไม่ได้มีการลงรายละเอียดเข้าไปในโปรแกรมเนื่องจากเป็นกฎระเบียบและความลับไม่สามารถเผยแพร่ข้อมูลได้ ดังนั้นได้ใช้วิธีการปรับเปลี่ยนภาพของเครื่องจักร สิ่งของ รวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นการสร้างภาพจำลองขึ้นมาทดแทน ซึ่งภาพใหม่ที่ทดแทนนั้นยังคงสามารถสื่อความหมายถึงสิ่งเดิมได้ เช่น การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรแบบเดิมให้มีรูปทรงใหม่และเปลี่ยนสีใหม่ ในส่วนของระบบการทำงานนั้น การจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทเกมสามมิตินั้นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สเปกสูงสำหรับการเล่นเกมโดยเฉพาะในการออกแบบและรันโปรแกรม ซึ่งหากใช้คอมพิวเตอร์หรือโน๊ตบุคคุณสมบัติเพื่อใช้ในการทำงานทั่วไปจะทำให้การใช้งานไม่สเถียรได้

2. การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีความจริงเสมือนไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในหลากหลายสถานการณ์จำลอง

ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การศึกษามาตรฐาน ข้อกำหนดเกี่ยวกับอพยพหนีไฟ และการจำลองอัคคีภัย ศึกษาแบบโครงสร้าง ส่วนประกอบอาคาร สำรวจเส้นทางที่ใช้อพยพโดยเทียบกับขนาดพื้นที่จริง ประเมินความเสี่ยงด้านอัคคีภัยในโรงงาน ศึกษาการออกแบบและสร้างโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้ ได้นำมาประยุกต์ใช้เพื่อที่จะกำหนดการสร้างสถานการณ์จำลองต่าง ๆ รวมถึงสภาพแวดล้อมในโปรแกรมทำให้ผู้เข้าร่วมฝึกซ้อมอพยพหนีไฟเกิดประสบการณ์การเรียนรู้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟอย่างสมบูรณ์ที่สุด ผลพบว่า สามารถออกแบบโปรแกรมให้ไปประยุกต์ใช้กับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟได้จริงในหลากหลายสถานที่และหลากหลายสถานการณ์จำลองได้เสมือนจริง ซึ่งมีหลักการที่สำคัญคือการนำเอาหลักการของ Gamification ที่ใช้เกมเป็นสื่อในการเรียนรู้เข้าร่วมด้วย โดยการประยุกต์นำเอาสถานการณ์จำลองการเกิดเหตุเพลิงไหม้ที่หลากหลายมาออกแบบให้เป็นการเรียนรู้แบบเล่นเกม ประกอบไปด้วยกลุ่มผู้เล่นคือ พนักงานที่ต้องการรับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ และตัวเนื้อหาเกมคือ เส้นทางอพยพหนีไฟ การกำหนดกติกาของเวลาที่ใช้อพยพ ความเสี่ยงต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น และจุดเกิดเหตุ เช่น เพลิงที่ลุกไหม้ กลุ่มควัน การลุกลามของเพลิงที่ลุกไหม้ไปยังจุดอื่น เพลิงที่ไหม้ยังชั้นวางสินค้าทำให้ชั้นวางสินค้าถล่มลงมา การระเบิดของสารเคมี รวมถึงการพังทลายของโครงสร้างอาคารในบางพื้นที่ โดยได้มี

การจำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้ที่เครื่องจักร และได้มีเปลวไฟพวยพุ่งออกมาที่ทางเดิน และมีควันจำนวนมากลอยออกมา ซึ่งสอดคล้องกับ Catal et al. (2019) ได้มีการพัฒนาโปรแกรมให้เป็นเกมบนมือถือเพื่อฝึกให้ผู้เล่นได้ จำลองอพยพออกจากเหตุไฟไหม้หรือเหตุฉุกเฉินอื่น ๆ โดยหาทางออกฉุกเฉินที่ใกล้ที่สุด โดยการสร้างจำลองสถานที่ในเกมขึ้นมาใหม่ กติกาให้ผู้เล่นหาทางออกใกล้ที่สุดและหลีกเลี่ยงจากแหล่งอันตรายจากเหตุฉุกเฉิน ซึ่งผู้เล่นจะต้องสวมใส่อุปกรณ์ในการเล่นเป็นที่ครอบตาหรือ VR Headset และมองภาพจำลองสามมิติเพื่อเล่นเกม และยังสอดคล้องกับ Ortakci et al. (2017) ที่ได้มีการเปรียบเทียบประสิทธิผลการใช้ AR ในการซ้อมอพยพหนีไฟ กับระบบการซ้อมอพยพหนีไฟเดิม เช่น สังเกตจากป้ายหนีไฟที่ติดอยู่ผนัง พบว่าเมื่อใช้ AR ในการซ้อม สามารถทำให้ในขั้นตอนการอพยพมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการศึกษารายงานเพียงผู้เข้าร่วมสามคน ซึ่งการใช้สื่อการเรียรู้ในลักษณะเกมมิฟิเคชั่น (Gamification) ถือเป็นกลยุทธ์การสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้แนวใหม่ในยุคดิจิทัลที่จะเกิดประสิทธิภาพอย่างเห็นได้ชัด เป็นแรงจูงใจที่ดียิ่งสำหรับการกระตุ้นให้ผู้ฝึกซ้อมต้องการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Allissi and Trollip (1991) ที่กล่าวว่า ขั้นตอนการออกแบบสื่อการเรียนรู้ เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาเกม เนื่องจากการออกแบบเกม เป็นตัวกำหนดความเป็นไปได้ถึงความสำเร็จของตัวเกม เพราะเกมเป็นการใช้องค์ประกอบในการสร้างสรรค์ต้องมีการออกแบบระบบการเล่น กฎ กติกา กราฟิกรวมถึงการเขียนโปรแกรม โดยจะต้องคำนึงถึงกลุ่มเป้าหมาย เพราะเป้าหมายจะเป็นตัวกำหนดทิศทางของเกม จะช่วยให้ผู้ฝึกซ้อมมีความเข้าใจและเพลิดเพลินกับการเรียนรู้ผ่านการเล่นเกมมากขึ้น

ผู้วิจัยได้นำเอาทฤษฎี Maslow's hierarchy of needs หรือ ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการ (Maslow, 1943) และแนวคิดมาใช้ในการสร้างสถานการณ์จำลองสำหรับการอพยพหนีไฟในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงเทคนิคเงื่อนไขของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ เพื่อนำมากำหนดเป็นกติกาการเล่น ซึ่งนำมาใช้ 4 ลำดับขั้นจากทั้งหมด 5 ลำดับขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ความต้องการทางสรีรวิทยา เป็นการออกแบบสถานการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกซ้อมหาวิธีเพื่อให้ตนเองอยู่รอด ไม่เสี่ยงต่อการบาดเจ็บทางร่างกายภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีอันตราย ขั้นที่ 2 ความต้องการความปลอดภัย เป็นการออกแบบสถานการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกซ้อมหาเส้นทางการอพยพที่ปลอดภัยที่สุดได้ในเวลาที่จำกัด ขั้นที่ 3 ความต้องการเป็นเจ้าของและความรัก ไม่เกี่ยวข้องในการออกแบบสถานการณ์ ขั้นที่ 4 ความต้องการความนับถือ เป็นการออกแบบสถานการณ์ให้ผู้ฝึกซ้อมทุกคนได้รับทราบถึงระดับความสามารถของตนเองและผู้อื่น ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟอย่างปลอดภัยตามผลจำนวนรอบความถี่ในการฝึกซ้อมที่ทำออกมาได้และใช้เวลาที่น้อยที่สุดเพื่อจะได้รับการยอมรับนับถือ ขั้นที่ 5 ความต้องการที่จะเข้าใจตนเองอย่างแท้จริง เป็นการออกแบบเส้นทางภายในพื้นที่การทำงานให้สามารถใช้ในการอพยพหนีไฟที่หลากหลาย โดยผู้ฝึกซ้อมสามารถใช้ความคิดตัดสินใจเลือกแต่ละเส้นทางแบบปลายเปิด ซึ่งการเข้าใจลำดับขั้นความต้องการของ Maslow นั้นสามารถช่วยในการสร้างรูปแบบสถานการณ์จำลอง

ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟให้กับพนักงานบริษัทที่ได้ตามลำดับขั้นของความต้องการมากที่สุด ในส่วนการกำหนดสถานที่เกิดเหตุ แหล่งกำเนิดและความรุนแรงที่เกิดขึ้นของแต่ละสถานการณ์นั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบอ้างอิงจากผลการประเมินความเสี่ยงของพื้นที่การทำงานจริง สอดคล้องตามระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารการจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543 เพื่อจำลองสถานการณ์ออกมาให้เป็นไปตามพื้นฐานความเป็นไปได้จริงที่อาจจะเกิดเหตุขึ้นได้มากที่สุดของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี ส่งผลให้ผู้ฝึกซ้อมได้รับประโยชน์ความรู้จากการฝึกที่แท้จริงครอบคลุมกับความเสี่ยงที่อาจจะสามารถเกิดขึ้นได้จริง โดยมีการออกแบบให้สถานที่เกิดเหตุในแต่ละสถานการณ์นั้นแตกต่างกัน หรือกรณีที่สถานที่นั้นมีเหตุเกิดขึ้นซ้ำในพื้นที่เดิมเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงในการเกิดเหตุเพลิงไหม้ ผู้วิจัยจะใช้วิธีการกำหนดให้มีสถานการณ์นอกเหนือการควบคุมอื่น ๆ ที่ตามมาเพิ่มเติม เช่น การลุกลามไปยังพื้นที่อื่นข้างเคียงที่มีวัตถุหรือเชื้อเพลิงง่ายต่อการติดไฟ การเกิดควันจำนวนมาก การระเบิด การหล่นทับพังทลาย เพื่อให้ผู้ฝึกซ้อมได้ประสบการณ์ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่หลากหลายสถานที่และหลากหลายสถานการณ์จำลองโดยไม่ต้องฝึกที่หน้างานจริงหลายรอบเพื่อให้ได้รับประสบการณ์ที่ครบถ้วน เนื่องจากในความเป็นจริงมีความยากลำบากในการจัดฝึกซ้อมให้เห็นภาพได้จริง เพราะต้องมีการจำลองการเกิดควัน สิ่งของหล่นทับ ชั้นวางสิ่งของถล่ม หรือร้ายแรงสุดคืออาคารถล่ม ซึ่งต้องใช้งบประมาณในการจัดทำอุปกรณ์จำลอง รวมถึงเวลาในการจัดทำมาก เวลาที่ใช้การเข้าร่วมของพนักงานหลายรอบ นอกจากนั้นอาจเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายขณะซ้อมอพยพหนีไฟได้ ดังนั้นจึงเหมาะกับการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้าไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้เพิ่มเติม สอดคล้องกับฉัตรลดา สุนทรนนท์ (2549) กล่าวว่าสถานการณ์จำลองในรูปแบบเสมือนจริงที่สร้างขึ้นด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ โดยผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบกับการจำลองนั้น โปรแกรมจะมีการตอบสนองกลับมายังผู้เรียน ซอฟต์แวร์นั้นนอกจากจะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบค้นพบแล้ว ยังช่วยฝึกในเรื่องของการตัดสินใจในการกระทำที่บางครั้งอาจเสี่ยงต่ออันตรายที่มีอยู่ในโลกจริง นอกจากนั้นยังสามารถนำการสร้างสถานการณ์จำลองมาศึกษาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในหน้างานจริงทำให้การฝึกซ้อมจริงประจำปีนั้นมีความหลากหลายเหตุการณ์ที่สามารถฝึกซ้อมได้จริงเนื่องจากมีการผ่านการทดสอบในโปรแกรมเสมือนจริงมาแล้ว

3. การศึกษาความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของแต่ละสถานการณ์จำลอง ที่ได้ตามเวลาที่กำหนดและเกิดความปลอดภัย

พบว่าจำนวนรอบความถี่ที่มีการทดสอบฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่ผู้ฝึกซ้อมสามารถผ่านการทดสอบในทุกสถานการณ์จำลองโดยผลการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่ใช้ความถี่เพียงหนึ่งรอบเท่ากับ 379 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 89 รองลงมาผู้ฝึกซ้อมต้องทดสอบที่ความถี่สองรอบจึงจะสามารถผ่านสถานการณ์นั้นได้รวม 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 7 สุดท้ายคือ การทดสอบที่ความถี่สามรอบถึงจะ

สามารถผ่านตามเกณฑ์รวม 16 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 4 ซึ่งการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่ผลผ่านการทดสอบโดยใช้ความถี่เพียงหนึ่งครั้งที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 100 คือสถานการณ์ที่ 1 ไฟไหม้ไกลจากเส้นทางอพยพหนีไฟและสถานการณ์ที่ 2 ไฟลุกลามไปยังพื้นที่ข้างเคียง พบว่าจากลักษณะการจำลองสถานการณ์ที่ 1 และ 2 เป็นสถานการณ์พื้นฐานทั่วไปและสอดคล้องกับการฝึกซ้อมหน้างานจริงประจำทุกปี เพราะเข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน ทำให้ผู้รับการฝึกซ้อมสามารถทดสอบผ่านทุกคน แปลว่าการที่ฝึกซ้อมอย่างน้อยหนึ่งครั้งต่อปีในสถานการณ์ทั่วไปตามที่กฎหมายกำหนดจึงมีความเพียงพอตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 แต่ในส่วนสถานการณ์ที่ 3 ถึง 5 นั้น ได้แก่ สถานการณ์ไฟและควันไฟจำนวนมากที่ทางหนีไฟ สถานการณ์ชั้นวางสินค้าถล่มสิ่งของหล่นกีดขวางทางเดิน สถานการณ์สารเคมีระเบิดส่งผลให้อาคารบางส่วนพังถล่มลงมา พบว่าร้อยละ 13 ต้องใช้การฝึกซ้อมที่มากกว่าหนึ่งรอบจึงจะสามารถผ่านการทดสอบได้ โดยจากการสอบถามและวิเคราะห์สาเหตุที่ผู้ฝึกซ้อมต้องทดสอบที่ความถี่มากกว่าหนึ่งรอบนั้นเนื่องจากความตระหนกตกใจกับสถานการณ์ที่อยู่ตรงหน้า ไม่คาดคิดมาก่อนว่าจะเจอ เกิดการลังเลที่จะเลือกเส้นทางเลี่ยงอื่นที่ปลอดภัยหรือตัดสินใจผิดพลาดจากที่ไม่มีประสบการณ์ในการเลือกใช้เส้นทางอื่นที่ไม่ใช่เส้นทางในการฝึกซ้อมจริงประจำปี ทำให้ต้องใช้เวลานานขึ้นในการอพยพหนีไฟ แต่เมื่อพบข้อผิดพลาดและได้ดำเนินการทดสอบอีกครั้งพบว่าผู้ฝึกซ้อมมีการเรียนรู้ และแก้ไขที่พัฒนาขึ้นตามจำนวนครั้ง ดังนั้นจึงสามารถกำหนดมาตรฐานความถี่ที่เหมาะสมที่สามารถซ้อมอพยพหนีไฟได้อย่างปลอดภัยและอยู่ในเวลาที่กำหนดครบทุกคนของในการฝึกซ้อมรูปแบบคอมพิวเตอร์ที่ไม่เกิน 3 รอบ ซึ่งสามารถนำผลการศึกษาความถี่นี้ไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดเป็นเกณฑ์ความถี่เริ่มต้นของการฝึกซ้อมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในสถานการณ์จำลองอื่น ๆ และตรงกับสมมุติฐานที่ว่า การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนในแต่ละสถานการณ์จำลอง สามารถทำได้ตามเวลาที่กำหนด แสดงว่าภาพรวมเวลาที่ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ความจริงเสมือนในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่เทียบเคียงกับหน้างานจริงได้

ในการศึกษาเรื่องเวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟแต่ละสถานการณ์นั้น พบว่าเวลาที่ใช้ฝึกซ้อมน้อยที่สุดใกล้เคียงกับเกณฑ์เวลามาตรฐานที่กำหนดไว้ เนื่องจากเข้าใจและจดจำเส้นทางในการซ้อมอพยพที่หน้างานจริงได้ โดยเวลาที่นำมากำหนดเป็นเกณฑ์เวลามาตรฐานน้อยที่สุดมาจากการทดลองเดินที่ระยะทางจากพื้นที่จริงตามเส้นทางอพยพหนีไฟที่กำหนดไว้ให้ ส่วนเวลาที่ใช้ฝึกซ้อมมากที่สุดมาจากเกณฑ์เวลามาตรฐานที่ทางบริษัทกำหนดไว้ที่ 240 วินาทีหรือ 4 นาที รวมถึงไม่เกินที่ทางกฎหมายกำหนดที่ 300 วินาทีหรือ 5 นาที ตามกฎกระทรวงแรงงาน เรื่องข้อกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการและดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 ซึ่งกำหนดให้ “นายจ้างจัดให้มีเส้นทางหนีไฟทุกชั้นของอาคารอย่างน้อยชั้นละสองเส้นทางซึ่งสามารถอพยพลูกจ้างที่ทำงานในเวลาเดียวกันทั้งหมดสู่จุดที่ปลอดภัยได้โดยปลอดภัยภายในเวลาไม่เกินห้านาที” เวลาเฉลี่ยในการฝึกซ้อมทั้งหมดของแต่ละสถานการณ์โดยเรียงตามลำดับคือ 158, 195, 171, 137 และ 207 วินาที เวลาที่ใช้ฝึกซ้อมนานที่สุดพบว่ามีเพียงสถานการณ์ที่ 1 และ 2 ไม่เกินมาตรฐานเวลาที่ใช้อพยพนานที่สุดเนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่มีการฝึกซ้อมหน้างานจริงในทุก ๆ ปี ในส่วนสถานการณ์ที่ 3 – 5 นั้นเกินมาตรฐานเวลาที่ใช้อพยพนานที่สุด เนื่องจากมีการจำลองสถานการณ์ที่ไฟลุกลามไปยังเส้นทางที่ใช้ในการอพยพเดิมและเริ่มมีเหตุอันตรายที่ไม่คาดคิดมาเกี่ยวข้อง เช่น สิ่งของพังถล่ม ควันไฟจำนวนมาก เปลวไฟขนาดใหญ่ ทำให้ต้องเปลี่ยนเส้นจึงใช้เวลามากขึ้นตามมา ในส่วนเวลาเฉลี่ยของการฝึกซ้อมในทุกสถานการณ์ พบว่าไม่เกินมาตรฐานเวลาที่ใช้อพยพมากที่สุด ในส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเวลาพบว่าในสถานการณ์ที่ 4 นั้นมีค่ามากที่สุดเนื่องจากมีการจำลองสถานการณ์ที่ไม่คาดคิดเพิ่มขึ้นมาคือจำลองให้มีไฟไหม้ที่ชั้นวางสินค้าในระดับความสูงของชั้นวางสามชั้นทำให้สิ่งของที่อยู่บนชั้นวางหล่นทับลงมายังด้านล่างในช่วงจังหวะที่ผู้ทดสอบเลือกใช้เส้นทางดังกล่าว

ในส่วนผลการทดสอบฝึกซ้อมอพยพหนีไฟทั้งห้าสถานการณ์จำลองที่ไม่ผ่านรวม 61 ครั้ง จากการทดสอบทั้งหมด 425 ครั้ง พบว่ามี 4 สาเหตุเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ การฝึกซ้อมเกินเวลาที่กำหนดโดยคิดจากเวลามาตรฐานของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งนี้กำหนดไว้เท่ากับ 4 นาทีหรือ 240 วินาที จำนวน 41 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 67 ของสาเหตุทั้งหมดเนื่องจากเจอสถานการณ์ที่ไม่คาดคิดว่าจะมี เป็นสถานการณ์ที่ควบคุมไม่ได้ และไม่ได้มีการฝึกซ้อมขึ้นจริง ทำให้เกิดความลังเลในการตัดสินใจเลือกเส้นทางใหม่ รองลงมาคือสิ่งของหล่นทับจากไฟไหม้ชั้นวางสินค้าจำนวน 16 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 26 เนื่องจากมีการตัดสินใจที่ผิดพลาด เพราะพบว่าไฟไหม้ชั้นวางจำนวนมากคงไม่หล่นลงมา จึงตัดสินใจที่จะใช้ทางเดินดังกล่าว ทำให้เกิดเหตุการณ์นี้ขึ้น รองลงมาฝ่ากลุ่มควันดำที่มีความร้อนสูง จำนวน 3 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 5 และสุดท้ายฝ่าเพลิงไหม้จำนวน 1 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 2 เนื่องจากเห็นว่าใกล้จะหมดเวลา ติดสินใจไม่ถูก โดยเลือกที่จะฝ่ากลุ่มควัน รวมถึงกองไฟ เพราะเชื่อว่าเอาชีวิตรอดก่อนถึงแม้ว่าจะมีอาการบาดเจ็บตามมาก็ตาม จากผลการฝึซ้อมอพยพหนีไฟที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์ ถึงแม้ว่ามีไม่มาก แต่ถ้ามีการจัดการทบทวนความรู้อย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะในสถานการณ์ที่คาดไม่ถึง (สถานการณ์ที่ 3 ถึง 5) ก็จะช่วยทำให้พนักงานได้มีการตัดสินใจเลือกเส้นทางที่มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น และเกิดความชำนาญในเส้นทางอพยพ ซึ่งสอดคล้องกับทิศนา แขมมณี (2552) กล่าวไว้ว่า วิธีสอนโดยการใช้สถานการณ์จำลอง คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนลงไปเล่นในสถานการณ์ที่มีบทบาท ข้อมูล และกติกาการเล่น ที่สะท้อนความเป็นจริง และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ใน

สถานการณ์นั้น ๆ โดยใช้ข้อมูลที่มีสภาพคล้ายกับข้อมูลในความเป็นจริงในการตัดสินใจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งการตัดสินใจนั้นจะส่งผลถึงผู้เล่นในลักษณะเดียวกันที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

เส้นทางที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของแต่ละสถานการณ์ พบว่า พนักงานส่วนใหญ่เลือกใช้เส้นทางอพยพมากที่สุด คือเส้นทางที่ออกประตูหมายเลข 3 และ 6 ซึ่งสอดคล้องกับเส้นทางที่ใช้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟประจำปี เนื่องจากเป็นเส้นทางออกที่ใกล้กับจุดรวมพลทั้งสองจุดในบริเวณพื้นที่รอบอาคาร ซึ่งในขณะฝึกซ้อมเมื่อพนักงานพบว่าเส้นทางที่ฝึกนั้นมีเหตุอันตรายเกิดขึ้นจะเลือกใช้เส้นทางสำรองใกล้เคียงที่ยังคงมุ่งสู่ทางออกเดิม จึงแนะนำให้ทำแผนผังการหนีไฟที่มีเส้นทางสำรองสองทางไว้แจ้งให้พนักงานได้รับทราบ เป็นเส้นทางหลักและทางรอง

4. การศึกษาความพึงพอใจของพนักงานฝ่ายผลิตบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี ที่มีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

จากการศึกษาความพึงพอใจในภาพรวม ทั้งในด้านโปรแกรมและด้านเนื้อหาคู่มือ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 คิดเป็นร้อยละ 93.18 ภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าความพึงพอใจมากที่สุด ได้แก่ เทคนิคที่นำมาใช้ทดสอบมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อสำหรับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คิดเป็นร้อยละ 100 เนื่องจากพนักงานได้รับประสบการณ์การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟเพียงหน้างานจริงที่มีแต่สถานการณ์พื้นฐานที่จำลองจุดเกิดเหตุ และให้อพยพเดินเร็วออกมาตามเส้นทางที่กำหนด รวมถึงการประชุมชี้แจงในห้องประชุม ดังนั้นเมื่อมีเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาใช้ จึงทำให้เป็นที่น่าสนใจและสนุกกับการฝึกซ้อมต่อมารายข้อหลังจากจบการทดสอบสามารถนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการอพยพหนีไฟได้หากเกิดไฟไหม้จริงได้อย่างเหมาะสม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คิดเป็นร้อยละ 100 เช่นเดียวกัน เนื่องจากพนักงานได้เกิดทักษะในการฝึกซ้อมอพยพในสถานการณ์ที่ต่างกันออกไป ทำให้ได้ฝึกการตัดสินใจด้วยความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น หัวข้อต่อมาโปรแกรมมีความทันสมัย แปลกใหม่ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 คิดเป็นร้อยละ 99.53 จากที่พนักงานได้เรียนรู้รูปแบบของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟใหม่ ๆ คล้ายกับการเล่นเกม หัวข้อต่อมาการจำลองสถานที่ในคอมพิวเตอร์เสมือนพื้นที่ที่ทำงานอยู่จริง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 คิดเป็นร้อยละ 99.53 เนื่องจากมีการกำหนดสัดส่วนของโครงสร้างอาคารมากจากพื้นที่จริง โดยอ้างอิงจากแบบแปลนอาคารโรงงาน เพื่อให้ใกล้เคียงกับพื้นที่หน้างานจริงในขณะที่จำลองสถานการณ์ ไม่ว่าจะเป็นสัดส่วนของอาคาร สัดส่วนของเส้นทางและช่องทางเดินที่ใช้ในการอพยพ ตำแหน่งการจัดวางของเครื่องจักร สิ่งของ และอุปกรณ์อื่น ๆ แต่ในส่วนภาพของเครื่องจักร สิ่งของ รวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ จะไม่ได้มีการลงรายละเอียดเข้าไปในโปรแกรมเนื่องจากเป็นความลับของทางบริษัทซึ่งไม่สามารถเผยแพร่ได้ โดยทางผู้วิจัยได้ใช้วิธีการปรับเปลี่ยนภาพของเครื่องจักร สิ่งของ รวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ โดยการสร้างภาพจำลองขึ้นมาใหม่ โดยที่ภาพนั้นคงมองออกว่าคือสิ่งเดิม

เช่น การปรับเปลี่ยนเครื่องจักร โดยการออกแบบรูปทรงใหม่และเปลี่ยนสีใหม่ แต่ยังคงรู้ว่าคือเครื่องจักรเช่นเดิม ซึ่งอาจทำให้พนักงานบางส่วนมองว่ายังไม่เหมือนเก็บรายละเอียดเสมือนจริงได้ทั้งหมด โดยสรุปภาพรวมพนักงานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เนื่องจากเป็นสื่อการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ เกิดความตื่นเต้นเร้าใจในขณะฝึกซ้อม ที่สามารถดึงความสนใจและต้องการที่จะเรียนรู้จากผู้ฝึกซ้อมได้ สอดคล้องกับ Hamilton (2011 อ้างในถึงณัฏฐา ผิวมาและปริศนา มัชฌิมา, 2560) กล่าวว่าการนำเอาเทคโนโลยีที่ออกแบบให้สภาพแวดล้อมที่ผสมผสานกันระหว่างความเป็นจริงและโลกเสมือน ใช้ทำสื่อเพื่อการศึกษาและอบรม ช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี จากผลความพึงพอใจต่อโปรแกรมนี้ ในอนาคตทางผู้วิจัยจะนำไปใช้เพื่อให้เกิดความดึงดูดความสนใจในการฝึกซ้อม โดยนำมาใช้ในการอบรมสำหรับพนักงานที่ทำหน้าที่หลักในการซ้อมแผนอพยพหนีไฟประจำปี เช่น ผู้นำทีมอพยพ ทีมค้นหาและปฐมพยาบาล ทีมดับเพลิงหรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เวลาการซ้อมอพยพจริงเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมถึงนำมาใช้สำหรับพนักงานเข้าใหม่เพื่อให้มีทักษะการเรียนรู้ก่อนที่จะมีการซ้อมแผนอพยพจริงเพื่อให้เกิดความปลอดภัยตั้งแต่วันแรกที่เข้ามาทำงานในบริษัทฯ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟแบ่งเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 สำหรับเพื่อใช้ในการฝึกซ้อมเสริมเพิ่มจากที่กฎหมายกำหนด เพื่อเพิ่มทักษะในการฝึกซ้อมอพยพนีไฟ สามารถนำเป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมที่สอดคล้องกับสถานที่ทำงานของตนเอง โดยกำหนดมาตรฐานความถี่สำหรับการฝึกซ้อมของแต่ละคนที่สามรอบต่อหนึ่งสถานการณ์

1.2 การนำมาสร้างในรูปแบบเกม สามารถนำมาตรฐานความถี่ในการฝึกซ้อมที่จำนวน 3 รอบมากำหนดเป็นกติกาในการเล่นเกมได้ เช่น ในหน้าจอการเล่มเกมให้สร้างความถี่ในการเล่นเป็นตัวเลขสาม กรณีที่ฝึกไม่ผ่านเลขจะลดลงทีละหนึ่งจนถึงศูนย์ หรือใช้สัญลักษณ์รูปหัวใจ 3 ดวงแทนความถี่ กรณีที่ไม่ผ่านหัวใจจะหายไปทีละดวงจนถึงศูนย์ และหากเลขหรือหัวใจยังคงเหลือสามารถออกแบบให้เป็นการสะสมแต้มเพื่อนับคะแนนได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากโปรแกรมออกแบบให้ฝึกซ้อมได้ทีละคน โดยที่ไม่ได้นำปัจจัยของจำนวนคนกลุ่มใหญ่ที่ต้องเข้าร่วมอพยพด้วย ซึ่งจะมีผลต่อการใช้เวลาที่เพิ่มขึ้นตามมา ดังนั้นเพื่อความสมจริงในอนาคตควรมีการออกแบบโปรแกรมที่มีกลุ่มคนจำนวนมากเข้าร่วมในการอพยพด้วย เช่น

การออกแบบโปรแกรม Application ที่สามารถใช้ได้ในโทรศัพท์มือถือ ที่ทุกคนสามารถเข้ามาอยู่ในสถานที่โลกเสมือนจริงได้พร้อมกันทุกคน และร่วมฝึกซ้อมอพยพหนีไฟพร้อมกันได้

2.2 เพื่อการฝึกซ้อมนั้นมีความเสมือนจริงมากที่สุด ควรนำปัจจัยที่ผู้เล่นสัมผัสจริงไม่ได้จากสถานการณ์จำลองแต่มีอยู่ในเหตุการณ์จริง เช่น ความร้อนจากเพลิงไหม้ ความเหนื่อยล้าจากการเดิน ซึ่งเป็นส่วนที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเส้นทาง โดยการนำมาออกแบบให้เสมือนร่างกายได้รับผลกระทบไปด้วย เช่น การออกแบบแท่งพลังชีวิต หากระยะก้าวเดินมากเกินไป หรืออยู่ใกล้เปลวไฟหรือควันไฟมากเกินไปจะทำให้แท่งพลังชีวิตลดลงเรื่อย ๆ จนเกมแพ้

ข้อจำกัดในการวิจัย

ในการออกแบบสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงของสถานที่นั้น ๆ บางแห่งอาจถูกจำกัดข้อมูลไม่สามารถเผยแพร่ได้ เนื่องจากเป็นข้อมูลความลับอาจจะมีผลกระทบในเชิงธุรกิจหรือความลับในข้อมูลอื่น ๆ จึงทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมของสิ่งของบางอย่างที่อยู่ในพื้นที่ เพื่อให้แตกต่างจากของหน้างานจริง

บรรณานุกรม

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555. (2556, 9 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. หน้า 24-34.

กิดานนท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและวัฒนธรรม.* ภาควิชาโสตทัศนศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฉัตรลดา สุนทรนนท์. (2549). *ผลของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการเรียนต่างกัน.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาโสตทัศนศึกษา, ภาควิชาหลักสูตรและเทคโนโลยีการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฏฐา ผิวมา และปริศนา มัชฌิมา. (2561). การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร. *วารสารปาริชาต, 31*(1), 241-262.

ปิยกานต์ แขมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนา น้อยเรือน. (2560). *การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการวิเคราะห์การอพยพผู้โดยสารบริเวณสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินในประเทศไทย.* วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ธันยา นวลละออง. (2550). *สร้างเกมได้ง่าย ๆ ด้วยโปรแกรม Game Maker*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

นุชจรี อุทจิตร์. (2562). *ผลของการฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์กระตุ้นสมอง เพื่อเพิ่มความจำขณะคิดด้านมิติสัมพันธ์และความจำเหตุการณ์ในผู้สูงอายุ.* สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา, วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, มหาวิทยาลัยบูรพา.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปิยกานต์ หาญสมัคร. (2558). *การทำนายพฤติกรรมเพลิงไหม้ในห้องโดยสารของรถโดยสารปรับอากาศ.* วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พินันทา ฉัตรวัฒนา. (2563). *เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน Virtual reality Technology*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการ

จัดทำแผนงานบริหารการจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543. (2544, 20 มิถุนายน). *ราชกิจจานุเบกษา*. หน้า 28-55.

วิไล รัตนพลที. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบซิปปา.* สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศิระ ประเสริฐศักดิ์. (2559). *การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลองร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยใช้การจัดการเรียบรู้แบบค้นพบ เรื่องลัทธิทางศิลปะสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการเรียนรู้และการสื่อสานมวลชล, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย. (2563). *สถิติการเกิดไฟไหม้ย้อนหลัง.* เข้าถึงได้จาก http://newdisaster.disaster.go.th/home

สุรพล บุญลือ. (2561). *Gamification In Education. ในการบรรยายอบรมเชิงวิชาการ*. (หน้า 1-30) มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยพรพงษ์ และสุธี พงศาสกุลชัย. (2548). *คัมภีร์การออกแบบและพัฒนาเกมส์ด้วย Flash MX 2004*. กรุงเทพฯ: เคทีพี.

สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน. (2563). *อันตรายจากเพลิงไหม้.* เข้าถึงได้จาก https://www.shawpat.or.th/th/

Allissi, S. M., & Trollip, S. R. (1991). *Computer-based instruction: Methods and development.* United States: Prentice-Hall.

Bavelier, D., Green, C. H., Han, D. H., Renshaw, P. F., Merzenich, M. M., & Gentile, D. A. (2011). Brains on video games. *Nature Reviews Neuroscience, 12,* 763-768.

Brusshlinsky N.N. (2020). *Center of fire statistics. International Association of Fire and Rescue Services (CTIF).* Retrieved from https://ctif.org/world-fire-statistics

Catal, C., Akbulut, A., Tunali, B., Ulug, E., & Ozturk, E. (2020). Evaluation of augmented reality technology for the design of an evacuation training game. *Springer*. 24, 359-368.

ChooChuay, C. (2013). *การจำลองการเกิดเพลิงไหม้ด้วย Computational fluid dynamics (CFD).*

Diao, P. H., & Shih, N. J. (2018). *MARINS: A mobile smartphone AR system for pathfinding in a dark environment.*

Griffiths, M. (2005). Video games and health: Video gaming is safe for most players and can be useful in health care. *BMJ: British Medical Journal*, 122-123. doi: https://doi.org/10.1136/bmj.331.7509.122

Gwynne, S. M., & Boyce, K. E. (2016). *Engineering data. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (5th ed.). Gaithersburg: SFPE. 2429-2551.

Gwynne, S. M., Kuligowski, E. D., Boyce, K. E., Nilsson, D., Robbins, A. P., Lovreglio, R., Thomas, J. R., & Roy-Poirier, A. (2017). Enhancing egress drills: preparation and assessment of evacuee performance. *Fire and Material, 43*(6), 613-631.

Huang, J., Kinateder, M., Dunn, M. J., Jarosz, W., Yang, X., & Cooper, E. A. (2019). *An augmented reality sign-reading assistant for users with reduced vision.* n.p.

Kawai, J., Mitsuhara, H., & Shishibori, M. (2016). Game-based evacuation drill using augmented reality and head-mounted display. *Interactive Technology and Smart Education*, *13*(3), 186-201.

Latham, A. J. (2013). The virtual brain: 30 years of video-game play and cognitive abilities. *Frontiers in Psychology, 4,* 629.

Milgram, P., & Kishino, F. (1997). *A taxonomy of mixed reality visual displays*. E77-D(12), 1321-1329.

Mitsuhara, H. (2018). *Why don't you evacuate speedily? Augmented reality-based evacuee visualization in ICT-based Evacuation Drill.* IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE).

National Fire Protection Association. (2020). *NFPA 1 Fire Code*. Retrieved from https://www.nfpa.org/

Olivia, G. E. (2023). *Maslow's hierarchy of needs*. Retrieved from https://www.simplypsychology.org/maslow.html.

Ortakcı, Y. (2017). Comparison of a smart mobile application-supported evacuation system and traditional evacuation systems. *1st International IAG Workshop on BIM and GIS Integration in 12th 3D Geoinfo Conference 2017*, Australia: Melbourne.

Paul, M., et al. (1995). *Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum*. Proc. SPIE.

Rosser, J. C., & et al. (2007). The impact of video games on training surgeons in the 21st

century. *Archives of Surgery, 142*(2), 181-186.

Sutherland, I. E. (1965). *The ultimate display*. Processing of IFIPS Congress. New York: 506-508.

Zhao, Y., & et al. (2019). *Designing AR visualizations to facilitate stair navigation for people with low vision.*

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัย

1. ผศ.ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ คณะสาธารณสุขศาสตร์
   มหาวิทยาลัยบูรพา

ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. ดร.พฤทธิ์ พุฒจร สำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
   มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2. ผศ.ดร.พิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
   วิทยาเขต วังไกลกังวล

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕, ๗๐๑
ที่ อว ๘๑๓๗/ ๒๑๖๖ วันที่ 9 เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๕
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ (คณะสาธารณสุขศาสตร์)

ด้วยนางสาวนีนนารา ธนินสิทธางกูร รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๒๐๐๕๖ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จังหวัดชลบุรี" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญท่านซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย โดยนิสิตได้ส่งเค้าโครงเล่มวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ) และเครื่องมือวิจัยไปให้ท่านเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๘-๕๖๘-๘๙๘๙ หรือที่ E-mail: 62920056@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว ๘๑๓๗/๔๕๐

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑ เมษายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เค้าโครงวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ)
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วยนางสาวนีนนารา ธนินสิทธางกูร รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๒๐๐๕๖ หลักสูตรวิทยาศาสตร-มหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จังหวัดชลบุรี" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ ดร.พฤทธิ์ พุฒจร อาจารย์ประจำสำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญ ดร.พฤทธิ์ พุฒจร ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถ และประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย โดยนิสิตได้ส่งเค้าโครงเล่มวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ) และเครื่องมือวิจัยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๘-๕๖๘-๘๙๘๙ หรือที่ E-mail: 62920056@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

สำเนาเรียน **ดร.พฤทธิ์ พุฒจร**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๑, ๗๐๕, ๗๐๗
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

ที่ อว ๘๑๓๗/๔๔๑

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑ เมษายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เค้าโครงวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ)
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วยนางสาวนีนนารา ธนินสิทธางกูร รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๒๐๐๕๖ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จังหวัดชลบุรี" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย โดยนิสิตได้ส่งเค้าโครงเล่มวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ) และเครื่องมือวิจัยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๘-๕๖๘-๘๙๘๙ หรือที่ E-mail: 62920056@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

สำเนาเรียน **ผศ.ดร.พิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๑, ๗๐๕, ๗๐๗
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

ภาคผนวก ข

ผลการตรวจคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) การประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือ โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือนเพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) การประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมคะแนน ΣR	IOC = $\frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา	วิธีการปรับปรุงแก้ไขจากข้อเสนอแนะ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3				
1.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
1.2	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	
1.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
1.4	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	
2.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
2.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
2.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
2.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
2.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
3.1	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	
3.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
3.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมคะแนน ΣR	IOC $= \frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา	วิธีการปรับปรุงแก้ไขจากข้อเสนอแนะ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3				
3.4	1	1	-1	1	0.33	ใช้ไม่ได้	เปลี่ยนข้อความ “มุมมองการมองเห็นอยู่ในระดับสายตาของคนทั่วไป” --> “ภาพที่เห็นอยู่ในระดับสายตา” เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจของ ผู้ประเมิน ซึ่งคือการออกแบบโปรแกรมโดยให้ผู้เล่นได้มองเห็นฉากต่าง ๆ ในความสูงเท่าระดับสายตาการมองเห็น
4.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
4.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
4.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	

สรุปผล ค่า IOC ที่ได้ เท่ากับ 0.902

หมายเหตุ ค่า IOC ที่รับได้ ต้องมีค่า 0.50 ขึ้นไป

2. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ทดสอบระบบโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

ตารางที่ 7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมคะแนน ΣR	IOC $= \frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา	วิธีการปรับปรุงแก้ไขจากข้อเสนอแนะ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3				
1	1	0	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้	เนื่องจากเป็นรหัสพนักงาน ดังนั้นจึงทำการตัดข้อนี้ออก
2	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
6	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	ปรับตัวเลือกใหม่ของข้อความความถี่ในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ
7	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	ปรับตัวเลือกใหม่ของข้อความความคุ้นชินในเส้นทางหนีไฟของโรงงาน

สรุปผล ค่า IOC ที่ได้ เท่ากับ 0.763

หมายเหตุ ค่า IOC ที่รับได้ ต้องมีค่า 0.50 ขึ้นไป

3. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการใช้โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

ตารางที่ 8 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามความพึงพอใจ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมคะแนน ΣR	IOC $= \frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา	วิธีการปรับปรุงแก้ไขจากข้อเสนอแนะ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3				
1.1	1	0	1	3	0.67	ใช้ได้	
1.2	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	แยกหัวข้อระหว่างความสวยงามของฉากและความสมจริงของเสียงเพื่อง่ายต่อการประเมิน
1.3	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	
1.4	1	1	1	2	1.00	ใช้ได้	
1.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
1.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
1.7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
2.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
2.2	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้	แยกหัวข้อระหว่างความถูกต้องของภาษาและสามารถสื่อสารได้ชัดเจน
2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	

สรุปผล ค่า IOC ที่ได้ เท่ากับ 0.868

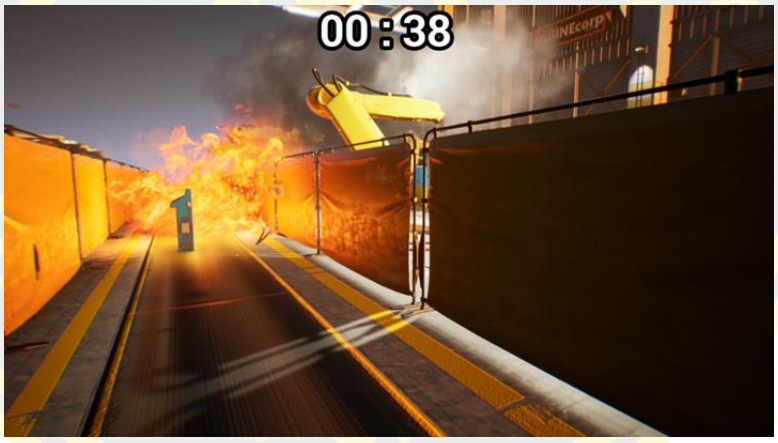
หมายเหตุ ค่า IOC ที่รับได้ ต้องมีค่า 0.50 ขึ้นไป

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ



2. แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

1

แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐หน้าข้อความ ให้ตรงตามความเป็นจริงเกี่ยวกับตัวท่าน

1. เพศ

   ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ (เศษของปี เกิน 6 เดือน นับเป็นอีก 1 ปี)

   ☐ 18 – 23 ปี

   ☐ 24 – 29 ปี

   ☐ 30 – 35 ปี

   ☐ 36 – 41 ปี

3. ลักษณะงานหลักที่ทำ

   ☐ ควบคุมเครื่องจักร

   ☐ หัวหน้างาน

   ☐ ตรวจสอบคุณภาพ

   ☐ งานเอกสาร

   ☐ จัดส่งชิ้นส่วนเข้าไลน์ผลิต

   ☐ ซ่อมบำรุง

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

2. แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล (ต่อ)

4. ประสบการณ์ทำงานในบริษัทแห่งนี้

☐ น้อยกว่า 1 ปี

☐ ระหว่าง 1 – 3 ปี

☐ มากกว่า 3 ปี

5. ความถี่ในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ

☐ ทุกวันต่อสัปดาห์

☐ 3 – 5 วันต่อสัปดาห์

☐ 1 - 2 วันต่อสัปดาห์

☐ ไม่เคยเล่นเลย

6. ความคุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟของโรงงาน

☐ ใช้เส้นทางหนีไฟเป็นเส้นทางหลักในการทำงานเป็นประจำ

☐ ใช้เส้นทางหนีไฟเป็นเส้นทางเฉพาะเดินเข้าออกในพื้นที่ทำงาน

☐ ใช้เฉพาะตอนฝึกซ้อมอพยพหนีไฟประจำปีที่ผ่านมา

☐ ไม่เคยใช้เส้นทางหนีไฟเลย

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการใช้โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือนเพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการใช้โปรแกรม

เทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของพนักงานที่ทดสอบการใช้โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์ประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยที่สุด

รายการ	ระดับความพึงพอใจ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. ด้านโปรแกรม 1.1 โปรแกรมมีความทันสมัย แปลกใหม่						
1.2 ความสวยงามของฉากและภาพต่างๆ						
1.3 ความสมจริงของเสียง						
1.4 การจำลองสถานที่ในคอมพิวเตอร์เสมือนพื้นที่ที่ทำงานอยู่จริง						
1.5 ระบบมีความต่อเนื่อง ไม่กระตุก						
1.6 ระยะทางของเส้นทางอพยพสัมพันธ์กับการก้าวเดิน						

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการใช้โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือนเพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ (ต่อ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1.7 เทคนิคที่นำมาใช้ในการทดสอบ มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อสำหรับฝึกทักษะซ้อมอพยพหนีไฟ						
1.8 หลังจากจบการทดสอบ สามารถนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการอพยพหนีไฟได้หากเกิดไฟไหม้จริงได้อย่างเหมาะสม						
2. ด้านเนื้อหาคู่มือ 2.1 การเรียบเรียงเนื้อหาที่เข้าใจง่าย						
2.2 ความถูกต้องของภาษา						
2.3 สามารถสื่อสารได้ชัดเจน ไม่สับสน						
2.4 ขั้นตอนการใช้งาน มีการอธิบายและภาพประกอบชัดเจน สามารถปฏิบัติตามได้อย่างถูกวิธี						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณในความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน สำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

คู่มือการใช้งาน
USER GUIDE

โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน สำหรับกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY FOR DETERMINING FIRE EVACUATION DRILLS FREQUENCY

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

คำนำ

คู่มือโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือนเล่มนี้ เป็นการแนะนำขั้นตอน กติกาและวิธีการใช้งานของโปรแกรมในการทดสอบระบบผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้ทดสอบได้ฝึกทักษะการอพยพหนีไฟ นำไปสู่การกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

โดยผู้เล่นจะได้ทดสอบระบบ ที่เป็นการจำลองเหตุการณ์เหตุฉุกเฉินไฟไหม้ด้วยกัน 5 สถานการณ์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้นำไปใช้เพื่อฝึกทักษะ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นีนนารา ธนินสิทธางกูร

กรกฎาคม 2565

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

สารบัญ

แนะนำโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน 4

วัตถุประสงค์ 5

ประโยชน์ที่ได้รับ 6

กติกาการทดสอบทักษะ 7

ขั้นตอนการทดสอบ 8

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

แนะนำโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน

โปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือ VR คือ ระบบโปรแกรมที่จำลองสภาพแวดล้อมจริงเข้ามาในคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรม UNREAL ENGINE ในการจำลองแบบพื้นที่การทำงานในโรงงาน เป็นลักษณะเกมดิจิตอลเสมือนจริง (Realism) โดยมุมมองเป็นแบบสายตาผู้เล่นมองเข้าไปในพื้นที่จริง ซึ่งทำให้เสมือนว่าผู้ทดสอบได้เข้าไปอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้น

โดยโปรแกรมนี้ออกแบบขึ้นมาเพื่อให้ผู้เล่น ได้ฝึกทักษะการอพยพหนีไฟตามเส้นทางต่างๆ ตามการจำลองสถานการณ์ขึ้นหลากหลายแบบตามความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในโรงงาน รวมทั้งสิ้น 5 แบบ

4

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

วัตถุประสงค์

ผู้จัดทำได้มีการพัฒนาโปรแกรมการฝึกนี้ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ให้พนักงานได้ฝึกทักษะการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟจากเหตุการณ์ต่างๆ

2. สร้างความตระหนักด้านการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟให้แก่พนักงาน

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ช่วยในการตัดสินใจเลือกเส้นทางสำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟได้อย่างปลอดภัย

2. ฝึกได้บ่อยครั้งตามที่ต้องการซึ่งสามารถลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุในการฝึกซ้อมได้

3. เพิ่มทักษะเพื่อให้ชำนาญเส้นทาง และได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจเลือกเส้นทางในการอพยพหนีไฟในสถาณการณ์ที่หลากหลายได้อย่างปลอดภัย

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

กติกาการฝึก

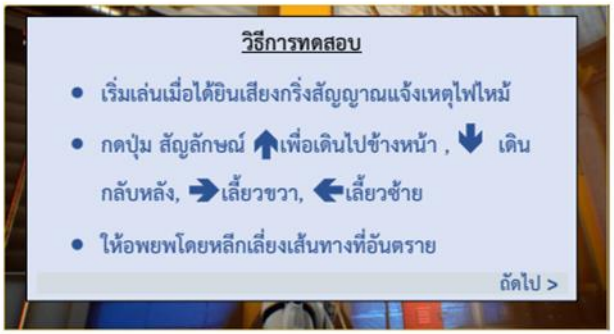
- ผู้เล่น ทำการทดสอบรวมทั้งหมด 5 ด่าน โดยในแต่ละด่านจะมีการจำลองสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป
- ในแต่ละด่าน จะต้องหาเส้นทางที่ใช้ในการอพยพออกนอกอาคารให้สั้นและปลอดภัยที่สุด
- หากผ่านเข้าหาควันไฟ เปลวไฟ หรือส่วนสิ่งของที่พังทลายลงมา ถือว่าการทดสอบยุติ ต้องกลับไปทดสอบด่านนั้นใหม่
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ คอมพิวเตอร์โน๊ตบุคและจอยสติก

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

ขั้นตอนการทดสอบ

1. เข้าสู่หน้าจอเริ่มต้น

2. อธิบายวิธีการทดสอบฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ



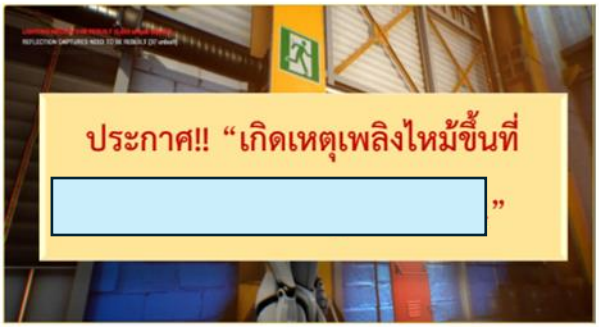
BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

3. หน้าจอจะโชว์ ปุ่มด่าน รวม 5 ด่าน

4. เมื่อกดปุ่มเลือกด่านแล้ว จะมีข้อความว่า “เริ่มต้นด่านที่ 1”

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

5. ระบบจะขึ้นข้อความว่า “เกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นที่.....” และตามด้วยเสียงกริ่งสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้



6. เริ่มเดินอพยพโดยกดปุ่ม สัญลักษณ์ ⬆ เพื่อเดินไป ข้างหน้า , ⬇ เดินกลับหลัง, ➔เลี้ยวขวา, ⬅เลี้ยว ซ้าย โดยมีเวลานับถอยหลังแจ้งเตือนด้านบน

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

7. หากพบเหตุอันตราย ให้หลีกเลี่ยง และใช้เส้นทางอื่นแทน

8. หากเดินผ่านเข้าหาสิ่งที่เป็นอันตราย หรือใช้เวลาที่อพยพจนหมด ระบบจะขึ้นว่า “Game Over” ต้องกลับไปสู่ข้อ 4 เพื่อทดสอบใหม่อีกครั้ง

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

9. เมื่อผ่านออกนอกอาคาร ระบบขึ้นว่า “Completed”

10. ระบบจะนำไปสู่หน้าหลักเพื่อเลือกด่านถัดไป

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

จังหวัดชลบุรี

BUU-IRB Approved
22 ส.ค. 2565

ภาคผนวก ง

ใบรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เลขที่ IRB3-079/2565

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HS 025/2565
โครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟสำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จังหวัดชลบุรี
หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวนีนนารา ธนินสิทธางกูร
หน่วยงานที่สังกัด : นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดภยันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	ฉบับที่ 2 วันที่ 18 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565
2. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย	ฉบับที่ 1 วันที่ 19 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วันที่ 18 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565
4. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 1 วันที่ 19 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565
5. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	ฉบับที่ 1 วันที่ 19 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565
6. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี)	ฉบับที่ - วันที่ - เดือน - พ.ศ. -

วันที่รับรอง : วันที่ 22 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565
วันที่หมดอายุ : วันที่ 22 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2566

ลงนาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิงรมร แย้มประทุม)
ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สำหรับโครงการวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา และระดับปริญญาตรี
ชุดที่ 3 (กลุ่มคลินิก/ วิทยาศาสตร์สุขภาพ/ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

ภาคผนวก จ

ตารางการบันทึกผลการทดสอบฝึกซ้อมอพยพหนไฟ

ตารางที่ 9 บันทึกผลการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของสถานการณ์ที่ 1 และสถานการณ์ที่ 2 จำลองไฟไหม้ ไกลจากเส้นทางอพยพหนีไฟ และจำลองไฟลุกลามไปยังพื้นที่ข้างเคียง

คนที่	สถานการณ์ที่ 1			สถานการณ์ที่ 2		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
1.	160	ใช่	ผ่าน	173	ใช่	ผ่าน
2.	172	ใช่	ผ่าน	197	ใช่	ผ่าน
3.	172	ใช่	ผ่าน	194	ใช่	ผ่าน
4.	170	ใช่	ผ่าน	200	ใช่	ผ่าน
5.	160	ใช่	ผ่าน	173	ใช่	ผ่าน
6.	160	ใช่	ผ่าน	175	ใช่	ผ่าน
7.	116	ใช่	ผ่าน	194	ใช่	ผ่าน
8.	164	ใช่	ผ่าน	175	ใช่	ผ่าน
9.	174	ใช่	ผ่าน	193	ใช่	ผ่าน
10.	160	ใช่	ผ่าน	176	ใช่	ผ่าน
11.	174	ใช่	ผ่าน	197	ใช่	ผ่าน
12.	172	ใช่	ผ่าน	196	ใช่	ผ่าน
13.	171	ใช่	ผ่าน	195	ใช่	ผ่าน
14.	162	ใช่	ผ่าน	182	ใช่	ผ่าน
15.	162	ใช่	ผ่าน	178	ใช่	ผ่าน
16.	164	ใช่	ผ่าน	179	ใช่	ผ่าน
17.	170	ใช่	ผ่าน	194	ใช่	ผ่าน
18.	118	ใช่	ผ่าน	199	ใช่	ผ่าน
19.	176	ใช่	ผ่าน	220	ใช่	ผ่าน
20.	120	ใช่	ผ่าน	204	ใช่	ผ่าน
21.	160	ใช่	ผ่าน	202	ใช่	ผ่าน

ตารางที่ 9 (ต่อ)

คนที่	สถานการณ์ที่ 1			สถานการณ์ที่ 2		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
22.	160	ใช่	ผ่าน	175	ใช่	ผ่าน
23.	167	ใช่	ผ่าน	178	ใช่	ผ่าน
24.	171	ใช่	ผ่าน	195	ใช่	ผ่าน
25.	160	ใช่	ผ่าน	177	ใช่	ผ่าน
26.	191	ใช่	ผ่าน	195	ใช่	ผ่าน
27.	170	ใช่	ผ่าน	222	ใช่	ผ่าน
28.	124	ใช่	ผ่าน	219	ใช่	ผ่าน
29.	172	ใช่	ผ่าน	193	ใช่	ผ่าน
30.	191	ใช่	ผ่าน	209	ใช่	ผ่าน
31.	172	ใช่	ผ่าน	193	ใช่	ผ่าน
32.	172	ใช่	ผ่าน	193	ใช่	ผ่าน
33.	125	ใช่	ผ่าน	216	ใช่	ผ่าน
34.	162	ใช่	ผ่าน	177	ใช่	ผ่าน
35.	170	ใช่	ผ่าน	194	ใช่	ผ่าน
36.	164	ใช่	ผ่าน	173	ใช่	ผ่าน
37.	116	ใช่	ผ่าน	235	ใช่	ผ่าน
38.	170	ใช่	ผ่าน	200	ใช่	ผ่าน
39.	116	ใช่	ผ่าน	238	ใช่	ผ่าน
40.	172	ใช่	ผ่าน	203	ใช่	ผ่าน
41.	124	ใช่	ผ่าน	193	ใช่	ผ่าน
42.	170	ใช่	ผ่าน	201	ใช่	ผ่าน
43.	162	ใช่	ผ่าน	173	ใช่	ผ่าน

ตารางที่ 9 (ต่อ)

คนที่	สถานการณ์ที่ 1			สถานการณ์ที่ 2		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
44.	170	ใช่	ผ่าน	198	ใช่	ผ่าน
45.	170	ใช่	ผ่าน	199	ใช่	ผ่าน
46.	118	ใช่	ผ่าน	195	ใช่	ผ่าน
47.	165	ใช่	ผ่าน	175	ใช่	ผ่าน
48.	174	ใช่	ผ่าน	197	ใช่	ผ่าน
49.	167	ใช่	ผ่าน	178	ใช่	ผ่าน
50.	178	ใช่	ผ่าน	214	ใช่	ผ่าน
51.	122	ใช่	ผ่าน	218	ใช่	ผ่าน
52.	174	ใช่	ผ่าน	205	ใช่	ผ่าน
53.	171	ใช่	ผ่าน	195	ใช่	ผ่าน
54.	163	ใช่	ผ่าน	174	ใช่	ผ่าน
55.	126	ใช่	ผ่าน	194	ใช่	ผ่าน
56.	170	ใช่	ผ่าน	193	ใช่	ผ่าน
57.	174	ใช่	ผ่าน	198	ใช่	ผ่าน
58.	171	ใช่	ผ่าน	200	ใช่	ผ่าน
59.	168	ใช่	ผ่าน	199	ใช่	ผ่าน
60.	165	ใช่	ผ่าน	178	ใช่	ผ่าน
61.	175	ใช่	ผ่าน	197	ใช่	ผ่าน
62.	116	ใช่	ผ่าน	217	ใช่	ผ่าน
63.	162	ใช่	ผ่าน	177	ใช่	ผ่าน
64.	191	ใช่	ผ่าน	198	ใช่	ผ่าน
65.	170	ใช่	ผ่าน	185	ใช่	ผ่าน

ตารางที่ 9 (ต่อ)

คนที่	สถานการณ์ที่ 1			สถานการณ์ที่ 2		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
66.	118	ใช่	ผ่าน	195	ใช่	ผ่าน
67.	118	ใช่	ผ่าน	197	ใช่	ผ่าน
68.	120	ใช่	ผ่าน	211	ใช่	ผ่าน
69.	160	ใช่	ผ่าน	176	ใช่	ผ่าน
70.	162	ใช่	ผ่าน	181	ใช่	ผ่าน
71.	168	ใช่	ผ่าน	179	ใช่	ผ่าน
72.	170	ใช่	ผ่าน	197	ใช่	ผ่าน
73.	172	ใช่	ผ่าน	197	ใช่	ผ่าน
74.	116	ใช่	ผ่าน	198	ใช่	ผ่าน
75.	174	ใช่	ผ่าน	196	ใช่	ผ่าน
76.	117	ใช่	ผ่าน	199	ใช่	ผ่าน
77.	170	ใช่	ผ่าน	193	ใช่	ผ่าน
78.	170	ใช่	ผ่าน	199	ใช่	ผ่าน
79.	162	ใช่	ผ่าน	173	ใช่	ผ่าน
80.	172	ใช่	ผ่าน	196	ใช่	ผ่าน
81.	172	ใช่	ผ่าน	197	ใช่	ผ่าน
82.	124	ใช่	ผ่าน	236	ใช่	ผ่าน
83.	116	ใช่	ผ่าน	202	ใช่	ผ่าน
84.	164	ใช่	ผ่าน	201	ใช่	ผ่าน
85.	170	ใช่	ผ่าน	195	ใช่	ผ่าน

ตารางที่ 10 บันทึกผลการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของสถานการณ์ที่ 3 การจำลองสถานการณ์มีไฟและควันไฟจำนวนมากที่ทางหนีไฟ

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
1.	211	ใช่	ผ่าน						
2.	170	ใช่	ผ่าน						
3.	172	ใช่	ผ่าน						
4.	170	ใช่	ผ่าน						
5.	491	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	244	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	176	ใช่	ผ่าน
6.	233	ใช่	ผ่าน						
7.	116	ใช่	ผ่าน						
8.	490	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	193	ใช่	ผ่าน			
9.	171	ใช่	ผ่าน						
10.	238	ใช่	ผ่าน						
11.	173	ใช่	ผ่าน						
12.	170	ใช่	ผ่าน						
13.	170	ใช่	ผ่าน						
14.	221	ใช่	ผ่าน						
15.	174	ใช่	ผ่าน						
16.	212	ใช่	ผ่าน						
17.	172	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
18.	117	ใช่	ผ่าน						
19.	492	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	243	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	170	ใช่	ผ่าน
20.	119	ใช่	ผ่าน						
21.	196	ใช่	ผ่าน						
22.	233	ใช่	ผ่าน						
23.	199	ใช่	ผ่าน						
24.	172	ใช่	ผ่าน						
25.	542	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	172	ใช่	ผ่าน			
26.	192	ใช่	ผ่าน						
27.	346	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	174	ใช่	ผ่าน			
28.	297	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	214	ใช่	ผ่าน			
29.	172	ใช่	ผ่าน						
30.	176	ใช่	ผ่าน						
31.	172	ใช่	ผ่าน						
32.	174	ใช่	ผ่าน						
33.	198	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
34.	466	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	244	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	176	ใช่	ผ่าน
35.	170	ใช่	ผ่าน						
36.	501	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	289	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	178	ใช่	ผ่าน
37.	116	ใช่	ผ่าน						
38.	170	ใช่	ผ่าน						
39.	116	ใช่	ผ่าน						
40.	173	ใช่	ผ่าน						
41.	175	ใช่	ผ่าน						
42.	172	ใช่	ผ่าน						
43.	179	ใช่	ผ่าน						
44.	177	ใช่	ผ่าน						
45.	118	ใช่	ผ่าน						
46.	172	ใช่	ผ่าน						
47.	119	ใช่	ผ่าน						
48.	173	ใช่	ผ่าน						
49.	233	ใช่	ผ่าน						
50.	177	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
51.	357	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	214	ใช่	ผ่าน			
52.	177	ใช่	ผ่าน						
53.	170	ใช่	ผ่าน						
54.	238	ใช่	ผ่าน						
55.	177	ใช่	ผ่าน						
56.	170	ใช่	ผ่าน						
57.	174	ใช่	ผ่าน						
58.	174	ใช่	ผ่าน						
59.	512	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	170	ใช่	ผ่าน			
60.	199	ใช่	ผ่าน						
61.	174	ใช่	ผ่าน						
62.	117	ใช่	ผ่าน						
63.	321	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	186	ใช่	ผ่าน			
64.	178	ใช่	ผ่าน						
65.	173	ใช่	ผ่าน						
66.	116	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
67.	118	ใช่	ผ่าน						
68.	119	ใช่	ผ่าน						
69.	183	ใช่	ผ่าน						
70.	164	ใช่	ผ่าน						
71.	177	ใช่	ผ่าน						
72.	172	ใช่	ผ่าน						
73.	172	ใช่	ผ่าน						
74.	116	ใช่	ผ่าน						
75.	175	ใช่	ผ่าน						
76.	118	ใช่	ผ่าน						
77.	172	ใช่	ผ่าน						
78.	170	ใช่	ผ่าน						
79.	311	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	179	ใช่	ผ่าน			
80.	171	ใช่	ผ่าน						
81.	173	ใช่	ผ่าน						
82.	122	ใช่	ผ่าน						
83.	116	ใช่	ผ่าน						
84.	179	ใช่	ผ่าน						
85.	170	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 11 บันทึกผลการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟทดสอบของสถานการณ์ที่ 4 การจำลองสถานการณ์ชั้นวางสินค้าถล่ม สิ่งของหล่นกีดขวางทางเดิน

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
1.	178	ใช่	ผ่าน						
2.	44	ใช่	ผ่าน						
3.	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	297	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	199	ใช่	ผ่าน
4.	44	ใช่	ผ่าน						
5.	199	ใช่	ผ่าน						
6.	188	ใช่	ผ่าน						
7.	42	ใช่	ผ่าน						
8.	179	ใช่	ผ่าน						
9.	188	ใช่	ผ่าน						
10.	184	ใช่	ผ่าน						
11.	46	ใช่	ผ่าน						
12.	42	ใช่	ผ่าน						
13.	355	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	179	ใช่	ผ่าน			
14.	193	ใช่	ผ่าน						
15.	178	ใช่	ผ่าน						
16.	56	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
17.	455	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	0	ไม่ใช่ (ควัน)	ไม่ผ่าน	198	ใช่	ผ่าน
18.	49	ใช่	ผ่าน						
19.	233	ใช่	ผ่าน						
20.	345	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	45	ใช่	ผ่าน			
21.	177	ใช่	ผ่าน						
22.	193	ใช่	ผ่าน						
23.	179	ใช่	ผ่าน						
24.	173	ใช่	ผ่าน						
25.	175	ใช่	ผ่าน						
26.	42	ใช่	ผ่าน						
27.	176	ใช่	ผ่าน						
28.	197	ใช่	ผ่าน						
29.	324	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	233	ใช่	ผ่าน			
30.	42	ใช่	ผ่าน						
31.	197	ใช่	ผ่าน						
32.	177	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
33.	344	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	198	ใช่	ผ่าน			
34.	186	ใช่	ผ่าน						
35.	178	ใช่	ผ่าน						
36.	173	ใช่	ผ่าน						
37.	44	ใช่	ผ่าน						
38.	46	ใช่	ผ่าน						
39.	46	ใช่	ผ่าน						
40.	49	ใช่	ผ่าน						
41.	182	ใช่	ผ่าน						
42.	238	ใช่	ผ่าน						
43.	214	ใช่	ผ่าน						
44.	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	176	ใช่	ผ่าน			
45.	44	ใช่	ผ่าน						
46.	175	ใช่	ผ่าน						
47.	177	ใช่	ผ่าน						
48.	43	ใช่	ผ่าน						
49.	179	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
50.	240	ใช่	ผ่าน						
51.	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	264	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	173	ใช่	ผ่าน
52.	52	ใช่	ผ่าน						
53.	214	ใช่	ผ่าน						
54.	182	ใช่	ผ่าน						
55.	234	ใช่	ผ่าน						
56.	222	ใช่	ผ่าน						
57.	379	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	174	ใช่	ผ่าน			
58.	374	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	44	ใช่	ผ่าน			
59.	180	ใช่	ผ่าน						
60.	181	ใช่	ผ่าน						
61.	44	ใช่	ผ่าน						
62.	49	ใช่	ผ่าน						
63.	173	ใช่	ผ่าน						
64.	46	ใช่	ผ่าน						
65.	55	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
66.	42	ใช่	ผ่าน						
67.	43	ใช่	ผ่าน						
68.	43	ใช่	ผ่าน						
69.	173	ใช่	ผ่าน						
70.	63	ใช่	ผ่าน						
71.	240	ใช่	ผ่าน						
72.	44	ใช่	ผ่าน						
73.	212	ใช่	ผ่าน						
74.	55	ใช่	ผ่าน						
75.	357	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	178	ใช่	ผ่าน			
76.	42	ใช่	ผ่าน						
77.	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	477	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	176	ใช่	ผ่าน
78.	45	ใช่	ผ่าน						
79.	174	ใช่	ผ่าน						
80.	194	ใช่	ผ่าน						
81.	46	ใช่	ผ่าน						
82.	297	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ผ่าน	190	ใช่	ผ่าน			

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
83.	42	ใช่	ผ่าน						
84.	189	ใช่	ผ่าน						
85.	178	ใช่	ผ่าน						

หมายเหตุ กรณีประสบเหตุถูกไฟไหม้ ควันไฟ สิ่งของหล่นทับ กำหนดให้ เวลาที่ใช้ทดสอบเป็น 0

ตารางที่ 12 บันทึกผลการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของสถานการณ์ที่ 5 การจำลองสถานารณ์สารเคมีระเบิด ส่งผลให้อาคารบางส่วนพังถล่มลงมา

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
1.	233	ใช่	ผ่าน						
2.	188	ใช่	ผ่าน						
3.	189	ใช่	ผ่าน						
4.	246	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	232	ใช่	ผ่าน			
5.	219	ใช่	ผ่าน						
6.	228	ใช่	ผ่าน						
7.	199	ใช่	ผ่าน						
8.	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	344	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	190	ใช่	ผ่าน
9.	195	ใช่	ผ่าน						
10.	190	ใช่	ผ่าน						
11.	213	ใช่	ผ่าน						
12.	367	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	216	ใช่	ผ่าน
13.	190	ใช่	ผ่าน						
14.	211	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 12 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
15.	240	ใช่	ผ่าน						
16.	203	ใช่	ผ่าน						
17.	189	ใช่	ผ่าน						
18.	341	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	199	ใช่	ผ่าน			
19.	199	ใช่	ผ่าน						
20.	219	ใช่	ผ่าน						
21.	200	ใช่	ผ่าน						
22.	239	ใช่	ผ่าน						
23.	189	ใช่	ผ่าน						
24.	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	188	ใช่	ผ่าน			
25.	192	ใช่	ผ่าน						
26.	451	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	0	ไม่ใช่ (ควัน)	ไม่ผ่าน	192	ใช่	ผ่าน
27.	191	ใช่	ผ่าน						
28.	233	ใช่	ผ่าน						
29.	192	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 12 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
30.	212	ใช่	ผ่าน						
31.	188	ใช่	ผ่าน						
32.	190	ใช่	ผ่าน						
33.	442	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	0	ไม่ใช่ (ควัน)	ไม่ผ่าน	198	ใช่	ผ่าน
34.	188	ใช่	ผ่าน						
35.	199	ใช่	ผ่าน						
36.	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	0	ไม่ใช่ (เปลวไฟ)	ไม่ผ่าน	199	ใช่	ผ่าน
37.	222	ใช่	ผ่าน						
38.	211	ใช่	ผ่าน						
39.	202	ใช่	ผ่าน						
40.	239	ใช่	ผ่าน						
41.	199	ใช่	ผ่าน						
42.	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	198	ใช่	ผ่าน			
43.	0	ไม่ใช่ (ของหล่นทับ)	ไม่ผ่าน	240	ใช่	ผ่าน			

ตารางที่ 12 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
44.	193	ใช่	ผ่าน						
45.	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	221	ใช่	ผ่าน			
46.	194	ใช่	ผ่าน						
47.	188	ใช่	ผ่าน						
48.	196	ใช่	ผ่าน						
49.	346	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	234	ใช่	ผ่าน
50.	197	ใช่	ผ่าน						
51.	197	ใช่	ผ่าน						
52.	238	ใช่	ผ่าน						
53.	197	ใช่	ผ่าน						
54.	278	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	197	ใช่	ผ่าน			
55.	192	ใช่	ผ่าน						
56.	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	188	ใช่	ผ่าน			
57.	194	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 12 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
58.	233	ใช่	ผ่าน						
59.	245	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	197	ใช่	ผ่าน			
60.	189	ใช่	ผ่าน						
61.	231	ใช่	ผ่าน						
62.	237	ใช่	ผ่าน						
63.	240	ใช่	ผ่าน						
64.	200	ใช่	ผ่าน						
65.	221	ใช่	ผ่าน						
66.	231	ใช่	ผ่าน						
67.	446	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	212	ใช่	ผ่าน
68.	197	ใช่	ผ่าน						
69.	344	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	199	ใช่	ผ่าน			
70.	232	ใช่	ผ่าน						
71.	254	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	233	ใช่	ผ่าน			
72.	198	ใช่	ผ่าน						

ตารางที่ 12 (ต่อ)

คนที่	รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล	เวลาที่ใช้ (วินาที)	อพยพอย่างปลอดภัย	ผล
73.	188	ใช่	ผ่าน						
74.	354	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	197	ใช่	ผ่าน			
75.	196	ใช่	ผ่าน						
76.	240	ใช่	ผ่าน						
77.	189	ใช่	ผ่าน						
78.	233	ใช่	ผ่าน						
79.	231	ใช่	ผ่าน						
80.	190	ใช่	ผ่าน						
81.	236	ใช่	ผ่าน						
82.	344	ไม่ใช่ (เกินเวลา)	ไม่ผ่าน	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	189	ใช่	ผ่าน
83.	199	ใช่	ผ่าน						
84.	190	ใช่	ผ่าน						
85.	0	ไม่ใช่ (หล่นทับ)	ไม่ผ่าน	188	ใช่	ผ่าน			

หมายเหตุ กรณีประสบเหตุถูกไฟไหม้ ควันไฟ สิ่งของหล่นทับ กำหนดให้ เวลาที่ใช้ทดสอบเป็น 0

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นีนนารา ธนินสิทธางกูร	
วัน เดือน ปี เกิด	16 กันยายน 2527	
สถานที่เกิด	จังหวัดอุบลราชธานี	
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี	
ตำแหน่งและประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2549	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยวิชาชีพ บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จังหวัดสมุทรปราการ
	พ.ศ. 2550	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยวิชาชีพ บริษัทผลิตเครื่องมือทางการแพทย์ จังหวัดปทุมธานี
	พ.ศ. 2553-ปัจจุบัน	ผู้ช่วยผู้จัดการแผนกความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จังหวัดชลบุรี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2549	วิทยาศาสตรบัณฑิต (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	พ.ศ. 2567	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย) มหาวิทยาลัยบูรพา