# การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อกำหนดความถี่ของการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จังหวัดชลบุรี

นีนนารา ธนินสิทธางกูร*, ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข** และธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์**

Received: September 20, 2023
Revised: October 31, 2023
Accepted: November 11, 2023

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยนำไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในหลากหลายสถานการณ์จำลอง เพื่อศึกษาความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมที่ได้ตามเวลาที่กำหนดและเกิดความปลอดภัย และศึกษาความพึงพอใจของพนักงานฝ่ายผลิตบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี จำนวน 85 คนที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล แบบสอบถามความพึงพอใจ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษาพบว่า ความถี่ที่เหมาะสมในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่สามรอบนั้น สามารถช่วยให้เกิดทักษะในการอพยพที่ปลอดภัยและอยู่ในเวลาที่กำหนด โดยความถี่ในการทดสอบฝึกซ้อมอพยพหนีไฟมากที่สุดเท่ากับสามรอบ โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 88 ผ่านการฝึกซ้อมที่ความถี่หนึ่งรอบ สาเหตุที่ฝึกซ้อมมากกว่าหนึ่งรอบมาจากเวลาที่เกินกำหนดในสถานการณ์ที่ควบคุมไม่ได้ถึงร้อยละ 67 ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน สามารถนำไปใช้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟได้หลากหลายสถานการณ์ ดังนั้นควรสนับสนุนให้มีการเสริมการเรียนรู้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

**คำสำคัญ:** เทคโนโลยีความจริงเสมือน / โปรแกรมคอมพิวเตอร์ / อพยพหนีไฟ / สถานการณ์จำลอง

*__ผู้รับผิดชอบบทความ:__ *นีนนารา ธนินสิทธางกูร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี E-mail: ninnara.thanin@gmail.com*

**นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี*

***Ph.D., ผู้ช่วยศาสตร์จารย์ ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี*

# The Development of Virtual Reality Technology for Determining Fire Evacuation Drills Frequency in The Automotive Parts Manufacturer in Chonburi Province

Ninnara Thaninsitthangkul*, Tanongsak Yingratanasuk** and Teerayut Sa-ngiamsak**

**Abstract**

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.

**Kewords:** Virtual Reality Technology (VR) / Computer Programs / Fire Evacuation / Simulated Situation

*__Corresponding Author:__ *Ninnara Thaninsitthangkul, Faculty of Public Health, Burapha University, E-mail: ninnara.thanin@gmail.com*

**Master degree in Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Burapha University*

***Ph.D. Assistant Professor, Department of Industrial Hygiene and Safety, Faculty of Public Health, Burapha University*

**1. บทนำ**

อัคคีภัย เป็นภัยใกล้ตัวที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิต ทรัพย์สินและระบบเศรษฐกิจโดยรวมของโลกอย่างจำนวนมหาศาล ในปีพ.ศ. 2561 ประเทศไทยติดอันดับของผู้เสียชีวิตจากเพลิงไหม้เป็นอันดับ 32 ของโลก (Brusshlinsky et al., 2020) และข้อมูลสถิติการเกิดอัคคีภัยในประเทศไทย 20 ปีที่ผ่านมา พ.ศ. 2542 - 2562 พบว่ามีอัคคีภัยเกิดขึ้น 46,986 ครั้ง ผู้บาดเจ็บราว 3,775 คนและเสียชีวิตราว 1,639 คน มูลค่าความเสียหายไม่ต่ำกว่า 28,418 ล้านบาท (ศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย, 2563)

การอพยพ ถือเป็นวิธีที่สามารถลดความสูญเสียต่อชีวิตที่สำคัญอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดอัคคีภัยช่วงระยะแรกก่อนลุกลาม ซึ่งเมื่อเกิดเหตุขึ้นต้องมีทักษะการอพยพหนีไฟที่ใช้เวลาน้อยที่สุด (Gwynne et al., 2017) รวมถึงการตัดสินใจในการเลือกเส้นทางอพยพที่ปลอดภัย ดังนั้นจึงควรได้รับการฝึกซ้อมอพยพเป็นประจำทุกปี ตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการฯ (2555) ซึ่งในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งนั้น ได้มีการฝึกซ้อมในแต่ละปีเช่นกัน เป็นรูปแบบสถานการณ์คล้ายเดิมคือเกิดเหตุเพลิงไหม้เฉพาะจุดและลุกลามยังพื้นที่ข้างเคียง ด้วยเหตุนี้หากมีสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปจากเดิมที่เคยฝึกซ้อม จะส่งผลให้พนักงานเกิดความสับสน ลังเลที่จะตัดสินใจเลือกเส้นทางอพยพ เนื่องจากได้รับประสบการณ์ในการฝึกซ้อมไม่พอเพียง ทั้งในด้านที่ต้องแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าหากมีเหตุที่เปลี่ยนแปลงและการตระหนักถึงอันตรายที่เกิดขึ้นจากการลุกลามของอัคคีภัย (Kawai et.al., 2016)

ปัจจุบันเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือ Virtual Reality (VR) เป็นเทคโนโลยีการจำลองภาพที่เสมือนจริงโดยใช้เทคนิคการออกแบบและประมวลผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้ใช้สามารถตอบโต้กับสิ่งแวดล้อมเสมือนจริงจากการใช้อุปกรณ์นำเข้า เช่น แป้นพิมพ์ เมาส์ เป็นต้น (พินันทา ฉัตรวัฒนา, 2563) ซึ่ง VR ได้เริ่มเข้ามาเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในรูปแบบของการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ ต่อมาได้มีการพัฒนาในแขนงต่างๆ มากขึ้น เช่น ด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม การศึกษา การแพทย์ ฯลฯ รวมถึงความปลอดภัยในชีวิตประจำวัน เช่น การฝึกขับรถ ในต่างประเทศมีการพัฒนาเพื่อฝึกรับมือในสถานการณ์อันตรายต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นภัยธรรมชาติ เช่น พายุและแผ่นดินไหวจนไปถึงการก่อการร้าย (พินันทา ฉัตรวัฒนา, 2563) ในเชิงภาคอุตสาหกรรมด้านความปลอดภัยนั้นมีการประยุกต์ใช้ฝึกอบรมที่ต้องฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญเฉพาะด้าน เช่น การฝึกปฏิบัติงานกับเครื่องจักรที่มีความเป็นอันตรายสูง การทำงานกับไฟฟ้า การขับขี่รถหรือเครื่องบิน การใช้ถังดับเพลิง เป็นต้น ส่วนการนำมาประยุกต์ใช้ในการฝึกทักษะด้านการอพยพหนีไฟนั้น พบว่าจากการทบทวนวรรณกรรมยังมีไม่มากนักทั้งในและต่างประเทศ

จากข้อมูลที่กล่าวมา ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยี VR เข้ามาประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้ฝึกซ้อมได้มีกระบวนการทางความคิดที่จะตระหนักถึงอันตรายที่เกิดขึ้นจากการลุกลามของอัคคีภัยและแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ นำมาสู่การตัดสินใจเลือกเส้นทางอพยพหนีไฟอย่างปลอดภัย นอกจากนั้นยังสามารถลดเวลาหากมีการฝึกซ้อมเพิ่มเติมในสถานการณ์ที่หลากหลาย และประหยัดค่าใช้จ่ายในการเตรียมอุปกรณ์ รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุในการฝึกซ้อมจริงได้

**2. วัตถุประสงค์การวิจัย**

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือ Virtual Reality ที่ใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

2.2 เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับทักษะการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟของแต่ละสถานการณ์จำลองในรูปแบบเทคโนโลยีความจริงเสมือนและความถี่ที่ฝึกซ้อมที่ได้ตามเวลาที่กำหนดและเกิดความปลอดภัย

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของพนักงานฝ่ายผลิตบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี ที่มีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

**3. วิธีดำเนินการวิจัย**

**3.1 รูปแบบการวิจัย** เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยการออกแบบและสร้างเทคโนยีความจริงเสมือนเพื่อนำมาใช้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

**3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง** คือ พนักงานฝ่ายผลิตของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งจังหวัดชลบุรี จำนวน 558 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยการจับฉลากรหัสพนักงานในแต่ละแผนกของฝ่ายผลิตตามสัดส่วน จำนวน 85 คน โดยใช้สูตรคำนวนทาโร่ยามาเน่ ที่ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 10%

**3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** ได้แก่

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

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

3.3.3 โน๊ตบุคสำหรับใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟเป็นโน๊ตบุค 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

3.3.4 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

3.3.5 แบบสอบถามความพึงพอใจมีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านรูปแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

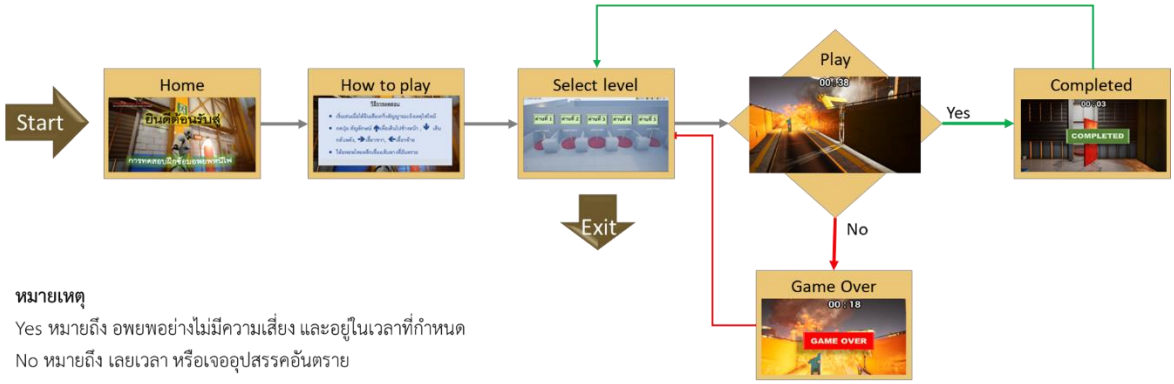
**3.4 การหาคุณภาพของเครื่องมือ** โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ท่าน และด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ด้วยความตรงเชิงการออกแบบโปรแกรมความจริงเสมือน และความตรงเชิงเนื้อหาความเหมาะสมของภาษาที่นำไปใช้ของแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลและแบบสอบถามความพึงพอใจฯ พบว่ามีความเหมาะสม ซึ่งค่า IOC เท่ากับ 0.902, 0.763 และ 0.868 ตามลำดับ โดยได้นำคำแนะนำมาปรับแก้เรียบร้อยแล้ว และนำไปทดลองใช้งานกับพนักงานกลุ่มอื่นที่มีลักษณะงานใกล้เคียงกัน จำนวน 20 คน เพื่อทดสอบและตรวจสอบความเสถียรของระบบโปรแกรมและความน่าเชื่อถือ และปรับปรุงระบบก่อนนำไปใช้จริง

**3.5 จริยธรรมการวิจัย** ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา หมายเลขใบรับรองที่ IRB3-079/2565 วันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2565

**3.6 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือและรวบรวมข้อมูล** มีขั้นตอนการดำเนินงาน 4 ระยะ ดังนี้

**ระยะที่ 1 การเตรียมการ** ศึกษาข้อมูลองค์รวมเพื่อใช้ประกอบในการวิจัยทั้งหมด ทั้งในส่วนของการศึกษาเอกสารตำราบทความ ศึกษาแบบโครงสร้างอาคารและสิ่งของต่างๆ สำรวจเส้นทางที่ใช้อพยพโดยเทียบกับขนาดพื้นที่จริง ประเมินความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดเหตุอัคคีภัย รวมถึงศึกษาการสร้างและออกแบบโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR)

**ระยะที่ 2 การออกแบบโปรแกรม** โดยได้ออกแบบในลักษณะรูปแบบเกม ซึ่งสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยพรพงษ์ (2548) กล่าวว่าการออกแบบถือเป็นขั้นตอนการวางแบบแผนของเกมซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาเกม โดยมีเงื่อนไขการออกแบบว่าจะต้องอพยพหนีไฟจากเหตุเพลิงไหม้ในพื้นที่การทำงานเพื่อหาทางออกที่ปลอดภัยและอยู่ในเวลาที่กำหนด ตามภาพที่ 1




**ภาพที่ 1 แบบขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ**

**ระยะที่ 3 การสร้างโปรแกรมความจริงเสมือนและเครื่องมือต่างๆ** โดยได้เลือกใช้โปรแกรม Unreal Engine มาใช้ในการสร้างแบบจำลองสามมิติตามภาพที่ 2 และ 3 และการจัดทำแบบสอบถาม




**ภาพที่ 2-3 หน้าต่างภาพรวมของการออกแบบในโปรแกรม Unreal Engine และไดอะแกรม**

**ระยะที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล** โดยได้นำโครงการนำเสนอผู้บริหารของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี นำโปรแกรมมาทดสอบกับพนักงานจำนวน 20 คน ปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นเชิญกลุ่มตัวอย่างเข้ารับฟังคำชี้แจงโครงการ การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟผ่านโปรแกรมเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยทำการทดสอบทีละหนึ่งคน ตามภาพที่ 4 และ 5 แล้วนำข้อมูลวิเคราะห์และประมวลผล ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน




**ภาพที่ 4-5 การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟโดยใช้คอมพิวเตอร์**

## 4. ผลการวิจัย

### 4.1 ผลการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนและการนำไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

พบว่าสามารถสร้างสภาพแวดล้อมได้เสมือนจริง ซึ่งกำหนดเป็นสื่อการเรียนรู้แบบความจริงเสมือนประเภทระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (Non-immersive Virtual Reality) โดยจะใช้จอภาพคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงโลกเสมือนจริง การรับสัมผัสโดยการใช้ประสาทสัมผัสทางตาดูภาพผ่านจอมอนิเตอร์ และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยมือบังคับจากคีย์บอร์ดและเมาส์ โดยกำหนดมุมมองการมองเห็นเป็นแบบ 3 มิติ สำหรับการออกแบบโครงสร้างภายในอาคาร มุมมองของผู้เล่นเห็นภาพแบบการมองผ่านสายตาตนเอง หันมองซ้ายขวาหน้าหลัง เดินหน้าถอยหลังเลี้ยวได้ โทนภาพ สีสัน เสียง แสงและเงาคล้ายเหตุเกิดเพลิงไหม้ กำหนดให้มีการเคลื่อนไหวของสิ่งของอุปกรณ์ต่างๆ เพลิงไหม้ เปลวไฟ ควัน การระเบิด สิ่งของหล่นกระจาย มีการทำงานได้ดีและมีความเสถียรในคอมพิวเตอร์ที่เป็นสเปกสำหรับใช้ในการเล่นเกมโดยเฉพาะ พบว่าสามารถนำเอาสถานการณ์จำลองรูปแบบต่างๆมาประยุกต์ใช้เข้ากับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟได้จริง ผู้ที่ฝึกซ้อมมีความพึงพอใจและรู้สึกถึงความเสมือนจริง ทั้ง 5 แบบของการจำลองสถานการณ์ ตามภาพที่ 6 ซึ่งแต่ละสถานการณ์นั้นได้มาจากผลการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงของกระบวนผลิตของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี




**ภาพที่ 6 แผนผังและการจำลองสถานการณ์ต่างๆที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ**

**4.2 ผลการศึกษาความรู้เกี่ยวกับทักษะการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในรูปแบบความจริงเสมือนและความถี่ที่ใช้** หลังจากการฝึกซ้อมแล้วเสร็จ ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

***4.2.1 วิเคราะห์ลักษณะข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง*** พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่ เพศชายร้อยละ 65 มีอายุระหว่าง 30-35 ปี ร้อยละ 65 ลักษณะงานหลักที่ทำคือควบคุมเครื่องจักรร้อยละ 59 มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 3 ปี ร้อยละ 96 ความถี่ในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือทุกวันต่อสัปดาห์ ร้อยละ 28 (ไม่เคยเล่นเลย ร้อยละ 24) และความคุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟของโรงงาน ใช้เส้นทางหนีไฟเป็นเส้นทางหลักในการทำงานเป็นประจำ ร้อยละ 53 (ไม่เคยใช้เส้นทางหนีไฟเลย ร้อยละ 0) ตามตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง (n=85)**

| ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง | 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 | 17 |
| ซ่อมบำรุง | 1 | 1 |
| **ประสบการณ์ทำงาน (ปี)** | | |
| น้อยกว่า 1 | 2 | 2 |
| 1-3 | 3 | 4 |
| มากกว่า 3 | 80 | 94 |
| $\bar{x}$=8.40, S.D.=2.98, Min=0.5, Max=14 | | |
| **ความถี่ในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ (วัน/สัปดาห์)** | | |
| ทุกวัน | 24 | 28 |
| 3 – 5 | 19 | 22 |
| 1 – 2 | 22 | 26 |
| ไม่เคยเล่นเลย | 20 | 24 |

**ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง (n=85) (ต่อ)**

| ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **ความคุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟของโรงงาน** | | |
| ใช้เส้นทางหนีไฟเป็นเส้นทางหลักในการทำงานเป็นประจำ | 45 | 53 |
| ใช้เส้นทางหนีไฟเป็นเส้นทางเฉพาะเดินเข้าออกในพื้นที่ทำงาน | 31 | 36 |
| ใช้เฉพาะตอนฝึกซ้อมอพยพหนีไฟประจาปีที่ผ่านมา | 9 | 11 |
| ไม่เคยใช้เส้นทางหนีไฟเลย | 0 | 0 |

***4.2.2 ผลจากการทดสอบที่ได้จำนวนรอบความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ*** พบว่าจำนวนครั้งความถี่ที่ผู้ทดสอบใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่ผ่านตามเกณฑ์มีตั้งแต่ 1 ถึง 3 รอบต่อหนึ่งสถานการณ์จำลอง โดยเกณฑ์การผ่านคือสามารถอพยพออกไปได้โดยปลอดภัยและใช้เวลาไม่เกินที่กำหนด ซึ่งส่วนใหญ่ผู้ฝึกซ้อมสามารถผ่านการฝึกที่หนึ่งรอบ ร้อยละ 88 ซึ่งสถานการณ์ที่ 1 - 2 ใช้ความถี่ในการทดสอบเพียงรอบเดียวที่ร้อยละ 100 ตามตารางที่ 2

**ตารางที่ 2 จำนวนรอบความถี่ที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่ผ่านการทดสอบ (n=85)**

| รอบความถี่ที่ผ่านการทดสอบ | จำนวนผู้ที่ฝึกซ้อมในสถานการณ์ที่ | | | | | 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** |

***4.2.3 ผลการฝึกซ้อมที่ไม่ผ่าน*** มีจำนวนรวม 61 ครั้ง จากการทดสอบทั้งหมด 425 ครั้ง พบว่าส่วนใหญ่มาจากการฝึกซ้อมเกินเวลาที่กำหนด ร้อยละ 67 ซึ่งสถานการณ์ที่พบว่าไม่ผ่านในรอบความถี่แรกคือสถานการณ์ที่ 3 - 5 ตามตารางที่ 3

**ตารางที่ 3 จำนวนสาเหตุที่ไม่ผ่านในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ**

| สาเหตุการฝึกซ้อมไม่ผ่าน | จำนวนครั้งที่ฝึกซ้อมผ่านในสถานการณ์ที่ | | | | | 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** |

***4.2.4 เวลาที่ใช้ในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ*** โดยทำการรวบรวมข้อมูลทั้งในส่วนที่ผ่านและไม่ผ่านการฝึกซ้อม และมีการจับเวลาที่หน้าจอเพื่อให้ทราบสถานะของเวลาที่ใช้อพยพจริง พบว่าเวลาที่ใช้น้อยที่สุดทุกสถานการณ์ใกล้เคียงกับเวลาที่กำหนดไว้เทียบจากการเดินในเส้นทางอพยพพื้นที่จริง เวลาที่มากที่สุดของสถานการณ์ที่ 3-5 พบว่าเกินเวลาที่ทางบริษัทได้กำหนดเอาไว้ที่ 240 วินาทีหรือ 4 นาที ตามแผนอพยพหนีไฟของบริษัท ปีพ.ศ. 2565 รวมถึงเกินกว่าที่ทางกฎกระทรวงฯ (2555) กำหนดที่ 300 วินาทีหรือ 5 นาที เวลาเฉลี่ยทั้งหมดในแต่ละสถานการณ์ ไม่เกินเวลาที่บริษัทกำหนดเอาไว้ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าสถานการณ์ที่ 4 มีค่ามากที่สุด ตามตารางที่ 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 |

**4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ**

จากการศึกษาพบว่า ภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด (Mean 4.66±0.58) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ความพึงพอใจมากที่สุดอันดับแรกมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คือ เทคนิคที่นำมาใช้ทดสอบมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อสำหรับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ และหลังจากจบการทดสอบสามารถนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการอพยพหนีไฟได้หากเกิดไฟไหม้จริงได้อย่างเหมาะสม ตามตารางที่ 5

**ตารางที่ 5 ผลความพึงพอใจของผู้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน (n=85)**

| ความพึงพอใจ | $\bar{X}$ | *S.D.* | ระดับ |
|---|---|---|---|
| **1. ด้านโปรแกรม** | | | |
| 1.1 โปรแกรมมีความทันสมัย แปลกใหม่ | 4.98 | 0.152 | มากที่สุด |
| 1.2 ความสวยงามของฉากและภาพต่างๆ | 4.82 | 0.489 | มากที่สุด |
| 1.3 ความสมจริงของเสียง | 4.06 | 0.387 | มาก |
| 1.4 การจำลองสถานที่ในคอมพิวเตอร์เสมือนพื้นที่ที่ทำงาน | 4.98 | 0.152 | มากที่สุด |
| 1.5 ระบบมีความต่อเนื่อง ไม่กระตุก | 3.99 | 0.660 | มาก |
| 1.6 ระยะทางของเส้นทางอพยพสัมพันธ์กับการก้าวเดิน | 4.67 | 0.602 | มากที่สุด |
| 1.7 เทคนิคที่นำมาใช้ในการทดสอบ มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อสำหรับฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ | 5.00 | 0.000 | มากที่สุด |
| 1.8 หลังจากจบการทดสอบ สามารถนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการอพยพหนีไฟได้หากเกิดไฟไหม้จริงได้อย่างเหมาะสม | 5.00 | 0.000 | มากที่สุด |

**ตารางที่ 5 ผลความพึงพอใจของผู้ฝึกซ้อมอพยพหนีไฟด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน (n=85) (ต่อ)**

| ความพึงพอใจ | $\bar{X}$ | *S.D.* | ระดับ |
|---|---|---|---|
| **2. ด้านเนื้อหาคู่มือ** | | | |
| 2.1 การเรียบเรียงเนื้อหาที่เข้าใจง่าย | 4.78 | 0.494 | มากที่สุด |
| 2.2 ความถูกต้องของภาษา | 4.95 | 0.212 | มากที่สุด |
| 2.3 สามารถสื่อสารได้ชัดเจน ไม่สับสน | 4.06 | 0.657 | มาก |
| 2.4 ขั้นตอนการใช้งาน มีการอธิบายและภาพประกอบชัดเจน สามารถปฏิบัติตามได้อย่างถูกวิธี | 4.62 | 0.553 | มากที่สุด |
| **สรุปภาพรวม** | **4.66** | **0.577** | **มากที่สุด** |

## 5. อภิปรายผล

### 5.1 การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนและการนำไปใช้ร่วมกับการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ

ในการออกแบบและสร้างสภาพแวดล้อมแบบสามมิติ เลือกใช้โปรแกรม Unreal Engine เนื่องจากลักษณะภาพที่ได้มีความเสมือนจริงและมีเครื่องมือให้เลือกมากมายเป็นที่นิยมสำหรับนักพัฒนาโปรแกรม ผู้เล่นจึงรู้สึกถึงความเสมือนจริงของพื้นที่ผ่านจอคอมพิวเตอร์ในระดับที่น่าพึงพอใจ ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบรูปร่างและสัดส่วนของโครงสร้างอาคาร เส้นทางอพยพหนีไฟ ที่อ้างอิงตามแบบแปลนอาคารโรงงานจริง การออกแบบฉากคล้ายกับการเกิดเหตุเพลิงไหม้จริง ทั้งโทนภาพ เสียง แสงและเงา การเคลื่อนไหวต่างๆ เช่น เปลวไฟ ควัน สิ่งของหล่นกระจาย การพังทลายของอาคาร การออกแบบผู้เล่นที่มีมุมมองการมองเห็นอยู่ระดับเดียวกับระดับสายตา สามารถหันมองได้ 360 องศา รวมถึงการเคลื่อนไหวที่สามารถเดินหน้าหรือถอยหลัง โดยระยะการก้าวเดินใกล้เคียงกับพื้นที่หน้างานจริงไม่ได้แยกเพศชายหญิง เนื่องจากความเร็วในการเดินของพนักงานทั้งสองเพศในวัยทำงานนั้นไม่แตกต่างกัน (ธนา น้อยเรือน, 2560)

ในการนำไปใช้ร่วมกับการซ้อมอพยพหนีไฟ พบว่าสามารถออกแบบโปรแกรมมาประยุกต์ใช้กับเทคนิคการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟได้จริงที่ไม่จำกัดรูปแบบของสถานการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับศิระ ประเสริฐศักดิ์ (2559) โดยได้มีการนำเอาหลักการของ Gamification ที่ใช้ออกแบบเกมเป็นสื่อในการเรียนรู้ (Catal et al., 2019; Alessi & Trollip, 1991) โดยการใช้สื่อการเรียนรู้ในลักษณะเกมมิฟิเคชั่น (Gamification) ถือเป็นกลยุทธ์การสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้แนวใหม่ในยุคดิจิทัลที่จะเกิดประสิทธิภาพอย่างเห็นได้ชัด เป็นแรงจูงใจที่ดียิ่งสำหรับการกระตุ้นให้ผู้ฝึกซ้อมต้องการที่จะเรียนรู้ รวมถึงทฤษฎี Maslow's hierarchy of needs หรือทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการ (Olivia, 2023) มาใช้ในการออกแบบสถานการณ์จำลองการเกิดเหตุเพลิงไหม้ที่หลากหลาย รวมถึงเทคนิคเงื่อนไขของการฝึกซ้อม ซึ่งสามารถช่วยในการออกแบบการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟให้กับพนักงานบริษัทที่ได้ตามลำดับขั้นของความต้องการมากที่สุด

ในส่วนการกำหนดสถานที่เกิดเหตุ แหล่งกำเนิดและความรุนแรงที่เกิดขึ้นของแต่ละสถานการณ์นั้นได้ออกแบบโดยอ้างอิงจากผลการประเมินความเสี่ยงของพื้นที่การทำงานจริง ตามระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมฯ (2543) เพื่อจำลองสถานการณ์ออกมาให้เป็นไปตามพื้นฐานความเป็นไปได้จริงที่อาจจะเกิดเหตุขึ้นได้มากที่สุด นอกจากนั้นยังสามารถนำการออกแบบสถานการณ์จำลองที่ผ่านการทดสอบในโปรแกรมความจริงเสมือนมาแล้วมาประยุกต์ใช้ในหน้างานจริงทำให้การฝึกซ้อมจริงประจำปีนั้นมีความหลากหลาย สอดคล้องกับฉัตรลดา สุนทรนนท์ (2549) กล่าวว่าทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบค้นพบและยังช่วยฝึกในเรื่องของการตัดสินใจในการกระทำที่บางครั้งอาจเสี่ยงต่ออันตรายที่มีอยู่ในโลกจริง

**5.2 การศึกษาความรู้การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในรูปแบบความจริงเสมือนและความถี่ที่ใช้**

จากผลการฝึกของผู้ฝึกซ้อมที่คุ้นเคยในเส้นทางหนีไฟทุกคน พบว่าจำนวนรอบความถี่ที่ฝึกซ้อมผ่านครบทุกคน คือสามารถอพยพออกไปได้โดยปลอดภัย ตามแผนอพยพของบริษัทและกฎกระทรวงฯ (2555) กำหนด คือ ไม่เกิน 4 และ 5 นาที ตามลำดับ คือความถี่ในการฝึกซ้อมที่ 3 รอบ โดยสามารถนำผลการศึกษาความถี่นี้ไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดเป็นเกณฑ์ความถี่เริ่มต้นของการฝึกซ้อมโปรแกรมความจริงเสมือน ซึ่งตรงกับสมมุติฐานที่ว่า การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนในแต่ละสถานการณ์จำลอง สามารถทำได้ตามเวลาที่กำหนด แสดงว่าภาพรวมเวลาที่ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ความจริงเสมือนในการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่เทียบเคียงกับหน้างานจริงได้ โดยผลของสถานการณ์ที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับร้อยละ 100 เนื่องจากเป็นสถานการณ์พื้นฐานทั่วไปสอดคล้องกับการฝึกซ้อมหน้างานจริงประจำปี แปลว่าการที่ฝึกซ้อมอย่างน้อยหนึ่งครั้งต่อปีในสถานการณ์ทั่วไปตามที่กฎกระทรวงฯ (2555) กำหนดจึงมีความเพียงพอ แต่ในสถานการณ์ที่ 3 ถึง 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีสิ่งที่ควบคุมไม่ได้เพิ่มเติมขึ้นมา ผลที่ออกมาพบว่ามีการฝึกซ้อมที่ความถี่มากกว่าหนึ่งรอบ

จากการสังเกตและวิเคราะห์สาเหตุที่ฝึกทักษะไม่ผ่าน พบว่าเกิดจากความตื่นตระหนกกับสถานการณ์ที่อยู่ตรงหน้า ไม่คาดคิดมาก่อนว่าจะเจอ เกิดการลังเลที่จะเลือกเส้นทางเลี่ยงอื่นที่ปลอดภัยหรือตัดสินใจผิดพลาดจากที่ไม่มีประสบการณ์ในการเลือกใช้เส้นทางอื่นที่ไม่ใช่เส้นทางในการฝึกซ้อมจริงประจำปี ทำให้ต้องใช้เวลานานขึ้นในการอพยพหนีไฟ หรือการตัดสินใจที่ผิดพลาดเมื่อพบไฟไหม้ชั้นวางคิดว่าไม่มีเหตุตามมา จึงตัดสินใจที่จะใช้ทางเดินดังกล่าวซึ่งพบในสถานการณ์ที่ 4 จึงทำให้มีค่า S.D. มากที่สุดในทุกสถานการณ์ หรือมีการฝ่ากลุ่มควันดำที่มีความร้อนสูงและเปลวเพลิง เนื่องจากเห็นว่าใกล้จะหมดเวลา เพราะเชื่อว่าเอาชีวิตรอดก่อน ถึงแม้ว่าจะมีอาการบาดเจ็บตามมาก็ตาม จากผลการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์ ถึงแม้ว่ามีไม่มาก แต่ถ้ามีการจัดการทบทวนความรู้อย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะในสถานการณ์ที่คาดไม่ถึงก็จะช่วยทำให้พนักงานได้มีการตัดสินใจเลือกเส้นทางที่มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น และเกิดความชำนาญในเส้นทางอพยพ (นุชจรี อุทจิตร์, 2562; ทิศนา แขมมณี, 2552)

**5.3 ความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน**

หลังจากที่ฝึกซ้อมเสร็จสิ้น ผลการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับที่มากที่สุด เนื่องจากเป็นสื่อการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ เกิดความตื่นเต้นเร้าใจในขณะฝึกซ้อม ที่สามารถดึงความสนใจและต้องการที่จะเรียนรู้จากผู้ฝึกซ้อมได้ (ณัฏฐา ผิวมา และปริศนา มัชฌิมา, 2561) จึงทำให้เป็นที่น่าสนใจและสนุกกับการฝึกซ้อมคล้ายกับการเล่นเกมที่เสมือนจริง

จากผลความพึงพอใจต่อโปรแกรมนี้ ในอนาคตทางผู้วิจัยมีแนวทางจะนำไปใช้เพื่อให้เกิดความดึงดูดที่สนใจในการฝึกซ้อม โดยนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้ที่ทำหน้าที่หลักในการซ้อมแผนอพยพหนีไฟประจำปี เช่น ผู้นำทีมอพยพ ทีมค้นหาและปฐมพยาบาล ทีมดับเพลิงหรืออื่นๆที่เกี่ยวข้อง รวมถึงนำมาใช้สำหรับพนักงานเข้าใหม่เพื่อให้มีทักษะการเรียนรู้ก่อนที่จะมีการซ้อมแผนอพยพจริงเพื่อให้เกิดความปลอดภัยตั้งแต่วันแรกที่เข้ามาทำงานในบริษัท

**6. ข้อเสนอแนะ**

**6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้**

6.1.1 สำหรับเพื่อใช้ในการฝึกซ้อมเสริมเพิ่มจากที่กฎหมายกำหนด เพื่อเพิ่มทักษะในการฝึกซ้อมอพยพนีไฟ สามารถนำเป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมที่สอดคล้องกับสถานที่ทำงานของตนเอง โดยกำหนดมาตรฐานความถี่สำหรับการฝึกซ้อมของแต่ละคนที่สามรอบต่อหนึ่งสถานการณ์

6.1.2 ในกรณีที่นำมาสร้างในรูปแบบเกม สามารถนำมาตรฐานความถี่ที่ 3 รอบมากำหนดเป็นกติกาในการเล่นเกมได้ เช่น สร้างเป็นตัวเลขสาม กรณีที่ฝึกไม่ผ่านเลขจะลดลงทีละหนึ่งจนถึงศูนย์ หรือใช้สัญลักษณ์รูปหัวใจ 3 ดวงแทนความถี่ กรณีที่ไม่ผ่านหัวใจจะหายไปทีละดวงจนถึงศูนย์ และหากเลขหรือหัวใจยังคงเหลือสามารถออกแบบให้เป็นการสะสมแต้มเพื่อนับคะแนนได้ (Mitsuhara et al., 2017)

**6.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป**

6.2.1 เนื่องจากโปรแกรมออกแบบให้ฝึกซ้อมได้ทีละคน โดยที่ไม่ได้นำปัจจัยของจำนวนคนกลุ่มใหญ่
ที่ต้องเข้าร่วมอพยพด้วย ซึ่งจะมีผลต่อการใช้เวลาที่เพิ่มขึ้นตามมา ดังนั้นเพื่อความสมจริงในอนาคตควรมีการออกแบบโปรแกรมที่มีกลุ่มคนจำนวนมากเข้าร่วมในการอพยพด้วย เช่น การออกแบบโปรแกรม Application ที่สามารถใช้ได้ในโทรศัพท์มือถือ ที่ทุกคนสามารถเข้ามาอยู่ในสถานที่โลกเสมือนจริงได้พร้อมกันทุกคน และร่วมฝึกซ้อมอพยพหนีไฟพร้อมกันได้

6.2.2 เพื่อการฝึกซ้อมนั้นมีความเสมือนจริงมากที่สุด ควรนำปัจจัยที่ผู้เล่นสัมผัสจริงไม่ได้จากสถานการณ์จำลองแต่มีอยู่ในเหตุการณ์จริง เช่น ความร้อนจากเพลิงไหม้ ความเหนื่อยล้าจากการเดิน ซึ่งเป็นส่วนที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเส้นทาง โดยการนำมาออกแบบให้เสมือนร่างกายได้รับผลกระทบไปด้วย เช่น การออกแบบแท่งพลังชีวิต หากระยะก้าวเดินมากเกินไป หรืออยู่ใกล้เปลวไฟหรือควันไฟมากเกินไปจะทำให้แท่งพลังชีวิตลดลงเรื่อยๆ จนเกมแพ้

**6.3 ข้อจำกัด**

ในการสร้างสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงของสถานที่นั้นๆ บางพื้นที่ถูกจำกัดไม่สามารถเผยแพร่ได้ เนื่องจากเป็นข้อมูลความลับอาจจะมีผลกระทบในเชิงธุรกิจ จึงทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมบางอย่างที่อยู่ในพื้นที่ ทำให้บางพื้นที่แตกต่างจากหน้างานจริง

## 7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา และขอขอบคุณคณะผู้บริหารบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ อาจารย์ที่ปรึกษาทุกท่านที่เสนอแนะแนวทางในการจัดทำงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## 8. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงมหาดไทย, กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2565, 3 กุมภาพันธ์). สถิติภัยย้อนหลัง. Minisite ศูนย์ข้อมูลสาธารณภัย, http://110.78.23.203/inner.datacenter-5.289/cms/menu_8676/,

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555. (2556, 9 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 130 ตอนที่ 2 ก. หน้า 24-314.

ฉัตรลดา สุนทรนนท์. (2549). *ผลของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการเรียนต่างกัน* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฏฐา ผิวมา และปริศนา มัชฌิมา. (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร. *วารสารปาริชาต, 31*(1), 241-262.

ทิศนา แขมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนา น้อยเรือน. (2560). *การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการวิเคราะห์การอพยพผู้โดยสารบริเวณสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินในประเทศไทย* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.

นุชจรี อุทจิตร์. (2562). *ผลของการฝึกเล่นเกมคอมพิวเตอร์กระตุ้นสมอง เพื่อเพิ่มความจำขณะคิดด้านมิติสัมพันธ์และความจำเหตุการณ์ในผู้สูงอายุ* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.

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

ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารการจัดการความเสี่ยง พ.ศ.2543. (2544, 20 มิถุนายน). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 118 ตอนพิเศษ 58 ง. หน้า 28-55.

ศิระ ประเสริฐศักดิ์. (2559). *การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลองร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยใช้การจัดการเรียบรู้แบบค้นพบ เรื่องลัทธิทางศิลปะสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยพรพงษ์ และสุธี พงศาสกุลชัย. (2548). *คัมภีร์การออกแบบและพัฒนาเกมส์ด้วย Flash MX 2004*. เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (1991). *Computer-Based Instruction: Methods and Development.* Englewood Cliffs. Prentice.

Brusshlinsky, N. N., Ahrens, M., Sokolov, S. V., & Wagner, P. (2020). *Center of fire statistics.* CTIF, https://ctif.org/sites/default/files/2020-11/CTIF_Report25_Persian-Edition-2020.pdf.

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

Gwynne, S. M. V., & Boyce, K. E. (2016). *Engineering Data. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (5th ed.). Springer.

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. https://doi.org/10.1108/ITSE-01-2016-0001.

Mitsuhara, H., Tamimura, C., Nemoto, J., & Shishibori, M. (2018). *Why Don't You Evacuate Speedily? Augmented Reality-based Evacuee Visualisation in ICT-based Evacuation Drill*. IEEE, 893-899. https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615405

Olivia G. E. (2023, 24 November). *Maslow's Hierarchy of Needs*. SimplyPsychology, https://www.simplypsychology.org/maslow.html.