

## บทที่ 4

### ผลของการวิจัย

จากระเบียบวิธีวิจัยที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 3 บทนี้จะเป็นการนำเสนอผลการทดลอง โดยจำแนกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการวิจัยด้วยระบบช่วยออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลาง
2. วิเคราะห์ผลการวิจัย
3. การนำแบบผลลัพธ์ไปพัฒนาต่อในขั้นตอนต่อไปของการออกแบบ

การนำแบบผลลัพธ์ไปพัฒนาต่อในขั้นตอนต่อไปของการออกแบบในการทำการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ MAXScript เป็นเครื่องมือในการทดลองเนื่องจากปัจจุบัน 3D Studio MAX เป็นโปรแกรมด้านการออกแบบเชิงวัตถุ (object oriented) ที่แสดงผลเป็น 3 มิติ และแพร่หลายที่สุด โดยเฉพาะในบริบทของไทย ที่มีความแพร่หลายตั้งแต่ระดับการศึกษา ไปจนถึงระดับขององค์กร จึงมีศักยภาพในการพัฒนาเชื่อมโยง รวมถึงการนำไปใช้งานจริงได้ อีกประเด็นหนึ่ง MAXscript สนับสนุนการสร้างส่วนได้ตอบกับผู้ใช้งาน (user interface) ด้วยวิธีการฟีก ที่เรียกว่า Visual MAXscript จึงง่ายต่อการออกแบบส่วนได้ตอบกับผู้ใช้งาน ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้งาน

#### 4.1 ผลการวิจัยด้วยระบบช่วยออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลาง

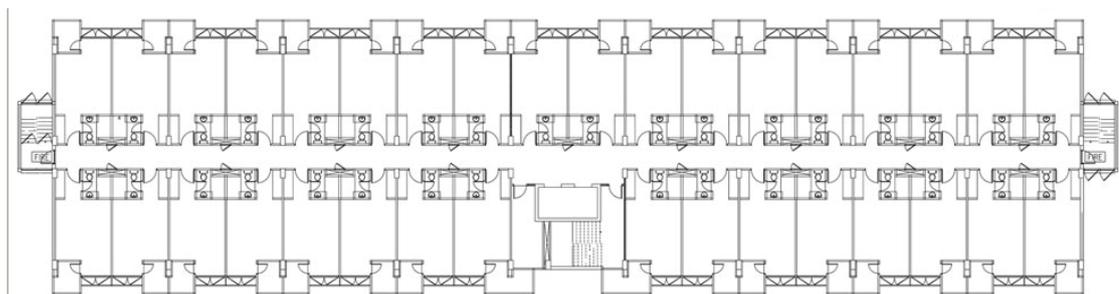
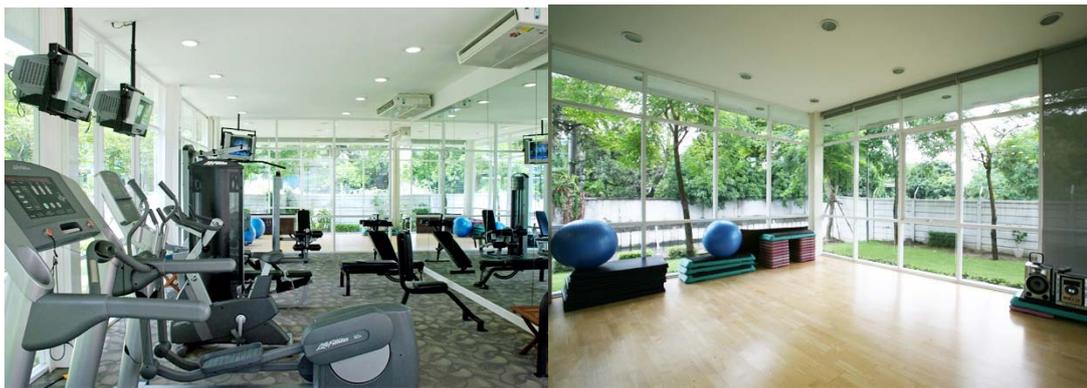
ในส่วนแรก เป็นการนำระบบช่วยออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางมาทดลองใช้กับอาคารที่มีอยู่จริง ขั้นตอนการจัดวางทางสัญจรแนวตั้ง การประเมินการจัดวางทางสัญจรแนวตั้ง ประกอบไปด้วย ความเป็นศูนย์กลาง ความลึก และประสิทธิภาพทางสัญจรแนวตั้ง ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอวิธีการประเมินแบบหลายวัตถุประสงค์ ด้วยวิธีเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และขั้นตอนการจัดตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง ที่ทำการค้นหาการจัดวางพื้นที่ส่วนกลางที่ดีที่สุด ด้วยระเบียบวิธีเชิงกระบวนการ (procedural methods) ซึ่งเป็นกระบวนการขั้นพื้นฐานที่นำมาผสมผสานกับความ สามารถในการจำลองลักษณะการตัดสินใจของมนุษย์ ในแนวทางเชิงอุปมา (analogical approach) ด้วยตรรกศาสตร์คลุมเครือ (fuzzy logic) ในแง่ของการเป็นเครื่องมือช่วยออกแบบเชิงสำรวจ โดยใช้ค่าตัวแปรเรื่องขนาดช่อง และจำนวนตาราง ขนาดอาคาร และจำนวนชั้น จากอาคารดังกล่าวเข้ามาใช้เป็นตัวแปรในระบบ

#### 4.1.1 คอนโดมิเนียม I house พระราม 9

คอนโดมิเนียม I house เป็นคอนโดมิเนียมประเภททางเดินกลาง (double loaded corridor) มีพื้นที่ส่วนกลางอยู่ที่ชั้น 1 ของอาคาร ดังภาพที่ 4.1 อาคารมีความสูง 8 ชั้น ชั้นหนึ่งมี 34 ห้อง ด้านหนึ่งมี 18 ห้อง อีกด้านหนึ่งเป็นด้านที่มีทางสัญจรแนวตั้ง คือลิฟต์ ซึ่งนับได้ว่ากินพื้นที่ห้องพักไป 2 ห้อง สามารถแบ่งเป็นลักษณะช่องตาราง เป็น 8 ชั้น ชั้นละ 18 ช่องตาราง ดังภาพที่ 4.2 โดยอ้างอิงจากผังอาคารในภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1

พื้นที่ส่วนกลางและผังของอาคาร



ที่มา: ไอ-เฮ้าส์ คอนโดมิเนียม พระราม 9, 2009.

ภาพที่ 4.2  
คอนโดมิเนียม I house



ที่มา: ไอ-เฮ้าส์ คอนโดมิเนียม พระราม 9, 2009.

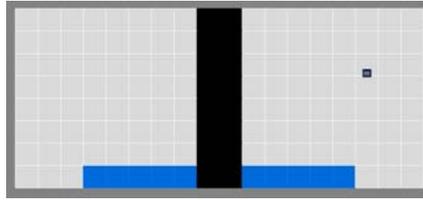
จากการทดลองใช้ระบบช่วยออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางในการประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งทางสัญจรแนวตั้ง แบบหลายวัตถุประสงค์ แล้วทำการจำลองและประเมินการจัดวางตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลางแบบเดิม ดังภาพที่ 4.3 ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1  
ค่าการเข้าถึงของทางสัญจรแนวตั้ง อาคาร I house

ความเป็นศูนย์กลาง	ความลึก	$E_{ver}$	รวมค่าการเข้าถึง	ระยะห้องเฉลี่ย	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด
80.00%	70.00%	22.22%	57.41%	53.0	63.0	43.0

ภาพที่ 4.3

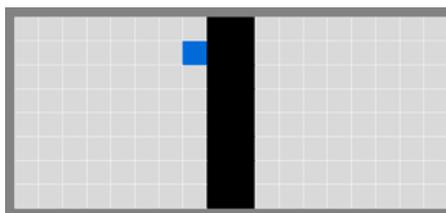
ประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลางแบบเดิม



หลังผู้วิจัยได้ทดลองกำหนดตำแหน่งทางสัญจรแนวตั้ง ตามลักษณะอาคารเดิม ได้ผลดังตารางที่ 4.1 ระบบจะ “ชี้หน้า” แนวโน้มของตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลางที่น่าจะเป็น ดังภาพที่ 4.4 โดยแสดงค่าประมาณระยะทางที่สั้นที่สุด เท่ากับ 45 หลังจากนั้นจึงเป็นการทดลองจัดวางพื้นที่ส่วนกลางด้วยระบบจัดวางและประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง ได้ผลออกมาเมื่อมีค่าความคลุมเครือ = 100% ดังภาพที่ 4.5 ค่าความคลุมเครือ = 70% 50% 30% และ 0% ดังภาพที่ 4.6 ถึง 4.9 ตามลำดับ ได้ค่าระยะห้องเฉลี่ย ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด ระยะห้องที่ไกลที่สุด ที่ได้จากการคัดเลือกของตรรกศาสตร์คลุมเครือแล้ว ดังตารางที่ 4.2

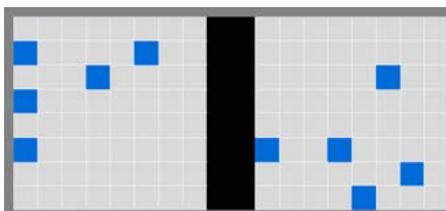
ภาพที่ 4.4

ผลการคำนวณของระบบชี้หน้า



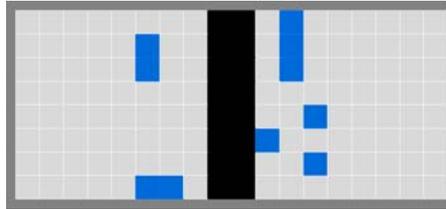
ภาพที่ 4.5

ผลจากการคำนวณของระบบ เมื่อค่าความคลุมเครือ = 100%



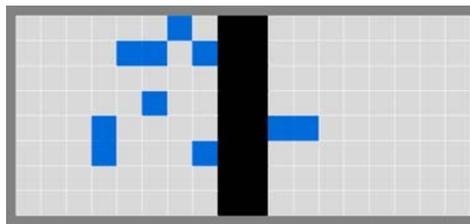
ภาพที่ 4.6

ผลจากการคำนวณของระบบ เมื่อค่าความคลุมเครือ = 70%



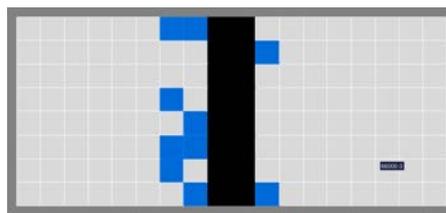
ภาพที่ 4.7

ผลจากการคำนวณของระบบ เมื่อค่าความคลุมเครือ = 50%



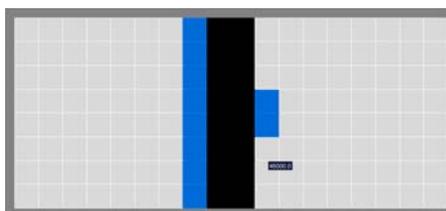
ภาพที่ 4.8

ผลจากการคำนวณของระบบ เมื่อค่าความคลุมเครือ = 30%



ภาพที่ 4.9

ผลจากการคำนวณของระบบ เมื่อค่าความคลุมเครือ = 0%



ตารางที่ 4.2  
ระยะห้องที่ได้จากการคัดเลือกของตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ค่าความคลุมเครือ	ระยะห้องเฉลี่ย	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด
100%	61.4	70.0	45.0
70%	48.7	57.0	41.0
50%	47.0	54.0	41.0
30%	44.2	47.0	40.0
0%	42.0	44.0	40.0

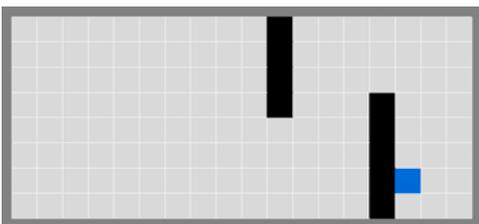
#### 4.1.2 การวางตำแหน่งทางสัญจรโดยผู้ใช้งาน

ในบทนี้จะเป็นการแสดงผลการทดลองของระบบช่วยออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลาง โดยการวางตำแหน่งทางสัญจรโดยผู้ใช้งาน โดยในขั้นตอนการวาง ผู้ใช้งานทำการวางตำแหน่งตามความสวยงาม 3 รูปแบบ

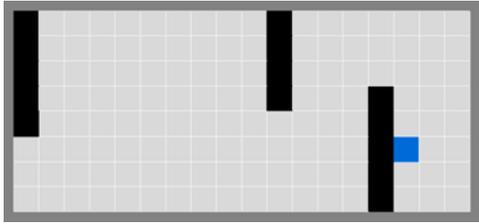
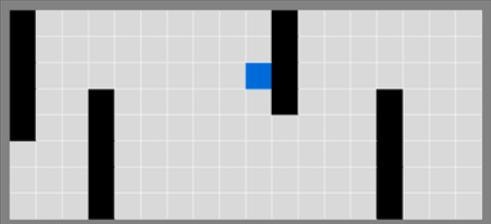
##### 1) แบบที่ 1

จากตารางที่ 4.3 แสดงการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้งาน และระบบชี้แนะ และตารางที่ 4.4 แสดงผลจากระบบจัดวางและประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง ที่ค่าความคลุมเครือระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 4.3  
การโต้ตอบระหว่างผู้ใช้งาน และระบบชี้แนะ

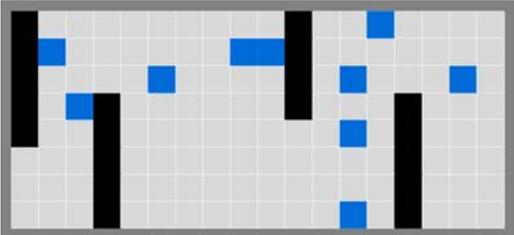
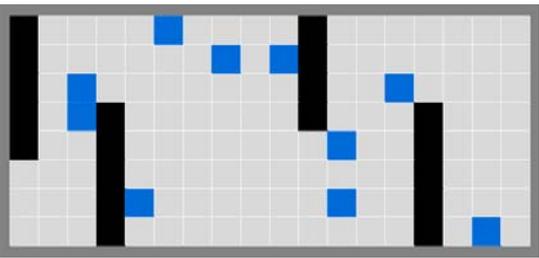
จัดวางทางสัญจรแนวตั้ง ชั้นที่ 1		
	ค่าประมาณระยะทางที่สั้นที่สุด	63
	ความเป็นศูนย์กลาง	22.51%
	ความลึก	83.00%
	$E_{ver}$	12.50%
	รวมค่าการเข้าถึง	39.34%

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

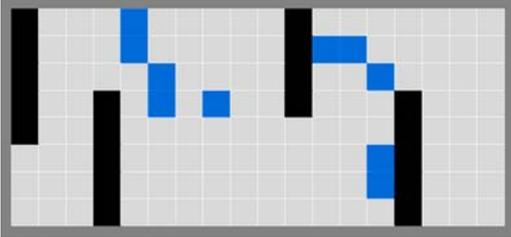
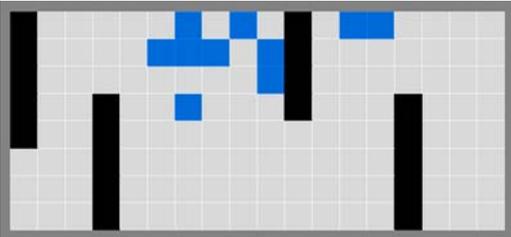
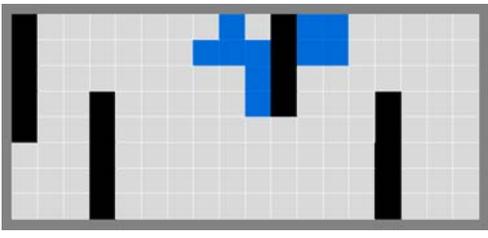
จัดวางทางสัญจรแนวตั้ง ชั้นที่ 2		
	ค่าประมาณระยะทางที่สั้นที่สุด	62
	ความเป็นศูนย์กลาง	39.53%
	ความลึก	76.74%
	$E_{ver}$	19.44%
	รวมค่าการเข้าถึง	45.24%
จัดวางทางสัญจรแนวตั้ง ชั้นที่ 3		
	ค่าประมาณระยะทางที่สั้นที่สุด	49
	ความเป็นศูนย์กลาง	21.96%
	ความลึก	65.52%
	$E_{ver}$	26.39%
	รวมค่าการเข้าถึง	37.96%

ตารางที่ 4.4

ผลจากการคำนวณของระบบ

ความคลุมเครือ = 100%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	53.0
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	69.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	34.0
ความคลุมเครือ = 70%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	55.0
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	66.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	34.0

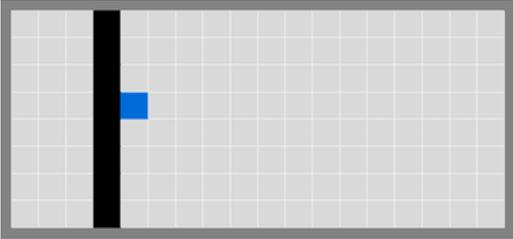
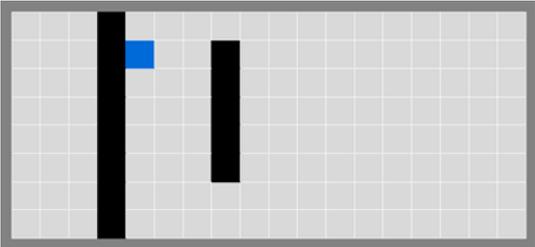
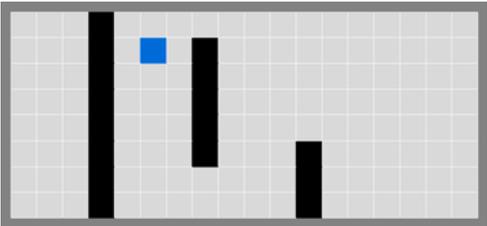
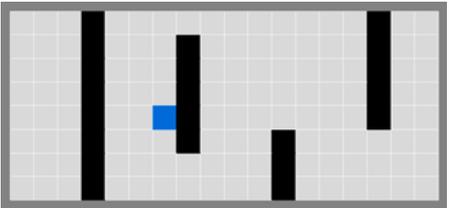
ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ความคลุมเครือ = 50%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	50.0
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	57.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	38.0
ความคลุมเครือ = 30%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	44.0
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	50.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	34.0
ความคลุมเครือ = 0%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	40.4
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	45.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	34.0

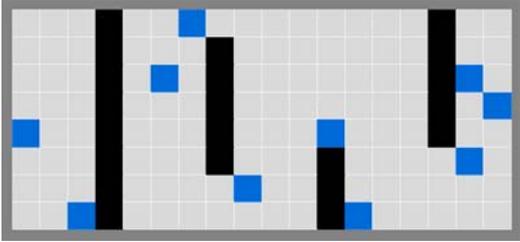
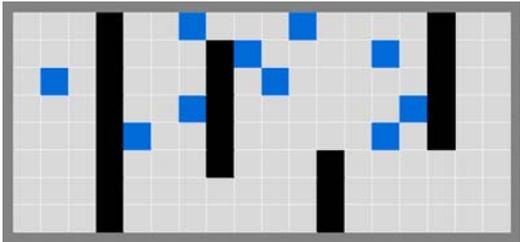
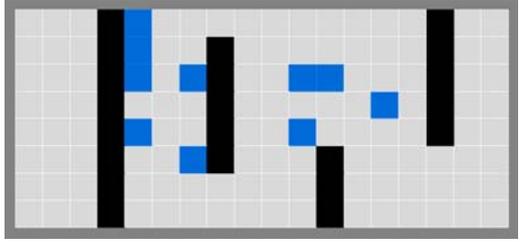
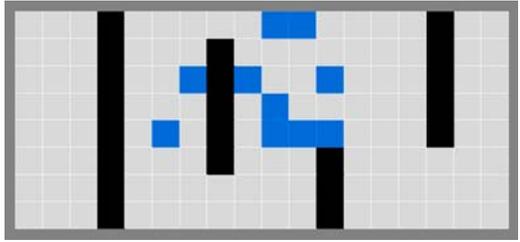
## 2) แบบที่ 2

จากตารางที่ 4.5 แสดงการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้งาน และระบบชี้แนะ และตารางที่ 4.6 แสดงผลจากระบบจัดวางและประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง ที่ค่าความคลุมเครือระดับต่าง ๆ

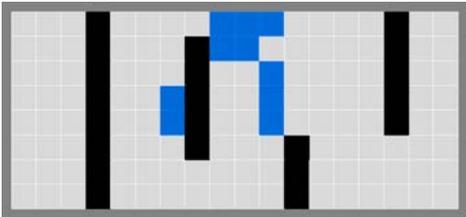
ตารางที่ 4.5  
การโต้ตอบระหว่างผู้ใช้งาน และระบบชี้หน้า

จัดวางทางสัญจรแนวตั้ง ชั้นที่ 1		
	ค่าประมาณระยะทางที่สั้นที่สุด	64
	ความเป็นศูนย์กลาง	37.46%
	ความลึก	84.21%
	$E_{ver}$	11.11%
	รวมค่าการเข้าถึง	44.26%
จัดวางทางสัญจรแนวตั้ง ชั้นที่ 2		
	ค่าประมาณระยะทางที่สั้นที่สุด	62
	ความเป็นศูนย์กลาง	27.74%
	ความลึก	78.18%
	$E_{ver}$	18.06%
	รวมค่าการเข้าถึง	41.32%
จัดวางทางสัญจรแนวตั้ง ชั้นที่ 3		
	ค่าประมาณระยะทางที่สั้นที่สุด	65
	ความเป็นศูนย์กลาง	17.74%
	ความลึก	74.22%
	$E_{ver}$	22.22%
	รวมค่าการเข้าถึง	38.06%
จัดวางทางสัญจรแนวตั้ง ชั้นที่ 4		
	ค่าประมาณระยะทางที่สั้นที่สุด	48
	ความเป็นศูนย์กลาง	8.53%
	ความลึก	66.53%
	$E_{ver}$	29.17%
	รวมค่าการเข้าถึง	34.74%

ตารางที่ 4.6  
ผลจากการคำนวณของระบบ

ความคลุมเครือ = 100%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	61.6
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	72.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	49.0
ความคลุมเครือ = 70%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	51.7
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	65.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	40.0
ความคลุมเครือ = 50%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	49.9
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	56.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	44.0
ความคลุมเครือ = 30%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	46.7
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	50.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	41.0

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

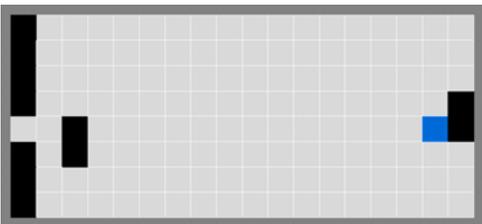
ความคลุมเครือ = 0%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	43.2
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	45.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	39.0

## 3) แบบที่ 3

จากตารางที่ 4.7 แสดงการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้งาน และระบบชี้หน้า และตารางที่ 4.8 แสดงผลจากระบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลาง ที่ค่าความคลุมเครือระดับต่าง ๆ

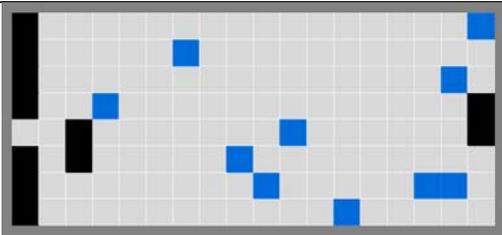
ตารางที่ 4.7

การโต้ตอบระหว่างผู้ใช้งาน และระบบชี้หน้า

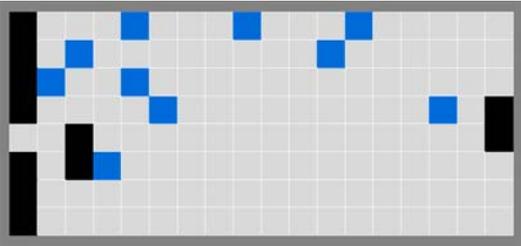
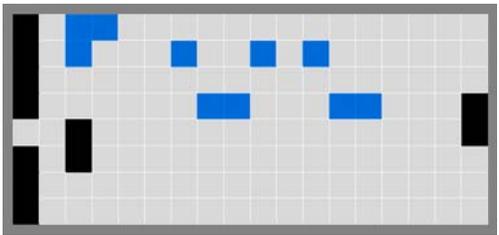
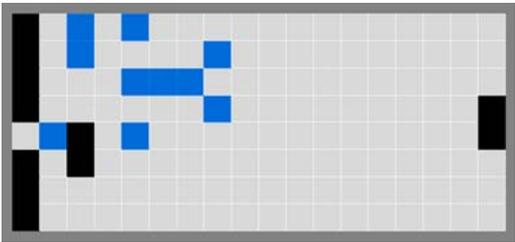
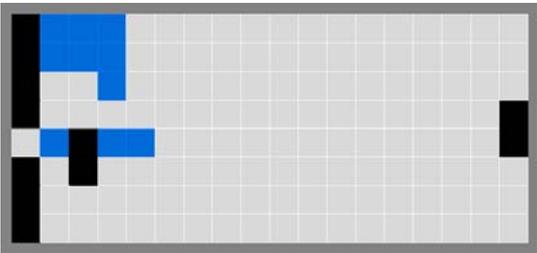
จัดวางทางสัญจรแนวตั้ง ชั้นที่ 1		
	ค่าประมาณระยะทางที่สั้นที่สุด	144
	ความเป็นศูนย์กลาง	78.76%
	ความลึก	75.41%
	$E_{ver}$	15.28%
	รวมค่าการเข้าถึง	56.48%

ตารางที่ 4.8

ผลจากการคำนวณของระบบ

ความคลุมเครือ = 100%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	182.9
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	259.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	98.0

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ความคลุมเครือ = 70%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	118.2
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	205.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	82.0
ความคลุมเครือ = 50%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	102.6
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	124.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	82.0
ความคลุมเครือ = 30%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	90.1
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	102.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	76.0
ความคลุมเครือ = 0%		
	ระยะห้องเฉลี่ย	82.8
	ระยะห้องที่ไกลที่สุด	88.0
	ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	76.0

## 4.2 วิเคราะห์ผลการวิจัย

จากระเบียบวิธีวิจัยที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 3 บทนี้จะเป็นการทำการทดลองโดยมีวัตถุประสงค์ในการประเมินศักยภาพของระบบช่วยออกแบบในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. ระยะทางระหว่างห้องพัก กับพื้นที่ส่วนกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารเดิม
2. การกระจายตัวของพื้นที่ส่วนกลาง เมื่อกระจายทางสัญจรแนวตั้ง
3. ประสิทธิภาพของระบบประเมินการจัดวาง
4. ความสามารถเชิงปฏิสัมพันธ์ ความแม่นยำของระบบชี้แนะ
5. ประสิทธิภาพของตรรกศาสตร์คลุมเครือ
6. ความสามารถในแง่ของการเป็นเครื่องมือช่วยออกแบบเชิงสำรวจ

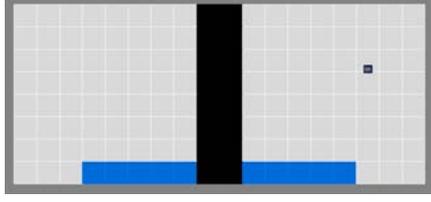
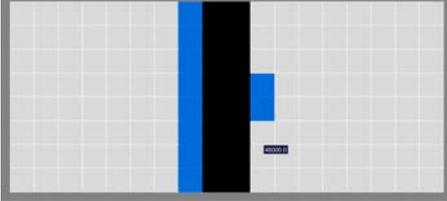
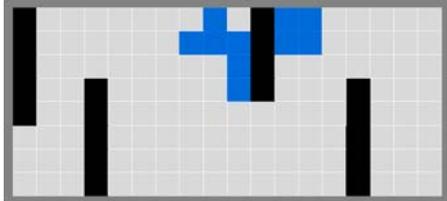
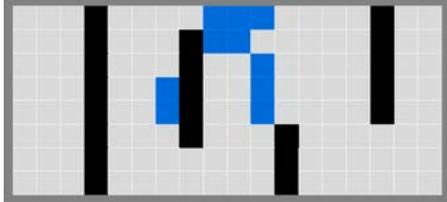
### 4.2.1 ระยะทางระหว่างห้องพัก กับพื้นที่ส่วนกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารเดิม

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ต้องการออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางที่เข้าถึงได้ง่ายกว่าแบบปัจจุบัน บทนี้จึงเป็นการเปรียบเทียบการจัดวางพื้นที่ส่วนกลาง ระหว่างแบบเดิม ทางสัญจรแนวตั้งแบบเดิม แต่จัดวางพื้นที่ส่วนกลางใหม่ หรือจัดวางแบบใหม่ทั้งหมด ในแง่ต่าง ๆ ได้แก่ ค่าการเข้าถึงของทางสัญจรแนวตั้ง ระยะห้องเฉลี่ย ระยะห้องที่ไกลที่สุด และระยะห้องที่ใกล้ที่สุด ดังตารางที่ 4.9 และสามารถเขียนเป็นตารางจัดลำดับได้ดังตารางที่ 4.10

จากตารางที่ 4.10 พบว่าการออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางแบบทางเลือก 1 (A1) มีค่าระยะทางที่ดีที่สุด ทั้งในแง่ของตำแหน่งทางสัญจรแนวตั้ง ที่มีปริมาณและค่าความเป็นศูนย์กลางกำลังดี ในขณะที่การจัดวางแบบเดิม (E1) และแบบทางเลือก 3 (A3) มีค่าที่ไม่ดี เพราะการกระจายตัวของทางสัญจรที่อยู่ชิดกัน หรือห่างกันเกินไป แต่เมื่อสังเกตแบบที่การจัดวางทางสัญจรแนวตั้งแบบเดิม แต่พื้นที่ส่วนกลางแบบทางเลือก (E2) พบว่าถึงแม้ค่าการเข้าถึงของทางสัญจรแนวตั้งจะไม่ดีนัก เนื่องจากการรวมกลุ่มกันอยู่ตรงกลาง แต่ระยะทางพื้นที่ส่วนกลางก็ยังจัดว่าดี ใกล้เคียงกับแบบทางเลือก 2 (A2)

ตารางที่ 4.9

เปรียบเทียบระยะทางระหว่างห้องพัก กับพื้นที่ส่วนกลาง

การออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางแบบเดิม (E1)		ค่าการเข้าถึงของทางสัญจรแนวตั้ง = 57.41% ระยะห้องเฉลี่ย = 53 ระยะห้องที่ไกลที่สุด = 63 ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด = 43
การออกแบบจัดวางทางสัญจรเดิม แต่พื้นที่ส่วนกลางแบบทางเลือก (E2)		ค่าการเข้าถึงของทางสัญจรแนวตั้ง = 57.41% ระยะห้องเฉลี่ย = 42 ระยะห้องที่ไกลที่สุด = 44 ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด = 40
การออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางแบบทางเลือก 1 (A1)		ค่าการเข้าถึงของทางสัญจรแนวตั้ง = 37.96% ระยะห้องเฉลี่ย = 40.4 ระยะห้องที่ไกลที่สุด = 45 ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด = 34
การออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางแบบทางเลือก 2 (A2)		ค่าการเข้าถึงของทางสัญจรแนวตั้ง = 38.06% ระยะห้องเฉลี่ย = 43.2 ระยะห้องที่ไกลที่สุด = 45 ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด = 39
การออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางแบบทางเลือก 3 (A3)		ค่าการเข้าถึงของทางสัญจรแนวตั้ง = 56.48% ระยะห้องเฉลี่ย = 82.8 ระยะห้องที่ไกลที่สุด = 88 ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด = 76

## ตารางที่ 4.10

การจัดลำดับระยะทางระหว่างห้องพัก กับพื้นที่ส่วนกลาง

	ค่าการเข้าถึงของ ทางสัญจรแนวตั้ง	ระยะห้องเฉลี่ย	ระยะห้องที่ไกล ที่สุด	ระยะห้องที่ใกล้ ที่สุด
E1	4	4	4	4
E2	4	2	1	3
A1	1	1	2	1
A2	2	3	2	2
A3	3	5	5	5

## 4.2.2 การกระจายตัวของพื้นที่ส่วนกลาง เมื่อกระจายทางสัญจรแนวตั้ง

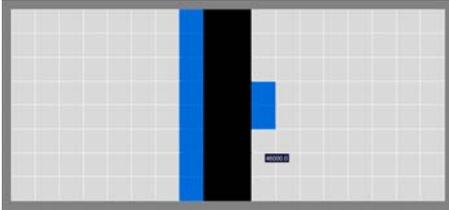
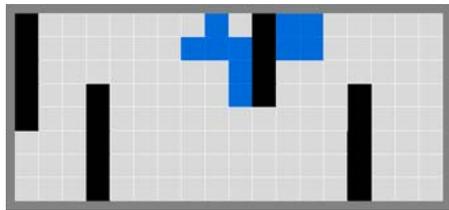
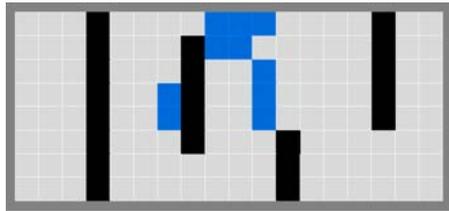
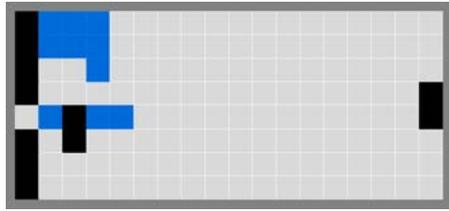
บทนี้จะเป็นการพิสูจน์สมมุติฐานว่า การกระจายเส้นทางสัญจรแนวตั้ง จะทำให้เกิดการกระจายตัวของพื้นที่ส่วนกลาง โดยการเปรียบเทียบกับการจัดวางทางสัญจรแนวตั้งของอาคารเดิม จากตารางที่ 4.11 สรุปได้ว่า การกระจายตัวของทางสัญจรแนวตั้ง ส่งผลให้เกิดการกระจายตัวของพื้นที่ส่วนกลาง ส่งผลให้เกิดรูปแบบที่น่าสนใจ และระยะทางที่สั้นลง

## 4.2.3 ประสิทธิภาพของระบบประเมินการจัดวาง

ในบทนี้จะเป็นการวิเคราะห์ผลการวิจัย ในประเด็นเกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งทางสัญจรแนวตั้ง แบบหลายวัตถุประสงค์ และระบบจัดวางและประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง ดังนี้

1) ประสิทธิภาพของระบบประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งทางสัญจรแนวตั้ง แบบหลายวัตถุประสงค์ ดังตารางที่ 4.12 พบว่าแบบที่มีความเป็นศูนย์กลางดีที่สุด คือ A2 เนื่องจากการวางตำแหน่งทางสัญจรให้อยู่ไม่ไกลกันมาก และไม่ใกล้กันจนเกินไป ในทางกลับกัน แบบที่มีความเป็นศูนย์กลางแย่ที่สุดคือแบบ E1 เนื่องจากมีทางสัญจรแนวตั้งติดกันสองช่องอยู่ตรงกลาง ระบบจึงบอกว่าแทนที่จะรวมกันตรงกลางอย่างเดียว การกระจายตำแหน่งจะให้ผลที่ดีกว่า

ตารางที่ 4.11  
การกระจายตัวของพื้นที่ส่วนกลาง

ทางสัญจรแนวตั้ง แบบเดิม (E2)	
ทางสัญจรแนวตั้ง แบบทางเลือก 1 (A1)	
ทางสัญจรแนวตั้ง แบบทางเลือก 2 (A2)	
ทางสัญจรแนวตั้ง แบบทางเลือก 3 (A3)	

ตารางที่ 4.12  
ค่าการเข้าถึงของการจัดวางทางสัญจรแนวตั้งแบบต่าง ๆ

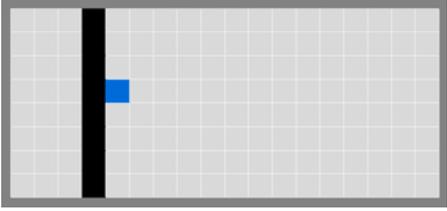
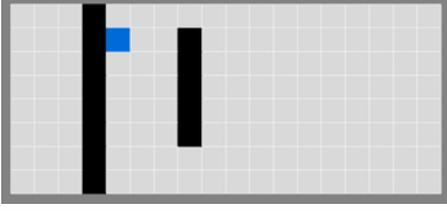
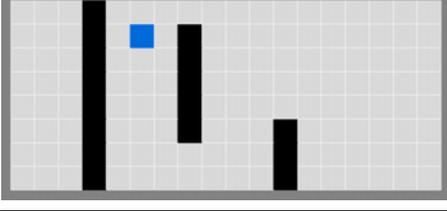
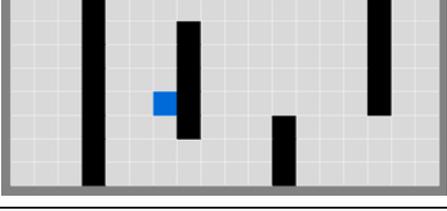
ความเป็นศูนย์กลาง	ความลึก	$E_{ver}$	รวมค่าการเข้าถึง	รูปแบบทางสัญจร
80.00%	70.00%	22.22%	57.41%	E2
21.96%	65.52%	26.39%	37.96%	A1
8.53%	66.53%	29.17%	34.74%	A2
78.76%	75.41%	15.28%	56.48%	A3

ค่าความลึกของแบบทั้ง 4 นี้จะไม่ต่างกันมาก เนื่องจากมีจำนวนห้องที่เท่ากัน แบบที่มีค่าประสิทธิภาพทางสัญจรแนวตั้งดีที่สุดคือ A3 ส่วนแบบ A2 แย่ที่สุด เนื่องจากมีการกระจายทางสัญจรแนวตั้งที่มากกว่าแบบอื่น ซึ่งโดยรวมแล้วสรุปว่า แบบ A2 มีค่าการเข้าถึงทางสัญจรแนวตั้งดีที่สุด ส่วนแบบ E2 คือของอาคารเดิม มีค่าการเข้าถึงทางสัญจรแนวตั้งแย่ที่สุด ดังเหตุผลที่กล่าวไปข้างต้น

จากตารางที่ 4.13 แสดงค่าการเข้าถึงของการจัดวางทางสัญจรแนวตั้งในแต่ละขั้นตอน พบว่าในขั้นตอนแรก ค่าที่แย่ที่สุดคือความลึก และค่าประสิทธิภาพทางสัญจรแนวตั้ง เนื่องจากมีทางสัญจรแค่ตำแหน่งเดียว ขั้นตอนที่ 2 เมื่อเพิ่มจำนวนทางสัญจรแนวตั้ง ส่งผลให้ค่าความเป็นศูนย์กลางเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากตำแหน่งที่จัดวางเพิ่มเติมลงไปนั้น มีแนวโน้มความสมดุลมากกว่าขั้นตอนที่ 1 และในขณะเดียวกันก็ส่งผลให้ค่าความลึกดีขึ้นด้วย เช่นเดียวกับขั้นตอนต่อ ๆ ไป

ตารางที่ 4.13

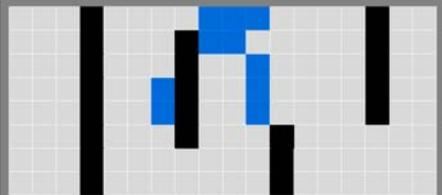
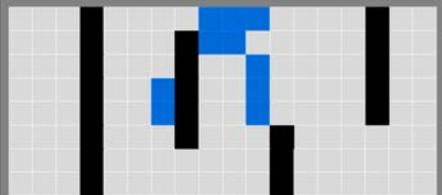
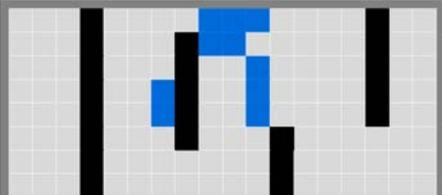
ค่าการเข้าถึงของการจัดวางทางสัญจรแนวตั้งในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1		ความเป็นศูนย์กลาง	37.46%
		ความลึก	84.21%
		$E_{ver}$	11.11%
		รวมค่าการเข้าถึง	44.26%
ขั้นตอนที่ 2		ความเป็นศูนย์กลาง	27.74%
		ความลึก	78.18%
		$E_{ver}$	18.06%
		รวมค่าการเข้าถึง	41.32%
ขั้นตอนที่ 3		ความเป็นศูนย์กลาง	17.74%
		ความลึก	74.22%
		$E_{ver}$	22.22%
		รวมค่าการเข้าถึง	38.06%
ขั้นตอนที่ 4		ความเป็นศูนย์กลาง	8.53%
		ความลึก	66.53%
		$E_{ver}$	29.17%
		รวมค่าการเข้าถึง	34.74%

2) ระบบจัดวางและประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง จากภาพที่ 4.14 แสดงผลการจัดวางพื้นที่ส่วนกลางที่ดีที่สุด ในเงื่อนไขเดียวกัน พบว่าไม่ว่าจะประมวลผลกี่ครั้งก็ได้ ตำแหน่งเดิม ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าระบบจัดวางและประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลางทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.14

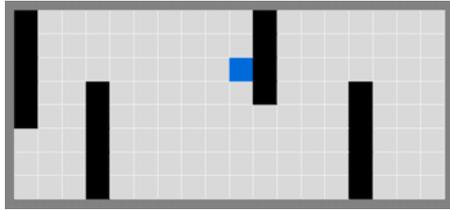
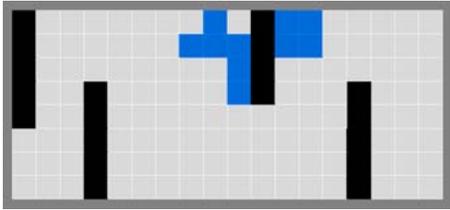
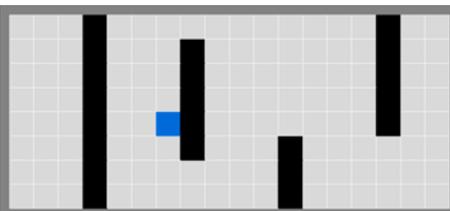
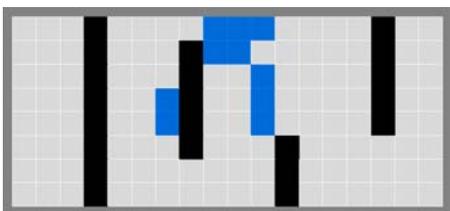
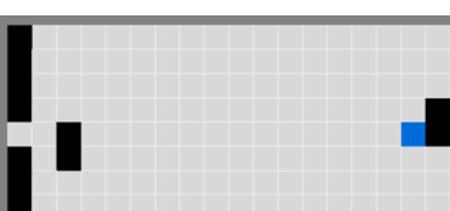
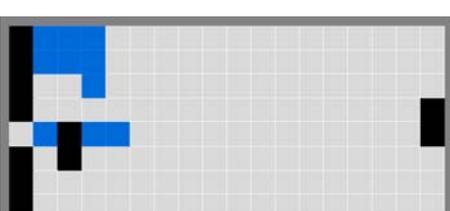
แบบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางในแต่ละครั้ง

ผลการคำนวณครั้งที่ 1	
ผลการคำนวณครั้งที่ 2	
ผลการคำนวณครั้งที่ 3	

#### 4.2.4 ความสามารถเชิงปฏิสัมพันธ์ ความแม่นยำของระบบชี้นำ

จากตารางที่ 4.15 เป็นการเปรียบเทียบตำแหน่งการจัดวางพื้นที่ส่วนกลางที่ระบบชี้ นำได้คาดการณ์ไว้ กับขั้นตอนคำนวณจริง พบว่า แบบที่ A1 และ A1 มีความแม่นยำมาก ส่วนแบบที่ A3 มีการคาดการณ์ที่ผิดพลาด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดวางทางสัญจรแนวตั้ง ที่มีความต่างระหว่างห้องที่ ใกล้ที่สุดกับห้องที่ไกลที่สุดมาก จึงทำให้ระบบชี้ นำ คาดการณ์ผิดพลาด ซึ่งอาจจะต้องแก้ไขต่อไปในอนาคต

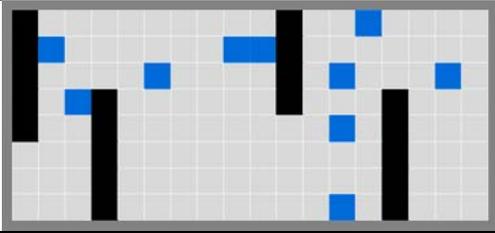
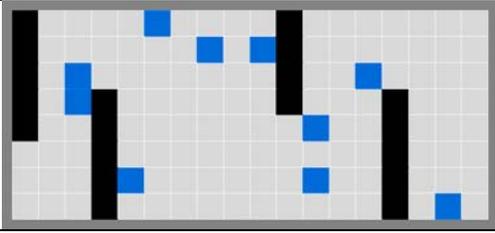
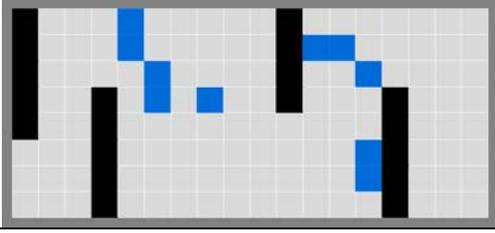
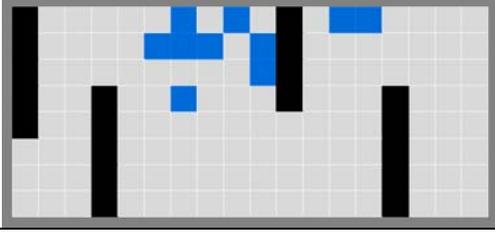
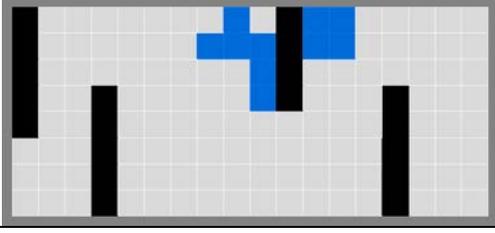
ตารางที่ 4.15  
ความแม่นยำของระบบชี้หน้า

(A1)		
(A2)		
(A3)		

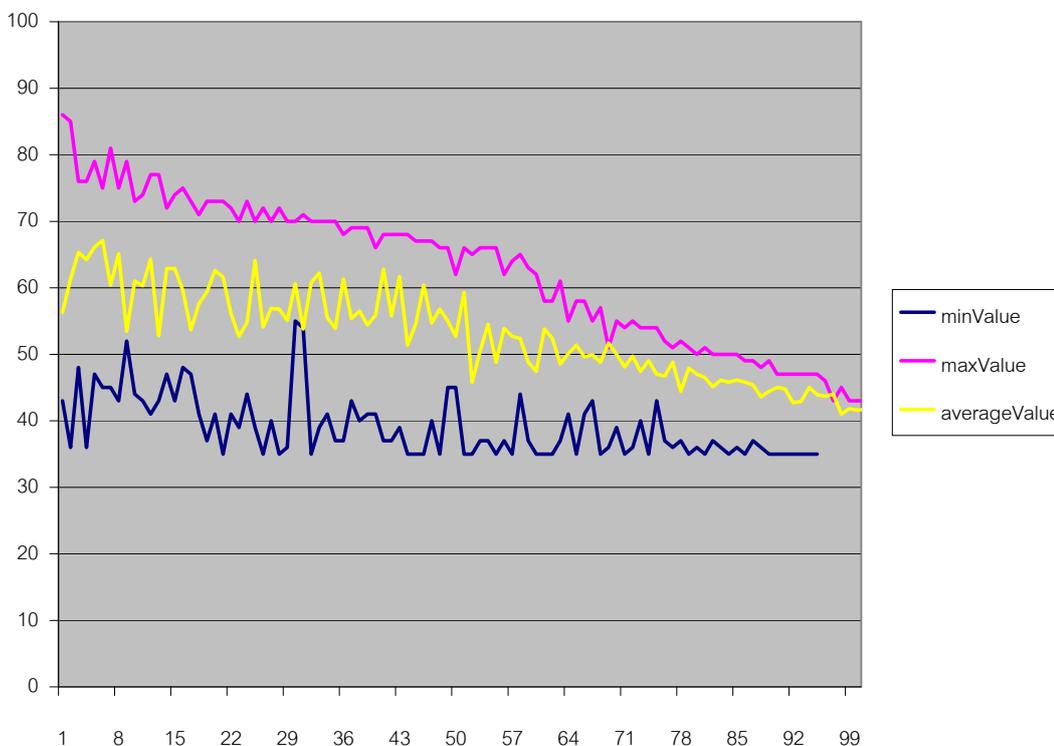
#### 4.2.5 ประสิทธิภาพการทำงานของตรรกศาสตร์คลุมเครือ

จากผลการวิจัย แบบผลลัพธ์ที่ได้จากตรรกศาสตร์คลุมเครือ หลังจากที่ใช้ระเบียบวิธีเชิงกระบวนการทำงานเสร็จสิ้น ได้ตำแหน่งการจัดวางของพื้นที่ส่วนกลางในความคลุมเครือระดับต่าง ๆ ดังภาพที่ 4.16 ซึ่งสามารถแสดงผลค่าระยะทางออกมาได้ดังภาพที่ 4.17 โดยที่กราฟเส้นบนสุด แสดงค่าระยะทางห้องที่ไกลที่สุดจากตำแหน่งที่คัดเลือกมา เส้นกลางแสดงค่าเฉลี่ย และเส้นล่างสุด แสดงค่าระยะทางสำหรับห้องที่ใกล้ที่สุด พบว่าในค่าความคลุมเครือที่เท่ากัน ระบบเปิดโอกาสให้มีความเป็นไปได้ในการเกิดแบบผลลัพธ์ ที่มีการจัดวางตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลางแบบสุ่มอยู่ในขอบเขตที่กำหนด

ตารางที่ 4.16  
ผลการจัดวางพื้นที่ส่วนกลาง ในกรณีค่าความคลุมเครือต่าง ๆ

ความคลุมเครือ = 100 %			
(A)		ระยะห้องเฉลี่ย	53.0
		ระยะห้องที่ไกลที่สุด	69.0
		ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	34.0
ความคลุมเครือ = 70 %			
(B)		ระยะห้องเฉลี่ย	55.0
		ระยะห้องที่ไกลที่สุด	66.0
		ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	34.0
ความคลุมเครือ = 50 %			
(C)		ระยะห้องเฉลี่ย	50.0
		ระยะห้องที่ไกลที่สุด	57.0
		ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	38.0
ความคลุมเครือ = 30 %			
(D)		ระยะห้องเฉลี่ย	44.0
		ระยะห้องที่ไกลที่สุด	50.0
		ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	34.0
ความคลุมเครือ = 0 %			
(E)		ระยะห้องเฉลี่ย	40.4
		ระยะห้องที่ไกลที่สุด	45.0
		ระยะห้องที่ใกล้ที่สุด	34.0

ภาพที่ 4.10  
ผลการทำงานของตรรกศาสตร์คลุมเครือ

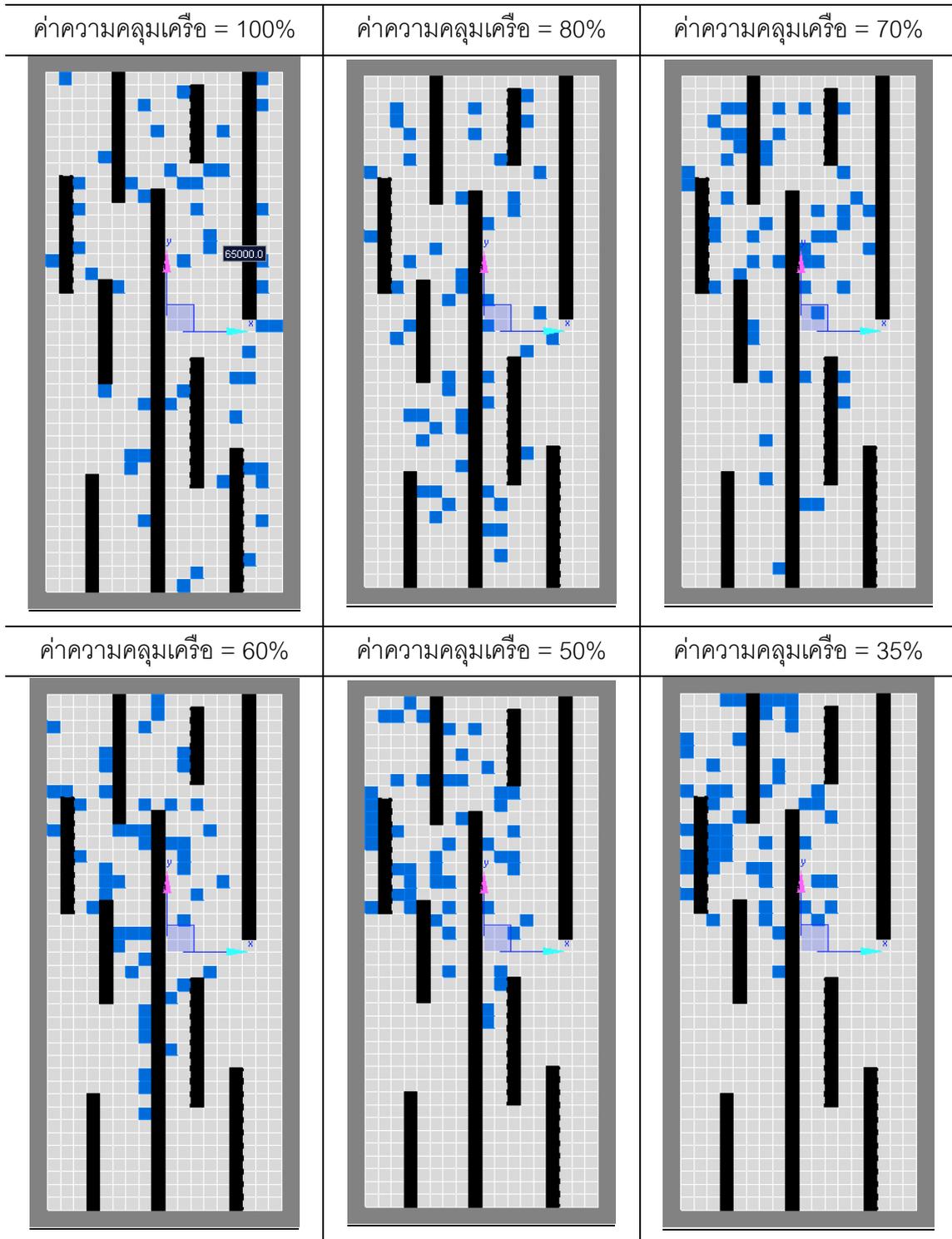


#### 4.3 การนำแบบผลลัพธ์ไปพัฒนาต่อในขั้นตอนต่อไปของการออกแบบ

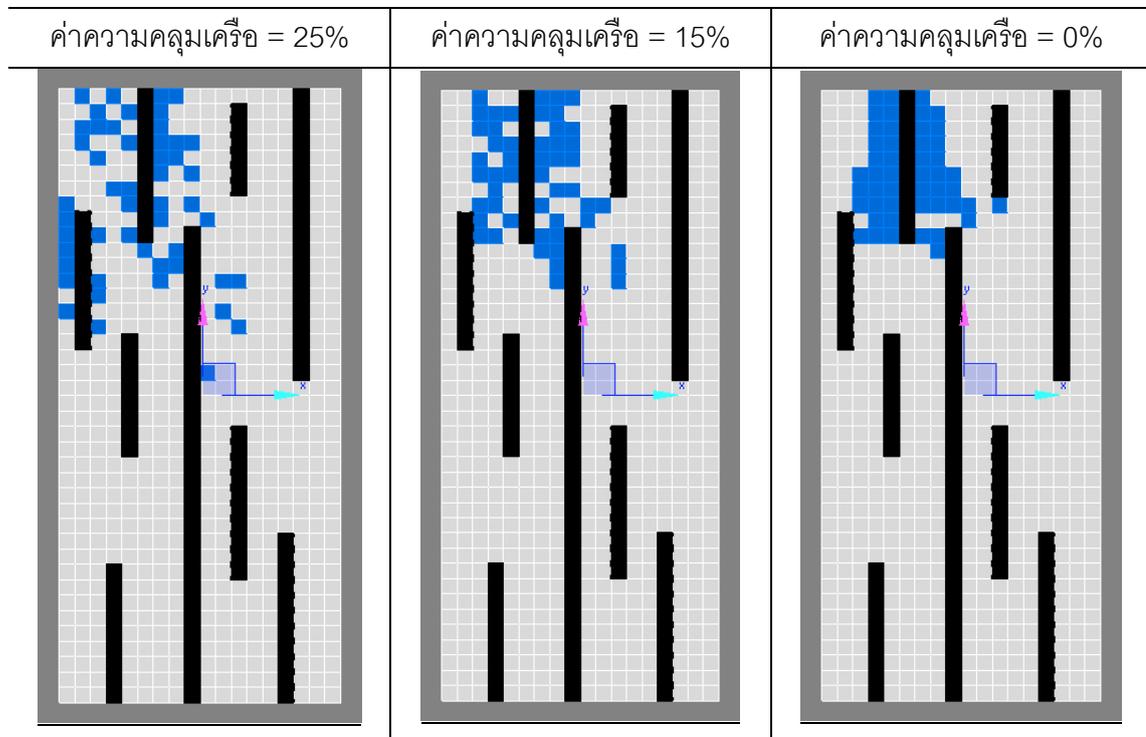
ในบทนี้จะเป็นการแสดงผลการทดลองใช้งานในแง่ของการเป็นเครื่องมือช่วยออกแบบเชิงสำรวจ โดยการคัดเลือกแบบที่เหมาะสมที่สุด จากแบบทางเลือกที่มีค่าคลุมเครือระดับต่าง ๆ โดยประเมินจากค่าระยะทาง รวมกับความสวยงามในมุมมองของผู้ใช้งาน ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการให้มีค่าระยะทางที่ดีในระดับที่เกือบดีที่สุด แต่ไม่จำเป็นต้องดีที่สุด จากตารางที่ 4.17 แสดงความเคลื่อนไหวของการจัดวางตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง ในค่าความคลุมเครือระดับต่าง ๆ โดยกำหนดให้มีจำนวนช่องตารางเท่ากับ 720 ช่อง คือชั้นละ 18 ช่อง รวม 40 ชั้น โดยจากการจัดวางตำแหน่งทางสัญจรแนวตั้งดังตารางที่ 4.17 ได้ค่าความเป็นศูนย์กลาง 13.25% ความลึก 62.95% ประสิทธิภาพทางสัญจรแนวตั้ง 31.39% ทำให้ได้ค่าการเข้าถึงเท่ากับ 35.86%

## ตารางที่ 4.17

ค่าความคลุมเครือระดับต่าง ๆ สำหรับอาคาร 720 ห้อง



ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

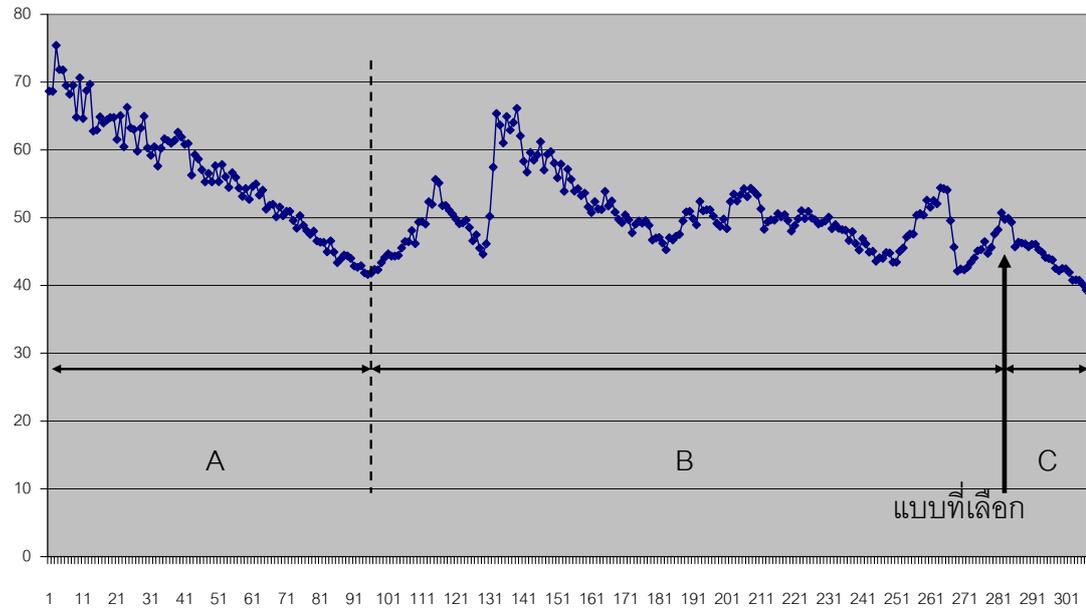


จากการทดลองปฏิสัมพันธ์กับระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ สามารถแสดงผลค่าระยะทางเฉลี่ยของห้องที่ถูกเลือก ดังภาพที่ 4.11 โดยในช่วง A เป็นช่วงที่ผู้ใช้งานทดลองดูผลการจัดวางพื้นที่ส่วนกลาง ในค่าความคลุมเครือระดับต่าง ๆ จาก 100% ถึง 5% จะสังเกตเห็นได้ว่ากราฟในภาพรวมมีลักษณะวิ่งลงอย่างต่อเนื่อง หลังจากนั้นในช่วง B เป็นช่วงที่ผู้ใช้งานลองปรับค่าความคลุมเครือขึ้นลง เพื่อดูความสวยและผลลัพธ์ระยะทางของแบบผลลัพธ์ที่ได้ โดยในที่สุด ผู้วิจัยเลือกแบบผลลัพธ์ในระดับความคลุมเครือที่ 35% ดังตารางที่ 4.17

หลังจากนั้น เมื่อผู้ใช้งานคัดเลือกแบบผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดแล้ว ด้วยความสามารถของเครื่องมือในการทดลองที่ผู้วิจัยเลือกใช้ ซึ่งได้แก่โปรแกรม 3D Studio MAX จึงสามารถนำแบบผลลัพธ์ที่ได้ นำไปตัดแปลงรูปทรงในลักษณะต่าง ๆ เพื่อดูถึงความเป็นไปได้ โดยจะต้องไม่เสียลักษณะการออกแบบจัดวางตำแหน่งการเข้าถึงแนวตั้งและพื้นที่ส่วนกลางที่ได้มา จนได้ผลลัพธ์ออกมาดังภาพที่ 4.11 โดยในตารางที่ 4.18 แสดงแบบทางเลือกที่ผ่านการตัดแปลงรูปทรง และนำแบบผลลัพธ์ไปจำลองเป็นภาพเสมือน 3 มิติ ดังภาพที่ 4.20

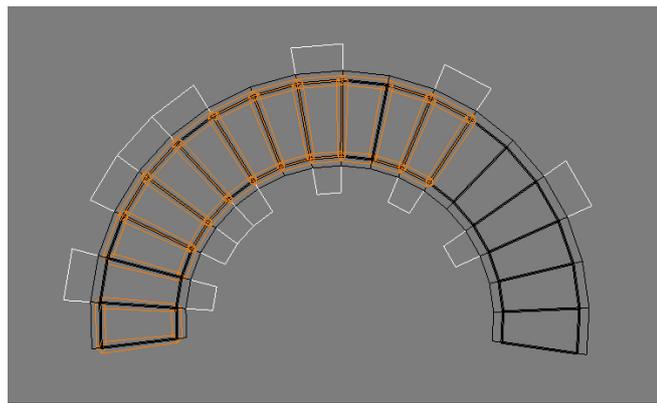
ภาพที่ 4.11

ผลลัพธ์ระยะทางที่ได้ในค่าคลุมเครือระดับต่าง ๆ ระหว่างขั้นตอนการเลือกของผู้ใช้งาน

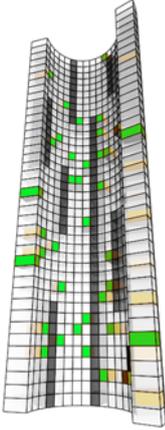
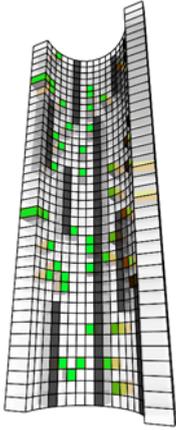
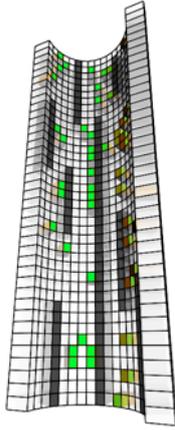
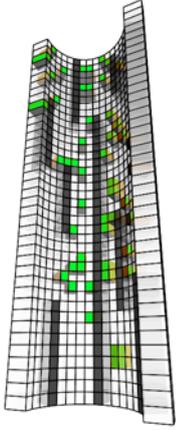
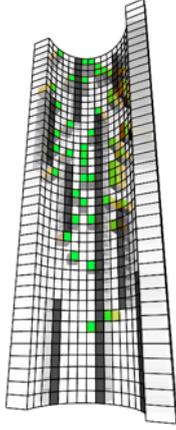
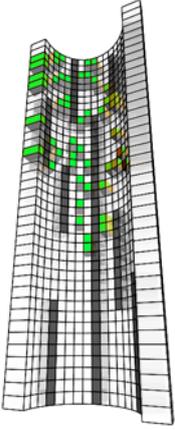
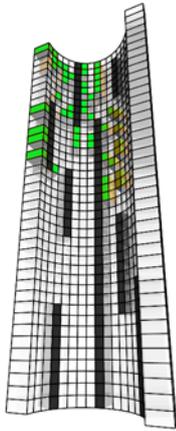
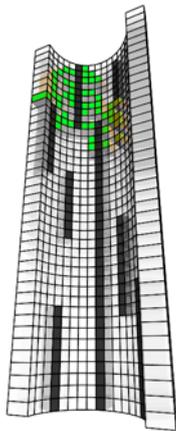
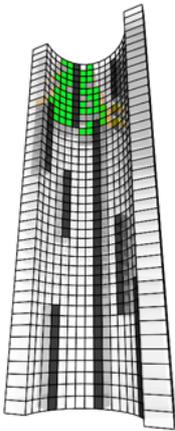


ภาพที่ 4.12

การนำแบบผลลัพธ์ที่ได้ไปดัดแปลงรูปทรง



ตารางที่ 4.18  
แบบทางเลือกหลังตัดแปลงรูปทรง

ค่าความคลุมเครือ = 100%	ค่าความคลุมเครือ = 80%	ค่าความคลุมเครือ = 70%
		
ค่าความคลุมเครือ = 60%	ค่าความคลุมเครือ = 50%	ค่าความคลุมเครือ = 35%
		
ค่าความคลุมเครือ = 25%	ค่าความคลุมเครือ = 15%	ค่าความคลุมเครือ = 0%
		

ภาพที่ 4.13  
การนำแบบผลลัพธ์ไปจำลองเป็นภาพเสมือน 3 มิติ

