

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง แนวทางการประเมินและออกแบบปรับปรุงอาคาร เพื่อเพิ่มความปลอดภัยจากอัคคีภัย: กรณีศึกษาอาคารชุมนุม มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ ได้แก่ 1) ศึกษาการออกแบบงานสถาปัตยกรรมของอาคารชุมนุมคนขนาดใหญ่ เพื่อเปรียบเทียบการออกแบบอาคารชุมนุมในบริบทของประเทศไทย 2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยจากอัคคีภัยของอาคารภายหลังการปรับปรุงองค์ประกอบในส่วนของการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยพิจารณาในลักษณะเชิงพฤติกรรม และ 3) เสนอแนวทางการปรับปรุงและวางหลักเกณฑ์ เพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับการปรับปรุง และจัดตั้งอาคารชุมนุมคนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง โดยอาคารชุมนุมที่เลือกนำมาศึกษาเป็นอาคารศูนย์จัดแสดงสินค้าและนิทรรศการ ศูนย์การประชุม รวมจำนวนทั้งสิ้น 8 รูปแบบ ซึ่งมีลักษณะเป็นห้องโถงโล่งเพื่อใช้การจัดกิจกรรมที่แตกต่างกัน คือ การจัดนิทรรศการ การออกร้านต่าง ๆ การจัดเป็นห้องประชุม ห้องจัดเลี้ยง และจัดกิจกรรมอื่น ๆ ตามความเหมาะสม โดยในงานวิจัยนี้ได้พิจารณาในส่วนของการเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการ และพื้นที่การจัดประชุม ซึ่งเป็นลักษณะร่วมกันของกรณีศึกษาทั้ง 8 รูปแบบ จากกลุ่มอาคารศูนย์แสดงสินค้าไบเทค ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ และศูนย์แสดงสินค้าและนิทรรศการอิมแพ็ค โดยประกอบด้วย

1. ห้อง EH101-104 ศูนย์แสดงสินค้าไบเทค
2. ห้อง EH106 ศูนย์แสดงสินค้าไบเทค
3. ห้องประชุมและแสดงนิทรรศการ (Plenary Hall) ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์
4. ห้องประชุมและจัดเลี้ยง (Ball Room) ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์
5. ห้องประชุมและจัดเลี้ยง (Royal Jubilee Ball Room) ศูนย์แสดงสินค้าอิมแพ็ค
6. ห้องประชุม (IMPACT Convention Center) ศูนย์แสดงสินค้าอิมแพ็ค
7. ห้องแสดงสินค้าและนิทรรศการ (IMPACT Exhibition) ศูนย์แสดงสินค้าอิมแพ็ค
8. ห้องแสดงสินค้าและนิทรรศการ (IMPACT Challenger) ศูนย์แสดงสินค้าอิมแพ็ค

การศึกษาวิเคราะห์สามารถแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกได้เป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. การวิจัยเอกสาร วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะแบ่ง กลุ่มประเด็นเพื่อสรุปร่างเป็นเกณฑ์การออกแบบสำหรับอาคารชุมนุม
2. การวิจัยเชิงการทดลอง ออกแบบปรับปรุงอาคารชุมนุม ในลักษณะการเปรียบเทียบ ลักษณะรูปแบบที่เกิดขึ้นของอาคารชุมนุม เพื่อศึกษาสภาพการณ์ที่เกิดขึ้น โดยพิจารณาว่ารูปแบบใดมีความปลอดภัยสูงสุด และมีระดับความปลอดภัยมากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับลักษณะกายภาพก่อนทำการปรับปรุง

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณ สร้างแบบจำลอง และประเมินความเร็วในการอพยพหนีไฟของผู้ใช้อาคารทั้งก่อนและภายหลังการปรับปรุง โดยโปรแกรมที่นำมาใช้ คือ Simulex จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยทั้ง 2 ขั้นตอน ดังนี้

5.1.1 สรุปผลการวิเคราะห์ทฤษฎีร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ลักษณะปัจจัยด้านองค์ประกอบเพื่อความปลอดภัยต่าง ๆ ของอาคารชุมนุม ในเรื่องการป้องกันระงับเหตุเบื้องต้น การอพยพ การเข้าระงับเหตุ และเข้าช่วยเหลือโดยเจ้าหน้าที่ และการป้องกันการติดต่อดูกลามร่วมกับการศึกษากรณีตัวอย่างถึงการใช้งาน และการป้องกันอัคคีภัย สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ในประเด็นต่าง ๆ ซึ่งแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. ส่วนการออกแบบสถาปัตยกรรม ได้แก่

1) เส้นทางหนีไฟ ซึ่งรวมถึงบันไดหนีไฟและช่องทางหนีไฟ การออกแบบในส่วนนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงขีดความสามารถของทางหนีไฟ ซึ่งคิดจากพื้นที่การใช้งานต่อจำนวนการใช้งานตามมาตรฐาน NFPA ที่กำหนดความกว้างของช่องทางหนีไฟไว้ที่ 1.17 เมตร โดยหากมีจำนวนทางหนีไฟเพียงทางเดียว ซึ่งเป็นทางเข้า-ออก หรือมีการจัดเตรียมช่องทางทางหนีไฟไว้อีกทางหนึ่ง โดยมีการจัดวางเส้นทางหนีไฟไว้คนละด้านตามมาตรฐานหรือกฎหมายแล้วก็ตาม เส้นทางหนีไฟต้องกว้างเพียงพอที่จะทำการอพยพผู้คนออกจากอาคารได้อย่างปลอดภัย โดยการติดตั้งประตูหนีไฟที่มีขนาดเล็กกว่าครึ่งหนึ่งของทางเข้า-ออกหลักจะทำให้เวลาที่ใช้ในการอพยพหนีไฟเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น ข้อควรคำนึงในการติดตั้งประตูหนีไฟต้องพึงระลึกไว้เสมอว่าเป็นการป้องกันการมีพื้นที่อับ (dead end) เท่านั้น ไม่ได้ทำให้การอพยพหนีไฟรวดเร็วขึ้น หากติดตั้งประตูหนีไฟเพียงบานเดียวและประตูหนีไฟมีขนาดเล็กกว่าครึ่งหนึ่งของทางเข้า-ออกหลัก

2) การแบ่งโซนในอาคาร และระบบท่อน้ำดับเพลิง ภายในอาคารนั้นต้องติดตั้งให้ตรงตำแหน่งและสอดคล้องกับประเภทของไฟที่อาจเกิดขึ้น ว่าเป็นไฟจากการลุกไหม้สิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงประเภทของแข็งหรือไฟจากการลุกไหม้ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งไม่ควรให้ระบบน้ำดับเพลิงอยู่ในโซนที่อาจเกิดการลุกไหม้ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายจากอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้าซ้อนขึ้นมาอีก โดยทำการแบ่งโซนในอาคารแยกการใช้งานของทั้ง 2 ส่วนออกจากกัน ซึ่งไฟจากการลุกไหม้ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องทำการดับโดยการใช้เคมีดับเพลิง การติดตั้งท่อน้ำดับเพลิงนี้ควรกระทำร่วมกับการจำกัดเขตลุกลามโดยการใช้วัสดุทนไฟ เพื่อให้ท่อน้ำดับเพลิงสามารถดับและควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) หัวรับน้ำดับเพลิงควรอยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจนปราศจากสิ่งบดบัง โดยเฉพาะอาคารชุมนุมควรร่วมมือกับเจ้าของอาคารในการจัดระบบป้องกันในส่วนนี้ไม่ให้สภาพแวดล้อมภายนอกมาบดบัง

4) ช่องทางเพื่อประโยชน์การดับเพลิงและการเข้าช่วยเหลือ ควรอยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นได้และเมื่อเข้าไปแล้วไม่อยู่ในโซนที่เกิดอัคคีภัยโดยตรง สำหรับขนาดของช่องทางนั้นควรมีความกว้างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ ที่เข้าปฏิบัติงานคราวละ 3 คนหรือมากกว่า โดยรัศมีในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่แต่ละคนจะอยู่ที่ 1.125 – 1.75 เมตร ช่องทางการเข้าทำการช่วยเหลือ ควรมีความกว้างอย่างน้อย 1-1.7 เมตร เพื่อรองรับผู้ป่วยและการช่วยเหลือแบบต่าง ๆ และช่องทางจะต้องมีความมั่นคงแข็งแรงไม่เสียรูปหรือถล่ม ซึ่งอาจก่อให้เกิดการปิดทางเข้า-ออก

2. อุปกรณ์เสริมเพื่อความปลอดภัย

1) เครื่องดับเพลิงแบบมือถือควรติดตั้งอยู่ในโซนที่อาจไฟจากการลุกไหม้ของอุปกรณ์ไฟฟ้า และควรติดตั้งห่างจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อาจเป็นต้นเพลิงนั้นอย่างน้อย 3-10 เมตร เพื่อประโยชน์ในการใช้งาน และระงับเหตุเบื้องต้นอย่างมีประสิทธิภาพโดยเครื่องดับเพลิงนี้ควรเป็นชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือซีโอทู (carbon dioxide) ในการดับไฟสำหรับเครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง (dry chemical powder) เหมาะที่จะใช้ภายนอกอาคารมากกว่า เนื่องจากเป็นฝุ่นละอองฟุ้งกระจายทำให้เกิดความสกปรก และเป็นอุปสรรคในการเข้าเผชิญเพลิง

2) อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ในอาคารชุมนุมนั้น จากการศึกษาพบว่ามีความจำเป็นค่อนข้างมากเนื่องจาก ตั้งแต่เริ่มเกิดเพลิงไหม้จนถึงเวลาที่เริ่มทำการอพยพหนีไฟนั้น ต้องใช้เวลาในการตอบสนอง และเวลาที่ล่าช้าก่อนการอพยพ ซึ่งไม่สามารถทราบค่าได้

3) การติดตั้งแผนผังอาคารในอาคารชุมนุม ป้ายบอกทางสู่บันไดหนีไฟ และระบบไฟฟ้าสำรอง เพื่อส่องนำทางนั้นสอดคล้องกับทฤษฎีการเคลื่อนที่ของผู้ใช้ในสถาปัตยกรรม ดังนั้น อาคารชุมนุมควรติดตั้งแผนผังของอาคารไว้ในจุดที่คนสามารถอ่านได้และในจุดที่คนส่วนใหญ่ไปใช้งานหรือพักรอ เพื่อเพิ่มจินตภาพของสถานที่ให้มากขึ้น และเน้นย้ำด้วยป้ายบอกทางออกฉุกเฉินในกรณีที่มีทางออกมากกว่า 1 แห่ง

3. องค์ประกอบแวดล้อม

1) หัวดับเพลิงสาธารณะ โดยตำแหน่งที่ติดตั้งหัวดับเพลิงต้องห่างจากอาคารที่ป้องกันไม่น้อยกว่า 12 เมตร (50 ฟุต) ระยะห่างระหว่างหัวดับเพลิงแต่ละหัวจะต้องห่างกันไม่เกินกว่า 150 เมตร (500 ฟุต) โดยจัดสภาพแวดล้อมรอบหัวดับเพลิงให้โล่งปราศจากสิ่งบดบังและกีดขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะ 3 ฟุต หรือ 90 เซนติเมตร

2) ขนาดถนนบริเวณที่จะจัดตั้งเป็นอาคารชุมนุมควรมีความกว้างอย่างน้อย 6.5 เมตร เนื่องจากรถดับเพลิงนั้นมีขนาดความกว้างเท่ากับ 2.5 เมตร และเจ้าหน้าที่ผู้ทำการระงับเหตุมีความต้องการพื้นที่รอบรถดับเพลิงขณะปฏิบัติงานระงับอัคคีภัยอย่างน้อยด้านละ 2 เมตรรอบตัวรถ เพื่อความคล่องตัวในการปฏิบัติหน้าที่

ภาพที่ 5.1

ตัวอย่างในการจัดผังอาคารชุมนุม

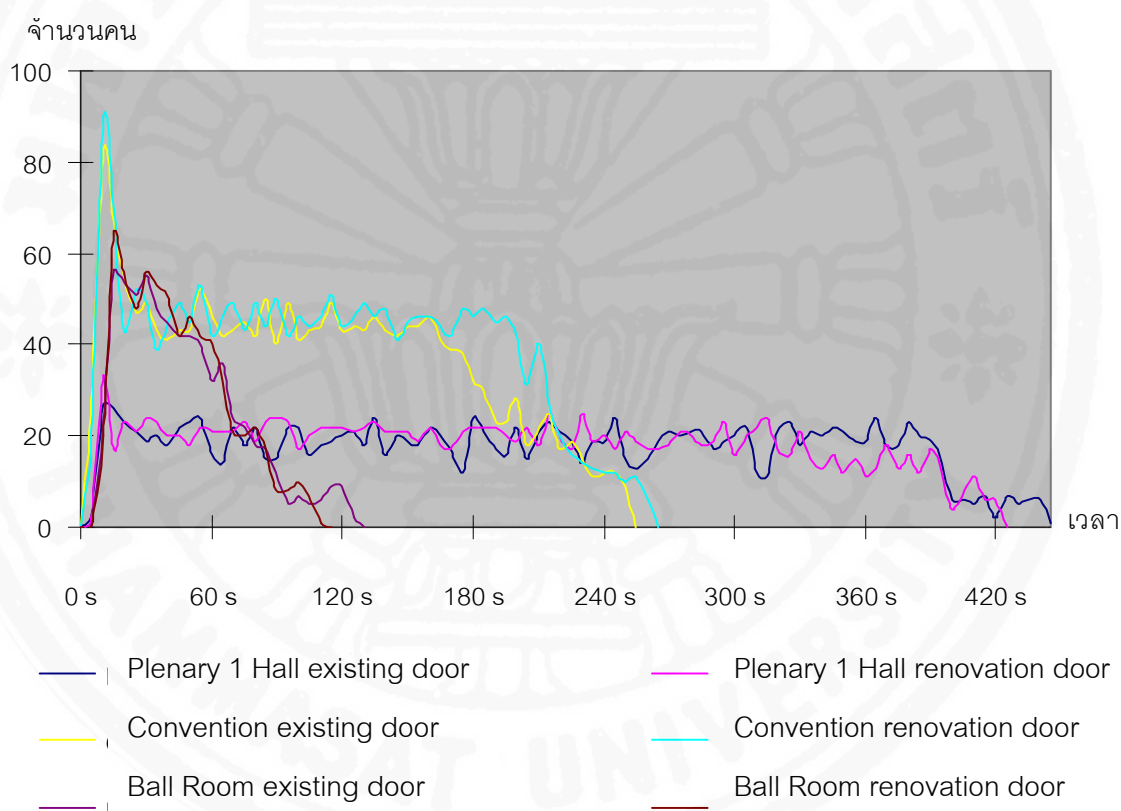


5.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ปัญหาด้านการอพยพและแนวทางการแก้ไข

1. อาคารชุมนุมที่มีขนาดเล็กกว่า 2,000 ตารางเมตร กรณีจัดผังเป็นศูนย์การประชุม

ภาพที่ 5.2

เวลาการอพยพออกจากพื้นที่ในอาคารชุมนุมที่มีขนาดเล็กกว่า 2000 ตารางเมตร
กรณีจัดผังเป็นศูนย์การประชุม



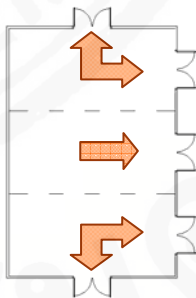
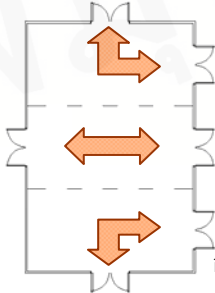
จากการเปรียบเทียบเวลาการอพยพออกจากพื้นที่อาคารชุมนุม ดังภาพที่ 5.2 พบว่า เวลาที่ใช้ในการอพยพออกจากอาคารชุมนุมที่มีขนาดเล็กกว่า 2,000 ตารางเมตร นั้นใช้เวลาการอพยพออกจากอาคารเสร็จสิ้นในระยะเวลาการเกิดไฟไหม้ขั้นปานกลางถึงรุนแรง คือ ระยะเวลาไฟไหม้ไปแล้ว 4-8 นาที อุณหภูมิจะสูงมากเกินกว่า 400 องศาเซลเซียส โดยยังไม่ถึงระยะไฟไหม้ขั้นรุนแรง คือ ระยะเวลาไฟไหม้ต่อเนื่องไปแล้วเกิน 8 นาที และมีเชื้อเพลิงการลุกไหม้ที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 600 องศาเซลเซียส (สมาคมการดับเพลิงและช่วยชีวิต, 2549) ซึ่งความแตกต่างของเวลา

การอพยพภายหลังการปรับเปลี่ยนรูปแบบประตูจากกรณีศึกษาสามารถลดเวลาลงมาได้สูงสุด 32 วินาทีเท่านั้น ซึ่งการจัดผังอาคารที่แตกต่างกันจะใช้เวลาการอพยพแตกต่างกัน โดยสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นในการอพยพออกจากพื้นที่มีสาเหตุมาจากความต้องการสุนทรียภาพด้านการออกแบบในการซ่อนเร้นประตูทางออกก่อให้เกิดการจัดวางประตูที่มีลักษณะหักศอก ซึ่งตำแหน่งทางออกอยู่ลึกเข้ามาในพื้นที่ห้องทำให้เกิดการกระจุกตัวบริเวณมุมทางเลี้ยวสู่ทางออก เมื่อผสมผสานกับการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ทำให้เกิดการบีบช่องทางสู่ทางออกให้มีความคับแคบซึ่งเป็นสาเหตุของการกระจุกตัวภายในแถวทางเดิน ปัญหาตรงจุดนี้สามารถแก้ไขได้ โดยการลดจำนวนหรือลดเฟอร์นิเจอร์จุดที่ใกล้กับทางเลี้ยวสู่ทางออกเสียเพื่อไม่ให้เกิดการกระจุกตัวที่หนาแน่น หรือการจัดประตูทางเข้าหลักให้มีลักษณะเป็นบานเปิดเข้าสู่ภายในนั้น เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการกระจุกตัวบริเวณทางออกโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นการจัดผังให้มีทางเข้า-ออกเพียงด้านเดียว ซึ่งปัญหานี้มักเกิดจากการกั้นพื้นที่ภายในอาคาร เพื่อการใช้งานพื้นที่ให้มีขนาดเล็กลง โดยการแก้ไขหากใช้ประตูบานเปิดสวิง (swing door) สำหรับอาคารชุมนุมควรติดตั้งประตูทางเข้า-ออกหลัก ให้เป็นลักษณะบานเปิดชนิดผลักออกสู่ภายนอกเสมอ ในการออกแบบอาคารชุมนุมหากผู้ออกแบบได้กำหนดการใช้พื้นที่ที่มีการปิดกั้นใช้งานพื้นที่เฉพาะส่วน ควรพิจารณาให้มีทางออกฉุกเฉินไว้คนละทิศทางกับทางเข้า-ออกหลักหลังการปิดกั้นพื้นที่แล้วเสมอ ในการปรับปรุงอาคารหากจัดให้มีการติดตั้งเพิ่มเติมได้เป็นเรื่องที่สมควรกระทำ หากอาคารมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ทำให้ไม่สามารถติดตั้งประตูเพิ่มเติมได้ ควรพิจารณาไปยังการจัดผังเฟอร์นิเจอร์ภายในอาคารให้มีแนวทางเดินกลางตรงกับแนวทางออก หรือการปรับทิศทางเฟอร์นิเจอร์กรณีจัดเป็นศูนย์การประชุม โดยการจัดเวทีหรือจอภาพไว้ทางด้านยาวเพื่อให้แนวแถวทางเดินที่มุ่งไปยังประตูทางออกสามารถลดเวลาการอพยพลงได้และการปรับเปลี่ยนรูปแบบทางออกให้เป็นบานเปิดขนาดใหญ่ชนิดเต็มช่วงเสา เนื่องจากการขยายประตูทำให้เกิดพื้นที่การแข่งตรงบริเวณทางออกได้มากกว่า อีกทั้งไม่ก่อให้เกิดการหลบผนังระหว่างประตูทางออก ดังตารางที่ 5.1

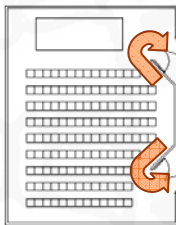
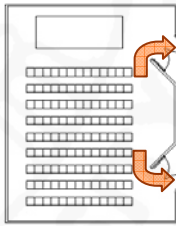
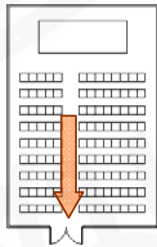
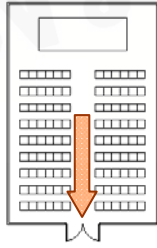
ตารางที่ 5.1

แนวทางการออกแบบและปรับปรุงอาคารชุมนุมขนาดเล็กกว่า 2,000 ตารางเมตร

กรณีจัดผังเป็นศูนย์การประชุม

ปัญหา	แนวทางการปรับปรุง	แนวทางการออกแบบ
1. การจัดทางเข้าออก		
1) การซ่อนเส้นทางออก	ควรจัดให้มีป้ายบอกทิศทางที่ชัดเจน เพื่อลดการค้นหา	การซ่อนเส้นทางออก ควรอยู่แนวเดียวกับทิศทางการอพยพ เพื่อลดเวลาการกระจุกตัว ณ บริเวณจุดเลี้ยว และไม่ควรล้ำเข้ามาในพื้นที่ห้อง  รูปแบบปัจจุบัน  การปรับปรุง
2) การจัดให้มีทางเข้าออกเพียงด้านเดียว	ควรติดตั้งประตูเพิ่มเติม ในทิศทางตรงกันข้ามกับทางเข้า-ออกหลัก หรือ ติดตั้งประตูเพิ่มบริเวณมุมของอาคารด้านเดียวกับทางออกหลัก ในกรณีที่มีข้อจำกัดไม่สามารถติดตั้งเพิ่มได้ควรพิจารณาการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ หรือปรับเปลี่ยนรูปแบบทางออกให้มีขนาดใหญ่ขึ้น	เมื่อมีการปิดกั้นการใช้พื้นที่เฉพาะส่วนควรออกแบบให้มีช่องทางออกอย่างน้อย 2 ทิศทาง เสมือนก่อนการปิดกั้น  รูปแบบปัจจุบัน  การปรับปรุง

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

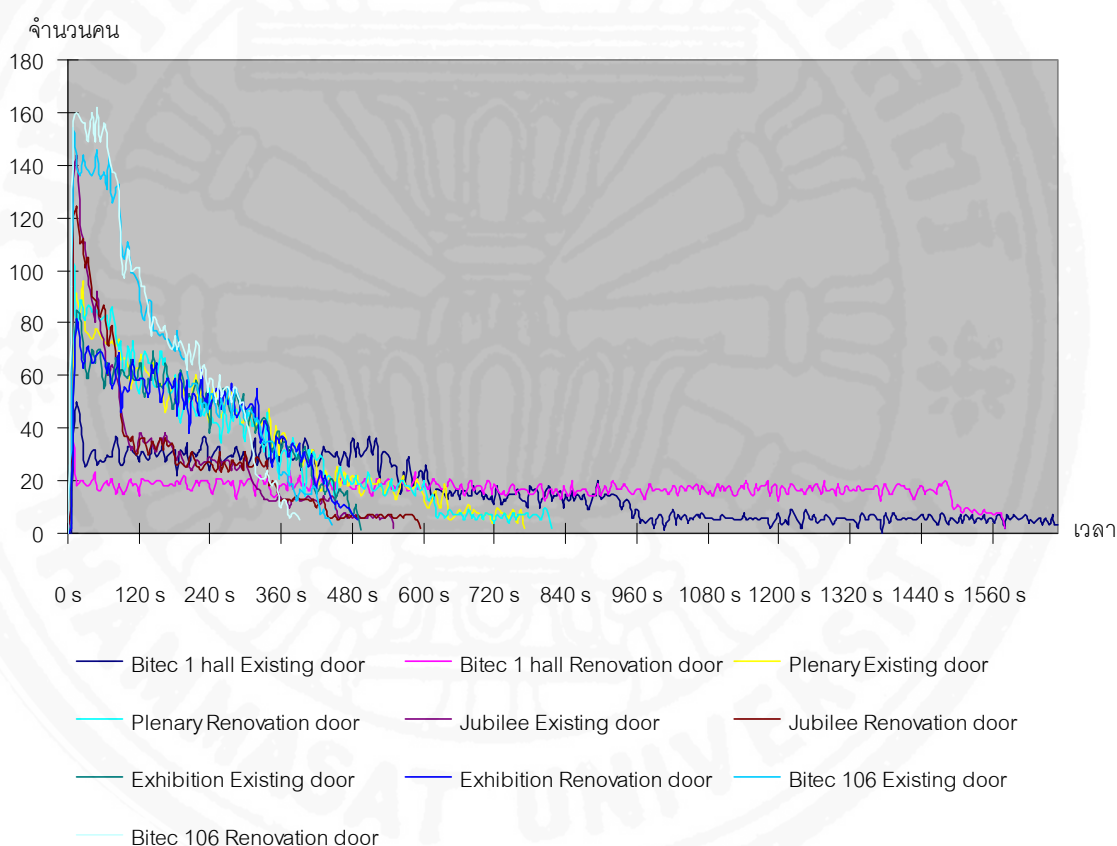
ปัญหา	แนวทางการปรับปรุง	แนวทางการออกแบบ
3) ประตูทางเข้าเป็นบานเปิดเข้าสู่ภายใน	ควรปรับเปลี่ยนเป็นชนิดผลักเปิดสู่ภายนอกอาคาร	ประตูทางเข้าออกหลักควรเป็นชนิดผลักเปิดสู่ภายนอกอาคาร
2. การจัดวางเฟอร์นิเจอร์		
1) การจัดวางเฟอร์นิเจอร์บิบนเส้นทางการอพยพในกรณีมีการซ่อนเร้นประตูทางออกและล้ำเข้ามาในพื้นที่ห้อง	ลดจำนวนเฟอร์นิเจอร์บริเวณทางออก หรือเคลื่อนย้ายตำแหน่งเปิดช่องทางให้มีทางเดินที่สม่ำเสมอ	ควรออกแบบทางออกให้มีความสัมพันธ์กับการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ภายใน
		 รูปแบบปัจจุบัน  การปรับปรุง
2) การจัดวางแนวทางเดินกลาง	การจัดแนวทางเดินภายในควรอยู่ตรงกับประตูทางออกและมีขนาดความกว้างเท่ากับประตูทางออก	ควรออกแบบทางออกให้มีความสมมาตรไม่เอียงไปด้านใดด้านหนึ่งมากเป็นพิเศษ
		 รูปแบบปัจจุบัน  การปรับปรุง

2. อาคารชุมนุมขนาดใหญ่ (2,000 – 10,000 ตารางเมตร) กรณีจัดผังเป็นศูนย์การประชุม

ภาพที่ 5.3

เวลาการอพยพออกจากพื้นที่ในอาคารชุมนุมขนาดใหญ่ (2,000 – 10,000 ตารางเมตร)

กรณีจัดผังเป็นศูนย์การประชุม



จากการเปรียบเทียบเวลาการอพยพออกจากพื้นที่อาคารชุมนุม ดังภาพที่ 5.3 พบว่า เวลาที่ใช้ในการอพยพออกจากอาคารชุมนุมขนาดใหญ่ (2,000 – 10,000 ตารางเมตร) ส่วนใหญ่ใช้เวลาการอพยพออกจากอาคารเสร็จสิ้นในระยะเวลาการเกิดไฟไหม้ขั้นรุนแรง คือระยะเวลาไฟไหม้ต่อเนื่องไปแล้วเกิน 8 นาที และยังเชื่อเพลิงอีกอุณหภูมิจะสูงมากกว่า 600 องศาเซลเซียส (สมาคมการดับเพลิงและช่วยชีวิต, 2549) ซึ่งความแตกต่างของเวลาการอพยพภายหลังการปรับเปลี่ยนรูปแบบประตูจากกรณีศึกษาสามารถลดเวลาลงมาได้สูงสุด 79 วินาที การจัดผังอาคารที่แตกต่างกัน จะใช้เวลาการอพยพแตกต่างกัน โดยสภาพการที่เกิดขึ้นในการอพยพออกจากพื้นที่มีสาเหตุมา

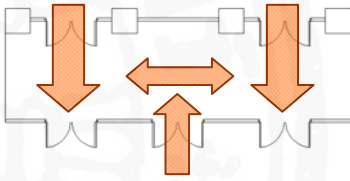
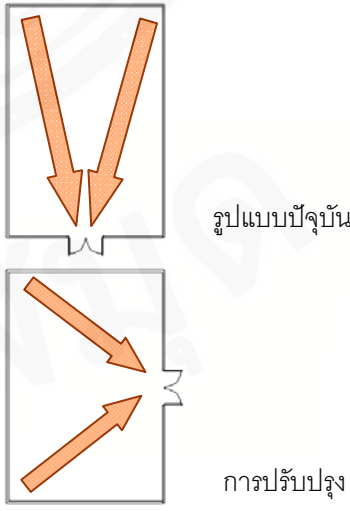
จากการออกแบบประตูทางเข้า-ออกหลักที่มีลักษณะเป็นประตู 2 ชั้น ซึ่งมีจำนวนบานประตูชั้นนอก และบานประตูชั้นในไม่เท่ากัน ทำให้ประตูบางบานไม่ได้ใช้งาน หรือมีบทบาทในการอพยพผู้ใช้งาน ออกจากอาคาร ซึ่งผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงบานประตูที่มีแนวตรงกันว่าเป็นทางอพยพออกสู่อาคาร ส่วนประตูที่ไม่ตรงกันนั้นไม่ได้มีบทบาทในการเป็นทางอพยพ แต่ใช้เพื่อเป็นทางเข้า-ออกของ อาคารโดยทั่วไปเท่านั้น ปัญหาที่เกิดจากการจัดวางผังที่จัดให้ตำแหน่งทางเข้าออกหลักขนาดใหญ่ ไร้ทางด้านกว้างของอาคารและวางประตูขนาดเล็กไว้ทางด้านยาว ซึ่งมีระยะการเดินทางที่สั้นกว่า ทำให้ผู้ใช้งานตัดสินใจใช้ประตูขนาดเล็ก ซึ่งมีอัตราการระบายผู้อพยพที่ต่ำกว่าประตูขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการกระจุกตัวหนาแน่นอีกทั้งประตูทางเข้า-ออกหลักขนาดใหญ่ นั้น ทำงานได้ไม่เต็ม ประสิทธิภาพ ในกรณีนี้สามารถแก้ปัญหาได้โดยการปิดประตูบานเล็กที่อยู่ใกล้ประตูทางออกหลัก ขนาดใหญ่ เพื่อให้ผู้ใช้งานมุ่งมาใช้ประตูทางเข้า-ออกหลักเพียงบานเดียว เพื่อลดการกระจุกตัวที่ หนาแน่นลง ส่วนจะทำให้อพยพได้รวดเร็วขึ้นหรือไม่นั้นต้องพิจารณาว่าประตูบานใดใช้เวลาการ อพยพนานที่สุดเพื่อแก้ปัญหา ณ บานนั้น ๆ เป็นพิเศษ หรือการกระจายประตูทางออกตามแนวทาง ยาวของอาคารอย่างสม่ำเสมอ นั้นทำให้เกิดการเดินทางที่สั้นและไปในทิศทางเดียวกันกับแถวทางเดิน นั้นก็สามารถแก้ปัญหาการอพยพที่ล่าช้าลงได้

การจัดผังที่มีทางเข้าออกเพียงด้านเดียว ปัญหานี้มักเกิดจากการกั้นพื้นที่ภายใน อาคารเพื่อการใช้งานพื้นที่ให้มีขนาดเล็กลง ซึ่งในการออกแบบอาคารชุมนุมหากผู้ออกแบบได้ กำหนดการใช้พื้นที่ที่มีการปิดกั้นใช้งานพื้นที่เฉพาะส่วนควรพิจารณาให้มีทางออกฉุกเฉินไว้คนละ ทิศทางกับทางเข้าออกหลักหลังการปิดกั้นพื้นที่แล้วเสมอ หรือการติดตั้งประตูเพิ่มเติมที่มุมห้อง ด้านเดียวกับประตูทางออกเพื่อลดความหนาแน่นและการกระจุกตัว ณ บริเวณนี้ ในการปรับปรุง อาคารหากจัดให้มีการติดตั้งเพิ่มเติมได้เป็นเรื่องที่สมควรกระทำ หากอาคารมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ ทำให้ไม่สามารถติดตั้งประตูเพิ่มเติมได้ ควรพิจารณาไปยังการจัดผังเฟอร์นิเจอร์ภายในอาคารให้มี แนวทางเดินกลางตรงกับแนวทางออกร่วมกับการเพิ่มพื้นที่ว่างหน้าประตูทางออกเพื่อลดความ หนาแน่นและการปรับเปลี่ยนรูปแบบทางออกให้เป็นบานเปิดขนาดใหญ่ชนิดเต็มช่วงเสา เนื่องจา การขยายประตูทำให้เกิดพื้นที่การแข่งตรงบริเวณทางออกได้มากกว่า อีกทั้ง ไม่ก่อให้เกิดการหลบผนัง ระหว่างประตูทางออก อย่างไรก็ดี การปรับเปลี่ยนเป็นช่องเปิดบานใหญ่จะต้องไม่ทำให้เกิดการเบี่ยง เส้นทางไป ซึ่งเป็นการลดขนาดของเส้นทางสัญจรสู่ภายนอก และทำให้อัตราการอพยพออกจาก อาคารลดลง โดยสามารถสรุปแนวทางการออกแบบและปรับปรุง ดังตารางที่ 5.2

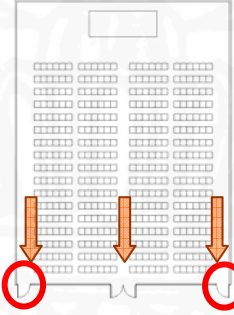
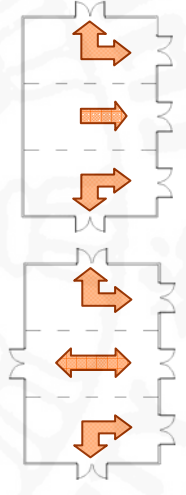
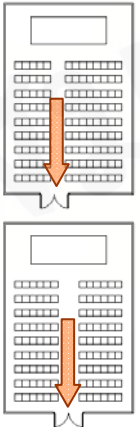
ตารางที่ 5.2

แนวทางการออกแบบและปรับปรุงอาคารชุมนุมขนาดใหญ่ (2,000 – 10,000 ตารางเมตร)

กรณีจัดผังเป็นศูนย์การประชุม

ปัญหา	แนวทางการปรับปรุง	แนวทางการออกแบบ
1. การจัดทางเข้าออก 1) การออกแบบประตู 2 ชั้น ซึ่งจำนวนชั้นนอกและชั้นในมีจำนวนไม่เท่ากัน	การเพิ่มจำนวนช่องทางทั้งสองให้มีจำนวนที่เท่ากัน เพื่อเพิ่มอัตราการอพยพ	ควรคำนึงให้ประตูที่มีแนวตรงกันสามารถรองรับการอพยพได้ ส่วนบานที่ไม่ตรงนั้นใช้เป็นทางเข้า-ออกทั่วไป 
2) การจัดวางประตูทางเข้าหลักขนาดใหญ่ไว้ทางด้านกว้างของอาคาร	ควรปรับเปลี่ยนตำแหน่งทางเข้า-ออกใหม่ในกรณีที่มีข้อจำกัดไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ควรพิจารณาการการจัดวางเฟอร์นิเจอร์หรือปรับเปลี่ยนรูปแบบทางออกให้มีขนาดใหญ่ขึ้น	การจัดวางทางเข้าออกหลักขนาดใหญ่ควรจัดวางไว้ตามด้านยาวของอาคารเมื่อลดระยะการเดินทางจากระยะไกลสุดของห้องมายังประตูทางออกให้สั้นลง 

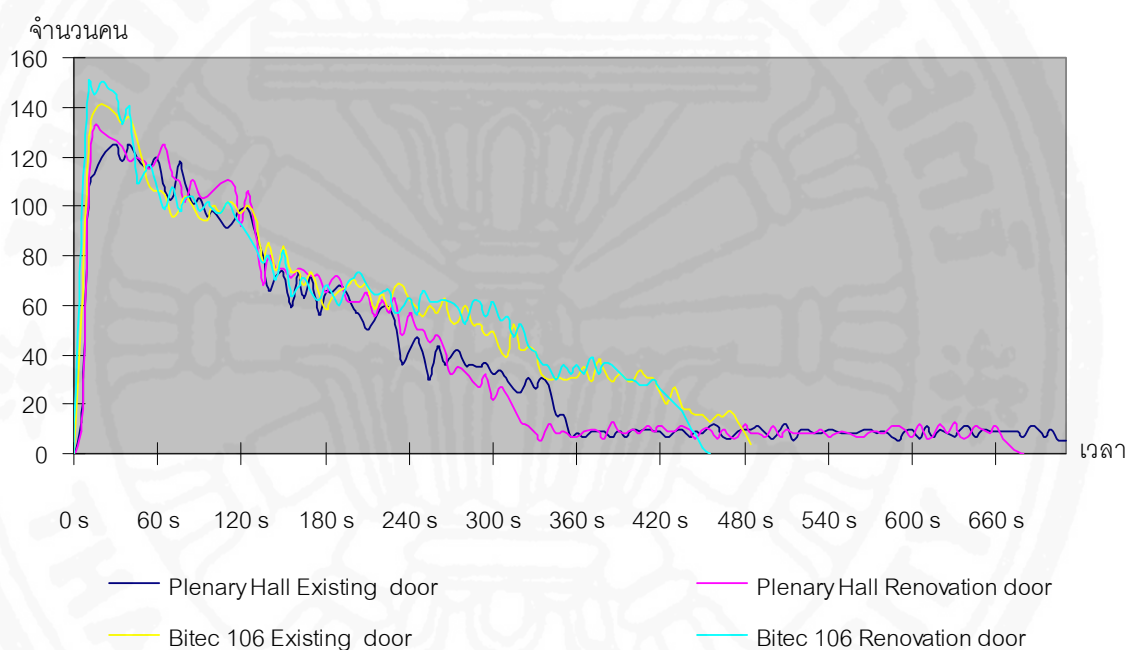
ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

ปัญหา	แนวทางการปรับปรุง	แนวทางการออกแบบ
3) การจัดผังที่มีทางเข้าออกเพียงด้านเดียว	ควรติดตั้งประตูเพิ่มเติม ในทิศทางตรงกันข้ามกับทางเข้าออกหลัก หรือ ติดตั้งประตูเพิ่มบริเวณมุมของอาคารด้านเดียวกับทางออกหลัก ในกรณีที่มีข้อจำกัดไม่สามารถติดตั้งเพิ่มได้ ควรพิจารณาการจัดวางเฟอร์นิเจอร์หรือปรับเปลี่ยนรูปแบบทางออกให้มีขนาดใหญ่ขึ้น  การปรับปรุง	เมื่อมีการปิดกั้นการใช้พื้นที่เฉพาะส่วนควรออกแบบให้มีช่องทางออกอย่างน้อย 2 ทิศทาง เสมือนก่อนการปิดกั้น  รูปแบบปัจจุบัน การปรับปรุง
2. การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ 1) การจัดวางแนวทางเดินกลาง	การจัดแนวทางเดินภายในควรอยู่ตรงกับประตูทางออกและมีขนาดความกว้างเท่ากับประตูทางออก และเพิ่มพื้นที่ว่างหน้าประตูทางออกให้มากขึ้น	ควรออกแบบทางออกให้มีความสมมาตรไม่เอียงไปด้านใดด้านหนึ่งมากเป็นพิเศษและควรคำนึงร่วมกับการจัดวางเฟอร์นิเจอร์เพื่อการอพยพที่คล่องตัว  รูปแบบปัจจุบัน การปรับปรุง

3. อาคารชุมนุมขนาดใหญ่ (2,000 – 10,000 ตารางเมตร) กรณีจัดเป็นพื้นที่จัด
นิทรรศการและแสดงสินค้า

ภาพที่ 5.4

เวลาการอพยพออกจากพื้นที่ในอาคารชุมนุมขนาดใหญ่ (2,000 – 10,000 ตารางเมตร)
กรณีจัดเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการและแสดงสินค้า



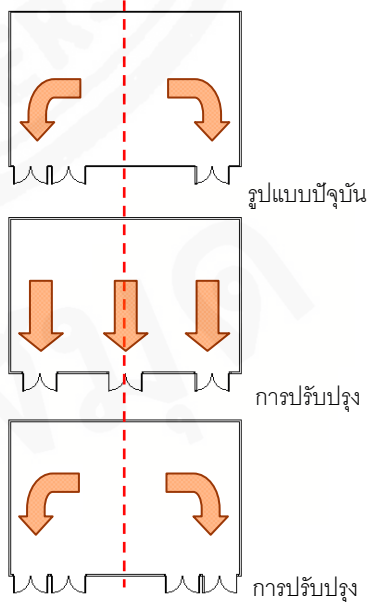
จากการเปรียบเทียบเวลาการอพยพออกจากพื้นที่อาคารชุมนุม ดังภาพที่ 5.4 พบว่า เวลาที่ใช้ในการอพยพออกจากอาคารชุมนุมขนาดใหญ่ (2,000 – 10,000 ตารางเมตร) ส่วนใหญ่ใช้เวลาการอพยพออกจากอาคารเสร็จสิ้นในระยะเวลาการเกิดไฟไหม้ขั้นรุนแรง คือ ระยะเวลาไฟไหม้ต่อเนื่องไปแล้วเกิน 8 นาที และมีเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 600 องศาเซลเซียส (สมาคมการดับเพลิงและช่วยชีวิต, 2549) ซึ่งความแตกต่างของเวลาการอพยพภายหลังการปรับเปลี่ยนรูปแบบประตูจากกรณีศึกษาสามารถลดเวลาลงมาได้สูงสุด 39 วินาที การจัดผังอาคารที่แตกต่างกันจะใช้เวลาการอพยพแตกต่างกัน โดยสภาพการที่เกิดขึ้นในการอพยพออกจากพื้นที่มีสาเหตุมาจากการจัดวางตำแหน่งประตูไว้ในตำแหน่งที่ไม่สม่ำเสมอ ทำให้การกระจายผู้ใช้งานไปสู่ทางออกแต่ละจุดมีจำนวนที่ไม่เท่ากัน ทำให้ขาดความสมดุล ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการปรับตำแหน่งทางเข้า-ออกใหม่ ซึ่งอาจทำให้เสียงบประมาณมาก การแก้ปัญหาที่ดีควรกระทำตั้งแต่ช่วงต้นของการออกแบบ

ก่อสร้างโดยกำหนดตำแหน่งประตูให้มีความสมดุลในการกระจายผู้ใช้งานไปยังแต่ละจุดทางออกเป็นจำนวนเท่า ๆ กัน การออกแบบควรมีการกลมกลืนกับการจัดเฟอร์นิเจอร์ภายใน โดยใช้สัดส่วนและตำแหน่งของบุทแสดงสินค้าในการกำหนดจุดเข้า-ออก ซึ่งไม่ควรจัดให้มีการกีดขวางทางเข้าออก ทำให้เกิดแนวทางเดินภายในที่ตรงกับแนวทางออก และสามารถระบายผู้อพยพออกจากอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีอัตราการอพยพที่สม่ำเสมอและทางเดินควรมีความสม่ำเสมอเท่ากันทุกจุด การลดการกระจุกตัวบริเวณทางออกสามารถทำได้โดยการเพิ่มพื้นที่ว่างทางด้านหน้าบริเวณทางออก เพื่อความคล่องตัวและลดความหนาแน่นลง ดังตารางที่ 5.3

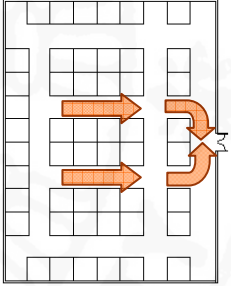
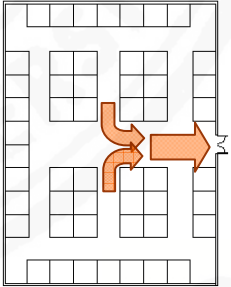
ตารางที่ 5.3

แนวทางการออกแบบและปรับปรุงอาคารชุมนุมขนาดใหญ่ (2,000 – 10,000 ตารางเมตร)

กรณีจัดผังเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการและแสดงสินค้า

ปัญหา	แนวทางการปรับปรุง	แนวทางการออกแบบ
1. การจัดทางเข้าออก การกระจายผู้ใช้งานไปสู่ทางออกแต่ละจุดมีจำนวนไม่เท่ากันขาดความสมดุล	ปรับเปลี่ยนตำแหน่งทางเข้าออกใหม่ให้อยู่ในตำแหน่งที่ห่างเป็นระยะทางที่เท่า ๆ กัน และมีความสมมาตรกันในทุกด้านหรือใช้ป้ายบอกตำแหน่งทางออกว่าหากอยู่ ณ ตำแหน่งใด ๆ ภายในอาคารควรใช้ประตูใดในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจน	ออกแบบตำแหน่งทางออกให้กระจายห่างเป็นระยะทางที่เท่า ๆ กัน โดยมีความสมมาตรกันในทุกด้าน 

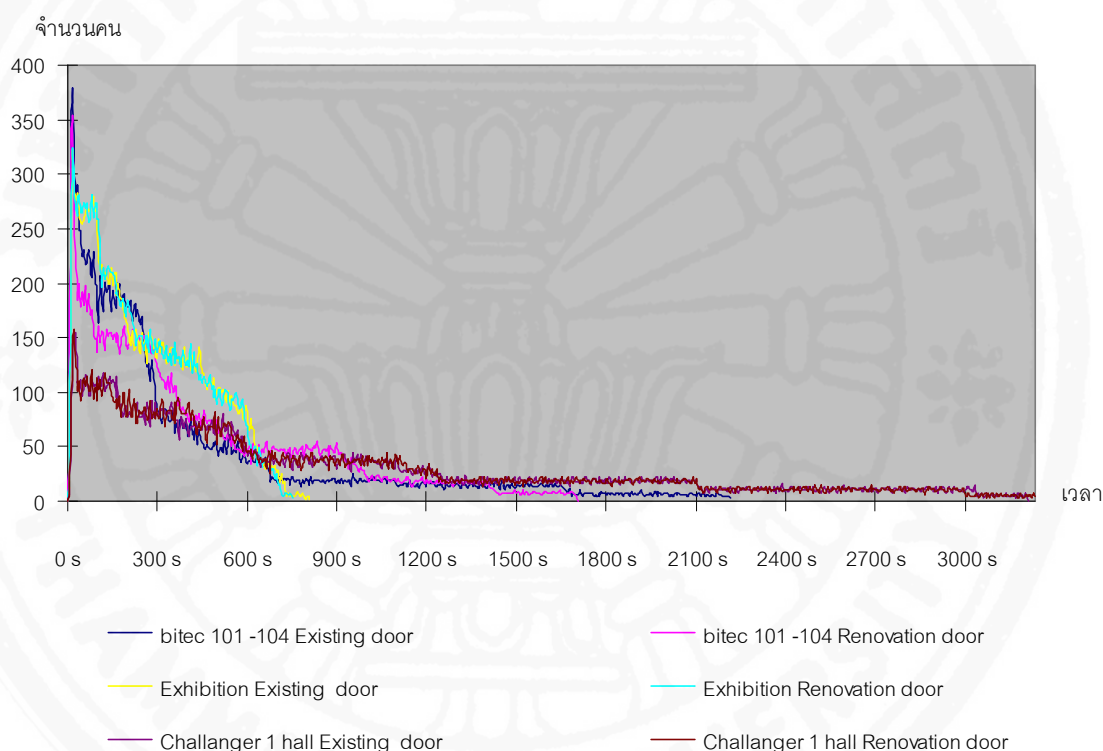
ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

ปัญหา	แนวทางการปรับปรุง	แนวทางการออกแบบ
2. การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ การจัดเส้นทางสัญจรภายใน	ควรจัดแนวทางเดินระหว่างบูทแสดงสินค้าให้ตรงกับแนวประตูทางออกโดยไม่มีการกีดขวางบดบังหรือซ่อนเส้นทางออกและควรเพิ่มพื้นที่ด้านหน้าประตูทางออกเพื่อรองรับการกระจุกตัวจากการอพยพ	ควรกำหนดการใช้งานพื้นที่ให้มีความชัดเจน โดยจัดแนวทางเดินระหว่างบูทแสดงสินค้าให้ตรงกับแนวประตูทางออกและไม่มีการกีดขวางบดบังหรือซ่อนเส้นทางออกและควรเพิ่มพื้นที่ด้านหน้าประตูทางออก เพื่อรองรับการกระจุกตัวจากการอพยพ  รูปแบบปัจจุบัน  การปรับปรุง

4. อาคารชุมนุมขนาดใหญ่พิเศษ (10,000 ตารางเมตร ขึ้นไป) กรณีจัดผังเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการและแสดงสินค้า

ภาพที่ 5.5

เวลาการอพยพออกจากพื้นที่ในอาคารชุมนุมขนาดใหญ่พิเศษ (10,000 ตารางเมตร ขึ้นไป)
กรณีจัดผังเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการและแสดงสินค้า

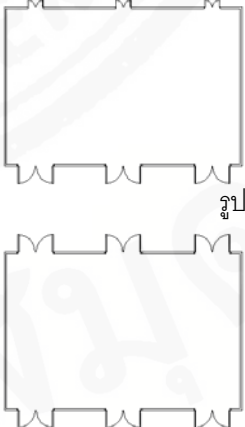


จากการเปรียบเทียบเวลาการอพยพออกจากพื้นที่อาคารชุมนุม ดังภาพที่ 5.5 พบว่า เวลาที่ใช้ในการอพยพออกจากอาคารชุมนุมขนาดใหญ่พิเศษ (10,000 ตารางเมตรขึ้นไป) นั้น ส่วนใหญ่ใช้เวลาการอพยพออกจากอาคารเสร็จสิ้นในระยะเวลาการเกิดไฟไหม้ขั้นรุนแรง คือระยะเวลาไฟไหม้ต่อเนื่องไปแล้วเกิน 8 นาที และมีเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิจะสูงมากกว่า 600 องศาเซลเซียส (สมาคมการดับเพลิงและช่วยชีวิต, 2549) ซึ่งความแตกต่างของเวลาการอพยพภายหลังการปรับเปลี่ยนรูปแบบประตูจากกรณีศึกษาสามารถลดเวลาลงมาได้สูงสุด 514 วินาที โดยลักษณะการจัดผังอาคารที่แตกต่างกันจะใช้เวลาการอพยพแตกต่างกัน สภาพการที่เกิดขึ้นในการอพยพออกจากพื้นที่ซึ่งเป็นปัญหามีสาเหตุมาจากขนาดของทางเข้าออกแต่ละจุดมีความแตกต่างกันมากเมื่อผู้ใช้งานกระจายตัวไปยังทางออกแต่ละทางเป็นจำนวนที่เท่า ๆ กัน จุดที่มีทางออกขนาดเล็กจะมี

อัตราการระบายผู้ใช้งานอาคารในระดับที่ต่ำส่งผลให้เกิดการกระจุกตัวและใช้เวลาในการอพยพ ณ ตำแหน่งนั้นนานขึ้น ซึ่งการแก้ไขสามารถกระทำได้โดยการขยายทางออกฉุกเฉินให้มีอัตราการระบายออกที่สูงขึ้นใกล้เคียงกับทางเข้าออกหลักที่มีขนาดใหญ่ โดยควรมีความสัมพันธ์กับการจัดวางเส้นทางสัญจรภายใน หากเส้นทางสัญจรระหว่างบุทแสดงสินค้า เป็นแนวตรงกับทางออกมากเท่าไรก็ทำให้สามารถอพยพผู้ใช้งานออกจากอาคารได้เร็วเท่านั้น ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4

แนวทางการออกแบบ ปรับปรุงอาคารชุมนุมขนาดใหญ่พิเศษ (10,000 ตารางเมตร ขึ้นไป)
กรณีจัดผังเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการและแสดงสินค้า

ปัญหา	แนวทางการปรับปรุง	แนวทางการออกแบบ
1. การจัดทางเข้าออก การกระจายผู้ใช้งานไปสู่ทางออกแต่ละจุดมีจำนวนไม่เท่ากันขาดความสมดุล	ปรับเปลี่ยนตำแหน่งทางเข้าออกใหม่ให้อยู่ในตำแหน่งที่ห่างเป็นระยะทางที่เท่า ๆ กัน และมีความสมมาตรกันในทุกด้านหรือใช้ป้ายบอกตำแหน่งทางออกว่าหากอยู่ ณ ตำแหน่งใด ๆ ภายในอาคารควรใช้ประตูใดในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจน	ออกแบบตำแหน่งทางออกให้กระจายห่างเป็นระยะทางที่เท่า ๆ กัน โดยมีความสมมาตรกันในทุกด้านโดยทางออกฉุกเฉินไม่ควรมีขนาดเล็กเกินไปหรือไม่ควรมีขนาดด้อยกว่าครึ่งหนึ่งของทางเข้าออกหลัก  รูปแบบปัจจุบัน การปรับปรุง

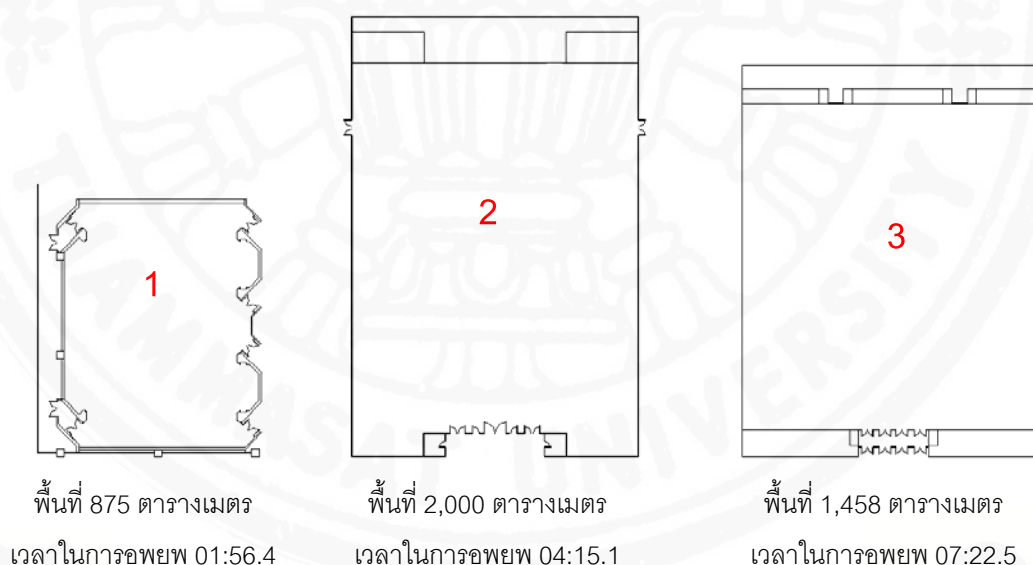
5.1.3 สรุปผลการวิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการอพยพของแต่ละกลุ่มอาคาร

1. อาคารชุมนุมที่มีขนาดเล็กกว่า 2,000 ตารางเมตร เพื่อเป็นศูนย์การประชุม

จากการศึกษาพบว่า ห้องคอนเวนชันใช้เวลาในการอพยพออกจากพื้นที่ได้รวดเร็วกว่าห้องพลินารี เมื่อคำนวณพื้นที่ใช้งาน 1 ห้อง โดยใช้เวลา 4 นาที 15 วินาที ทั้งที่ห้องคอนเวนชันมีพื้นที่อาคารมากกว่า เนื่องจากห้องคอนเวนชันมีการติดตั้งประตูทางออกมากกว่าในบริเวณด้านข้างของห้องในทิศทางตรงข้ามกับทางเข้าออกหลัก โดยสามารถจัดรูปแบบผังอาคารเรียงตามลำดับเวลาที่ใช้ในการอพยพได้ ดังภาพที่ 5.6

ภาพที่ 5.6

รูปแบบผังอาคารขนาดเล็กกว่า 2,000 ตารางเมตร เพื่อเป็นศูนย์การประชุม
เรียงตามลำดับเวลาที่ใช้ในการอพยพ



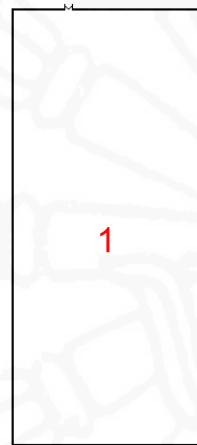
2. อาคารชุมนุมขนาดใหญ่ (2,000 – 10,000 ตารางเมตร) เพื่อเป็นศูนย์การประชุม

จากการศึกษาพบว่า การกระจายประตูทางออกตามแนวยาวของอาคารห้องไบเทค 106 สามารถอพยพผู้ใช้งานได้รวดเร็วที่สุด ทั้งที่มีขนาดพื้นที่และจำนวนผู้ใช้งานมากที่สุด โดยใช้เวลา 7 นาที 22 วินาที รองลงมาคือ ห้องเอ็กซิบิชั่นเมื่อมีการปิดกั้นพื้นที่ใช้งาน ขนาด 1 ห้อง ซึ่งมีการจัดทางออกฉุกเฉินไว้ในด้านตรงข้ามกับทางเข้าออกหลัก จำนวน 2 บาน จะเห็นได้ว่าห้องไบเทค 106 และห้องพลินารี ฮอลล์ มีลักษณะการจัดทางเข้า-ออกที่คล้ายคลึงกัน โดยมีจำนวนทางเข้า-ออก

ทั้งสิ้น 5 จุด แต่ห้องไปเทค 106 ใช้เวลาการอพยพที่รวดเร็วกว่ากันทั้งที่ จำนวนผู้ใช้งานและขนาดพื้นที่ของอาคารมีมากกว่า โดยสามารถจัดรูปแบบผังอาคารเรียงตามลำดับเวลาที่ใช้ในการอพยพได้ดังภาพที่ 5.7 ทั้งนี้เนื่องจาก การกระจายประตูทางออกในแนวทแยงยาวมีจำนวนมากกว่า และการกระจายตัวนั้นเยื้องไปทางริมสุดของพื้นที่อาคาร ทำให้สามารถอพยพได้รวดเร็วกว่า

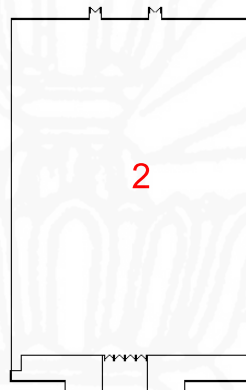
ภาพที่ 5.7

รูปแบบผังอาคารชุมนุมขนาดใหญ่ เพื่อเป็นศูนย์การประชุม
เรียงตามลำดับเวลาที่ใช้ในการอพยพ



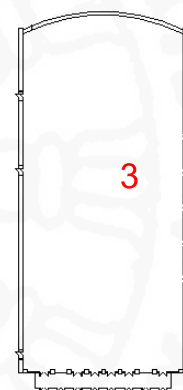
พื้นที่ 6,120 ตารางเมตร

เวลาในการอพยพ 07:22.4



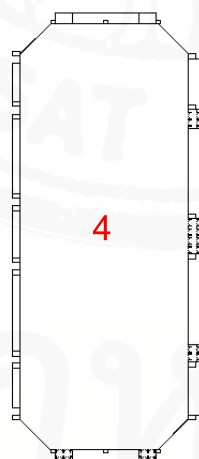
พื้นที่ 5,000 ตารางเมตร

เวลาในการอพยพ 08:10.3



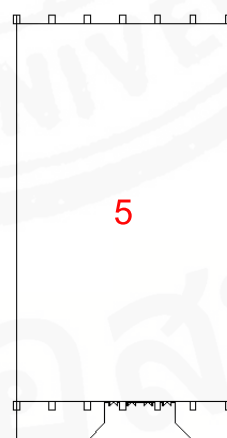
พื้นที่ 3,500 ตารางเมตร

เวลาในการอพยพ 11:33.6



พื้นที่ 4,656 ตารางเมตร

เวลาในการอพยพ 12:47.4



พื้นที่ 5,240 ตารางเมตร

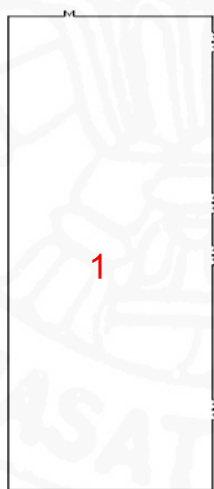
เวลาในการอพยพ 27:49.8

3. อาคารชุมนุมขนาดใหญ่ (2,000 – 10,000 ตารางเมตร) เพื่อเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการ และแสดงสินค้า

จากการศึกษาพบว่า ห้องโถง 106 และห้องพลินารี ฮอลล์ มีลักษณะการจัดทางเข้า-ออกที่คล้ายคลึงกันโดยมีจำนวนทางเข้า-ออกทั้งสิ้น 5 จุด แต่ห้องโถง 106 ใช้เวลาการอพยพที่รวดเร็วกว่าทั้งที่ จำนวนผู้ใช้งานและขนาดพื้นที่ของอาคารมีมากกว่า ทั้งนี้เพราะการกระจายประตูทางออกในแนวทางยาวมีจำนวนมากกว่า และการกระจายตัวนั้นเอียงไปทางริมสุดของพื้นที่อาคาร ทำให้สามารถอพยพได้รวดเร็วกว่าโดยสามารถจัดรูปแบบผังอาคารเรียงตามลำดับเวลาที่ใช้ในการอพยพได้ ดังภาพที่ 5.8

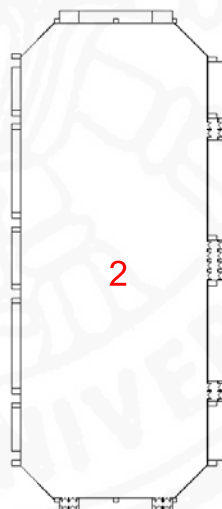
ภาพที่ 5.8

รูปแบบผังอาคารชุมนุมขนาดใหญ่ กรณีจัดเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการและแสดงสินค้า เรียงตามลำดับเวลาที่ใช้ในการอพยพ



พื้นที่ 6,120 ตารางเมตร

เวลาในการอพยพ 08:05.0



พื้นที่ 4,656 ตารางเมตร

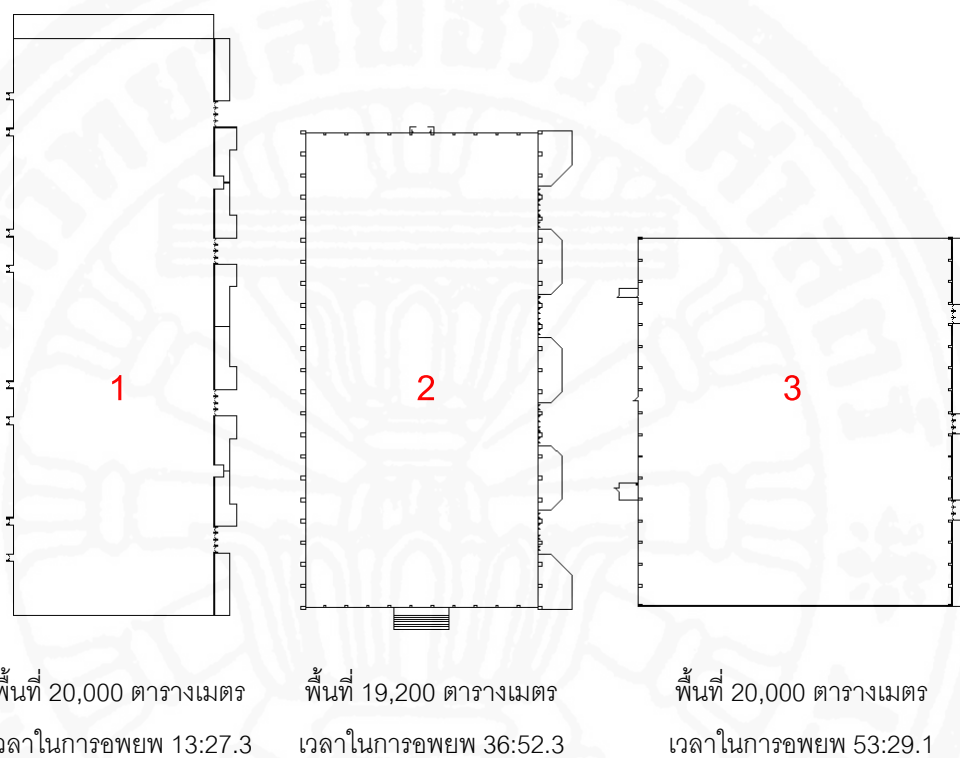
เวลาในการอพยพ 11:49.8

4. อาคารชุมนุมขนาดใหญ่พิเศษ (10,000 ตารางเมตร ขึ้นไป) เพื่อเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการและแสดงสินค้า

จากการศึกษาพบว่า การจัดผังอาคารซึ่งมีการกระจายทางออกไว้ทางด้านยาวของอาคารสามารถอพยพได้รวดเร็วกว่าการวางประตูทางออกขนาดใหญ่ไว้บริเวณด้านข้างซึ่งเป็นด้านกว้างของอาคาร ดังภาพที่ 5.9

ภาพที่ 5.9

รูปแบบผังอาคารชุมนุมขนาดใหญ่พิเศษ เพื่อเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการและแสดงสินค้า
เรียงตามลำดับเวลาที่ใช้ในการอพยพ



5.2 การประเมินผลประสิทธิภาพแนวทางการออกแบบ

5.2.1 การปรับปรุงโดยการเพิ่มประตูทางออกบริเวณมุมห้องด้านเดียวกับทางเข้าหลัก

ตารางที่ 5.5

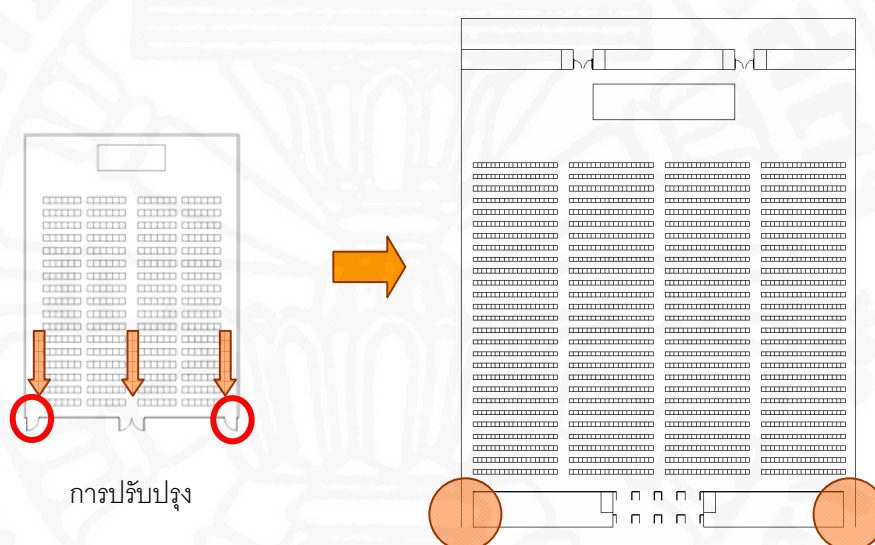
ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงห้องพลินารี 1 ห้อง โดยการเพิ่มประตูบริเวณมุมห้อง

Plenary 1 Hall	time	seat
Existing	07:22.5	1,600
Renovation	05:39.1	1,600

จากตารางที่ 5.5 สามารถสรุปได้ว่า การเพิ่มประตูทางออกบริเวณมุมห้องของอาคาร ทั้ง 2 ด้าน ดังภาพที่ 5.10 มีประสิทธิภาพการอพยพออกจากพื้นที่สูงขึ้น โดยใช้เวลาการอพยพรวดเร็วขึ้น 1 นาที 43 วินาที หรือเร็วขึ้น 1.30 เท่า ของเวลาก่อนการปรับปรุง โดยยังคงความจุของพื้นที่นั่งซึ่งเป็นพื้นที่ขายเท่าเดิมโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ภาพที่ 5.10

ตำแหน่งการเพิ่มประตูทางออก กรณีห้องพลินารี ฮอลล์ 1 ห้อง



5.2.2 การปรับปรุงโดยการจัดผังภายในให้มีแนวสัญจรที่ตรงกับทางเข้าออก

ตารางที่ 5.6

ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงห้องไบเทค 106 โดยการจัดผังภายใน

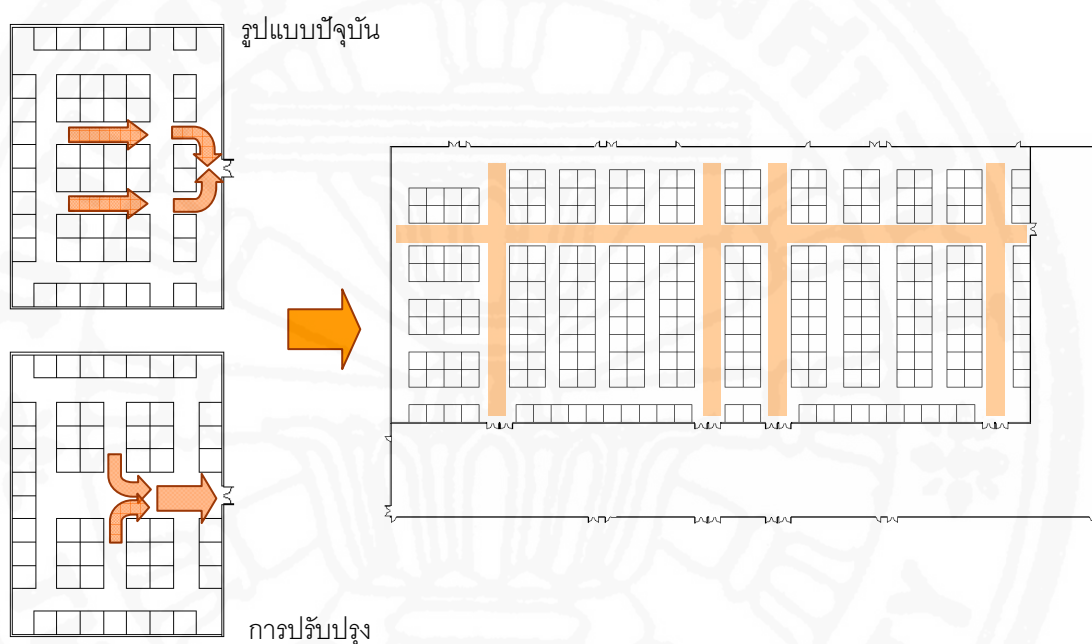
Bitec 106	time	booth
Existing	08:05.0	278
Renovation	06:49.4	257

จากตารางที่ 5.6 สามารถสรุปได้ว่าการจัดผังภายในให้มีแนวสัญจรที่ตรงกับทางเข้าออก ดังภาพที่ 5.11 มีประสิทธิภาพการอพยพออกจากพื้นที่สูงขึ้น โดยใช้เวลาการอพยพ

รวดเร็วขึ้น 1 นาที 16 วินาที หรือเร็วขึ้น 1.2 เท่า ของเวลาก่อนการปรับปรุง โดยพื้นที่ชุมนุมซึ่งเป็นพื้นที่ชายมีจำนวนลดลง 21 หน่วย หรือเหลือพื้นที่ชาย 92.4 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 5.11

การจัดผังภายในให้มีแนวสัญจรที่ตรงกับทางเข้าออก กรณีห้องไบเทค 106



5.2.3 การปรับปรุงโดยการจัดตำแหน่งทางเข้า-ออกหลักไว้ทางด้านยาวของอาคาร

ตารางที่ 5.7

ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงห้องไบเทค 1 ห้อง โดยการจัดตำแหน่งทางเข้า-ออกหลัก

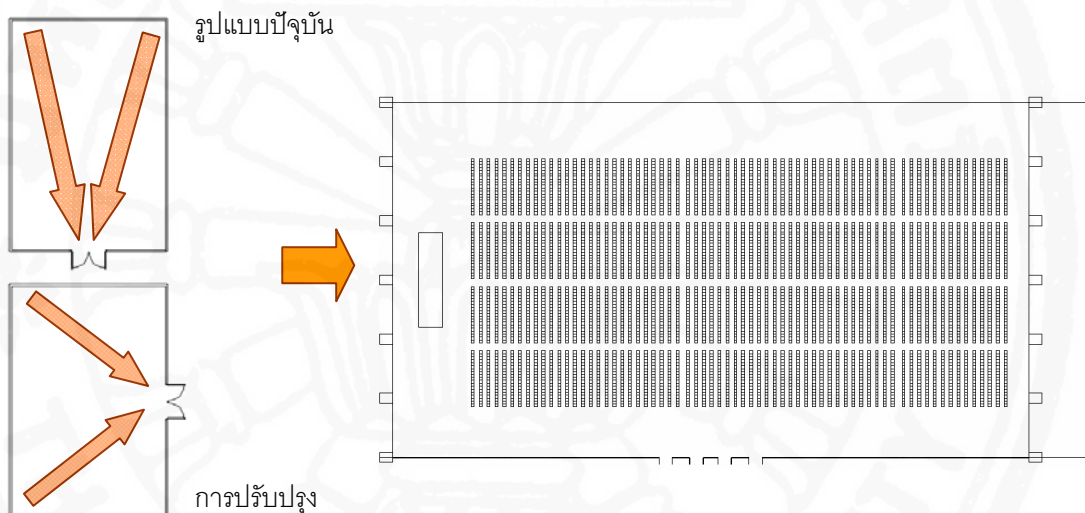
Bitec 1 hall	time	seat
Existing	27:49.8	5,400
Renovation	15:30.9	5,400

จากตารางที่ 5.7 สามารถสรุปได้ว่า การจัดตำแหน่งทางเข้า-ออกหลักไว้ทางด้านยาวของอาคารแม้จะเป็นทางเข้าออกทางเดียว ดังภาพที่ 5.12 มีประสิทธิภาพการอพยพออกจากพื้นที่

สูงขึ้น มากกว่าการจัดทางเข้า-ออกหลักไว้ทางด้านกว้างของอาคารโดยใช้เวลาการอพยพรวดเร็วขึ้น 12 นาที 19 วินาที หรือเร็วขึ้น 1.79 เท่า ของเวลาก่อนการปรับปรุง โดยยังคงความจุของพื้นที่นั่งซึ่งเป็นพื้นที่ขายเท่าเดิมโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้น การใช้ห้องเพื่อเป็นศูนย์การประชุมนั้นควรใช้ห้องริมสุดที่มีทางเข้าออกทางด้านข้างของอาคาร หรือเพิ่มช่องทางสัญจรระหว่างพื้นที่กันให้สามารถเข้าออกได้

ภาพที่ 5.12

การจัดตำแหน่งทางเข้า-ออกหลักไว้ทางด้านยาวของอาคาร กรณีห้องไบเทค 1 ห้อง



5.2.4 การปรับปรุงโดยการจัดตำแหน่งทางออกไว้ทิศทางตรงข้ามกับทางเข้าออกหลัก

ตารางที่ 5.8

ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงห้องไบเทค 1 ห้อง โดยการเพิ่มตำแหน่งทางออก

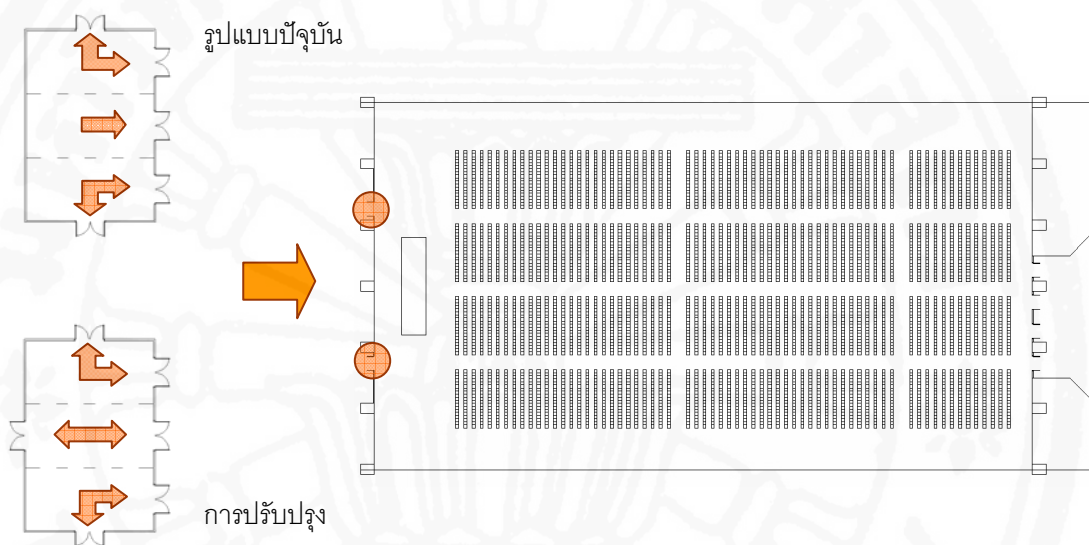
Bitec 1 hall	time	seat
Existing	27:49.8	5,400
Renovation	09:46.7	5,400

จากตารางที่ 5.8 สามารถสรุปได้ว่า การจัดตำแหน่งทางออกไว้ทิศทางตรงข้ามกับทางเข้าออกหลัก ในบริเวณพื้นที่เดิมซึ่งไม่มีทางออกร่วมกับการขยายพื้นที่ทางเดินภายใน ดังภาพ

ที่ 5.13 มีประสิทธิภาพการอพยพออกจากพื้นที่สูงขึ้น โดยใช้เวลาการอพยพรวดเร็วขึ้น 18 นาที 3 วินาที หรือเร็วขึ้น 2.84 เท่า ของเวลาก่อนการปรับปรุง โดยยังคงความจุของพื้นที่นั่งซึ่งเป็นพื้นที่ขายเท่าเดิมโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ภาพที่ 5.13

การจัดตำแหน่งทางออกไว้ทิศทางตรงข้ามกับทางเข้าออกหลัก กรณีห้องโบนเทค 1 ห้อง



5.2.5 การปรับปรุงโดยไม่มีการซ่อนรั้วประตูทางออก

ตารางที่ 5.9

ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงห้องบอลรูม โดยการลดผนังซ่อนประตู

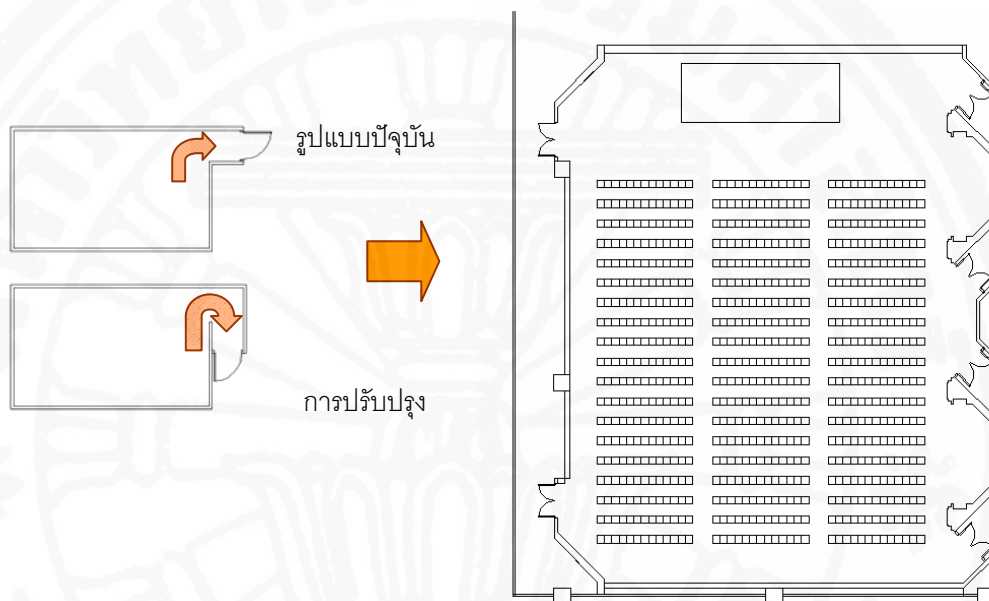
Ball Room	time	seat
Existing	01:56.4	700
Renovation	01:35.3	718

จากตารางที่ 5.9 สามารถสรุปได้ว่า การไม่ซ่อนรั้วประตูทางออกภายใน ดังภาพที่ 5.14 มีประสิทธิภาพการอพยพออกจากพื้นที่สูงขึ้น โดยใช้เวลาการอพยพรวดเร็วขึ้น 21 วินาที หรือ

เร็วขึ้น 1.22 เท่า ของเวลาก่อนการปรับปรุง โดยความจุของพื้นที่นั่งซึ่งเป็นพื้นที่ขายเพิ่มขึ้นอีก 18 ที่นั่ง

ภาพที่ 5.14

การปรับปรุงโดยไม่มีการซ่อนเร้นประตูทางออก กรณีห้องบอลรูม



5.2.6 การปรับปรุงโดยการปรับตำแหน่งที่นั่งไม่ให้ล้ำเข้าไปต่ำกว่าบริเวณจุดเดียว

ตารางที่ 5.10

ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงห้องบอลรูม โดยการจัดผังภายใน

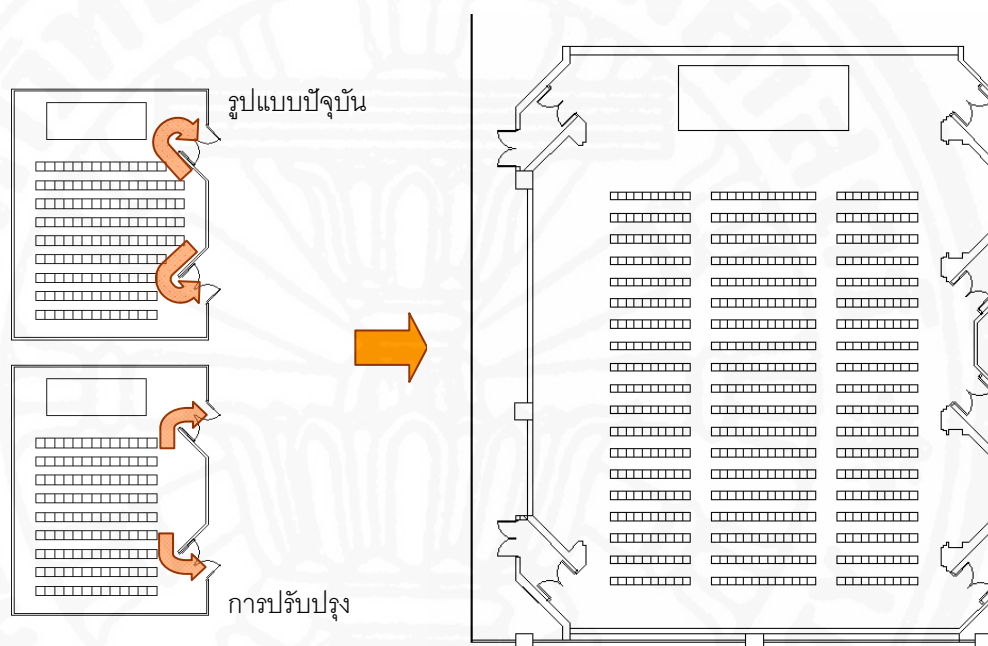
Ball Room	time	seat
Existing	01:56.4	700
Renovation	01:42.5	627

จากตารางที่ 5.10 สามารถสรุปได้ว่า การปรับปรุงโดยปรับตำแหน่งที่นั่งไม่ให้ล้ำเข้าไปต่ำกว่าบริเวณจุดเดียว ดังภาพที่ 5.15 มีประสิทธิภาพการอพยพออกจากพื้นที่สูงขึ้น โดยใช้เวลา

การอพยพรวดเร็วขึ้น 14 วินาที หรือเร็วขึ้น 1.13 เท่า ของเวลาก่อนการปรับปรุง โดยความจุของพื้นที่นั่งภายในซึ่งเป็นพื้นที่ขายลดลง 73 ที่นั่ง

ภาพที่ 5.15

การปรับปรุงโดยปรับตำแหน่งที่นั่งไม่ให้ล้ำเข้าไปต่ำกว่าบริเวณจุดเลี้ยว กรณีห้องบอลรูม



5.2.7 การปรับปรุงโดยการจัดตำแหน่งประตูให้มีความสมมาตร

ตารางที่ 5.11

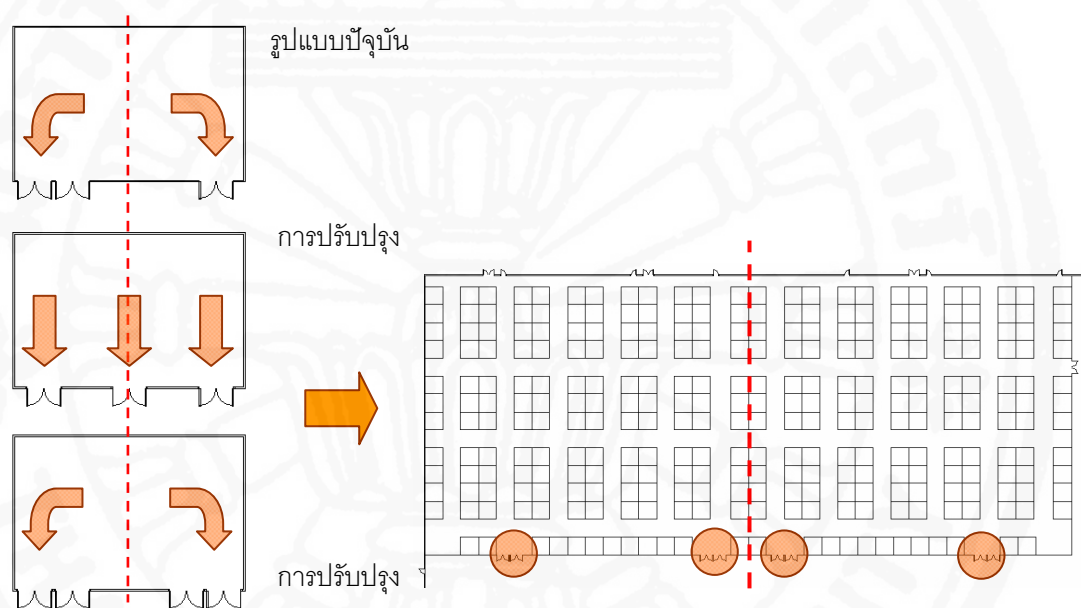
ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงห้องโบท 106 โดยการจัดตำแหน่งประตูให้มีความสมมาตร

Bitec 106	time	Booth
Existing	08:05.0	278
Renovation	07:07.2	288

จากตารางที่ 5.11 สามารถสรุปได้ว่า การจัดตำแหน่งประตูให้มีความสมมาตร ดังภาพที่ 5.16 มีประสิทธิภาพการอพยพออกจากพื้นที่สูงขึ้น โดยใช้เวลาการอพยพรวดเร็วขึ้น 58 วินาที หรือเร็วขึ้น 1.13 เท่า ของเวลาก่อนการปรับปรุง โดยความจุของพื้นที่ชุมนุมภายในซึ่งเป็นพื้นที่ขายสามารถจัดเพิ่มขึ้นได้อีก 10 หน่วย

ภาพที่ 5.16

การจัดตำแหน่งประตูให้มีความสมมาตร กรณีห้องไบเทค 106



5.2.8 การปรับปรุงโดยการจัดตำแหน่งประตูไว้ตำแหน่งกึ่งกลางห้องอย่างสมมาตร

ตารางที่ 5.12

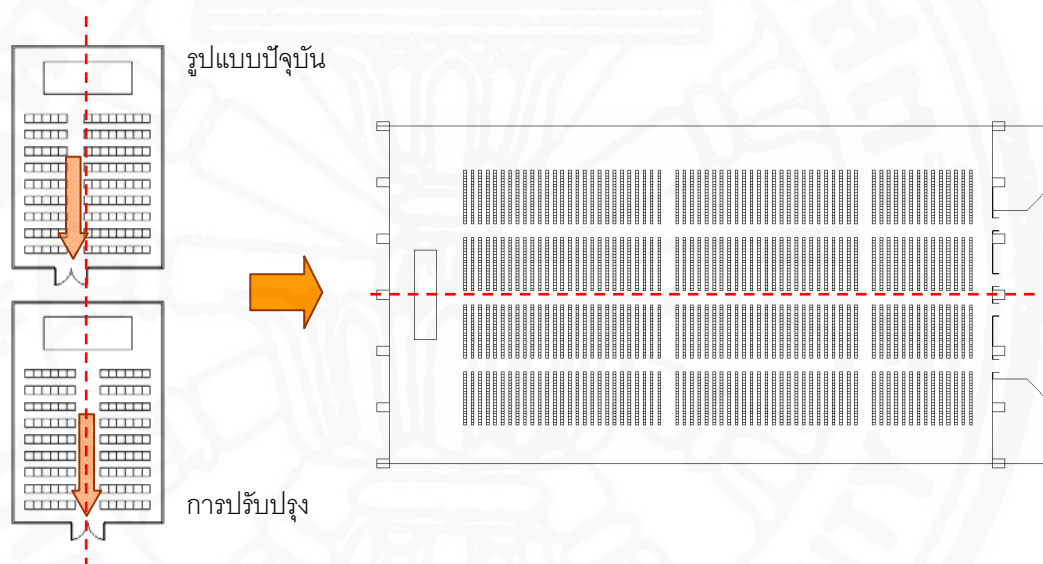
ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงห้องไบเทค 106 โดยการจัดตำแหน่งประตูไว้กึ่งกลางห้องอย่างสมมาตร

Bitec 106	time	seat
Existing	27:49.8	5,400
Renovation	15:48.8	5,400

จากตารางที่ 5.12 สามารถสรุปได้ว่า การปรับปรุงโดยการจัดตำแหน่งประตูไว้ตำแหน่งกึ่งกลางห้องอย่างสมมาตร ร่วมกับการขยายแนวทางเดินภายใน ดังภาพที่ 5.17 มีประสิทธิภาพการอพยพออกจากพื้นที่สูงขึ้น โดยใช้เวลาการอพยพรวดเร็วขึ้น 12 นาที 1 วินาที หรือเร็วขึ้น 1.76 เท่าของเวลาก่อนการปรับปรุง โดยยังคงความจุของพื้นที่นั่งซึ่งเป็นพื้นที่ขายเท่าเดิมโดยไม่มีเปลี่ยนแปลง

ภาพที่ 5.17

การจัดตำแหน่งประตูให้มีความสมมาตร กรณีห้องไปเทค 1 ห้อง



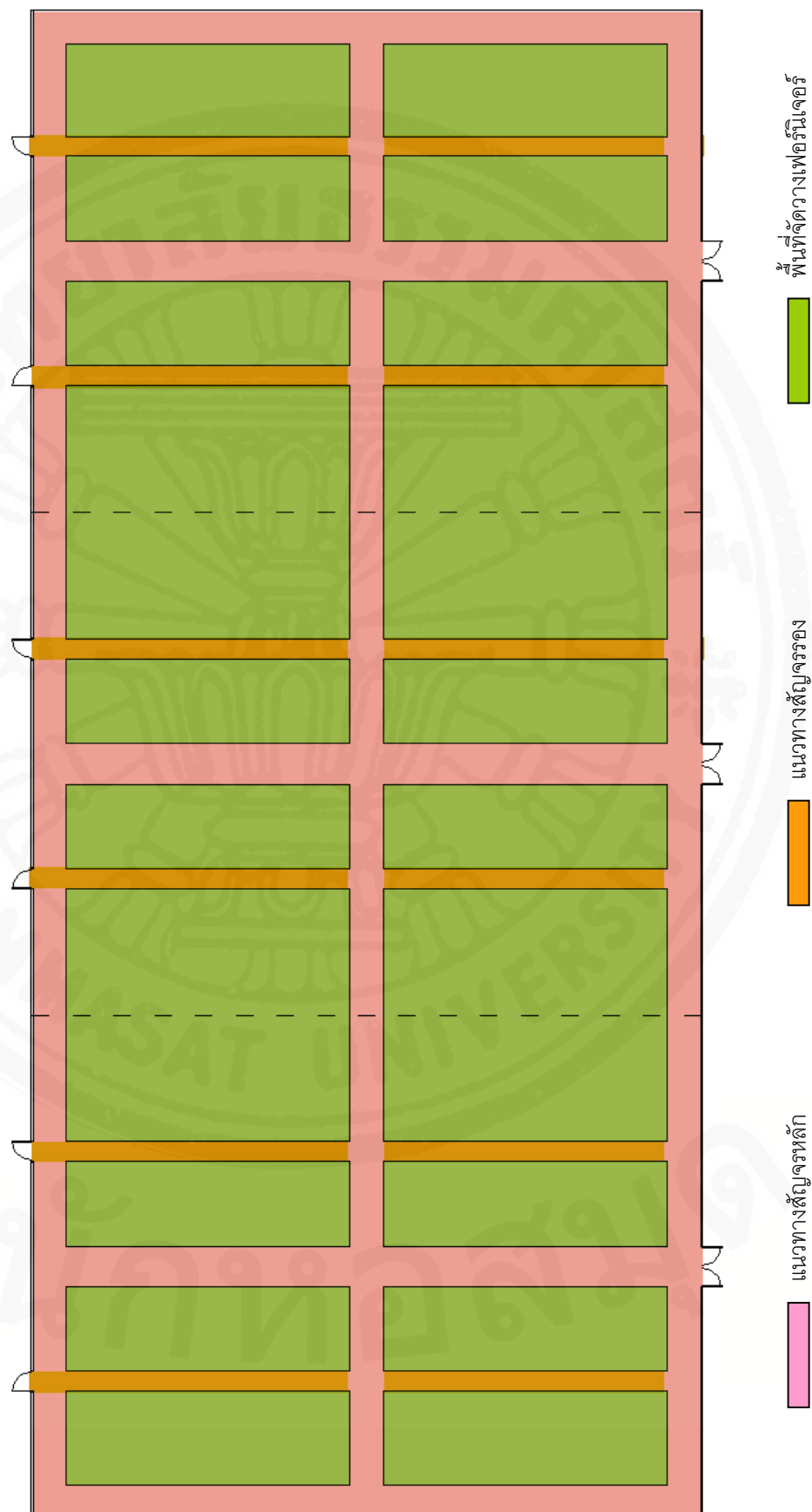
จากการประเมินผลแนวทางการออกแบบ พบว่าการปรับปรุงอาคารชุมนุมในการจัดผังเพื่อเป็นศูนย์การประชุม สามารถปรับปรุงได้โดยไม่มีผลกระทบต่อจำนวนพื้นที่นั่งภายใน ซึ่งการเพิ่มประตูทางออก ไว้คนละทิศทางกับทางเข้าหลักสามารถลดเวลาการอพยพได้ดีที่สุดโดยสอดคล้องกับแนวความคิดของ H. Notake (2001) ซึ่งกล่าวว่าการติดตั้งทางออกในลักษณะกระจายตัวสามารถทำให้อพยพออกจากอาคารได้เร็วกว่าการติดตั้งทางออกแบบรวมศูนย์ การปรับปรุงอาคารเพื่อจัดเป็นศูนย์แสดงสินค้าและนิทรรศการ จะส่งผลกระทบต่อจำนวนพื้นที่ขายภายใน โดยการจัดประตูให้มีความสมมาตรร่วมกับการจัดแนวสัญจรภายในให้ตรงกับประตูทางออก สามารถเพิ่มพื้นที่ขายให้มากขึ้นได้

5.3 เสนอแนวทางการออกแบบ

จากผลการวิจัย พบว่า อาคารชุมนุมไม่ว่าเป็นอาคารขนาดใดก็ตาม จะมีปัญหาในด้านการอพยพที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งเกิดจากความสัมพันธ์ของการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ภายในต่อตำแหน่งประตูทางออก ดังนั้น แนวทางการออกแบบอาคารชุมนุมสามารถสรุปว่า อาคารชุมนุมมีการใช้งานอาคารหรือพื้นที่ภายในอาคาร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะโล่งเชื่อมต่อกัน มีการใช้งานในพื้นที่นั้นที่เป็นประเภทเดียวกัน เพื่อชุมนุมคนที่พื้นที่ตั้งแต่ 1,000 ตารางเมตรขึ้นไป หรือชุมนุมคนได้ตั้งแต่ 500 คนขึ้นไป เมื่อพิจารณาในส่วนของงานออกแบบงานสถาปัตยกรรม พบว่า มักมีการจัดทางเข้า-ออกไว้เพียงด้านเดียว เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมคนเข้าออก โดยมักขาดการติดตั้งประตูหนีไฟ หรือติดตั้งไม่ครบถ้วน เมื่อมีการปิดกั้นพื้นที่ภายในเพื่อใช้งานเฉพาะส่วน ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดการอพยพล่าช้า เนื่องจากเกิดการกระจุกตัวของผู้ใช้งานในลักษณะคอขวดตรงบริเวณทางเข้า-ออก ซึ่งเมื่อพิจารณาตามหลักการวิเคราะห์เชิงพฤติกรรม พบว่าการขยายประตูทางเข้าออกสามารถสร้างประสิทธิภาพในการอพยพได้รวดเร็วมากขึ้น ดังนั้น ประตูทางเข้าหลักของอาคารชุมนุมควรเปิดขยาย หรือเพิ่มช่องทางเข้า-ออกได้ในกรณีที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ เพื่อรองรับการอพยพของคน ณ จุดเข้าออกหลัก โดยสอดคล้องกับทฤษฎีการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งานในสถาปัตยกรรม ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเคยชินมากกว่าการเคลื่อนที่แบบค้นหา เนื่องจากผู้ใช้อาคารอาจไม่เคยไปอาคารนี้มาก่อน หรือผู้ใช้อาคารไม่ทราบได้ว่าทางออกทั้งหมดอยู่ที่ใดบ้าง อย่างไรก็ตาม การปรับเปลี่ยนรูปแบบทางเข้าออกจะต้องพิจารณาร่วมกับการจัดผังการใช้งานภายใน โดยควรมีแนวเส้นทางสัญจรภายในตรงกับประตูทางเข้า-ออก หากมีแนวสัญจรตรงกับทางออกมากเท่าไร ยิ่งสามารถทำให้การอพยพเป็นไปได้อย่างสะดวกรวดเร็วเท่านั้น ส่วนการเพิ่มเติมช่องทางออกจากพื้นที่ควรเพิ่มในบริเวณที่มีการระจุกตัวหนาแน่นของผู้ใช้งานได้แก่บริเวณมุมสุดของพื้นที่ โดยควรเพิ่มเติมให้มีระยะห่างที่สม่ำเสมอ และมีความสมมาตรกันในทุก ๆ ด้าน ดังนั้น ในการประเมินออกแบบปรับปรุงอาคารชุมนุมจะต้องมีการคำนึงในจุดนี้ร่วม กับปัจจัยต่าง ๆ ในส่วนของ การออกแบบสถาปัตยกรรม ส่วนอุปกรณ์เสริมเพื่อความปลอดภัย และ ส่วนขององค์ประกอบแวดล้อม เพื่อให้เกิดการใช้งานที่มีความปลอดภัยจากอัคคีภัย ดังภาพที่ 5.18

ภาพที่ 5.18

แนวทางการออกแบบวางผังภายในอาคารชุมนุม

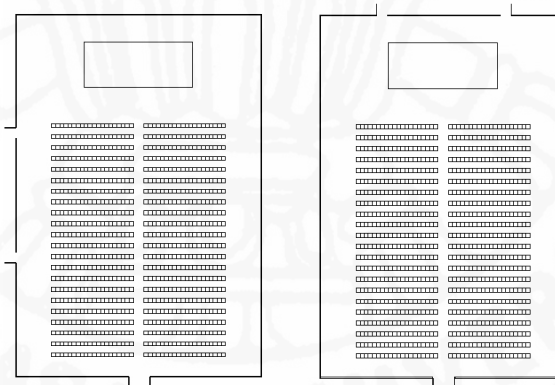


5.3.1 แนวทางการออกแบบสำหรับผู้ออกแบบ

การออกแบบนั้นผู้ออกแบบควรใช้ระบบประสานพิกัด (modular) ของเฟอร์นิเจอร์เป็นหลักในการกำหนดขนาด และลักษณะพื้นที่ เพื่อกำหนดตำแหน่งทางเข้า-ออกของอาคารให้สามารถระบายผู้ใช้งานอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ การตำแหน่งทางเข้า-ออก และตำแหน่งทางหนีไฟต้องพิจารณาว่ามีการจัดเฟอร์นิเจอร์ในทิศทางใด หากจัดเพื่อเป็นศูนย์การประชุม ควรจัดให้ตำแหน่งที่นั่งเรียงตามแนวยาวของอาคาร และตำแหน่งออกควรอยู่ทางด้านข้างแถวที่นั่ง หรือด้านตรงข้ามกับทางเข้า-ออกหลัก ดังภาพที่ 5.19 หากจัดเพื่อเป็นศูนย์การประชุมควรจัดวางตำแหน่งทางเข้า-ออก เพื่อสร้างแนวทางสัญจรภายในมุ่งสู่ทางออก หากทางเข้า-ออกหลักเกิดการกีดขวางหรือไม่สามารถใช้งานได้ จะสามารถอพยพออกไปยังพื้นที่ปลอดภัยได้ ดังภาพที่ 5.20

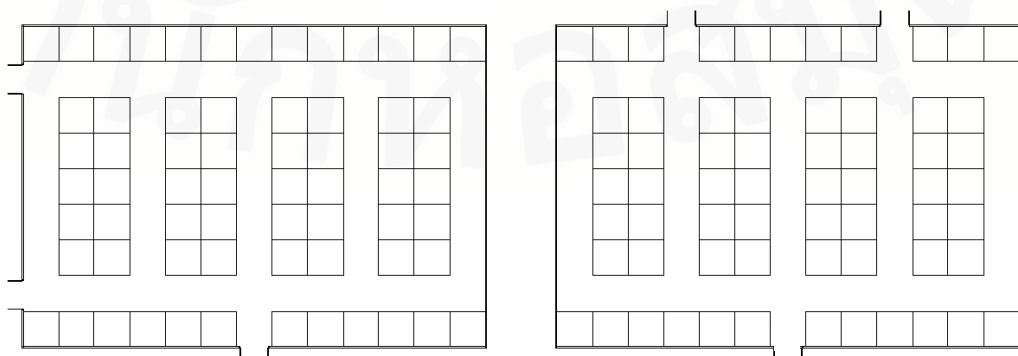
ภาพที่ 5.19

ตัวอย่างการออกแบบอาคารชุมนุมเพื่อเป็นศูนย์การประชุม



ภาพที่ 5.20

ตัวอย่างการออกแบบอาคารชุมนุมเพื่อเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการและแสดงสินค้า



5.3.2 แนวทางการออกแบบสำหรับผู้ใช้งานและเจ้าของสถานที่

ควรมีการกำหนดโซนของพื้นที่วางเฟอร์นิเจอร์ ทางสัญจรภายใน และทางสัญจรย่อยที่มุ่งสู่ทางหนีไฟไว้ให้ชัดเจน เพื่อลดการจัดวางรูปแบบผังอาคารภายในที่อาจกีดขวางทางเข้าออกไว้ เพื่อให้ผู้เข้าสถานที่ใช้งานสามารถออกแบบลักษณะงาน และการใช้สถานที่ที่ไม่ขัดต่อรูปแบบที่กำหนดไว้แต่แรก โดยผู้ใช้งานหรือออกแบบสถานที่ต้อง คำนึงถึงตำแหน่งประตูทางออก จุดต่าง ๆ ให้ครบถ้วนเพื่อจัดผังเฟอร์นิเจอร์ภายใน เช่น จำนวนทางออกมีกี่ช่องทางและควรจัดทิศทาง เวทีการแสดงไปทางใด ในการจัดผังเพื่อเป็นศูนย์การประชุม หรือจัดเป็นพื้นที่จัดนิทรรศการและแสดงสินค้า

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้งาน

จากการศึกษา พบว่า ปัญหาของอาคารชุมนุมในด้านความปลอดภัยจากอัคคีภัยมาจากการไม่ได้คำนึงถึงการปิดกั้นการใช้งานเฉพาะส่วนพื้นที่ ทำให้เส้นทางหนีไฟภายในอาคารลดลงเหลือเพียงช่องทางออกเดียว ซึ่งผู้ออกแบบควรคำนึงถึงและออกแบบให้ครบถ้วนสมบูรณ์ และปัญหาการอพยพออกจากอาคารซึ่งคล้ายคลึงกันในอาคารทุกขนาด เกิดจากความสัมพันธ์ของการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ภายในตำแหน่งประตูทางออก ดังนั้น เจ้าของอาคารชุมนุม หรือผู้จัดงานจัดสถานที่ภายในอาคารชุมนุม ต้องคำนึงในจุดนี้โดยจัดสถานที่ให้มีความสอดคล้องปลอดภัยและไม่เป็นอุปสรรคต่อการอพยพออกจากอาคาร

5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงภาพรวมของลักษณะปัญหาและแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารชุมนุม ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่ายังคงมีประเด็นอื่น ๆ ในรายละเอียด เช่น การรับรู้เส้นทางหนีไฟภายในอาคารชุมนุม การตัดสินใจในการอพยพไปยังแต่ละเส้นทาง การอพยพในบรรยากาศการเกิดอัคคีภัย เช่น ระบบสปริงเกอร์ทำงาน วิสัยทัศน์ และวัสดุอาคารที่ใช้ว่าเป็นอุปสรรคในการอพยพหรือไม่ เป็นต้น