เจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคารโดยการใช้ BIM (Building Information Modeling)

GENERATIVE DESIGN FOR CREATING VISIBILITY DESIGN OPTIONS USING BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

นายกิตติภูมิ บุญเพ็ชร

KITTIPOOM BOONPETCH

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2568

KMITL-2025-AR-M-002-018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GENERATIVE DESIGN FOR CREATING VISIBILITY DESIGN OPTIONS USING BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

KITTIPOOM BOONPETCH

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE

SCHOOL OF ARCHITECTURE, ART, AND DESIGN

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2025

KMITL-2025-AR-M-002-018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2025

SCHOOL OF ARCHITECTURE, ART, AND DESIGN

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	เจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคารโดยการใช้ BIM (Building Information Modeling)
นักศึกษา	นายกิตติภูมิ บุญเพ็ชร
รหัสประจำตัว	67026008
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2568
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ศ. สุพัฒน์ บุญยฤทธิกิจ

บทคัดย่อ

กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมมักเผชิญกับข้อจำกัดเฉพาะในแต่ละพื้นที่ ซึ่งส่งผลต่อแนวทางในการออกแบบ ด้วยเหตุนี้ เทคโนโลยี Generative Design จึงได้รับการพัฒนาเพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการสร้างแบบจำลองผ่านกระบวนการเชิงอัลกอริทึมและการกำหนดพารามิเตอร์เพื่อสร้างทางเลือกในการออกแบบที่หลากหลายและเหมาะสมกับบริบทเฉพาะ นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ Generative Design เข้ากับระบบ Building Information Modelling (BIM) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สามารถจำลองรายละเอียดเชิงลึกของอาคารในรูปแบบดิจิทัลได้อย่างแม่นยำ ส่งผลให้สามารถพัฒนาแนวทางการออกแบบที่สอดคล้องกับข้อมูลจริงของโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ BIM ได้มีการสร้างส่วนเสริม หรือ Application Programming Interface (API) เพื่อเปิดโอกาสให้นักออกแบบสามารถกำหนดอัลกอริทึมและตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่างยืดหยุ่น อีกทั้ง BIM ยังสามารถประยุกต์ใช้ในกระบวนการประเมินราคาหรือมูลค่าของอาคาร ซึ่งหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อมูลค่าคือ “วิว” หรือ “ทัศนียภาพ” จึงนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การมองเห็น อย่างไรก็ตาม วิธีการที่มีอยู่ในปัจจุบันยังคงมีข้อจำกัดด้านความแม่นยำ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การมองเห็นที่สามารถใช้งานร่วมกับ Dynamo เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบ ทั้งในด้านความแม่นยำและระยะเวลาในการวิเคราะห์ โดยผู้ใช้งานสามารถปรับปรุงโมเดลและรับผลลัพธ์ได้แบบเรียลไทม์ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Generative Design for Creating Visibility Design Options using BIM (Building Information Modeling)
Student	Mr. Kittipoom Boonpetch
Student ID	67026008
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2025
Thesis Advisor	Prof. Suphat Bunyarittikit

ABSTRACT

The architectural design process is often constrained by context-specific conditions that influence design outcomes. To address these limitations, Generative Design has been developed as a computational approach that employs algorithmic and parametric modeling to generate diverse design alternatives suited to varying project contexts. This method has been further integrated with Building Information Modeling (BIM), a digital technology that enables detailed and accurate building simulations, thereby enhancing the ability to develop design solutions based on real-world data. In response to the need for better design flexibility, BIM software developers have introduced extensions called Application Programming Interfaces (APIs), allowing users to customize algorithms and variables for specific project requirements. BIM also plays a role in building valuation, where visual quality—such as views and sightlines—is recognized as a factor influencing property value. This necessity has led to the advancement of tools for view analysis in architectural design. However, current analytical methods still face limitations in precision and supporting three-dimensional spatial assessments. This research aims to develop a tool for view analysis that integrates with Dynamo, a visual programming interface within the BIM environment. The tool is designed to improve the accuracy and efficiency of view-based design analysis, enabling real-time model adjustments and supporting more effective decision-making in the architectural design process.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำการค้นคว้าอิสระ เจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคารโดยการใช้ BIM (Building Information Modeling) สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี ข้าพเจ้า นายกิตติภูมิ บุญเพ็ชร ผู้จัดทำการค้นคว้าอิสระ ฉบับนี้ขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้โอกาสในการเข้ารับการศึกษาในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน และขอขอบคุณคณะบุคคลากร เพื่อนร่วมการศึกษา ญาติพี่น้อง และบุคคลที่ให้ช่วยเหลือและอนุเคราะห์ เป็นรายการดังต่อไปนี้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณศาสตราจารย์ สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ ที่ให้ความอนุเคราะห์รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้การช่วยเหลือในการทำการค้นคว้าอิสระ ฉบับนี้ และเป็นผู้แนะแนวทั้งการออกแบบการค้นคว้าอิสระ และความรู้จากการปฏิบัติวิชาชีพสถาปนิก

ข้าพเจ้าขอขอบคุณคณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ ประจำปี 2567 ที่ช่วยแนะนำข้อกำหนดและแนวทางในการทำการค้นคว้าอิสระ เพื่อให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นการค้นคว้าอิสระ ที่ได้มาตรฐานของการเป็นนักศึกษาสถาปัตยกรรม สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ข้าพเจ้าขอขอบคุณหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดทำการค้นคว้าอิสระ ฉบับนี้ทั้งหมด ทั้งให้ความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการสอบถามข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องตลอดการทำการค้นคว้าอิสระ ฉบับนี้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ และพี่สาวที่ช่วยให้กำลังใจในการทำงานให้แก่ข้าพเจ้าตลอดจนถึงทุกวันนี้

นายกิตติภูมิ บุญเพ็ชร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VII

สารบัญตาราง IX

บทที่ 1 1

1.1 ความเป็นมาของโครงการ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 4

1.3 ขอบเขตงานวิจัย 4

1.4 ประโยชน์ของการวิจัย 4

บทที่ 2 5

2.1 เจเนเรทีฟดีไซน์ 5

2.1.1 นิยามของ เจเนเรทีฟดีไซน์ 5

2.1.2 องค์ประกอบของ Generative Design 6

2.1.3 รูปแบบของเจเนเรทีฟดีไซน์ 10

2.2 การออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคาร 11

2.2.1.1 ขอบเขตการเห็น (Field of View) 13

2.2.1.2 ความสูงของผู้สังเกต (Observer Height) 14

2.2.1.3 มุมรับภาพ (View Angle) 15

2.2.1.4 ระยะห่างจากหน้าต่าง (Distance from Window) 17

2.2.1.5 ระยะการมองเห็น (Viewing Distance) 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.1.6 ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Characteristic) 19

2.3 เจเนเรทีฟดีไซน์ ในการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคาร 20

2.3.1 ขั้นความสูงของผู้สังเกต 21

2.3.2 ขั้นระยะห่างจากหน้าต่าง 22

2.3.3 ขั้นมุมรับภาพ 23

2.3.4 ขั้นระยะการมองเห็น 24

2.3.5 ขั้นลักษณะภูมิประเทศ 25

2.3.6 ขั้นขอบเขตการเห็น 26

2.4 กรอบแนวคิด 27

บทที่ 3 29

3.1 การสร้างเครื่องมือเจเนเรทีฟดีไซน์ 29

3.1.1 Building Information Modeling 29

3.1.2 การประยุกต์ Generative Design เข้ามาใช้กับเทคโนโลยี BIM 30

3.1.3 โปรแกรมประมวลผล 30

3.1.4 ส่วนเสริมของโปรแกรม หรือ API 31

3.2 วิธีการดำเนินการศึกษาจากโปรแกรม Dynamo และ Autodesk Revit 34

3.2.1 ความสูงของผู้สังเกต (Observer Height) 35

3.2.2 ระยะห่างจากหน้าต่าง (Distance from Window) 36

3.2.3 มุมรับภาพ (View Angle) 37

3.2.4 ระยะการมองเห็น (Viewing Distance) 39

3.2.5 ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Characteristic) 40

3.2.6 ขอบเขตการเห็น (Field of View) 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 วิธีการวิเคราะห์และการประมวลผล 43

บทที่ 4 46

4.1 เครื่องมือคำนวณสร้างคำสั่งและเครื่องมือแสดงผลสามมิติ จากโปรแกรม Dynamo และ Autodesk Revit 46

4.1.1 ความสูงของผู้สังเกต (Observer Height) 47

4.1.2 ระยะห่างจากหน้าต่าง (Distance from Window) 48

4.1.3 มุมรับภาพ (View Angle) 49

4.1.4 ระยะการมองเห็น (Viewing Distance) 50

4.1.5 ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Characteristic) 51

4.1.6 ขอบเขตการเห็น (Field of View) 52

4.2 การวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ 53

4.2.1 การแสดงผลลัพธ์ทุกความเป็นไปได้ของค่า Green Window View Index 53

บทที่ 5 58

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย 58

5.2 การนำไปใช้ประโยชน์ 60

5.3 ข้อจำกัดของการวิจัย 61

5.4 ข้อเสนอแนะการวิจัย 62

บรรณานุกรม 63

ประวัติผู้เขียน 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	การประมวลผลของ Generative Design ในโปรแกรม Revit.....	2
2.1	แสดงตัวอย่างของขอบเขตการเห็นจากการรวมมุมมองแนวตั้งและแนวนอน.....	13
2.2	แสดงตัวอย่างของความสูงของผู้สังเกต.....	14
2.3	แสดงตัวอย่างของหน้าต่างและมุมรับภาพ.....	16
2.4	แสดงตัวอย่างของหน้าต่างและมุมรับภาพ.....	16
2.5	แสดงตัวอย่างของระยะห่างจากหน้าต่างที่ส่งผลกับการขอบเขตการเห็น.....	17
2.6	แสดงตัวอย่างของระยะการมองเห็นจากระนาบใกล้ไปสู่ระนาบไกล.....	18
2.7	แสดงตัวอย่างของลักษณะภูมิประเทศที่แสดงขนาดของพื้นที่สีเขียว.....	19
2.8	ขั้นความสูงของผู้สังเกต.....	21
2.9	ขั้นระยะห่างจากหน้าต่าง.....	22
2.10	ขั้นมุมรับภาพ.....	22
2.11	ขั้นระยะการมองเห็น.....	23
2.12	ขั้นลักษณะภูมิประเทศ.....	24
2.13	ขั้นขอบเขตการเห็น.....	25
2.14	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	27
2.15	กรอบแนวคิดการวิจัย (ต่อ).....	28
3.1	ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม Autodesk Revit.....	31
3.2	ตัวอย่างการใช้งาน Dynamo ในการสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Revit.....	32
3.3	ความสูงของผู้สังเกต.....	35
3.4	ระยะห่างจากหน้าต่าง.....	36
3.5	มุมรับภาพ.....	38
3.6	ระยะการมองเห็น.....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.7	ลักษณะภูมิประเทศ	41
3.8	ขอบเขตการเห็น	42
3.9	ผลลัพธ์ในรูปทรงสามมิติและกราฟแสดงผล	43
3.10	ผลลัพธ์ในรูปทรงสามมิติและกราฟแสดงผล	43
3.11	แสดงผังพื้นคณะสถาปัตยกรรมสำหรับใช้ในการทดลอง	44
3.12	ลานอเนกประสงค์คณะสถาปัตยกรรม	44
3.13	ห้องเรียนคณะสถาปัตยกรรมหลักชั้นปีที่ 1	45
4.1	ขั้นความสูงของผู้สังเกต	47
4.2	ขั้นระยะห่างจากหน้าต่าง	48
4.3	ขั้นมุมรับภาพ	49
4.4	ขั้นระยะการมองเห็น	50
4.5	ขั้นลักษณะภูมิประเทศ	51
4.6	ขั้นขอบเขตการเห็น	52
4.7	ผลลัพธ์จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 0 เมตร	53
4.8	ผลลัพธ์จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 1 เมตร	54
4.9	ผลลัพธ์จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 2 เมตร	55
4.10	ผลลัพธ์จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 3 เมตร	56
5.1	การประยุกต์ตัวแปรกับวิธีการเจเนเรทีฟดีไซน์	58
5.2	ผลลัพธ์การสร้างทางเลือกจากเครื่องมือเจเนเรทีฟดีไซน์	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงความสัมพันธ์และจุดร่วมขององค์ประกอบของ Generative Design.....	8
2.2	แสดงความสัมพันธ์และจุดร่วมของพารามิเตอร์ในการคำนวน.....	12
5.1	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นท์ของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ในขอบเขตการเห็นทั้งหมดเมื่อมองออกไปจากหน้าต่าง ตามระยะต่างๆ.....	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ในปัจจุบัน การออกแบบสถาปัตยกรรมต้องเผชิญกับความท้าทายมากมาย ทั้งความต้องการที่สูงขึ้นจากผู้ใช้งาน ข้อจำกัดในการออกแบบที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ และแนวโน้มการออกแบบอาคารที่เน้นความยั่งยืน สิ่งเหล่านี้ทำให้กระบวนการออกแบบมีความซับซ้อนและต้องการความแม่นยำที่สูงขึ้น ส่งผลให้สถาปนิกจำเป็นต้องมีการสร้างและการนำเสนอโซลูชันที่เป็นไปได้ที่หลากหลายอย่างมีประสิทธิภาพ [1] สถาปนิกจึงมีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบซึ่งช่วยในการประมวลผลข้อมูลที่ต้องการในขั้นตอนต่างๆ ทั้งการแสดงแบบสามมิติ การจำลองภาพเสมือน และการร่างแบบ ในเวลาต่อมาจึงได้มีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการสำรวจพื้นที่การออกแบบที่ใหญ่ขึ้นและรองรับการสร้างการออกแบบที่มีความแม่นยำ [31] โดยเครื่องมือที่มีการนำมาใช้มากที่สุดนั่นคือ Generative Design

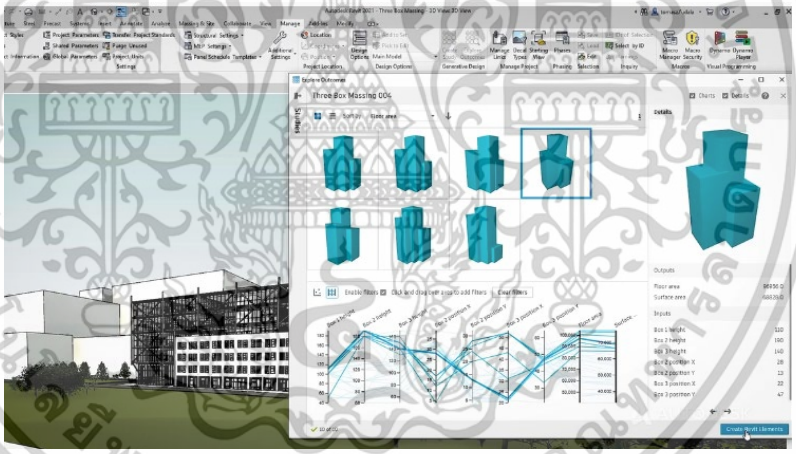
โดย Generative Design นั้นเป็นการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประมวลผลในช่วงขั้นตอนการออกแบบแบบร่างต่างๆ ของอาคาร [1] โดยมีพื้นฐานจากการสร้างแบบจำลองในรูปแบบอัลกอริทึมและพารามิเตอร์เพื่อสร้างทางเลือก และเพิ่มความเป็นไปได้ในการออกแบบโดยอัตโนมัติด้วยการกำหนดข้อจำกัดและตัวแปรของการออกแบบ [6] เหมาะเป็นอย่างมากกับการออกแบบในช่วง Pre-design หรือขั้นตอนวางแนวคิดและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานกับสภาพแวดล้อม และ Schematic design หรือขั้นตอนแบบร่างเบื้องต้นของอาคาร โดยนำข้อมูลที่สรุปได้จากการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ ทั้งวัสดุที่ใช้ ตำแหน่งของอาคาร หรือข้อมูลสภาพแวดล้อมมาประมวลผลลัพธ์ให้เกิดทางเลือกสำหรับการออกแบบอาคาร เพื่อใช้ในการอ้างอิงให้กับโครงการที่ดำเนินการอยู่ โดยจะต้องมีการประเมินข้อมูลอีกครั้งเพื่อค้นหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด [4] จึงกลายเป็นเครื่องมือที่ได้รับการใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อแก้ปัญหาด้านการออกแบบในหลากหลายสาขา เช่น วิศวกรรม การออกแบบอุตสาหกรรม และสถาปัตยกรรม [9]

ในงานออกแบบหลายโครงการได้มีการนำเครื่องมือ Generative Design มาประยุกต์เข้ากับ Building Information Modelling (BIM) โดย BIM เป็นเทคโนโลยีและขั้นตอนการออกแบบที่มีรายละเอียดของการแสดงภาพดิจิทัลของแบบจำลองและรายละเอียดของอาคาร ทั้งนี้ยังเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้สามารถสร้าง บันทึก และจัดการข้อมูลดิจิทัลของอาคารได้ตลอดทั้งวงจรชีวิตของสถาปัตยกรรม [6] การประยุกต์เครื่องมือทั้ง 2 อย่างช่วยให้ Generative Design กับ BIM สามารถสนับสนุนการออกแบบเชิงแนวคิดในบริบทของสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการก่อสร้าง โดยให้เทคนิคสำหรับการสร้างและการสำรวจแนวทางการออกแบบ [2] และในขณะเดียวกันก็ปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถของ BIM ในขั้นตอนการออกแบบเริ่มต้น ดังนั้นการประยุกต์ Generative Design เข้ากับ BIM จึงช่วยนักออกแบบในการสร้างทางเลือกของการออกแบบอาคารที่มีความเป็นไปได้และสะดวกรวดเร็ว โดยยังคงประมวลผลข้อมูลหรือรายละเอียดของอาคารที่เกิดขึ้นในการสร้างทางเลือกในแต่ละครั้งได้เช่นกัน [6]

อย่างไรก็ตาม การใช้งานโปรแกรม BIM สำหรับการสร้างแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพและการจัดการข้อมูลต่างๆ เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานและอาจเกิดข้อผิดพลาดที่นักออกแบบไม่สามารถสังเกตเห็นได้ [32] เพื่อให้สามารถการสร้างแบบจำลองและจัดการข้อมูลจำนวนมากโดยอัตโนมัติ ด้วยเหตุนี้ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ BIM หลายคนจึงพัฒนาส่วนเสริมของโปรแกรมหรือ Application Programming Interface (API) สำหรับการสร้างชุดโปรแกรมแบบพิเศษที่สามารถสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการออกแบบภายในโปรแกรม BIM โดยขณะนี้โปรแกรม Autodesk Revit เวอร์ชั่น 2021 ขึ้นมานั้นนั้นได้มีส่วนเสริมที่สามารถเขียนชุดคำสั่งหรือโค้ดที่ช่วยในการกำหนดอัลกอรึทึมและตัวแปรต่างๆ ให้กับการออกแบบได้ ทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมามีข้อมูลคุณลักษณะและแบบจำลองสามมิติ และยังสามารถปรับเปลี่ยนรายละเอียดได้จากการดัดแปลงชุดคำสั่งที่เขียน [17] จึงเป็นตัวเลือกโปรแกรมที่สามารถนำมาใช้งานได้



ภาพที่ 1.1 การประมวลผลของ Generative Design ในโปรแกรม Revit

ที่มา : Autodesk Building Solutions (2021)

การใช้งาน BIM ยังเป็นตัวเลือกที่สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนหนึ่งของการออกแบบอาคารที่ส่งผลกับวงจรชีวิตของสถาปัตยกรรมนั่นคือการประเมินราคา เนื่องจากการออกแบบอาคารจะต้องมีการระบุค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้หลังจากการก่อสร้างอาคาร [20] โดยการประเมินมูลค่าทรัพย์สินเป็นหนึ่งในขั้นตอนที่สามารถคาดการณ์รายได้ของโครงการขั้นสุดท้าย ซึ่งมีความสำคัญสำหรับการตัดสินใจด้านการลงทุน ทำให้มีการค้นหาวิธีการและเครื่องมือต่างๆ สำหรับการประเมินมูลค่าทรัพย์สิน ซึ่งผู้ออกแบบมักใช้สำหรับอาคารพาณิชย์และที่อยู่อาศัย [34] หนึ่งในปัจจัยที่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินมูลค่าจากการอ้างอิงตามมาตรฐานอาคาร WELL (International WELL Building Institute, 2016) คือวิวหรือทัศนียภาพ ซึ่งได้รับการพิจารณาว่าเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับการประเมินทัศนียภาพมีผลอย่างมากต่อมูลค่าของอสังหาริมทรัพย์ โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบวิวพื้นที่สีเขียวหรือทะเล [33] กับวิวถนนหรืออาคารใกล้เคียง ทำให้เกิดวิธีการการวิเคราะห์การมองเห็น (Visibility Analysis) ขึ้นมา เช่น วิธี Line-of-Sight [12] , Viewshed [13] , และ View Dome [21] ถูกนำมาใช้ แต่วิธีที่มีอยู่ยังมีข้อจำกัดด้านความแม่นยำ เนื่องจากการวิเคราะห์นั้นยังไม่คำนึงถึงระยะทางของการมองเห็น และไม่สามารถคำนวณมุมมองในแบบ 3 มิติได้ [21] อีกทั้งการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเจเนเรทีฟดีไซน์ในการออกแบบอาคารยังมีการศึกษาที่ไม่มากนัก [2]

เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถวิเคราะห์การมองเห็นได้สะดวกมากขึ้น จึงได้มีการพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยให้การออกแบบแม่นยำและใช้เวลาในการวิเคราะห์น้อยลง โดยพัฒนาเครื่องมือใน Dynamo ซึ่งเป็นปลั๊กอินสำหรับ Revit สำหรับการใช้งาน ทำให้สนับสนุนการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองแบบไดนามิก โดยสามารถวิเคราะห์และปรับปรุงโมเดลได้แบบเรียลไทม์ [22] โดย Dieter Vermeulen [15] ได้ใช้การวิเคราะห์การมองเห็นในรูปแบบเส้นทางการมองเห็น (Line of Sight) ซึ่งช่วยในการประเมินว่าจุดใดในพื้นที่สามารถมองเห็นจุดอื่นได้หรือไม่ ด้วยการสร้างกราฟใน Dynamo ที่ช่วยในการคำนวณและแสดงผลเส้นทางการมองเห็นในโมเดล และ Danil Nagy [4] ได้พัฒนาชุดมาตรวัดการรับรู้ของมนุษย์ภายในพื้นที่สถาปัตยกรรม โดยอ้างอิงจากการรับรู้ในด้านการมองเห็นของผู้ใช้งานภายในพื้นที่ที่กำหนด

จึงเป็นที่มาของโครงการเจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคารโดยการใช้ BIM (Building Information Modeling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อการวิเคราะห์การมองเห็นของอาคารด้วยเจเนเรทีฟดีไซน์ทางเลือกของการออกแบบโดยการใช้ BIM

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1) ขอบเขตด้านตัวแปร คือ ตัวแปรในการประเมินการออกแบบมุมมองของอาคาร ตัวแปรตามในงานวิจัย ได้แก่ องศาสายตาที่มองเห็น เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อการออกแบบอาคาร เนื่องจากเป็นค่าที่แสดงถึงจำนวนของพื้นที่สีเขียวที่สามารถมองเห็นได้โดยไม่ถูกบดบัง และจุดที่โดนบดบัง โดยตัวแปรอิสระของการวิจัย นั่นคือ ระยะห่างจากหน้าต่าง

2) ขอบเขตด้านโปรแกรม ประกอบด้วย เครื่องมือคำนวณและแสดงผลสามมิติเปิดใช้ด้วยโปรแกรม Dynamo และ Autodesk Revit เพื่อแสดงผลทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคาร

1.4 ประโยชน์ของการวิจัย

1) ประโยชน์ทางเนื้อหา คือ พบวิธีการประยุกต์ใช้การออกแบบด้วยเจเนเรทีฟดีไซน์ เข้ากับการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคารโดยการใช้ BIM

2) ประโยชน์ทางปฏิบัติ คือ นักออกแบบหรือผู้ใช้งานสามารถสร้างเครื่องมือเพื่อนำไปใช้ออกแบบสถาปัตยกรรมให้สามารถนำมาประเมินมุมมองการมองเห็นที่จะเกิดขึ้นในอาคารกับพื้นที่สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อนำเสนอเจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคารโดยการใช้ BIM (Building Information Modeling) ต้องอาศัยความรู้ทางสถาปัตยกรรมและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงแนวคิดที่ทำให้เกิดความเข้าใจ จึงสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

2.1) เจเนเรทีฟดีไซน์

2.2) การออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคาร

2.3) เจเนเรทีฟดีไซน์ ในการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคาร

2.4) กรอบแนวคิด

2.1 เจเนเรทีฟดีไซน์

2.1.1 นิยามของ เจเนเรทีฟดีไซน์

Keith Meintjes [8] ได้กล่าวไว้ว่า Generative Design คือกระบวนการออกแบบที่ใช้ตัวแปรในการคำนวณผลลัพธ์ โดยการสร้างแบบจำลองขึ้นมาตามจำนวนตัวแปรต่างๆ โดยใช้ความสามารถในการประมวลผลเพื่อสำรวจความเป็นได้ต่างๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ทำให้ในการออกแบบสามารถนำมาประยุกต์เพื่อช่วยให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

โดย Sivam Krish [1] ได้นิยาม Generative Design ไว้ว่า เป็นวิธีการการออกแบบเชิงสร้างสรรค์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือ CAD ในการสำรวจทุกขั้นตอนของกระบวนการพัฒนาแบบ ตั้งแต่การออกแบบเชิงแนวคิดไปจนถึงการออกแบบโดยละเอียด ซึ่งจะต้องสำรวจและทำความเป็นไปได้ในการออกแบบให้เกิดขึ้นซ้ำๆ โดยอัตโนมัติ และจัดการสรุปผลลัพธ์ที่ดีที่สุดให้กับนักออกแบบเพื่อใช้ในการตัดสินใจ

โดย ผศ.ดร.ศิรเดช สุริต [5] ได้กล่าวไว้ว่า Generative Design เป็นกระบวนการการประสานการออกแบบเชิงพารามิเตอร์ หรือ ข้อจำกัด เช่น ตัวเลือกของวัสดุ ข้อจำกัดของความสูง ทิศทางที่ได้รับรังสีความร้อน และอื่นๆ ซึ่งส่งผลต่อการออกแบบขั้นสุดท้าย รวมกับอัลกอริทึมเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการออกแบบ โดยการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อสร้างรูปแบบของผลสรุปการออกแบบจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 องค์ประกอบของ Generative Design

องค์ประกอบของ Generative Design นั้นสามารถจำแนกประเภทได้หลากหลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยต่างๆ โดย Dr. Andrew Marsh (2008) ได้อธิบายว่า ในขั้นตอนการใช้งาน Generative Design มีองค์ประกอบที่ต้องการตามวิธีการวัดประสิทธิภาพการทำงานได้ดังนี้

a.) ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ เป็นผลการคำนวณจากรายการที่ต้องการซึ่งสามารถได้มาจากแบบจำลองคอมพิวเตอร์ ทำให้เห็นประสิทธิภาพของแบบจำลองในเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพได้

b) การเปลี่ยนแปลงตามที่กำหนด เป็นการกำหนดลักษณะของแบบจำลองที่จะถูกจัดการหรือทำการเปลี่ยนแปลงก่อนการคำนวณในคอมพิวเตอร์แต่ละครั้ง ซึ่งสามารถกำหนดได้ตั้งแต่ความหนาของฉนวนในผนัง จนไปถึงการปรับปรุงลักษณะของรูปร่างอาคารทั้งหมด

c) การโต้ตอบจากการตัดสินใจ เป็นการโต้ตอบวิธีการว่าควรจะปรับเปลี่ยนข้อจำกัดของการกำหนดค่าใดและจะต้องปรับเปลี่ยนมากน้อยเพียงใด ตามผลการวิเคราะห์ในแต่ละครั้งที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกัน โดยจะต้องสามารถตัดสินได้ว่าผลลัพธ์ที่ออกมาสามารถบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ เพื่อให้ผลลัพธ์มีแนวโน้มไปทางค่าที่ต้องการมากกว่าค่าที่ไม่ต้องการ

โดย Danil Nagy (2017) ได้อธิบายว่า ในองค์ประกอบของ Generative Design นั้น มีขั้นตอนการใช้งานที่ต้องการตามวิธีการพัฒนาแบบเป็นลำดับขั้นตอนได้ดังนี้

a) การกำหนดเป้าหมายของการออกแบบที่ต้องการ โดยมีตัวเลือกที่ช่วยให้สามารถเจาะจงผลลัพธ์ที่ต้องการ

b) การกำหนดข้อจำกัดในการออกแบบ เพื่อให้เป้าหมายของการออกแบบมีความชัดเจนของข้อมูลที่ต้องการ โดยใช้การกำหนดลักษณะหรือข้อจำกัด

c) การกำหนดอัลกอริทึม หรือขั้นตอนวิธีในการคำนวณแบบจำลองคอมพิวเตอร์

d) การเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม Generative Design และค่อยๆ ปรับเปลี่ยนข้อจำกัดที่เกิดขึ้นตามเป้าหมายและข้อจำกัดต่างๆ จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

โดย Sivam Krish (2010) ได้อธิบายว่า องค์ประกอบของ Generative Design นั้นสามารถแบ่งออกเป็นกระบวนการตามมุมมองของการออกแบบออกเป็นสามองค์ประกอบได้ดังนี้

a) แผนผังการออกแบบ เป็นการจัดทำวิธีการในการออกแบบสำหรับแต่ละขั้นตอน โดยสรุปวิธีการออกมาเป็นเค้าโครงหรือ Framework

b) วิธีการสร้างรูปแบบต่างๆ เป็นการใช้วิธีการสร้างรูปแบบจากข้อมูลพารามิเตอร์ หรือข้อจำกัดที่มีอยู่นำมาผสานกับข้อมูลอัลกอริทึมแล้วจึงนำไปประยุกต์ใช้งานในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์และสำรวจความเป็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c) วิธีการเลือกผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ เป็นการสรุปผลลัพธ์จากการนำรูปแบบของผลสรุปการออกแบบออกมาเป็นแบบจำลองต่างๆ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

โดย Vishal Singh (2011) ได้อธิบายว่า ในองค์ประกอบของ Generative Design นั้น มีขั้นตอนการใช้งานที่อ้างอิงจากการนำแบบจำลองการประเมินผลมารวมกับแบบจำลอง Generative Design ได้ดังนี้

a) ขั้นตอนการประมวล Generative Design เป็นขั้นตอนการนำข้อมูล Generative Design มาประมวลผลในรูปแบบจำลองคอมพิวเตอร์

b) การแสดงตัวอย่าง เป็นขั้นตอนการแสดงตัวอย่างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ประมวลได้

c) ขั้นตอนการประเมินผล เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลที่ได้รับมาทำการประเมินโดยผู้ออกแบบได้พิจารณาและตัดสินใจในขั้นตอนสุดท้าย

โดย Jani Mukkavaara (2020) ได้อธิบายว่า ในองค์ประกอบของ Generative Design นั้น มีการแบ่งองค์ประกอบตามการอนุมานชุดคำตอบสำหรับปัญหาการออกแบบที่ถูกจำกัดด้วยพื้นที่คำตอบได้ดังนี้

a) พื้นที่กำหนดวิธีการ เป็นขอบเขตของวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ที่อยู่ในพื้นที่และปฏิบัติตามข้อจำกัดที่กำหนดไว้ทั้งหมด

b) ชุดวิธีการและตัวประมวลผล เป็นวิธีการที่สามารถสร้างวิธีแก้ปัญหาโดยอิงตามคำจำกัดความและขอบเขตของพื้นที่ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างชุดวิธีการโดยอัตโนมัติ

c) สร้างแบบจำลองและประเมินผลคำตอบ เป็นการให้ภาพรวมของวิธีแก้ปัญหา โดยแต่ละวิธีจะต้องผ่านการประเมินชุดหนึ่งซึ่งใช้ในการหาค่าเมตริกสำหรับแต่ละวิธี

d) สำรวจแนวทางที่เกิดขึ้น เป็นการตรวจสอบชุดวิธีการเพื่อระบุส่วนที่น่าสนใจของวิธีแก้ปัญหา โดยการหาผลลัพธ์ที่พึงพอใจ

จากการวิเคราะห์ในหลายรูปแบบจะเห็นได้ชัดว่า องค์ประกอบของ Generative Design นั้น มีขั้นตอนในการออกแบบที่คล้ายคลึงกันในบางประการ ทำให้สามารถสรุปขั้นตอนและองค์ประกอบที่มีความใกล้เคียงกันออกมาเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์และจุดร่วมขององค์ประกอบของ Generative Design

ลำดับ	หัวข้องานวิจัย	ผู้เขียน	ปี	รูปแบบองค์ประกอบ						
				Design Constraints	Decision-Making	Generative Result	Framework Creation	Run Analysis	Design Goal	Algorithms
1	Generative and Performative Design: A Challenging New Role for Modern Architects	Dr. Andrew Marsh	2008	Configuration Variation	Decision-Making Response	Performance Metric	-	-	-	-
2	A practical generative design method	Sivam Krish	2010	A means of creating variations.	-	A means of selecting desirable outcomes.	A design schema.	-	-	-
3	Towards an integrated generative design framework	Vishal Singh	2011	Representation	Evaluative Procedure	-	-	Generative Procedure	-	-
4	Project Discover: An Application of Generative Design for Architectural Space Planning	Danil Nagy	2017	Formulate design constraints	Modify the generated parametric models based on goals and constraints	-	-	Program the GD	Define design goals	Determine algorithms
5	Architectural Design Exploration Using Generative Design: Framework Development and Case Study of a Residential Block	Jani Mukkavaara	2020	-	Exploration Approach	-	Solution Set and Generator	Create Models and Evaluate Solutions	Solution Space	-

จากการแจกแจงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) Design Constraints (ข้อจำกัดในการออกแบบ) เป็นข้อกำหนดหรือเงื่อนไขที่จำกัดหรือกำหนดขอบเขตในการออกแบบ เช่น วัสดุ ขนาดพื้นที่ ความสูง หรือข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับระเบียบหรือมาตรฐานการก่อสร้าง ข้อจำกัดนี้ช่วยให้การออกแบบเป็นไปตามข้อกำหนดที่จำเป็นและตอบโจทย์ความต้องการเฉพาะของโครงการ

2) Decision-Making (การตัดสินใจ) เป็นกระบวนการในการเลือกแนวทางออกแบบหรือโซลูชันที่ดีที่สุดจากหลายตัวเลือก โดยพิจารณาจากข้อมูลและผลการวิเคราะห์ต่างๆ เพื่อให้การออกแบบมีคุณภาพสูงสุดและตอบสนองวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) Generative Result (ผลลัพธ์เชิงสร้างสรรค์) เป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการ Generative Design ซึ่งสร้างทางเลือกในการออกแบบหลายรูปแบบโดยใช้ขั้นตอนหรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เช่น การสร้างรูปแบบอาคารหลายๆ แบบที่สอดคล้องกับข้อจำกัดและเป้าหมายของโครงการ

4) Framework Creation (การสร้างกรอบการทำงาน) เป็นการพัฒนาโครงสร้างหรือแนวทางการทำงานที่ชัดเจนเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินกระบวนการออกแบบหรือพัฒนาตามเป้าหมายที่วางไว้ เช่น การสร้างกรอบในการพัฒนาซอฟต์แวร์หรือโมเดลทางสถาปัตยกรรมที่ใช้ในการประเมินและสร้างสรรค์ผลงานออกแบบ

5) Run Analysis (การวิเคราะห์ข้อมูล) เป็นการทดสอบหรือวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพื่อตรวจสอบคุณภาพ ประสิทธิภาพ หรือความเหมาะสมของโซลูชันที่พัฒนา เช่น การวิเคราะห์พลังงาน การใช้วัสดุ หรือการประเมินต้นทุนการก่อสร้าง

6) Design Goal (เป้าหมายของการออกแบบ) เป็นจุดมุ่งหมายหรือสิ่งที่ต้องการให้บรรลุจากกระบวนการออกแบบ เช่น การเพิ่มพื้นที่ใช้สอย ลดการใช้พลังงาน หรือการสร้างสภาพแวดล้อมที่เป็นมิตรกับผู้ใช้งาน การกำหนดเป้าหมายการออกแบบจะช่วยชี้แนวทางและทำให้การออกแบบมีความชัดเจนมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) Algorithms (อัลกอริทึม) เป็นชุดคำสั่งหรือกระบวนการที่ใช้ในการคำนวณหรือแก้ปัญหาต่างๆ ในการออกแบบ ซึ่งใน Generative Design จะใช้ในการสร้างและปรับเปลี่ยนการออกแบบอัตโนมัติตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 รูปแบบของเจเนเรทีฟดีไซน์

การประยุกต์เจเนเรทีฟดีไซน์เข้ากับการออกแบบสถาปัตยกรรม มีการแบ่งรูปแบบของเจเนเรทีฟดีไซน์จากวิธีการประมวลผล โดยในงานสถาปัตยกรรมจะมีการแบ่งการใช้งานเจเนเรทีฟดีไซน์เป็น 4 วิธีหลัก ดังนี้

1) Rule-based

การออกแบบโดยใช้วิธีการ Rule-based เป็นการใช้ลำดับชุดของกฎหรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในโมเดล รวมถึงข้อจำกัดและตัวเลขที่ซับซ้อนต่างๆ [26] โดยเมื่อระบบทำตามขั้นตอนตามกฎทำให้ได้ผลลัพธ์ตามเงื่อนไขอัตโนมัติ

2) Parametric Design

พาราเมตริกดีไซน์เป็นการสร้างแนวทางการออกแบบ โดยเน้นย้ำการจัดการค่าพารามิเตอร์หรือตัวแปรอย่างชัดเจนและตรงไปตรงมา เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการออกแบบ [28] สามารถทำแนวทางการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อจัดการรูปแบบเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงพารามิเตอร์จากนักพัฒนาซอฟต์แวร์ เช่น Grasshopper, Dynamo [29]

3) Evolutionary Algorithms

การออกแบบเชิงวิวัฒนาการ เป็นวิธีการคำนวณเชิงวิวัฒนาการ โดยใช้อัลกอริทึมสำหรับการออกแบบอัตโนมัติและการวิเคราะห์การทดลองต่อเนื่องโดยมีการปรับตัวแปรแบบขั้นตอนเพื่อทางเลือกที่หลากหลาย [25] ทำให้สามารถพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เหมาะสมมากที่สุด

4) Machine Learning and AI-based

วิธีการออกแบบโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง และปัญญาประดิษฐ์ เป็นการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาการเรียนรู้ของเครื่องและปัญญาประดิษฐ์ เพื่อนำเครื่องมือเหล่านี้มาใช้ในการสร้างแบบจำลองพารามิเตอร์และการใช้อัลกอริทึมเพื่อแยกแยะผลลัพธ์ต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพและราบรื่นมากยิ่งขึ้น [27]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคาร

2.2.1 การออกแบบอาคารกับตัวแปรมุมมองของการมองเห็น

การออกแบบอาคารให้สอดคล้องกับการรับรู้ของมนุษย์ภายในพื้นที่สถาปัตยกรรม ต้องคำนึงถึงหลายปัจจัยหรือตัวแปรเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพ โดยจากวิจัยการตรวจสอบงานวิจัย Visibility Analysis ของ D. Shkundalov [21] ได้ใช้พารามิเตอร์ที่สามารถประมวลผลจำลองได้ โดยประกอบด้วยพารามิเตอร์ดังนี้

1. ขอบเขตการเห็น (Field of View) ขนาดและขอบเขตของพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้จากหน้าต่าง

2. มุมมอง (View Angle) มุมที่กำหนดทิศทางการมองเห็นจากหน้าต่าง

3. ระยะการมองเห็น (Viewing Distance) ระยะทางจากหน้าต่างไปยังวัตถุหรือพื้นที่ที่มองเห็น

4. ความสูงของหน้าต่าง (Window Height) ระดับความสูงของหน้าต่างจากพื้น

5. สิ่งกีดขวาง (Obstructions) วัตถุหรือสิ่งปลูกสร้างที่อาจบังการมองเห็นจากหน้าต่าง

ทั้งหมดเป็นพารามิเตอร์ที่สามารถใช้ในการจำลองมุมมองการมองเห็นของผู้ใช้งานในอาคาร และงานวิจัย Visibility Analysis Tool ของ Z. Wu และ Y. Wang [19] ผลวิจัยได้ระบุพารามิเตอร์หรือตัวแปรที่สำคัญได้ดังนี้

1. ตำแหน่งของผู้สังเกต (Observer Location) จุดที่กำหนดให้เป็นตำแหน่งของผู้มองเห็น ซึ่งมีผลต่อการวิเคราะห์การมองเห็นในพื้นที่

2. ขอบเขตการเห็น (Field of View) ขอบเขตของมุมที่ผู้สังเกตสามารถมองเห็นได้ ซึ่งอาจกำหนดเป็นมุมแนวนอนและมุมแนวตั้ง

3. ระยะการมองเห็น (Viewing Distance) ระยะทางสูงสุดที่ผู้สังเกตสามารถมองเห็นวัตถุหรือพื้นที่ได้อย่างชัดเจน

4. ความสูงของผู้สังเกต (Observer Height) ระดับความสูงของสายตาผู้สังเกตจากพื้นดิน ซึ่งมีผลต่อการคำนวณการมองเห็น

5. ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Characteristics) ข้อมูลเกี่ยวกับความสูงต่ำและความซับซ้อนของภูมิประเทศที่มีผลต่อการมองเห็น

6. สิ่งกีดขวาง (Obstructions) วัตถุหรือสิ่งปลูกสร้างที่อาจบังการมองเห็นจากตำแหน่งของผู้สังเกต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยงานวิจัย Green Window Visibility Analysis ของ Bolte, AM., Niedermann, B. [23] ยังได้ผลวิจัยที่ระบุการใช้พารามิเตอร์ที่สามารถประมวลผลจำลองในรูปแบบสามมิติได้

1. ขอบเขตการเห็น (Field of View): มุมมองที่กำหนดจากหน้าต่าง ซึ่งใช้ในการจำลองการมองเห็น

2. ระยะการมองเห็น (Viewing Distance): ระยะทางต่ำสุดและสูงสุดที่ผู้สังเกตสามารถมองเห็นพื้นที่ที่กำหนด

3. ความสูงของผู้สังเกต (Observer Height)

4. องศาขอบเขตมุมมอง (View Angle)

5. ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Characteristics) ใช้ในการเก็บข้อมูลความสูงและรูปร่างของพืชพรรณและสิ่งปลูกสร้าง

6. ระยะห่างจากหน้าต่าง (Distance from Window) ระยะที่กำหนดจากหน้าต่างเพื่อประเมินพื้นที่สีเขียวที่มองเห็นได้

ตารางที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์และจุดร่วมของพารามิเตอร์ในการคำนวณ

ลำดับ	หัวข้องานวิจัย	ผู้เขียน	ปี	รูปแบบองค์ประกอบ					
				Field of View	Viewing Distance	Observer Height	View Angle	Obstruction / Terrain Characteristics	Distance from Window
1	Quantitative View Assessment (QUVIAS) method for window visibility analysis utilizing BIM, GIS and Web environments	Danylo Shkundalov; Tatjana Vilutiene	2022	Field of View	Viewing Distance	Window Height	View Angle	Obstruction	-
2	A Survey of the Landscape Visibility Analysis Tools and Technical Improvements	Zhiqiang Wu; Yuankai Wang	2023	Field of View	Viewing Distance	Observer Height	-	Obstruction / Terrain Characteristics	-
3	The green window view index: automated multi-source visibility analysis for a multi-scale assessment of green window views	Anna-Maria Bolte; Benjamin Niedermann	2024	Field of View	Viewing Distance	Observer Height	View Angle	Terrain Characteristics	Distance from Window

ดังนั้นตัวแปรจากการออกแบบอาคาร ต้องคำนึงถึงตัวแปรเหล่านี้

กลุ่มที่ 1 ขอบเขตการเห็น (Field of View)

กลุ่มที่ 2 ระยะการมองเห็น (Viewing Distance)

กลุ่มที่ 3 ความสูงของผู้สังเกต (Observer Height)

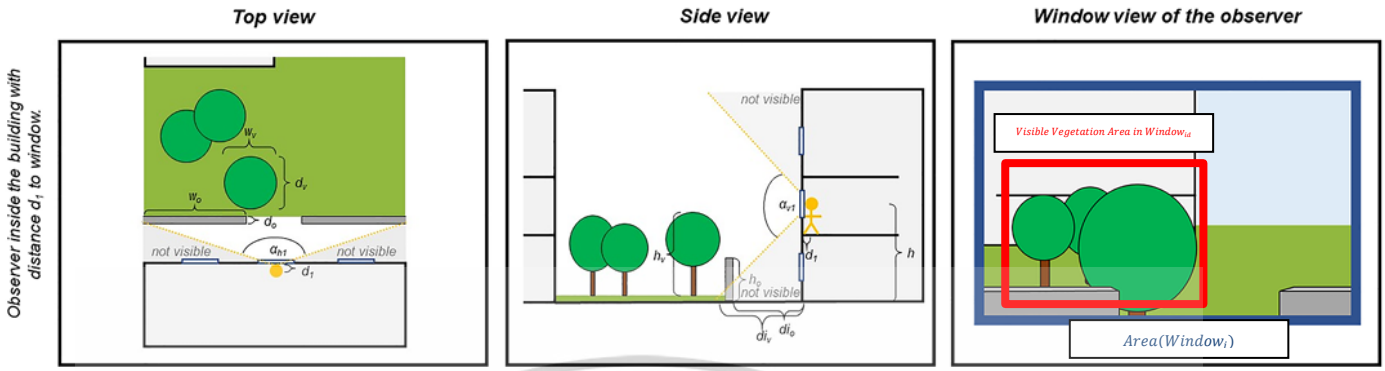
กลุ่มที่ 4 มุมรับภาพ (View Angle)

กลุ่มที่ 5 ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Characteristic)

กลุ่มที่ 6 ระยะห่างจากหน้าต่าง (Distance from Window)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.1 ขอบเขตการเห็น (Field of View)



ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของขอบเขตการเห็นจากการรวมมุมมองแนวตั้งและแนวนอน

ที่มา : Bolte, AM., Niedermann, B. (2024) แก้ไขโดยผู้วิจัย

การคำนวนนั้นต้องกำหนดให้ $GWVI$ หรือ Green Window View Index เป็นการระบุสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ใน FOV หรือขอบเขตการเห็นทั้งหมดเมื่อมองออกไปจากหน้าต่าง ซึ่งกำหนดให้คำนวนเฉพาะบานที่ต้องการคำนวน (i) และมีระยะห่างของผู้สังเกตถึงหน้าต่าง (d) ช่วงค่าที่เป็นไปได้คือตั้งแต่ 0 ถึง 100%

โดยสมการที่นำมาคำนวณ จะใช้ค่าพื้นที่สีเขียวที่มองเห็นผ่านหน้าต่าง (กรอบสีแดง) นำมาหารกับขนาดของหน้าต่าง (กรอบสีฟ้า) ซึ่งกำหนดให้เป็นมุมรับภาพที่สามารถมองออกไปได้ จึงนำมาคูณ 100 เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ที่ได้ทั้งหมด สามารถสร้างเป็นสมการได้ดังนี้

$$GWVI_{id} = \frac{\text{พื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นในหน้าต่าง}}{\text{พื้นที่ของหน้าต่าง}} * 100$$

$$GWVI_{id} = \frac{Visible\ Vegetation\ Area\ in\ Window_{id}}{Area(Window_i)} * 100$$

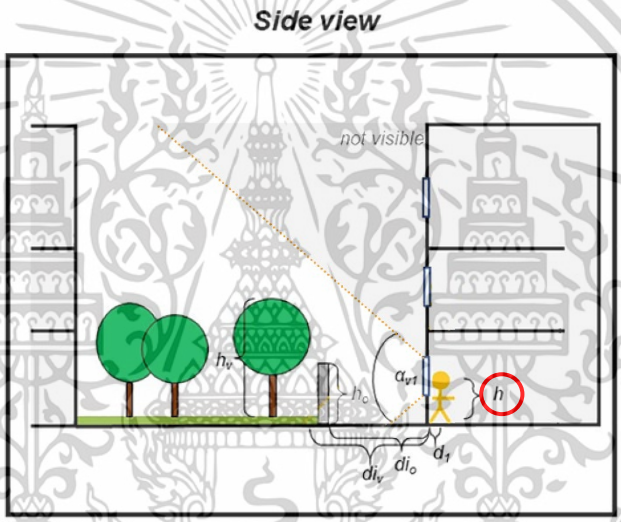
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 ความสูงของผู้สังเกต (Observer Height)

ความสูงของผู้สังเกต โดยกำหนดให้ความสูงเป็นระดับสายตาของผู้สังเกต ซึ่งตรงกับกึ่งกลางหน้าต่าง โดยนับจากระดับพื้นดินไปสู่กึ่งกลางของหน้าต่างนั้นๆ ลักษณะของหน้าต่างถูกกำหนดให้สามารถแปรผันได้ โดยกำหนดค่าความสูงของหน้าต่างเป็น h

ความสูงของผู้สังเกตนั้นไม่ปรากฏตรง ๆ ในสมการแต่จะถูกนำไปใช้ในการกำหนดตำแหน่งของผู้สังเกต เพื่อกำหนดค่าระยะห่างจากหน้าต่างของผู้สังเกตหรือ d โดยจุดผู้สังเกต มักจะถูกกำหนดไว้ที่ระดับสายตาของมนุษย์ (เช่น 1.5 เมตรจากพื้น)

สำหรับการทดสอบการออกแบบมุมมองในครั้งนี้ กำหนดให้มีความสูงของผู้สังเกตอยู่ที่ 1.50 เมตร โดยระดับสายตาตรงกับกึ่งกลางของหน้าต่าง



ภาพที่ 2.2 แสดงตัวอย่างของความสูงของผู้สังเกต

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3 มุมรับภาพ (View Angle)

มุมรับภาพของมนุษย์ โดยปกติจะอยู่ที่ 135 องศาในแนวตั้ง จากการมองขึ้นและลง และ 200 องศาในแนวนอน จากการมองซ้ายและขวา แต่การมองที่กรอกตาได้มากที่สุดโดยที่ไม่ต้องก้มเงยหรือหันศีรษะนั้นจะอยู่ที่ 27 องศาในแนวตั้ง และ 40 องศาในแนวนอน [10][24] แต่หากมีการมองออกไปนอกหน้าต่าง องศามุมรับภาพของมนุษย์ก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะห่างจากหน้าต่างด้วยเช่นกัน

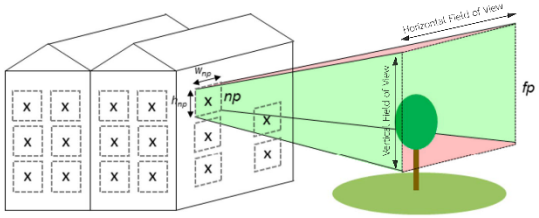
เพื่อสร้างสถานการณ์มุมมองของผู้สังเกตผ่านหน้าต่างจำลอง กำหนดให้อัตราส่วนภาพของหน้าต่างแทนด้วย w_{np} และ h_{np} ซึ่งเป็นขนาดความกว้างและยาวของหน้าต่างตามลำดับ องศาแนวตั้งของผู้สังเกตจะแสดงด้วย α_v เมื่อผู้สังเกตอยู่ภายในอาคาร โดยมีระดับสายตาตรงกับกึ่งกลางหน้าต่างและมีระยะห่างจากหน้าต่าง (d) และคำนวณกับสูตร arctan โดย arctan เป็นสมการตรีโกณมิติที่ใช้ในการหาองศาของมุมรับภาพ ทำให้ α_v สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการดังนี้

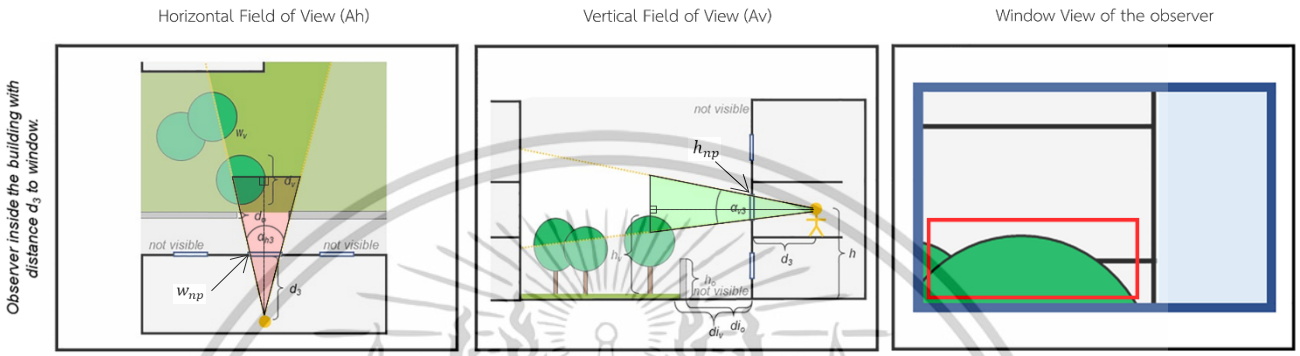
$$\alpha_v = 2 * \ arctan\left(\frac{0.5 * h_{np}}{d}\right)$$

สำหรับองศาแนวนอนของผู้สังเกตจะแสดงด้วย α_h ถ้าองศาแนวตั้งของผู้สังเกตหรือ α_v มีความกว้างที่น้อยกว่า 180° และระยะห่างจากหน้าต่างหรือ d นั้นมากกว่าศูนย์เมตร โดยจะต้องนำมาหาค่า tan ก่อน โดย tan เป็นสมการตรีโกณมิติที่ใช้ในการหาค่าที่ได้จากองศาแนวตั้ง สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการดังนี้

$$\alpha_h = 2 * \ arctan\left(\tan(0.5 * \alpha_v) * \frac{w_{np}}{h_{np}}\right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ภาพที่ 2.3 และ 2.4 แสดงตัวอย่างของหน้าต่างและมุมรับภาพ

ที่มา : Bolte, AM., Niedermann, B. (2024) แก้ไขโดยผู้วิจัย

โดยสูตรคำนวณมุมรับภาพที่ได้มานั้น สามารถนำมาแทนค่าในการคำนวณส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ดังนี้

$$GWVI_{id} = \frac{Visible\ Vegetation\ Area\ in\ Window_{id}}{Area(Window_i)} * 100$$

$$GWVI_{id} = \frac{\left(\alpha_v = 2 * arctan\left(\frac{0.5 * h_{np}}{d}\right)\right)\left(\alpha_h = 2 * arctan\left(\tan(0.5 * \alpha_v) * \frac{w_{np}}{h_{np}}\right)\right)}{w_{np} * h_{np}} * 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.4 ระยะห่างจากหน้าต่าง (Distance from Window)

กำหนดให้ระยะห่างของผู้สังเกตการณ์ไปยังหน้าต่างแทนด้วย d โดยสมมติให้ระดับสายตาตั้งอยู่ตรงกับกึ่งกลางหน้าต่างรวมถึงขอบเขตมุมมองในแนวตั้งหรือ α_v และในแนวนอนหรือ α_h เป็นอัตราส่วนภาพสองมิติของหน้าต่างที่ผู้สังเกตมองออกไป โดยการทดสอบระยะห่างจากหน้าต่างกำหนดให้มีระยะห่างทั้งหมด 4 ระยะนั่นคือ 1) 0 เมตร 2) 1 เมตร 3) 2 เมตร และ 4) 3 เมตร

ภาพที่ 2.5 แสดงตัวอย่างของระยะห่างจากหน้าต่างที่ส่งผลกับการขอบเขตการเห็น

ที่มา : Bolte, AM., Niedermann, B. (2024) แก้ไขโดยผู้วิจัย

ระยะห่างจากหน้าต่างนั้นสามารถแปรผันได้และนำไปใช้ร่วมกับสูตรมุมรับภาพ โดยใช้ในการหาค่าองศาแนวตั้งดังนี้

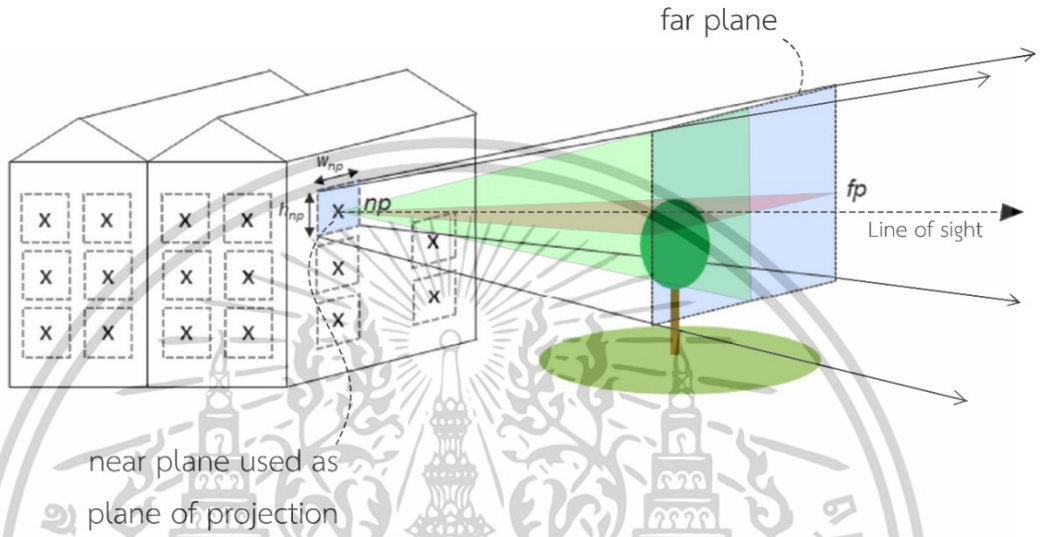
$$GWVI_{id} = \frac{\text{องศาแนวตั้ง} \,/\, \text{ระยะห่างจากหน้าต่าง} \;*\; \text{องศาแนวนอน}}{\text{ขนาดของหน้าต่าง}} * 100$$

$$GWVI_{id} = \frac{\left(\alpha_v = 2 * \arctan\left(\frac{0.5 * h_{np}}{d}\right)\right)\left(\alpha_h = 2 * \arctan\left(\tan(0.5 * \alpha_v) * \frac{w_{np}}{h_{np}}\right)\right)}{w_{np} * h_{np}} * 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.5 ระยะการมองเห็น (Viewing Distance)

ระยะการมองเห็นตั้งแต่หน้าต่างจนถึงพื้นที่สีเขียว วัดจากตำแหน่งของพืชพรรณที่ได้จากระบบการตรวจจับแสงทางอากาศและการวัดระยะ (LiDAR) และวัดระยะจนไปถึงหน้าต่าง ทำให้สามารถกำหนดระนาบใกล้ (np) และระนาบไกล (fp) เพื่อแสดงระยะการมองเห็นต่ำสุดและสูงสุด



ภาพที่ 2.6 แสดงตัวอย่างของระยะการมองเห็นจากระนาบใกล้ไปสู่ระนาบไกล

ที่มา : Bolte, AM., Niedermann, B. (2024) แก้ไขโดยผู้วิจัย

ในการคำนวณหาค่า tan สามเหลี่ยมมุมฉากมักมีด้านคู่ขนานที่มีสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีขนาดเท่ากันเสมอ การหามุมของสามเหลี่ยมของด้านหนึ่งจึงมีการหารครึ่ง

การกำหนดระนาบใกล้และระนาบไกล ทำให้สามารถคำนวนค่าพื้นที่สีเขียวที่มองเห็นผ่านหน้าต่างในหนึ่งระนาบได้ จากการมองเห็นต้นไม้ที่ปรากฏในระนาบหนึ่ง สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$GWVI_{id} = \frac{Visible\ Vegetation\ Area\ in\ Window_{id}}{Area(Window_i)} * 100$$

$$GWVI_{id} = \frac{(2 * tan^{-1}(\text{ขนาดหน้าต่างแนวตั้ง} / \text{ระยะห่างจากหน้าต่าง}) * (2 * tan^{-1}(tan * \text{องศาแนวตั้ง} * \text{ความกว้างหน้าต่าง}/\text{ความสูงหน้าต่าง})}{\text{ขนาดของหน้าต่าง}} * 100$$

$$GWVI_{id} = \frac{\left(\alpha_v = 2 * arctan\left(\frac{0.5 * h_{np}}{d}\right)\right)\left(\alpha_h = 2 * arctan\left(\tan(0.5 * \alpha_v) * \frac{w_{np}}{h_{np}}\right)\right)}{w_{np} * h_{np}} * 100$$

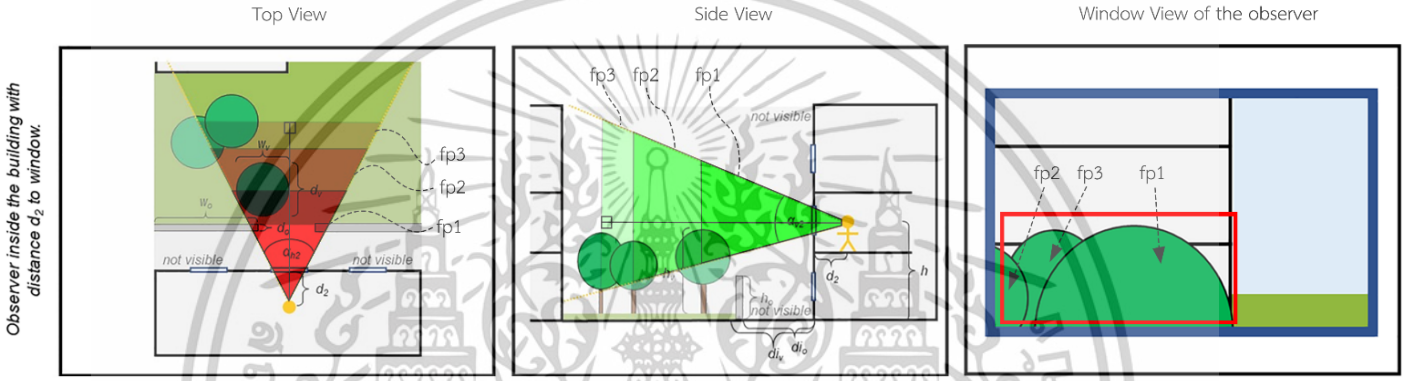
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.6 ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Characteristic)

สิ่งกีดขวางจะใช้ชุดข้อมูลแบบเปิดหลายแหล่ง ซึ่งมีให้ฟรีเพื่อสร้างแบบจำลองสภาพแวดล้อมสามมิติ เพื่อใช้เป็นวัตถุที่ต้องการมองและสิ่งกีดขวางของวัตถุนั้นชุดข้อมูลทั้งสองต้องแสดงรูปร่างเป็นรูปแบบสามมิติ เพื่อกำหนดตำแหน่งของที่แม่นยำด้วยพิกัด x, y และ z โดยสามารถกำหนดได้ดังนี้

6.1) รูปแบบสามมิติของพืชพรรณเช่นความลึก d_v ความกว้าง w_v และความสูง h_v

6.2) รูปแบบสามมิติของวัตถุที่บดบังพืชพรรณเช่นความลึก d_o, ความกว้าง w_o และความสูง h_o



ภาพที่ 2.7 แสดงตัวอย่างของลักษณะภูมิประเทศที่แสดงขนาดของพื้นที่สีเขียว

ที่มา : Bolte, AM., Niedermann, B. (2024) แก้ไขโดยผู้วิจัย

รูปแบบสามมิติของพืชพรรณนั้นสามารถกำหนดเป็นระนาบไกลของระยะการมองเห็นในหลายๆ ตำแหน่งได้ เพื่อให้สามารถคำนวณพื้นที่สีเขียวที่มองเห็นผ่านหน้าต่างในหลายระนาบพร้อมกัน จึงต้องมีการสร้างเป็นสมการคำนวณพื้นที่สีเขียวที่มองเห็นผ่านหน้าต่างได้ดังนี้

$$GWVI_{id} = \frac{\left(\left(\alpha_v = 2 * arctan\left(\frac{0.5 * h_{np}}{d}\right)\right)\left(\alpha_h = 2 * arctan\left(\tan(0.5 * \alpha_v) * \frac{w_{np}}{h_{np}}\right)\right)\right)_1 + \left(\left(\alpha_v = 2 * arctan\left(\frac{0.5 * h_{np}}{d}\right)\right)\left(\alpha_h = 2 * arctan\left(\tan(0.5 * \alpha_v) * \frac{w_{np}}{h_{np}}\right)\right)\right)_2 + \ldots + \left(\left(\alpha_v = 2 * arctan\left(\frac{0.5 * h_{np}}{d}\right)\right)\left(\alpha_h = 2 * arctan\left(\tan(0.5 * \alpha_v) * \frac{w_{np}}{h_{np}}\right)\right)\right)_n}{w_{np} * h_{np}} * 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เจเนเรทีฟดีไซน์ ในการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคาร

จากข้อ 2.1 เจเนเรทีฟดีไซน์ เมื่อรวมกับข้อ 2.2 การออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคาร จึงได้วิธีการออกมาเป็น 6 ขั้นตอนตามกรอบเจเนเรทีฟดีไซน์ดังนี้

2.3.1 ความสูงของผู้สังเกต

2.3.2 ระยะห่างจากหน้าต่าง

2.3.3 มุมรับภาพ

2.3.4 ระยะการมองเห็น

2.3.5 ลักษณะภูมิประเทศ

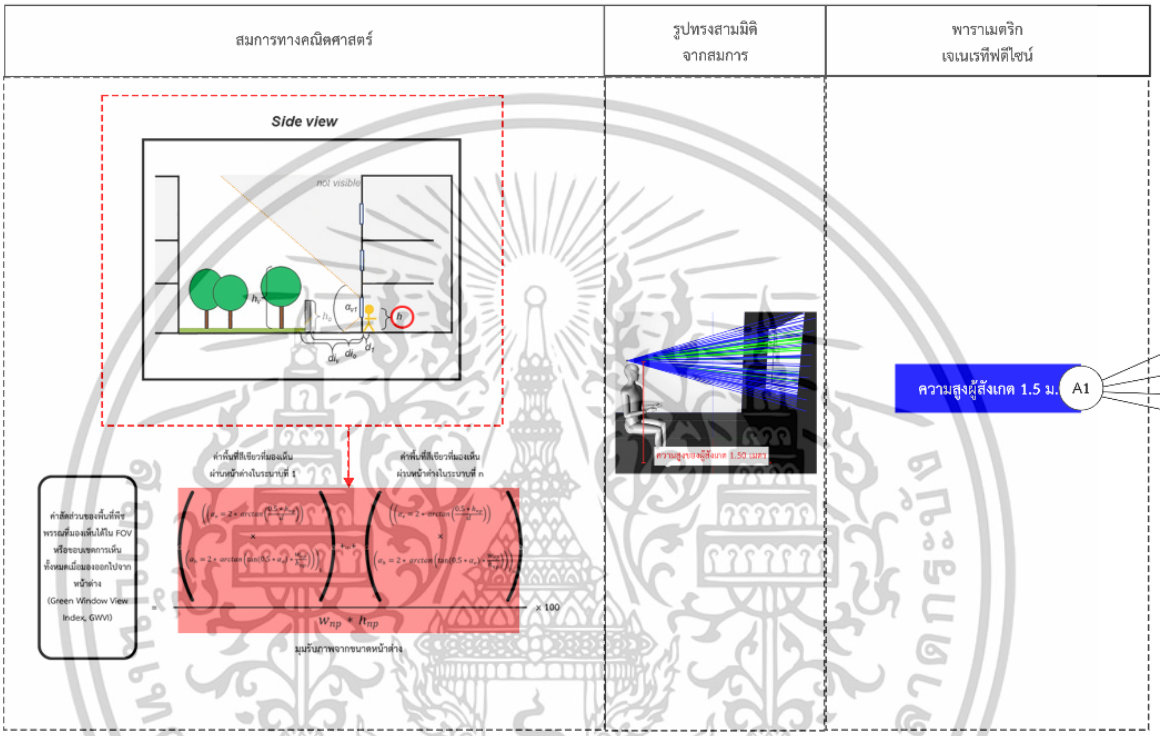
2.3.6 ขอบเขตการเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ขั้นความสูงของผู้สังเกต

ค่าระดับความสูงของผู้สังเกต ได้กำหนดให้เป็น ค่าคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงในการสร้างสมการการทดสอบ

โดยกำหนดให้ ความสูงของผู้สังเกต มีระดับเหนือพื้นดินที่ 1.50 เมตร ตามระดับกึ่งกลางของหน้าต่าง



ภาพที่ 2.8 ขั้นความสูงของผู้สังเกต

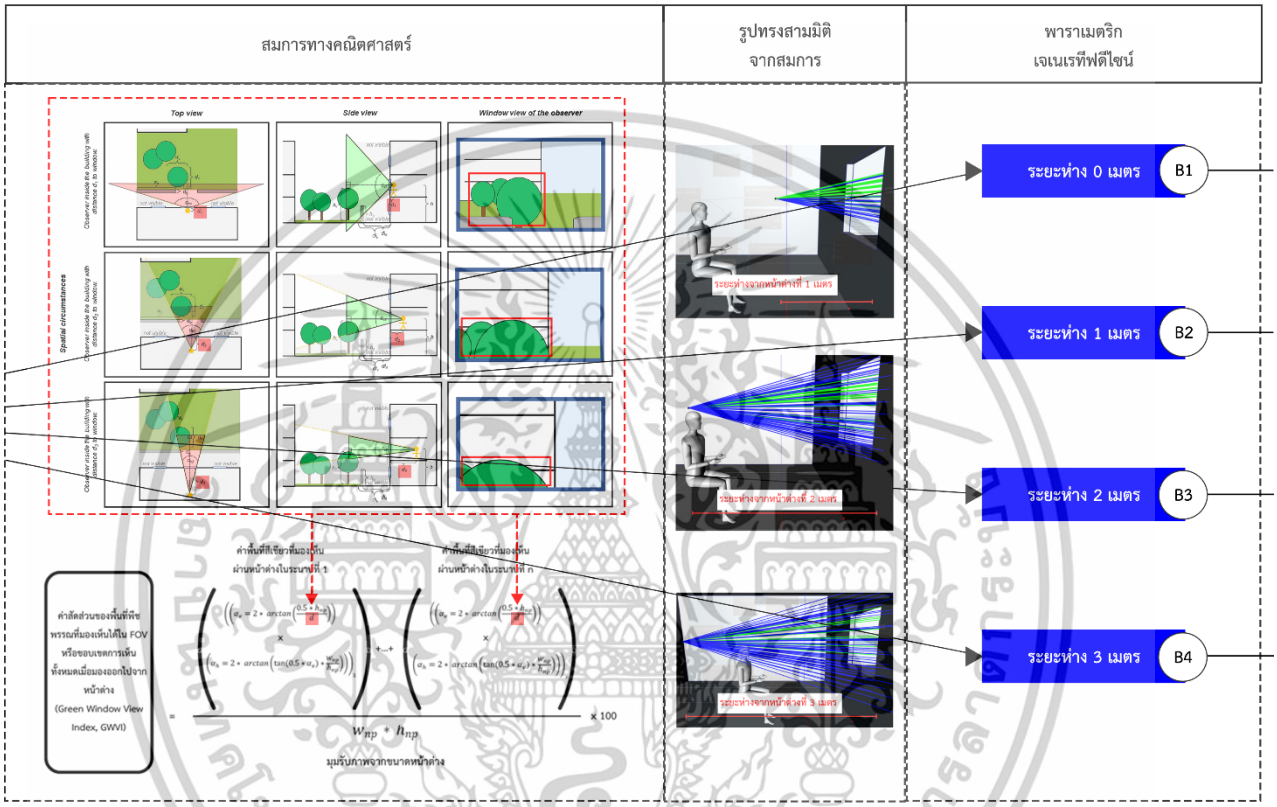
ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ขั้นระยะห่างจากหน้าต่าง

ค่าระยะห่างจากหน้าต่าง ได้กำหนดให้เป็น ตัวแปรอิสระ โดยความเป็นไปได้ของการขยับผู้สังเกตให้ออกห่างจากหน้าต่างได้ จากการที่จุดผู้สังเกตอยู่เหนือพื้นดินได้ทั้งหมด 4 แบบคือ

1) 0 เมตร 2) 1 เมตร 3) 2 เมตร และ 4) 3 เมตร



ภาพที่ 2.9 ขั้นระยะห่างจากหน้าต่าง

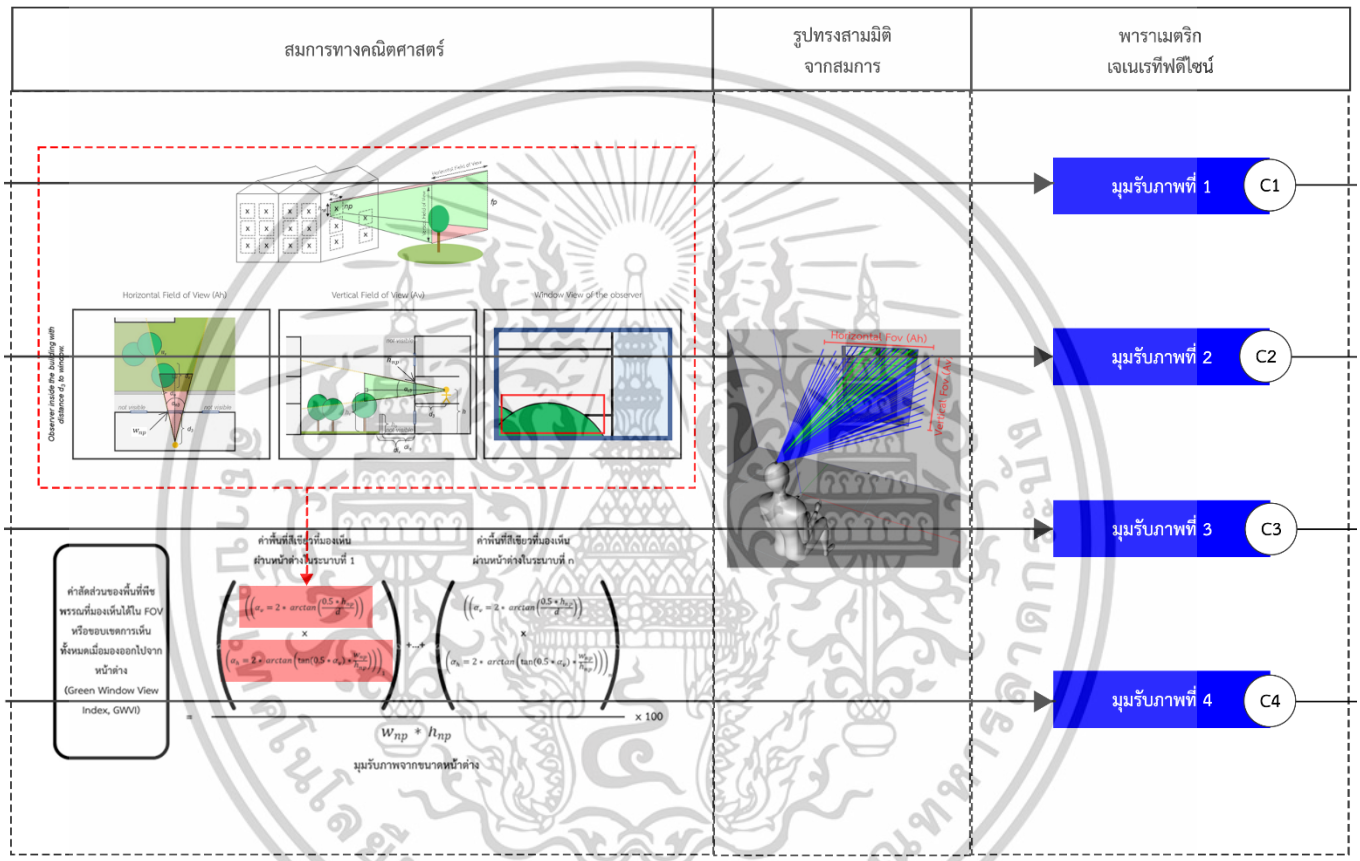
ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ขั้นมุมรับภาพ

ค่ามุมรับภาพ ได้กำหนดให้เป็น ตัวแปรอิสระ ได้จากผลขององศาแนวตั้งและแนวนอนที่เปลี่ยนแปลงตามระยะห่างจากหน้าต่าง

ความเป็นไปได้ของมุมรับภาพ จากผลขององศาแนวตั้งและแนวนอนได้ทั้งหมด 4 แบบคือ 1) มุมรับภาพที่ 1 2) มุมรับภาพที่ 2 3) มุมรับภาพที่ 3 และ 4) มุมรับภาพที่ 4



ภาพที่ 2.10 ขั้นมุมรับภาพ

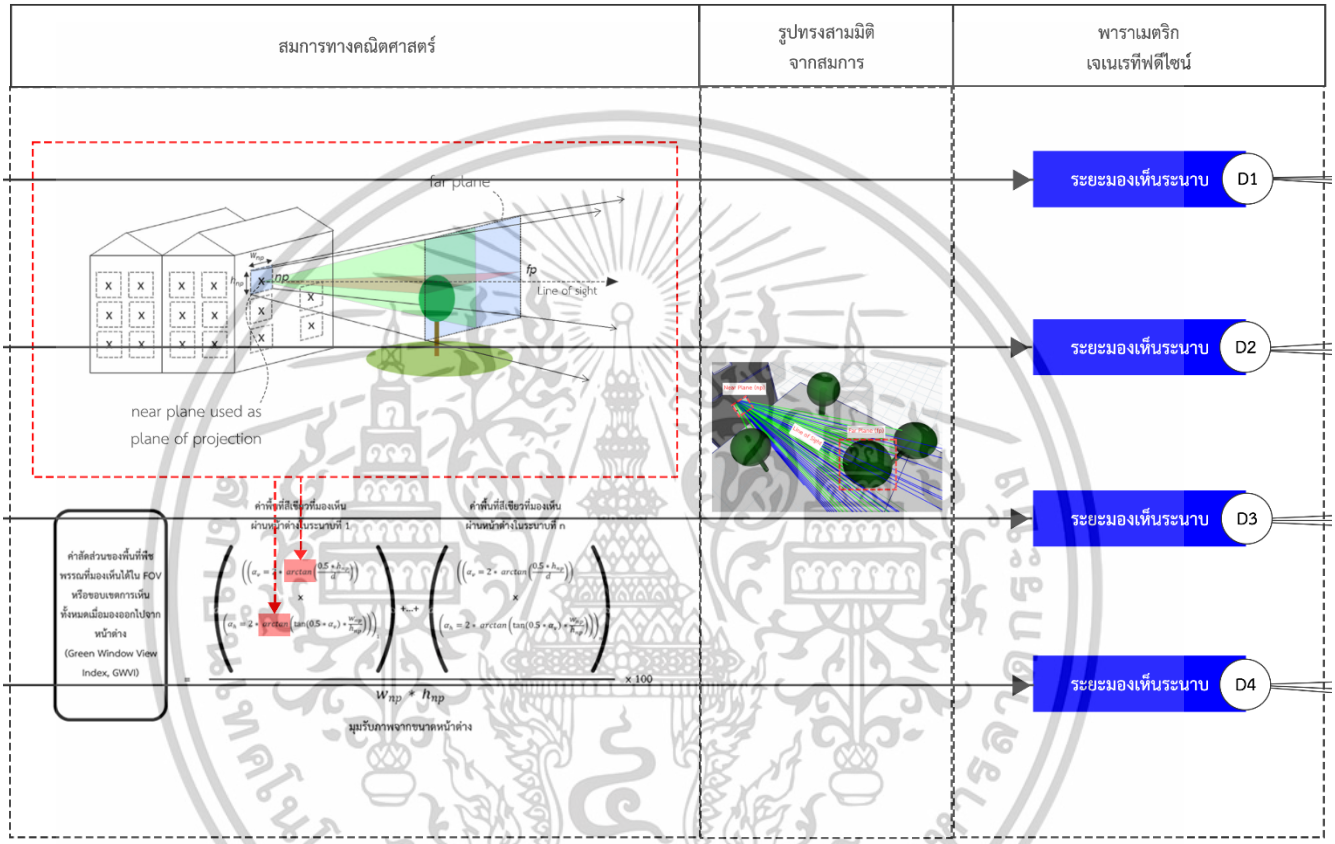
ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ขั้นระยะการมองเห็น

ตัวแปรอิสระคือ ค่าระยะการมองเห็นระนาบ ซึ่งแสดงระยะการมองเห็นต่ำสุดและสูงสุด จากมุมรับภาพของผู้สังเกตในระยะต่างๆ ได้จากการมองเห็น

ความเป็นไปได้ของระยะการมองเห็น จากมุมรับภาพที่เกิดขึ้นในระยะห่างทั้ง 4 จุด คือ ระยะการมองเห็นระนาบจากระยะห่างทั้ง 4 จุด



ภาพที่ 2.11 ขั้นระยะการมองเห็น

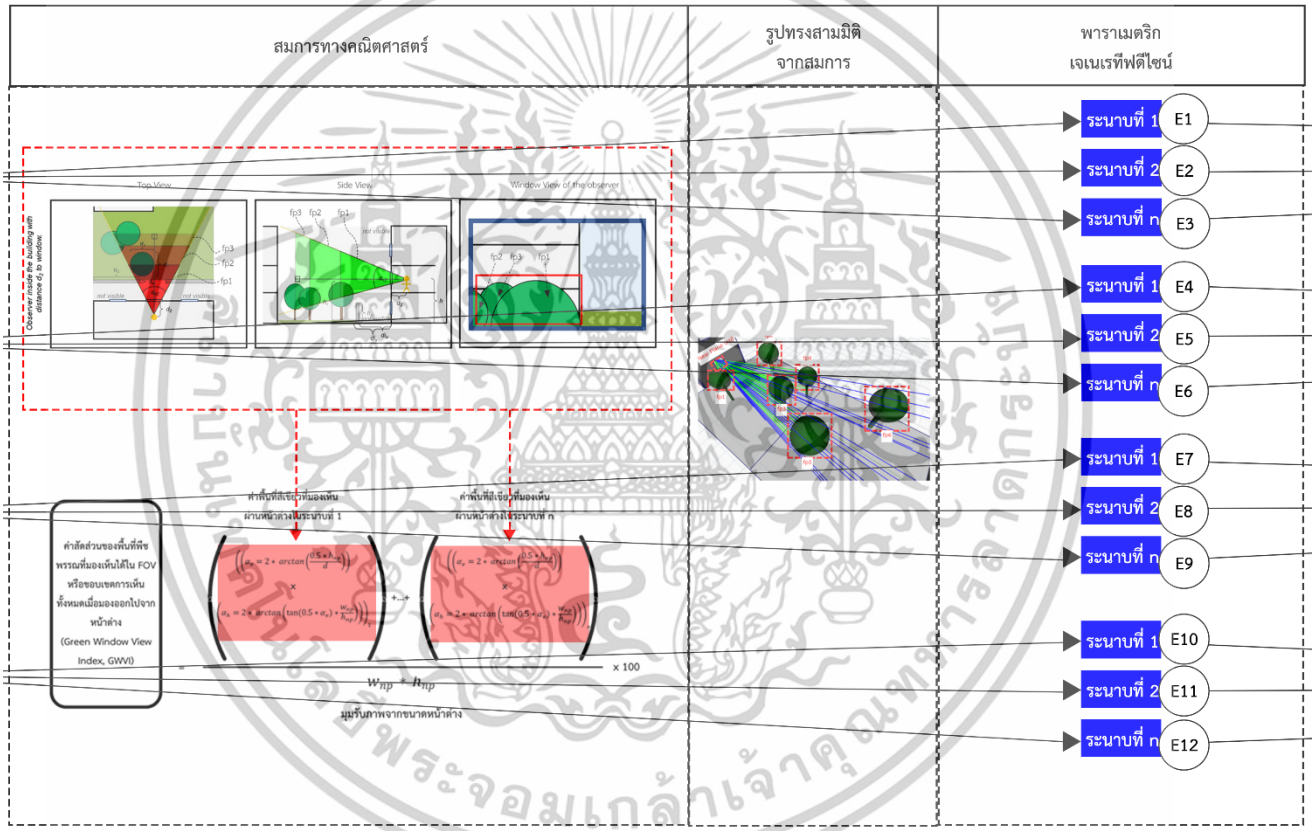
ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 ขั้นลักษณะภูมิประเทศ

ตัวแปรอิสระคือ ระยะมองเห็นระนาบของมุมรับภาบจากลักษณะภูมิประเทศ โดยมุมรับภาพ 1 มุม สามารถมองเห็นระนาบที่เป็นพื้นที่สีเขียวหลายๆ ตำแหน่งได้ เพื่อให้สามารถคำนวณพื้นที่สีเขียวที่มองเห็นผ่านหน้าต่างในหลายระนาบพร้อมกัน จำนวนของระนาบขึ้นอยู่กับจำนวนต้นไม้ในพื้นที่ที่กำหนด

ดังนั้นความเป็นไปได้ของลักษณะภูมิประเทศ จึงเกิดจากการมองเห็นพื้นที่สีเขียวที่มีระนาบในหลายระดับ กำหนดจากจำนวนของพื้นที่สีเขียวที่เกิดขึ้นในลักษณะภูมิประเทศ



ภาพที่ 2.12 ขั้นลักษณะภูมิประเทศ

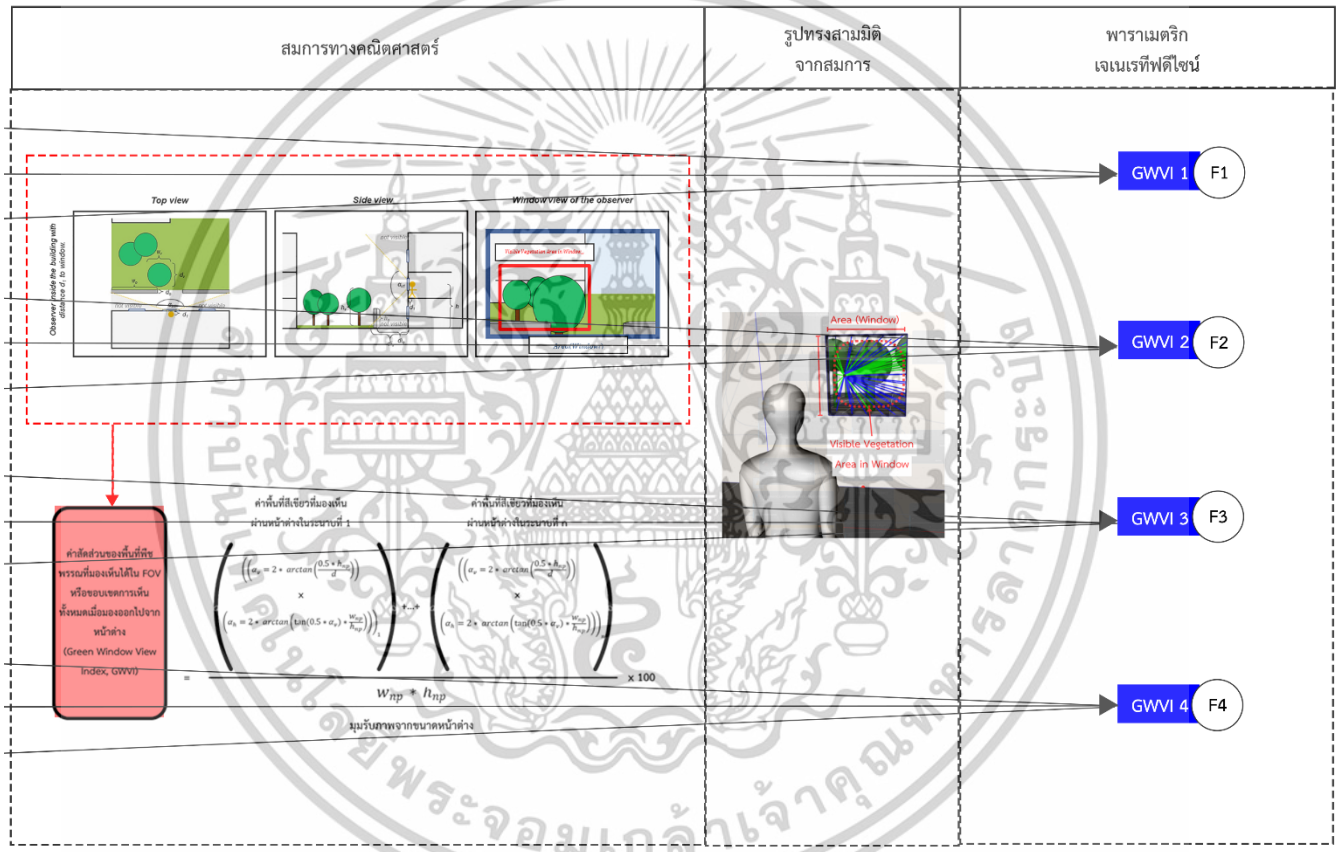
ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 ขั้นขอบเขตการเห็น

ตัวแปรตามคือ ค่าสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวที่มองเห็นได้ใน FOV ทั้งหมดเมื่อมองออกไปจากหน้าต่าง จากการรวมค่า GWVI ที่ได้จากระนาบต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากมุมรับภาพในระยะห่างจากหน้าต่างตามระยะต่างๆ

ความเป็นไปได้ของขอบเขตการเห็น จากการรวมค่า GWVI ในระนาบต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระยะห่างจากหน้าต่างทั้ง 4 จุด คือ 1) ค่า GWVI ของมุมรับภาพที่ 1 2) ค่า GWVI ของมุมรับภาพที่ 2 3) ค่า GWVI ของมุมรับภาพที่ 3 และ 4) ค่า GWVI ของมุมรับภาพที่ 4



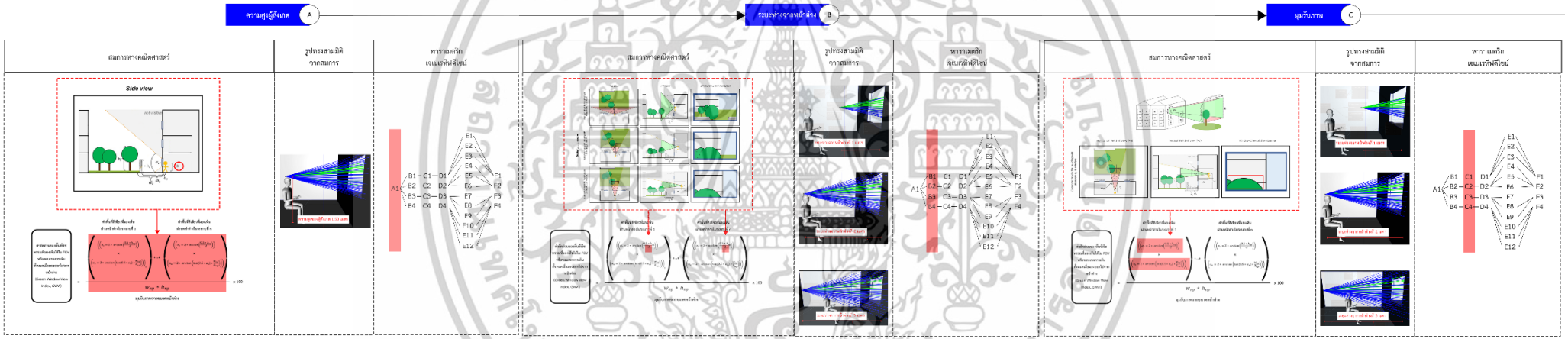
ภาพที่ 2.13 ขั้นขอบเขตการเห็น

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

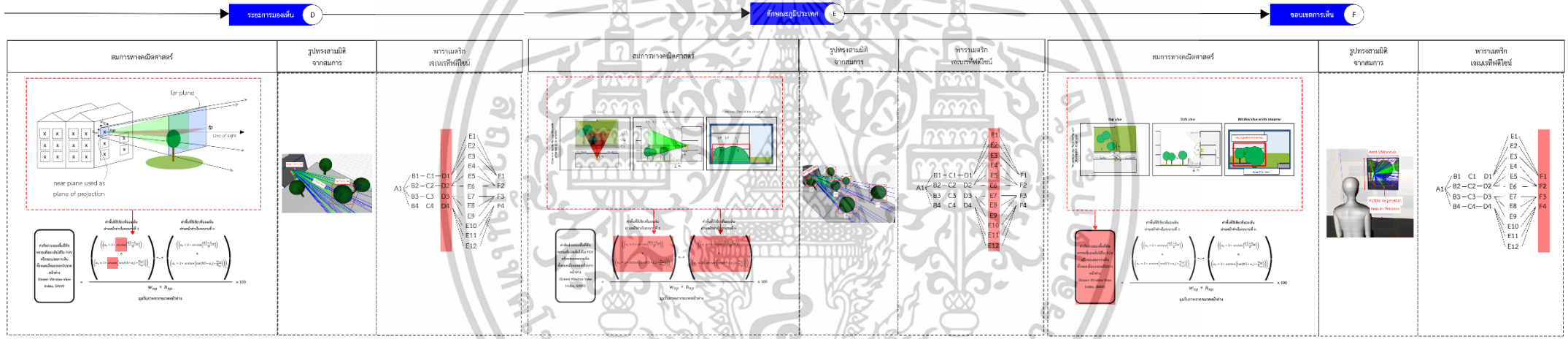
2.4 กรอบแนวคิด

จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยได้สรุปเนื้อหาสำคัญว่า ค่าสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ใน FOV หรือขอบเขตการเห็นทั้งหมดเมื่อมองออกไปจากหน้าต่าง หรือ Green Window View Index นั้น เกิดจากการคำนวนเปอร์เซ็นท์ค่าพื้นที่สีเขียวที่มองเห็นผ่านหน้าต่างในระนาบต่างๆ รวมกัน คิดเป็นสัดส่วนกับมุมรับภาพจากขนาดหน้าต่าง



ภาพที่ 2.14 กรอบแนวคิดการวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)



ภาพที่ 2.15 กรอบแนวคิดการวิจัย (ต่อ)

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาการวิจัยเรื่อง กระบวนการเจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับทางเลือกในการสร้างการออกแบบเปลือกอาคารสูง ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การสร้างเครื่องมือเจเนเรทีฟดีไซน์

3.1.1 Building Information Modeling

Building Information Modeling หรือ BIM เป็นเทคโนโลยีและขั้นตอนสำหรับการออกแบบที่มีรายละเอียดทางวิศวกรรมและสถาปัตยกรรมที่ชัดเจน โดยการแสดงภาพดิจิทัลของลักษณะทางกายภาพและการทำงานของโครงการ [6] ภายในระบบของ BIM นั้นประกอบไปด้วยข้อมูลของโครงการและการออกแบบขั้นพื้นฐานซึ่งช่วยให้เป็นแนวทางการจัดการการออกแบบอาคารและข้อมูลของโครงการที่สำคัญในรูปแบบดิจิทัลตลอดช่วงวงจรชีวิตของอาคาร (Hannu Penttilä, 2006)

โดยรูปแบบของ BIM สามารถใช้โปรแกรมประเภทการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยหรือ CAD ในการออกแบบอาคาร โปรแกรม BIM เหล่านี้มักมาพร้อมกับการเชื่อมต่อโปรแกรมประยุกต์หรือ API เพื่อทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึง ดึงข้อมูล เลือก หรือปรับเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ ของอาคารได้ [6] จึงทำให้สามารถจัดการและรักษาข้อมูลที่ใช้ร่วมกันสำหรับผู้ใช้ทั้งหมดได้ ทำให้เทคโนโลยี BIM ถูกนำมาใช้งานเป็นจำนวนมากในด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการก่อสร้าง (AEC) นอกจากนี้ส่วนโปรแกรมประยุกต์ยังมาพร้อมกับแพลตฟอร์มสำหรับการพัฒนาและติดตั้งส่วนเสริมที่ช่วยในการเขียนแบบ โดยการเขียนโปรแกรมหรือชุดคำสั่งหนึ่งขึ้นมาเป็นส่วนต่อขยายโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การประยุกต์ Generative Design เข้ามาใช้กับเทคโนโลยี BIM

โปรแกรม BIM นั้นถึงจะนำมาใช้ในการออกแบบในรูปแบบดิจิทัลตลอดช่วงวงจรชีวิตของอาคารได้ แต่ส่วนใหญ่ยังคงนำมาใช้ในขั้นตอนสุดท้ายของการออกแบบ [7] โดยจะไม่ได้นำมาใช้ในช่วงขั้นตอนการออกแบบขั้นเบื้องต้นมากนัก เช่น การออกแบบร่างคอนเซปต์ของอาคารหรือแบบร่างสำหรับเลือกเป็นแนวทางเบื้องต้น อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้งานยังสามารถนำ Generative Design เข้ามาเป็นส่วนเสริมสำหรับโปรแกรม BIM เพื่อนำมาประมวลผลสำหรับขั้นตอนดังกล่าวได้

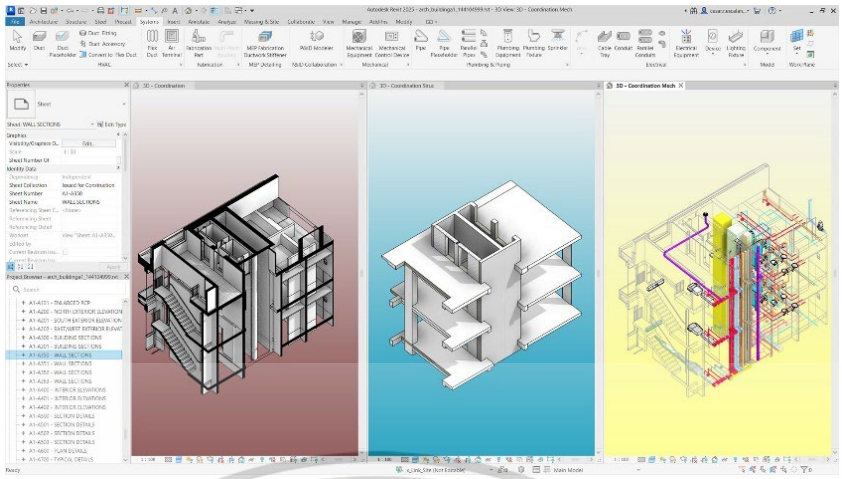
โดย BIM นั้นจะมีลักษณะเป็นโปรแกรม CAD ซึ่งส่วนใหญ่เน้นไปที่การสร้างแบบจำลองทางเรขาคณิต ถึงแม้ว่าตัวโปรแกรมจะไม่สามารถประมวลผลข้อมูลของการออกแบบออกมาจากอัลกอริทึมได้ แต่ BIM นั้นสามารถสร้างองค์ประกอบที่มีทั้งรูปทรงเรขาคณิตและข้อมูลคุณลักษณะของการออกแบบเพื่อให้สร้างแบบจำลองได้ง่าย ทำให้การประยุกต์ Generative Design เข้ากับ BIM จะช่วยปรับปรุงความสามารถในการสร้างผลลัพธ์มากขึ้น ขณะเดียวกันก็ขยายความสามารถของ BIM ในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น จึงมีโปรแกรม BIM หลายชนิดที่นำ Generative Design เข้ามาใช้งานทั้งในรูปแบบที่ติดตั้งมาพร้อมกับโปรแกรมหรือในรูปแบบของส่วนเสริม

3.1.3 โปรแกรมประมวลผล

Revit เป็นซอฟต์แวร์การสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคารที่พัฒนาโดย **Autodesk** ซึ่งได้รับความนิยมอย่างมากในอุตสาหกรรมสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการก่อสร้าง (AEC) โดยซอฟต์แวร์นี้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถออกแบบอาคารและส่วนประกอบต่างๆ ในรูปแบบ 3 มิติ พร้อมทั้งทำการอธิบายแบบด้วยแบบแสดง 2 มิติ และเข้าถึงข้อมูลของอาคารจากฐานข้อมูลของแบบจำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ [16]

โดยโปรแกรมนี้สามารถทำงานร่วมกันกับซอฟต์แวร์อื่นๆ ที่สามารถสร้างแบบการก่อสร้างที่ละเอียดจากแบบจำลอง 3 มิติ และยังสามารถนำมาใช้ในการสร้างเจเนเรทีฟดีไซน์ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างทางเลือกการออกแบบที่แตกต่างกันตามข้อจำกัดที่กำหนด เช่น การปรับปรุงการจัดเรียงหรือมวลรวมของอาคาร โดยเครื่องมืออย่าง Dynamo ซึ่งรวมเข้ากับ Revit จะช่วยเพิ่มความสามารถในการสร้างสคริปต์ที่ปรับแต่งเองเพื่อทำงานอัตโนมัติและสร้างการออกแบบเชิงพารามิเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม Autodesk Revit

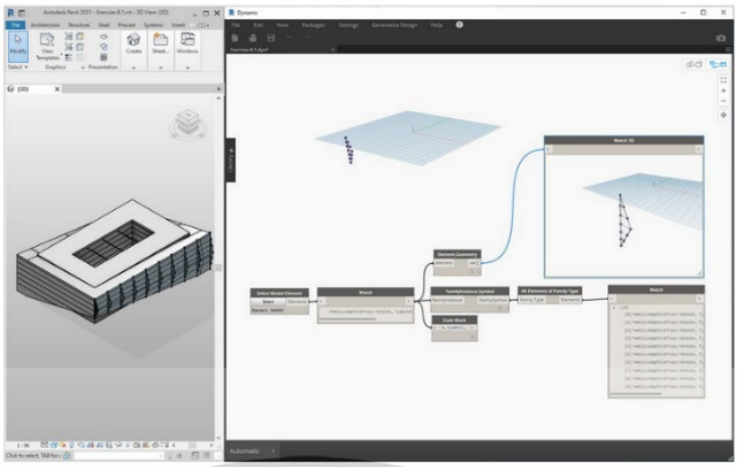
ที่มา : Autodesk.com (2024)

3.1.4 ส่วนเสริมของโปรแกรม หรือ API

Revit API ย่อมาจาก Application Programming Interface เป็นชุดเครื่องมือสำหรับการเขียนโปรแกรมที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถควบคุมและขยายความสามารถของ Revit ได้อย่างอิสระ ทำให้สามารถสร้างสคริปต์หรือแอปพลิเคชันเพื่ออัตโนมัติงานซ้ำๆ หรือสร้างฟังก์ชันใหม่ๆ ที่ไม่มีมาให้ในตัวโปรแกรม

Revit API ช่วยให้นักพัฒนาสร้างปลั๊กอินเฉพาะเพื่อขยายความสามารถของแพลตฟอร์ม ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการใช้ Generative Design เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพของเปลือกอาคารและการวางแผนพื้นที่ ตัวอย่างเช่น เครื่องมือ Generative Design ใน Revit สามารถทำให้งานอัตโนมัติเช่น การจัดวางห้อง หรือการวิเคราะห์การออกแบบเปลือกอาคาร เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างผนังทึบกับช่องหน้าต่าง โดย API ที่ผสานรวมกับ Revit และเครื่องมือ Dynamo ช่วยให้นักออกแบบสามารถสร้างสคริปต์เฉพาะที่ช่วยให้เกิดการออกแบบอัตโนมัติและผลิตทางเลือกการออกแบบได้อย่างรวดเร็ว [14][15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างการใช้งาน Dynamo ในการสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Revit

ที่มา : dynamobim.org (2021)

โดย Dynamo เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสร้างสคริปต์ หรือ โปรแกรมการทำงานอัตโนมัติบนแพลตฟอร์ม Revit โดยไม่จำเป็นต้องเขียนโค้ดที่ซับซ้อน โดย Dynamo เป็นเครื่องมือแบบ Visual Programming Languages ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อพารามิเตอร์ต่างๆ ผ่านการเชื่อม "Nodes" ซึ่งแต่ละ Node มีหน้าที่เฉพาะในการประมวลผลข้อมูลหรือดำเนินการต่างๆ ในการออกแบบ [15] การทำงานของ Dynamo จึงเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถขยายความสามารถของ Revit ให้ตรงกับความต้องการเฉพาะในโครงการ ช่วยลดเวลาในการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบ

โครงสร้างพื้นฐานของ Dynamo นั้นประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ชนิด ดังนี้

1) Node: เป็นหน่วยพื้นฐานของ Dynamo โดยแต่ละ Node จะมีหน้าที่ในการรับ Input และส่ง Output

2) Workspace: พื้นที่ทำงานสำหรับเชื่อมต่อ Node ต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อสร้างสคริปต์

3) Python Script: สามารถเขียนโค้ด Python เพื่อเพิ่มความสามารถให้กับ Dynamo ได้มากขึ้น

Dynamo ยังสามารถรองรับการใช้บล็อกโค้ด ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีสคริปต์ขนาดเล็กที่เขียนด้วยภาษาโปรแกรมเชิงข้อความ เช่น Python บล็อกโค้ดเหล่านี้ช่วยให้สามารถสร้างอัลกอริทึมขนาดเล็กที่เพิ่มฟังก์ชันการทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งไม่สามารถสร้างด้วย Node อื่นๆ ได้ [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น การใช้สคริปต์ของ Dynamo ช่วยให้นักออกแบบวิเคราะห์มุมมองในงานออกแบบเมือง ซึ่งเป็นการวัดพื้นที่ที่มองเห็นได้จากจุดหนึ่งในพื้นที่นั้นๆ การรวม Dynamo เข้ากับ Revit ช่วยให้นักออกแบบสามารถทำการสำรวจและปรับเปลี่ยนได้โดยใช้เวลาน้อยลงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

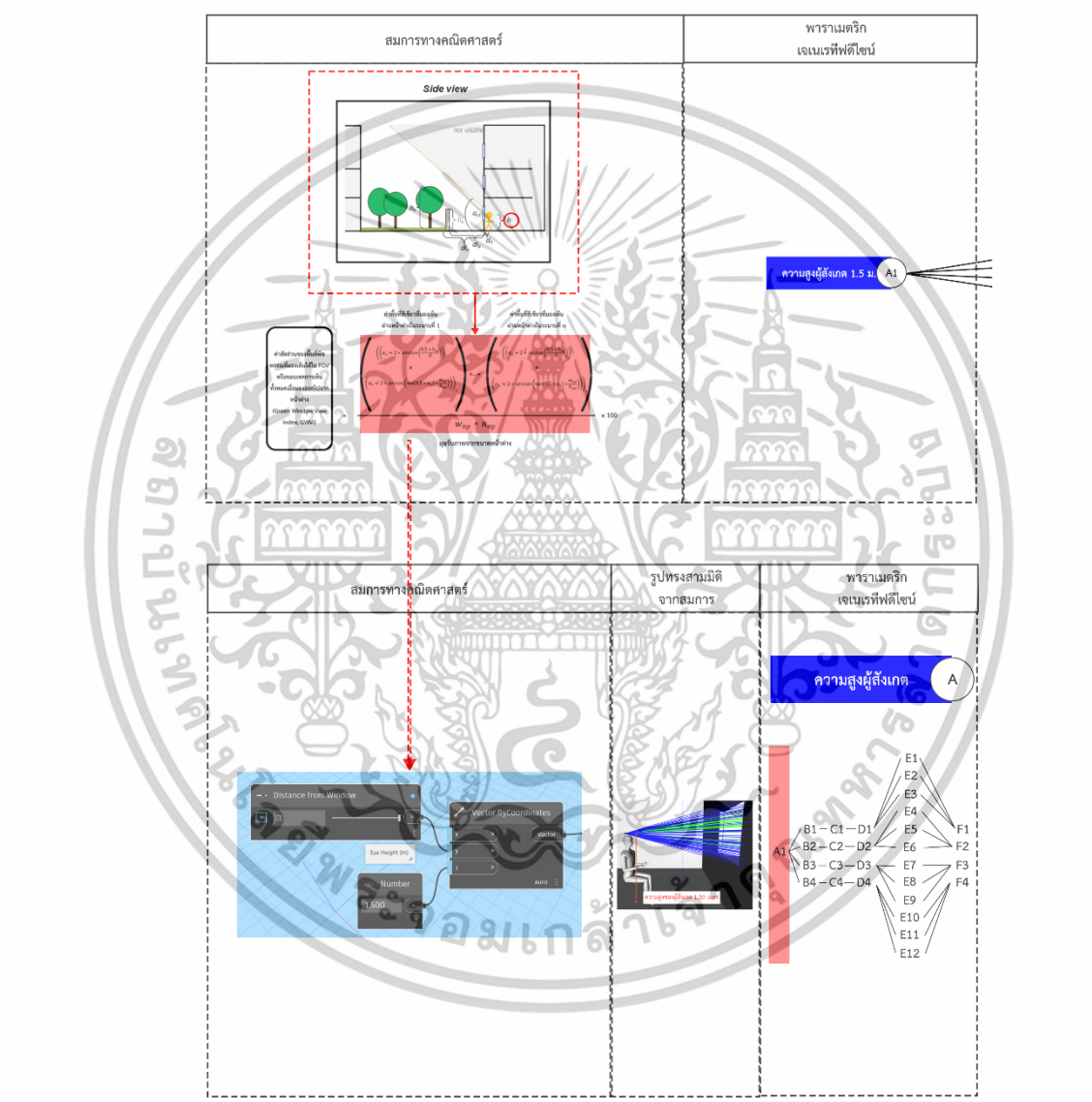
3.2 วิธีการดำเนินการศึกษาจากโปรแกรม Dynamo และ Autodesk Revit

จากกรอบแนวคิดการวิจัยในบทที่ 2 นำไปสู่วิธีการดำเนินการศึกษา เจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคารโดยการใช้ BIM (Building Information Modeling) เพื่อปรับเข้าสู่ Dynamo และ Autodesk Revit ในการสร้างเจเนเรทีฟดีไซน์ตามกรอบแนวคิดการวิจัย ตามตัวแปรดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ความสูงของผู้สังเกต (Observer Height)

การสร้างชุดคำสั่ง ให้ใช้การเพิ่ม Node ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถกำหนดค่าต่างๆ ในสมการได้ เริ่มจากสร้างพิกัดของจุดผู้สังเกตด้วยเครื่องมือ Point.ByCoordinates เพื่อกำหนดตำแหน่งที่ต้องการเป็นชุดคำสั่งแรก และใช้เครื่องมือ Number กำหนดตัวเลขแทนความสูงของผู้สังเกต โดยมีค่าเป็นเมตร ในการทดลองครั้งนี้ กำหนดให้ระดับสายตาสูงจากพื้น 1.5 เมตร ให้ตรงกับกึ่งกลางของหน้าต่าง



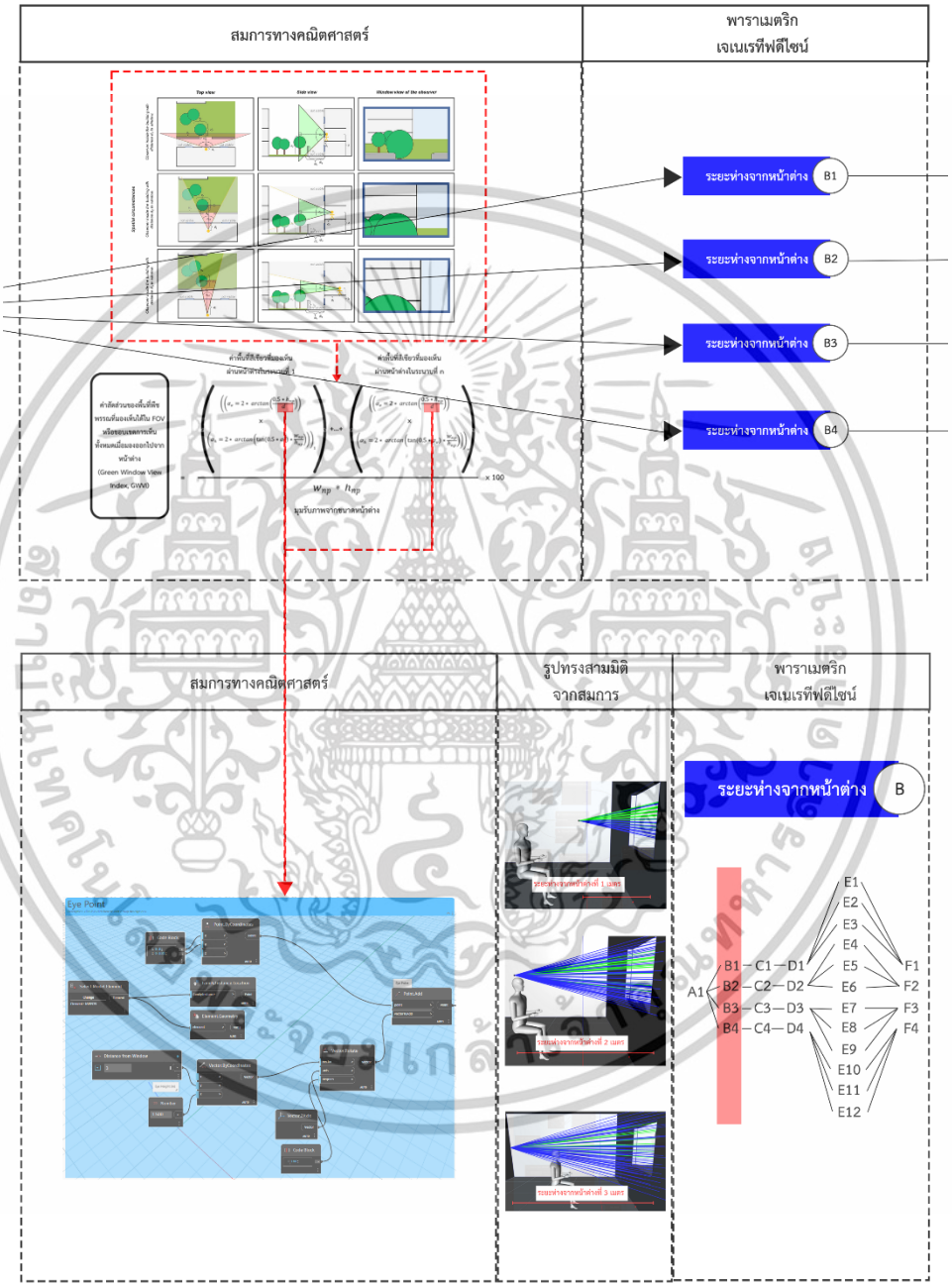
ภาพที่ 3.3 ความสูงของผู้สังเกต (Observer Height)

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ระยะห่างจากหน้าต่าง (Distance from Window)

หลังจากการกำหนดจุดผู้สังเกตและความสูงของผู้สังเกตจึงทำการสร้างเครื่องมือ Vector.ByCoordinates และเครื่องมือ Number Slider เพื่อกำหนดระยะห่างจากหน้าต่างให้เป็นตัวแปรไม่คงที่ จากนั้นจึงรวมชุดคำสั่งทั้งหมดให้เป็นชุดเดียวกัน



ภาพที่ 3.4 ระยะห่างจากหน้าต่าง (Distance from Window)

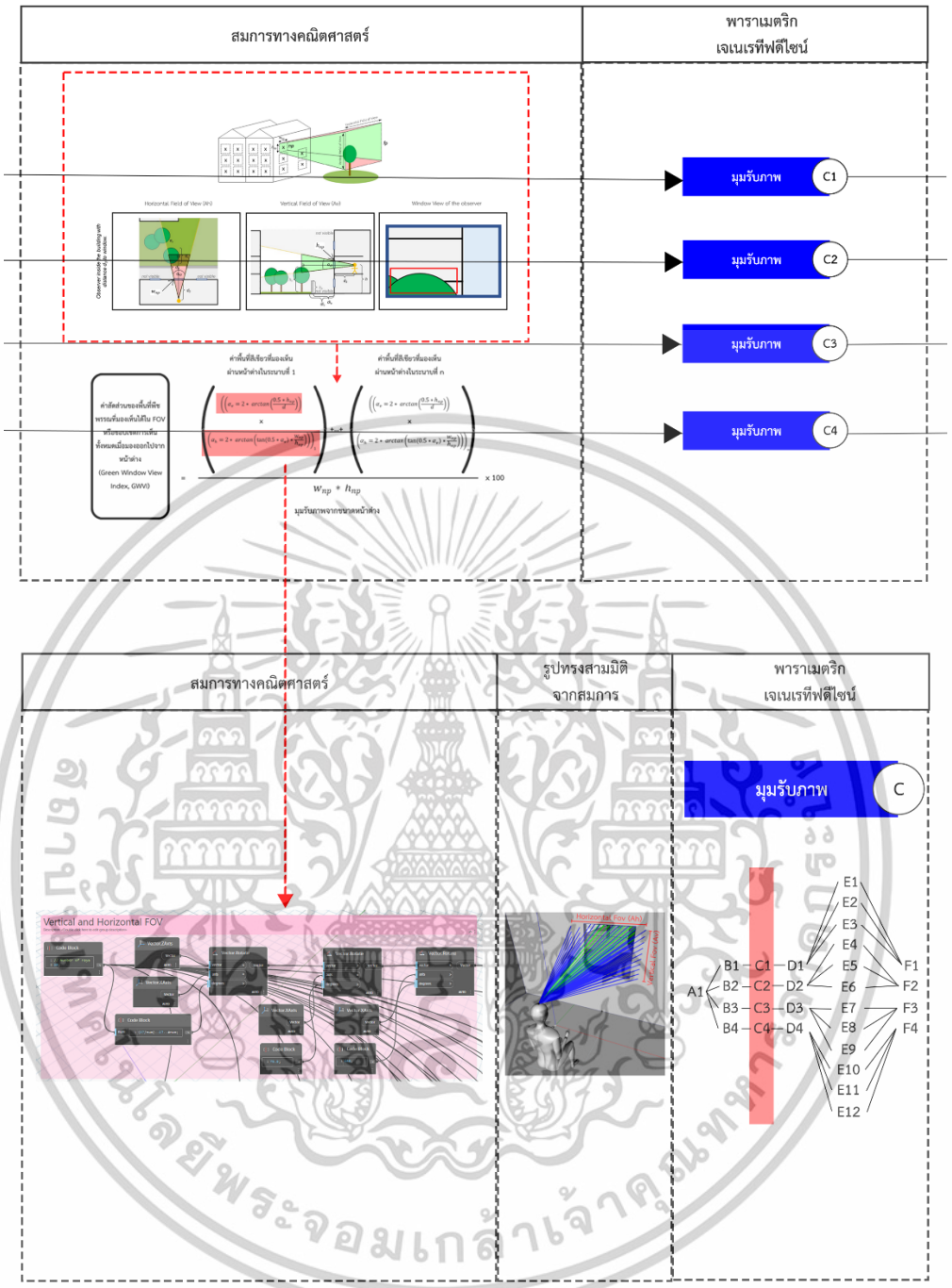
ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 มุมรับภาพ (View Angle)

เพื่อกำหนดทิศทางของมุมที่ต้องการมองออกไปจากหน้าต่าง จึงได้สร้างชุดคำสั่งแสดงเส้นสายตาจากจุดของผู้สังเกต โดยให้ตรงกับ 27 องศาในแนวตั้ง และ 40 องศาในแนวนอน และเส้นนำสายตาต้องมีจำนวน 100 เส้น เพื่อให้ตรงกับค่าเปอร์เซ็นต์สูงสุดที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เริ่มจากองศาแนวตั้ง (Vertical Field of View : Av) ใช้คำสั่ง Code Block ในการสร้างเส้นสายตาตามองศาแนวตั้งในระยะ 27 องศา และองศาแนวนอน (Horizontal Field of View : Ah) ใช้การทำชุดคำสั่งขององศาแนวตั้งซ้ำกัน 10 ครั้ง โดยมีระยะห่างกันทุกๆ 0.5 องศาจนครบ 40 องศา เพื่อให้ครอบคลุมมุมมองทั้งหมดผ่านหน้าต่างทั้งในระนาบแนวตั้งและแนวนอน ผลลัพธ์ที่ได้จึงเป็นเส้นนำสายตาขนาด 10x10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



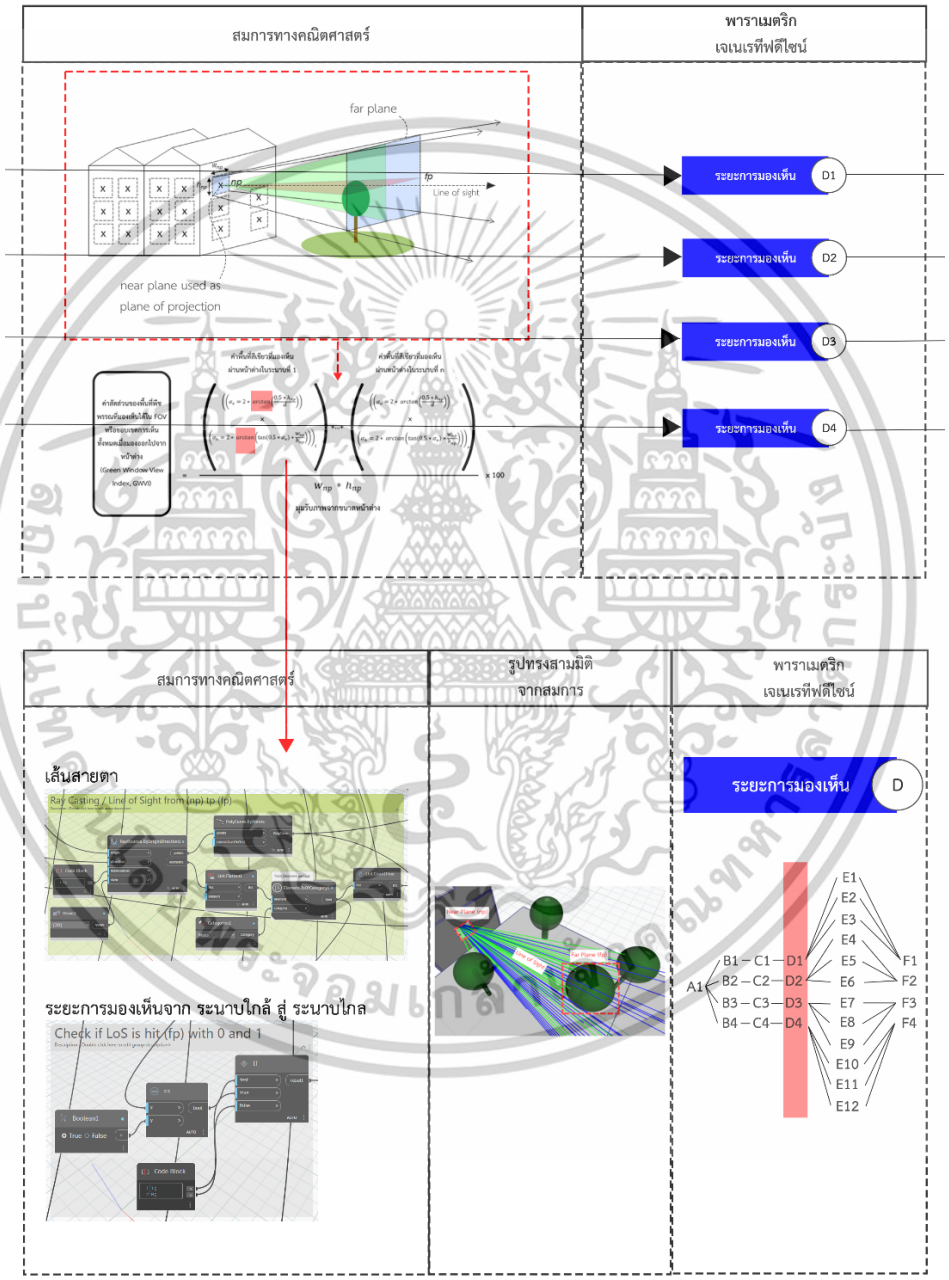
ภาพที่ 3.5 มุมรับภาพ (View Angle)

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ระยะการมองเห็น (Viewing Distance)

สำหรับการกำหนดระนาบใกล้และระนาบไกลที่เกิดจากการกระทบของเส้นนำสายตาไปยังวัตถุเป้าหมาย สามารถทำได้ด้วยการสร้างเครื่องมือ RayBounce.ByOriginDirection โดยใช้พิกัดเริ่มต้น (origin) จากชุด Nodes ของจุดผู้สังเกตเป็นระนาบใกล้ และใช้คำสั่ง Boolean เพื่อกำหนดให้แยกเส้นนำสายตาที่กระทบกับพื้นที่สีเขียว กับเส้นนำสายตาที่ไม่กระทบ



ภาพที่ 3.6 ระยะการมองเห็น (Viewing Distance)

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

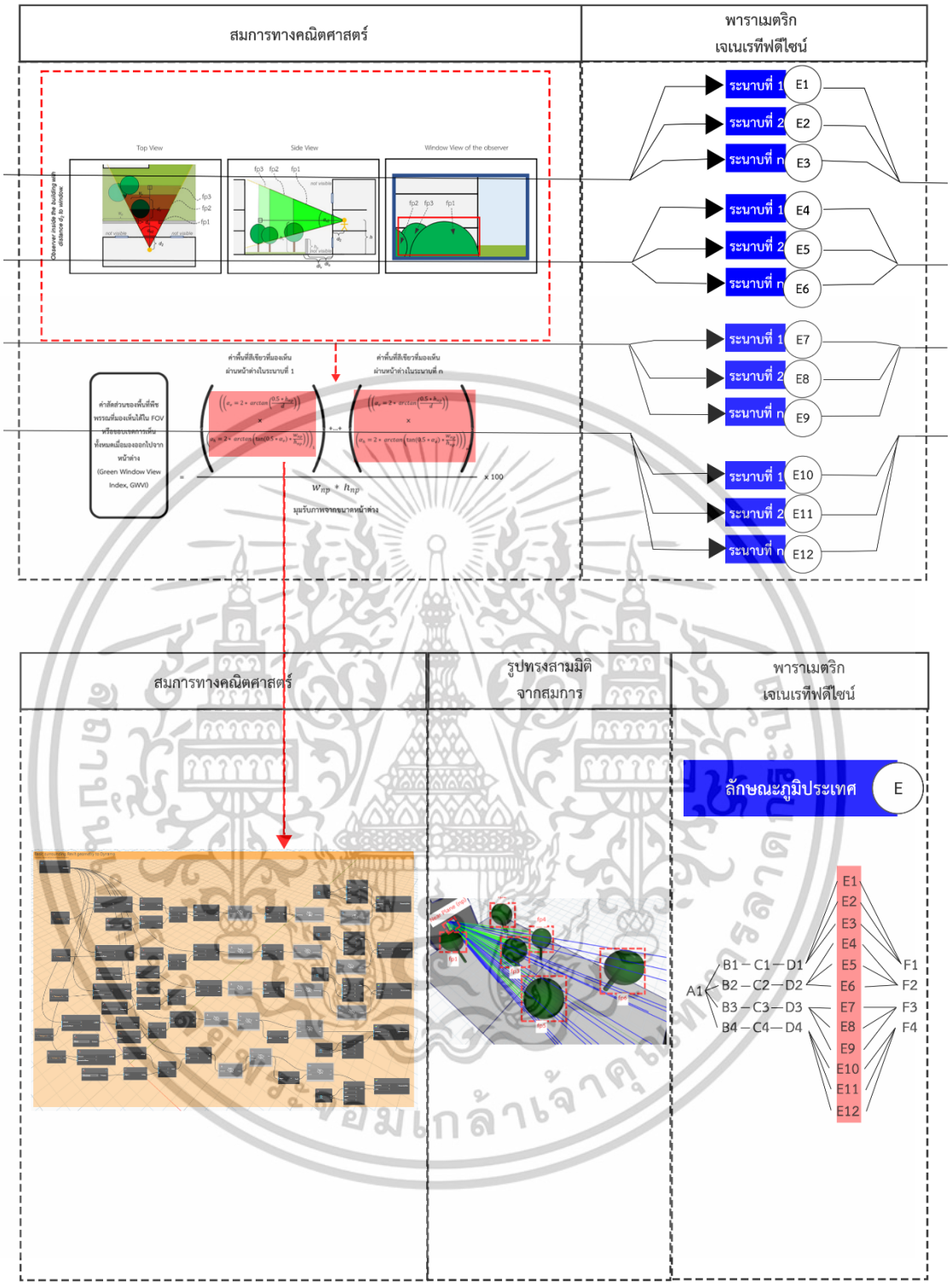
3.2.5 ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Characteristic)

สำหรับการสร้างชุดเครื่องมือที่แสดงรูปทรงสามมิติที่ต้องการให้เส้นนำสายตาจากจุดของผู้สังเกตไปตกกระทบ [11] จึงได้สร้างชุดคำสั่งสำหรับการดึงรูปทรงสามมิติที่สร้างในโปรแกรม Autodesk Revit เข้ามาคำนวนจุดที่เส้นนำสายตาตกกระทบภายใน Dynamo

เริ่มจากการใช้คำสั่ง Element.GetParameterValueByName เพื่อกำหนดรูปทรงสามมิติที่มีการกำหนด Category ของแต่ละรูปทรง และใช้คำสั่ง All Elements In Active View เพื่อให้รูปทรงสามมิติเข้ามาปรากฏจากใน Autodesk Revit จากนั้นจึงใช้ Element.Geometry และ Geometry.Explode เพื่อกำหนดให้รูปทรงสามมิติสามารถถูกตกกระทบจากเส้นนำสายตาได้ สุดท้ายจึงใช้คำสั่ง GeometryColor.ByGeometryColor เพื่อกำหนดสีของรูปทรงสามมิติต่างๆ โดยแยกเป็น 2 ประเภท คือ สีเขียว สำหรับต้นไม้และพื้นที่สีเขียว และสีเทา สำหรับวัตถุอื่นๆ

จากการสร้างชุดคำสั่งดังกล่าว จึงทำให้เกิดพื้นที่ระนาบไกลจำนวนมากสำหรับการคำนวนพื้นที่สีเขียวทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Characteristic)

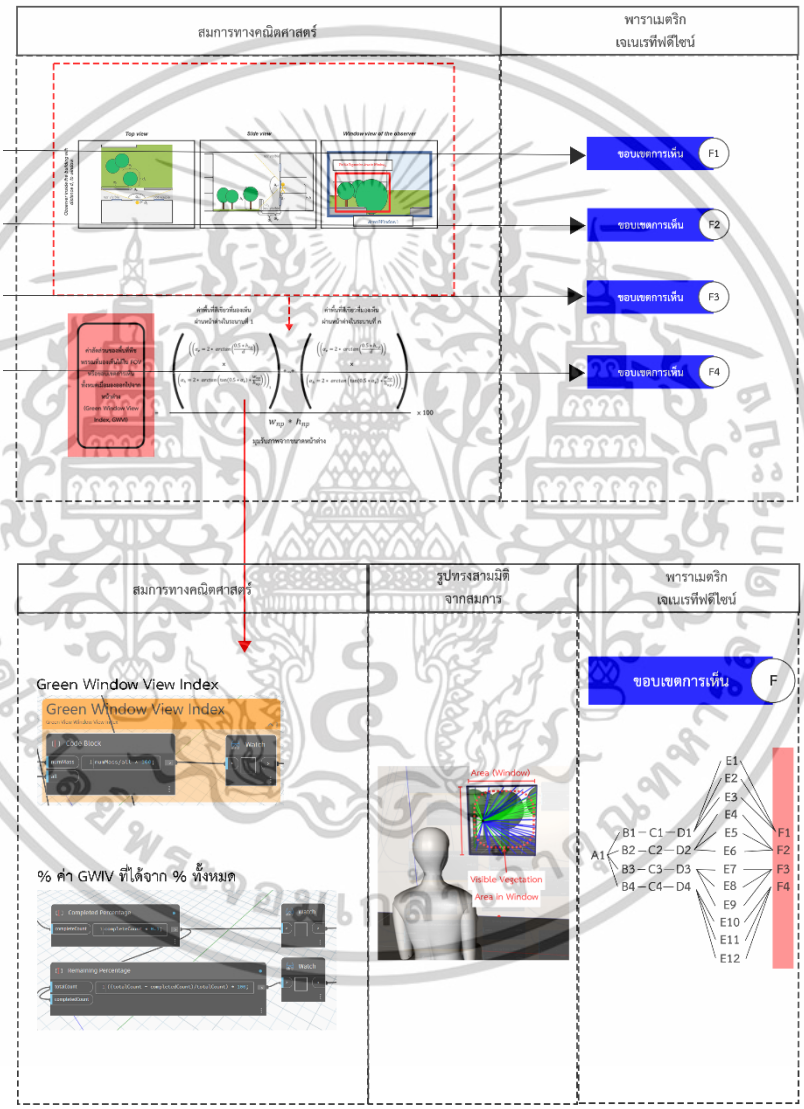
ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 ขอบเขตการเห็น (Field of View)

การคำนวนปริมาณพื้นที่สีเขียวที่เห็นจากการคำนวนจำนวนเส้นสายตาที่กระทบกับวัตถุที่กำหนดให้เป็นพื้นที่สีเขียวด้วย Element.IsOfCategory และสร้างพื้นที่หน้าต่างที่จำกัดมุมมองของผู้สังเกตด้วยโปรแกรม Autodesk Revit และนำเข้ามาวัดในโปรแกรม Dynamo ด้วยคำสั่ง Element.GetParameterValueByName และ Element.Geometry

เมื่อมีชุดคำสั่งครบตามสมการ จึงสร้าง Code Block สำหรับการคำนวณ Green Window View Index เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้ตรงตามสมการทางคณิตศาสตร์



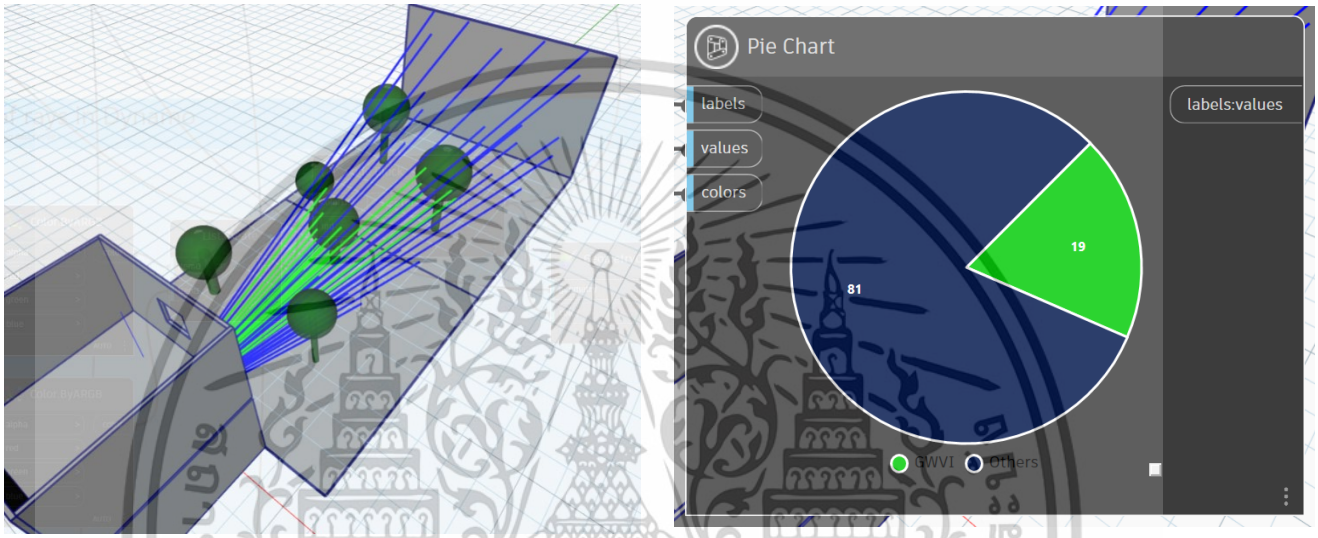
ภาพที่ 3.8 ขอบเขตการเห็น (Field of View)

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการวิเคราะห์และการประมวลผล

การวิเคราะห์ เจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคารโดยการใช้ BIM (Building Information Modeling) ตามกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนั้น การวิเคราะห์ผลลัพธ์จึงเป็นการพิจารณา สัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ใน FOV ทั้งหมด โดยมีค่าคงที่เป็นระดับความสูงของผู้สังเกต และตัวแปรตามคือมุมรับภาพที่เกิดขึ้นจากพิกัดของจุดผู้สังเกต



ภาพที่ 3.9 และ 3.10 ผลลัพธ์ในรูปทรงสามมิติและกราฟแสดงผล

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

การประเมินผลลัพธ์ สามารถทำได้จากการเปรียบเทียบค่าตัวเลขที่ได้จากชุดคำสั่งใน Dynamo ที่แสดงผลออกมาเป็นกราฟ Pie Chart และการแสดงรูปทรงสามมิตินั้นสอดคล้องกับผลลัพธ์ดังกล่าว เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง โดยคำนวนค่าสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้จากการมองเห็นด้วยเส้นนำสายตาที่กระทบกับพื้นที่สีเขียวในระนาบไกลได้ทั้งหมด จากตัวอย่างของระยะห่างในระดับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้ทดลองได้ใช้กรณีศึกษาจากสถานที่จริงสำหรับการจำลองแบบสามมิติ เพื่อให้ผลลัพธ์การทดลองใกล้เคียงกลับความเป็นจริง เป็นการทดสอบเครื่องมือว่าสามารถนำมาใช้งานได้จริงหรือไม่ โดยเลือกใช้พื้นที่อเนกประสงค์ด้านหน้าอาคารเรียน 4 ชั้น เป็นสถานที่จำลองพื้นที่สีเขียว และเลือกใช้ห้องเรียนสถาปัตยกรรมหลักชั้นปีที่ 1 เป็นสถานที่จำลองตำแหน่งและมุมมองของผู้สังเกต

ภาพที่ 3.11 แสดงผังพื้นคณะสถาปัตยกรรมสำหรับใช้ในการทดลอง

ที่มา : ผู้ใช้งาน

ภาพที่ 3.12 ลานอเนกประสงค์คณะสถาปัตยกรรม

ที่มา : ผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.13 ห้องเรียนคณะสถาปัตยกรรมหลักชั้นปีที่ 1

ที่มา : ผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

จากการดำเนินการทดสอบตามวิธีการดำเนินการวิจัย ด้วยการใช้กรอบเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย เจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคารโดยการใช้ BIM (Building Information Modeling) พบผลการดำเนินการวิจัยดังนี้

4.1 เครื่องมือคำนวณสร้างคำสั่งและเครื่องมือแสดงผลสามมิติ จากโปรแกรม Dynamo และ Autodesk Revit

เครื่องมือเจเนเรทีฟดีไซน์จากการสร้างคำสั่งในโปรแกรม Dynamo และแสดงผลลัพธ์แบบจำลองสามมิติด้วยโปรแกรม Autodesk Revit สามารถสร้างแบบจำลองมุมมองของการมองเห็นของอาคารที่เป็นไปได้ รวมเป็น 4 แบบจำลอง

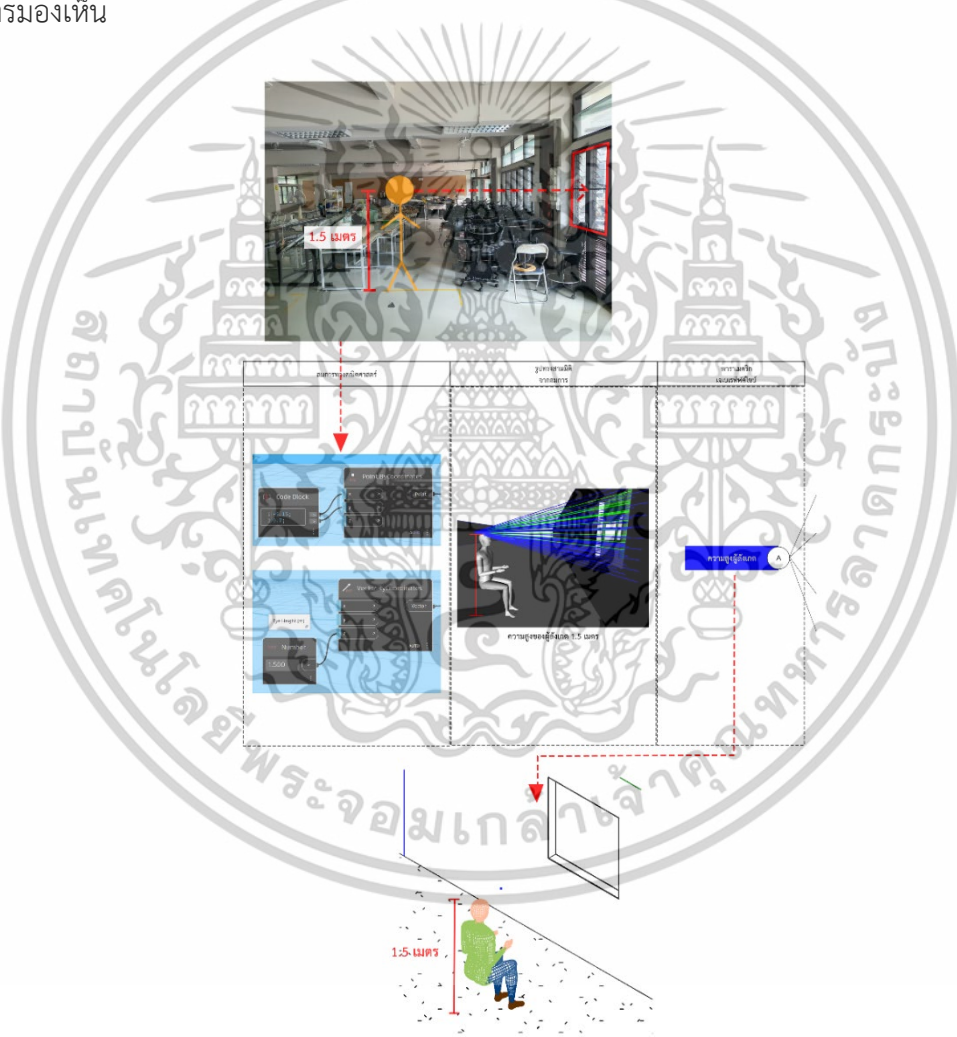
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ความสูงของผู้สังเกต (Observer Height)

ค่าคงที่ความสูงของผู้สังเกตจากกรณีศึกษา ประกอบด้วยความสูงของผู้สังเกตซึ่งตรงกับกึ่งกลางของหน้าต่าง โดยเลือกใช้หน้าต่างห้องเรียนสถาปัตยกรรมหลักชั้นปีที่ 1 เพื่อกำหนดความสูงในสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นสามารถกำหนดตัวแปรคงที่ในคำสั่งของโปรแกรม Dynamo ด้วยความสูงของผู้สังเกตที่ 1.5 เมตร

จากคำสั่งแสดงผลสามมิติด้วยโปรแกรม Autodesk Revit ผลลัพธ์จึงเป็นตำแหน่งของผู้สังเกตที่มีความสูง 1.5 เมตรจากพื้นดิน

ประมวลผลออกมาเป็นขั้นตอนแรกของเจเนเรทีฟดีไซน์ จึงได้ 1 การออกแบบมุมมองของการมองเห็น



ภาพที่ 4.1 ขั้นความสูงของผู้สังเกต (Observer Height)

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

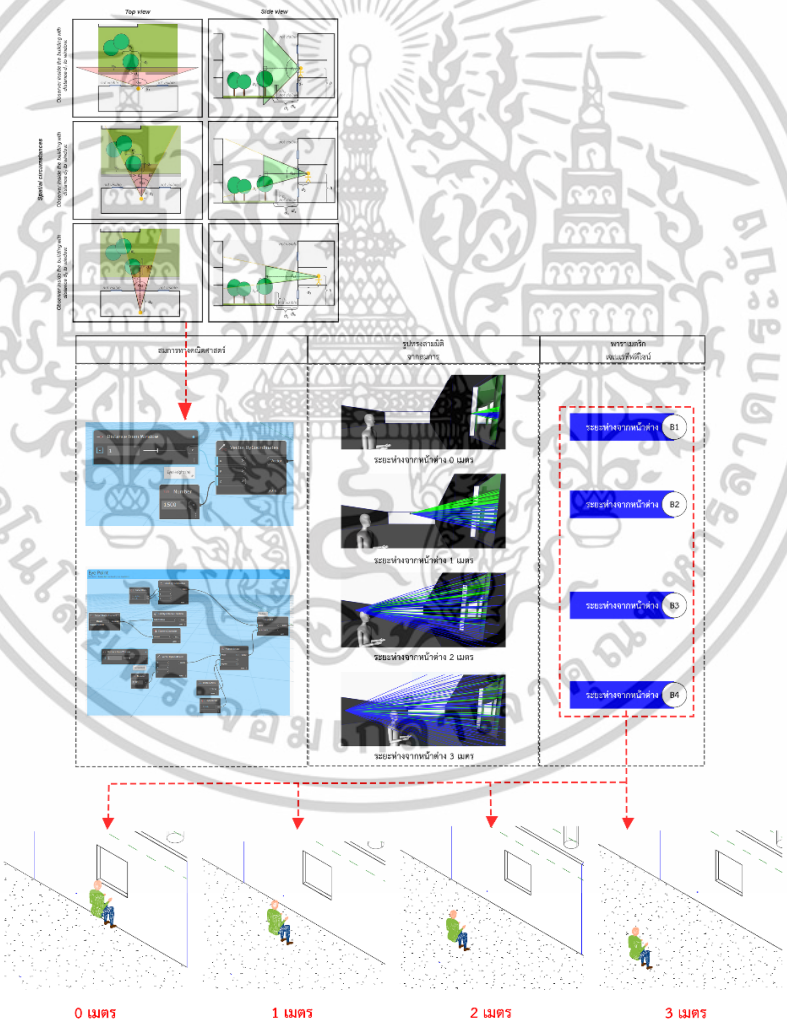
4.1.2 ระยะห่างจากหน้าต่าง (Distance from Window)

ค่าระยะห่างจากหน้าต่างประกอบด้วย ตำแหน่งของผู้สังเกตในระยะห่างจากหน้าต่างในระยะ 0 เมตร, 1 เมตร, 2 เมตร และ 3 เมตร สามารถประกอบด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ สำหรับการคำนวณใช้คำสั่งของโปรแกรม Dynamo ด้วยคำสั่ง Vector.ByCoordinates ร่วมกับคำสั่ง Number Slider สำหรับการกำหนดตัวแปรอิสระในเจเนเรทีฟดีไซน์

จากคำสั่งแสดงผลสามมิติด้วยโปรแกรม Autodesk Revit ผลลัพธ์จึงเป็นตำแหน่งของผู้สังเกตที่มีระยะห่างจากหน้าต่าง 4 ระดับ

1) ระยะห่าง 0 เมตร 2) ระยะห่าง 1 เมตร 3) ระยะห่าง 2 เมตร 4) ระยะห่าง 3 เมตร

ประมวลผลออกมาเป็น 4 การออกแบบมุมมองของการมองเห็น



ภาพที่ 4.2 ขั้นระยะห่างจากหน้าต่าง (Distance from Window)

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

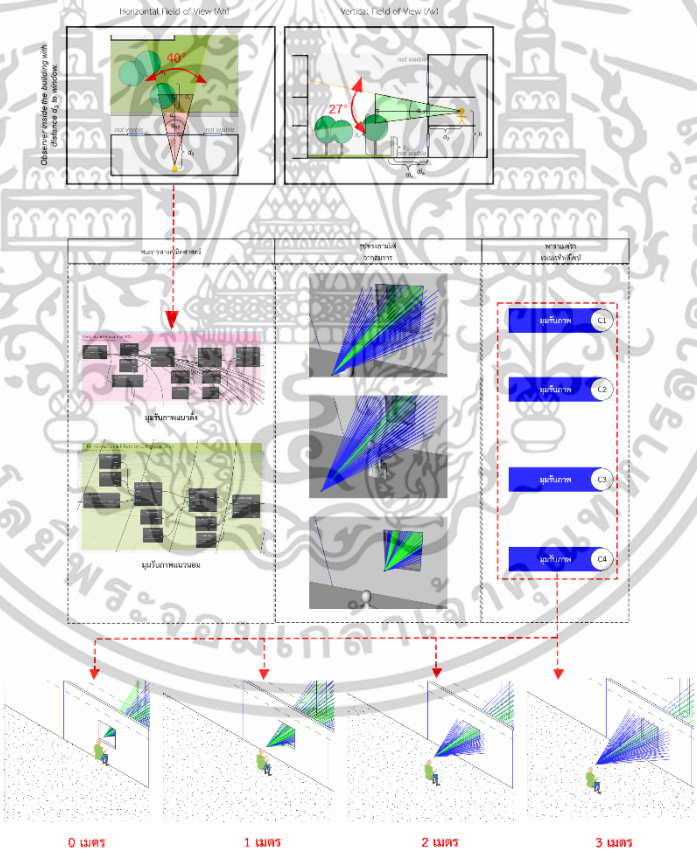
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 มุมรับภาพ (View Angle)

ค่ามุมรับภาพประกอบด้วย องศามุมรับภาพที่กรอกตาได้มากที่สุดโดยที่ไม่ต้องก้มเงยหรือหันศีรษะที่ 27 องศาในแนวตั้ง และ 40 องศาในแนวนอน สามารถประกอบด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ใช้คำสั่งของโปรแกรม Dynamo กำหนดองศาแนวตั้ง (Vertical Field of View : Av) ใช้คำสั่ง Code Block และ Vector.Rotate ในการสร้างเส้นสายตาตามองศาแนวตั้งในระยะ 27 องศา และองศาแนวนอน (Horizontal Field of View : Ah) ใช้การทำชุดคำสั่งขององศาแนวตั้งซ้ำกัน 10 ครั้ง โดยมีระยะห่างกันทุกๆ 0.5 องศาจนครบ 40 องศา

จากคำสั่งแสดงผลสามมิติด้วยโปรแกรม Autodesk Revit ผลลัพธ์จึงเป็นมุมรับภาพที่มีองศาตามระยะห่างจากหน้าต่างทั้ง 4 แบบ

ประมวลผลออกมาเป็น มุมรับภาพขนาด 27 องศาในแนวตั้ง และ 40 องศาในแนวนอน จาก 4 การออกแบบมุมมองของการมองเห็น



ภาพที่ 4.3 ขั้นมุมรับภาพ (View Angle)

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

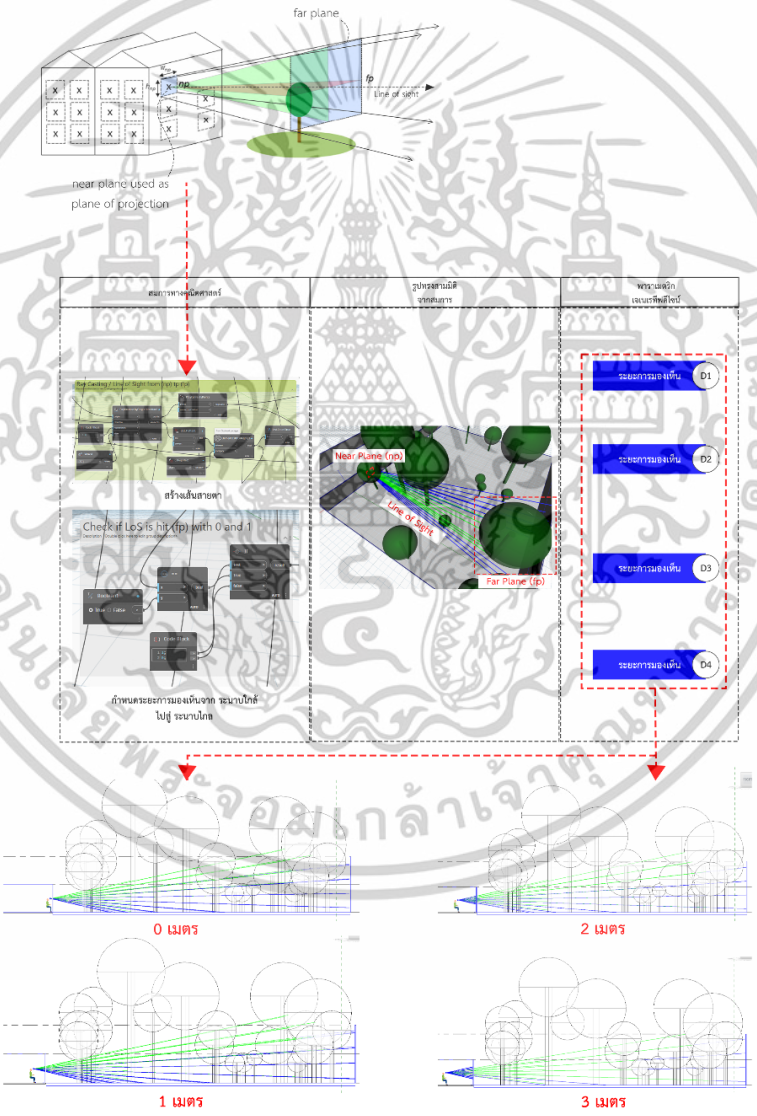
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ระยะการมองเห็น (Viewing Distance)

ค่าระยะการมองเห็นประกอบด้วย ระยะของเส้นสายตาจากระนาบใกล้ไปสู่ระนาบไกล สามารถประกอบด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ใช้คำสั่งของโปรแกรม Dynamo สร้างคำสั่ง RayBounce.ByOriginDirection และใช้คำสั่ง Boolean เพื่อกำหนดระยะทางที่เส้นนำสายตากระทบกับพื้นที่สีเขียว และเส้นนำสายตาที่ไม่กระทบ

จากคำสั่งแสดงผลสามมิติด้วยโปรแกรม Autodesk Revit ผลลัพธ์จึงเป็นระยะการมองเห็นจากระนาบใกล้ไปสู่ระนาบไกลของมุมรับภาพทั้งหมดง 4 รูปแบบ

ประมวลผลออกมาเป็น 4 การออกแบบมุมมองของการมองเห็น



ภาพที่ 4.4 ขั้นระยะการมองเห็น (Viewing Distance)

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

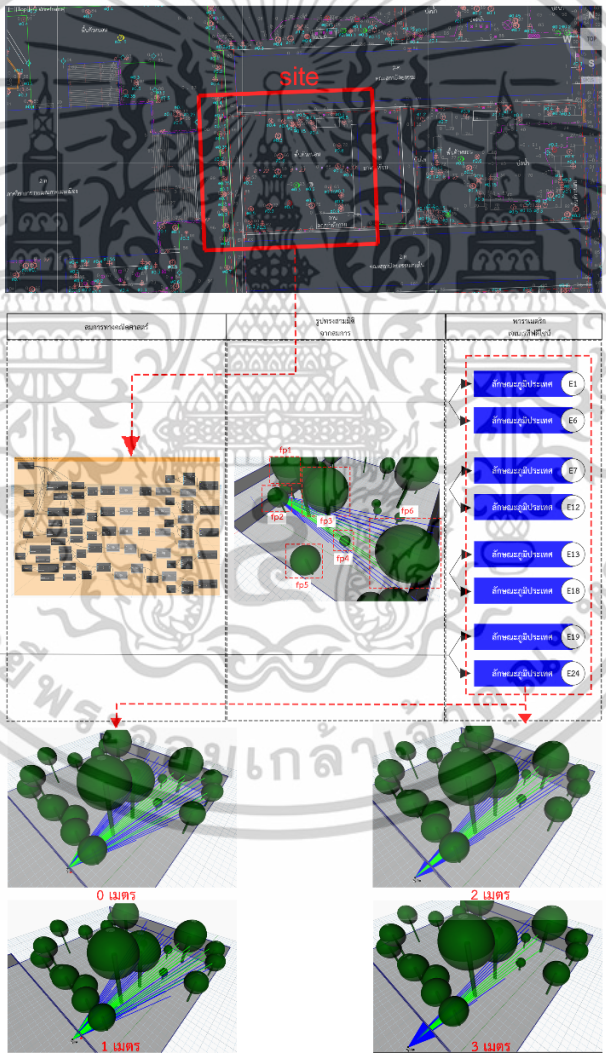
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Characteristic)

ค่าลักษณะภูมิประเทศประกอบด้วย พื้นที่สีเขียวจากกรณีศึกษา โดยเลือกใช้ต้นไม้ในพื้นที่ลานอเนกประสงค์คณะสถาปัตยกรรม เพื่อกำหนดจำนวนต้นไม้ที่ปรากฏในลักษณะภูมิประเทศในสมการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คำสั่งของโปรแกรม Dynamo สร้างคำสั่ง Element.GetParameterValueByName เพื่อกำหนดรูปทรงสามมิติที่มีการกำหนด Category ของแต่ละรูปทรงที่เส้นสายตาสามารถกระทบได้

จากคำสั่งแสดงผลสามมิติด้วยโปรแกรม Autodesk Revit ผลลัพธ์จึงเป็นลักษณะภูมิประเทศที่แสดงระยะการมองเห็นระนาบไกลทั้งหมด 23 จุด ตามมุมรับภาพทั้ง 4 รูปแบบที่กำหนดไว้

ประมวลผลออกมาเป็น แบบจำลองสามมิติ รวมทั้งหมด 4 แบบ



ภาพที่ 4.5 ขั้นลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Characteristic)

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

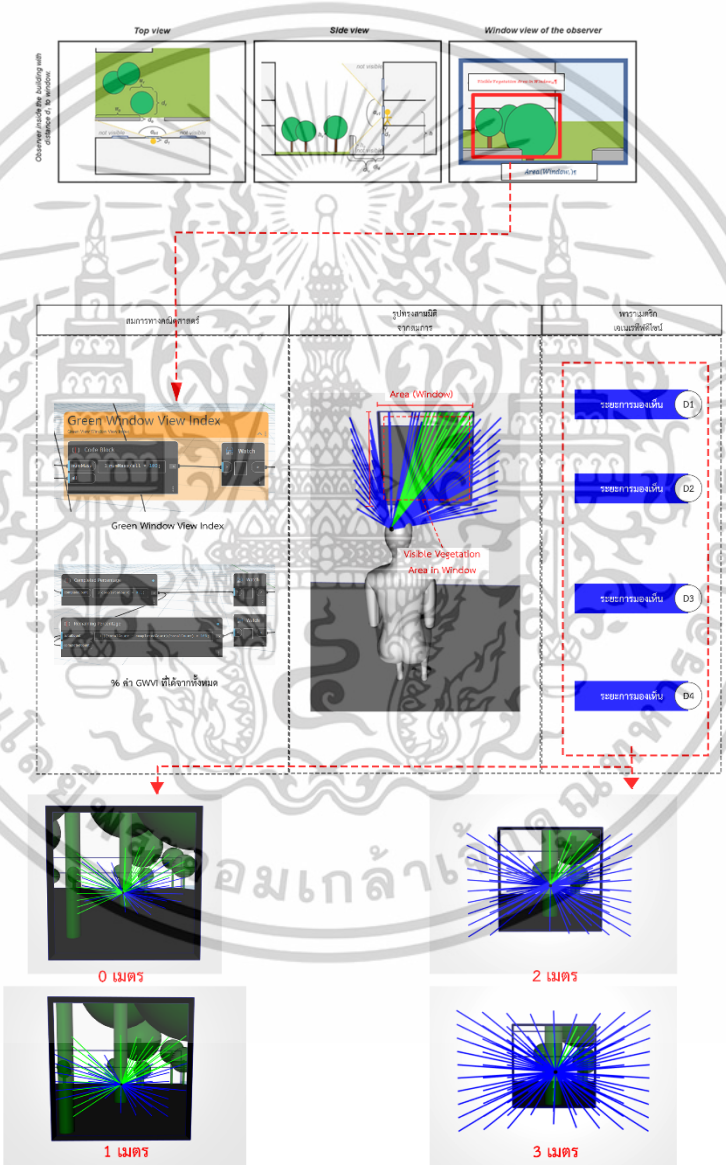
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ขอบเขตการเห็น (Field of View)

ค่าขอบเขตการเห็นประกอบด้วย ค่าสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวที่มองเห็นได้ใน FOV ทั้งหมด จากการทดลองในกรณีศึกษา ดังนั้นสามารถกำหนดตัวแปรตามในคำสั่งของโปรแกรม Dynamo ด้วยคำสั่ง Code Block สำหรับคำนวณค่า GWVI จากขอบเขตการเห็นในระยะห่างทั้ง 4 รูปแบบ

จากคำสั่งแสดงผลสามมิติด้วยโปรแกรม Autodesk Revit ผลลัพธ์จึงเป็นค่าสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ใน FOV ทั้งหมดจากมุมรับภาพทั้งหมด 4 รูปแบบ

ประมวลผลออกมาเป็น แบบจำลองสามมิติ รวมทั้งหมด 4 แบบ



ภาพที่ 4.6 ขั้นขอบเขตการเห็น (Field of View)

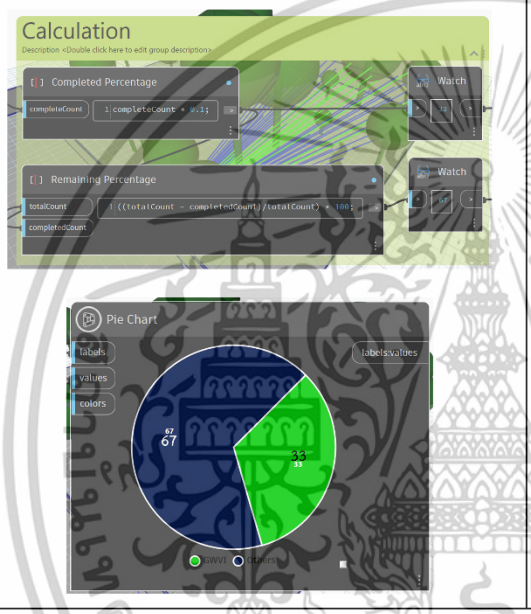
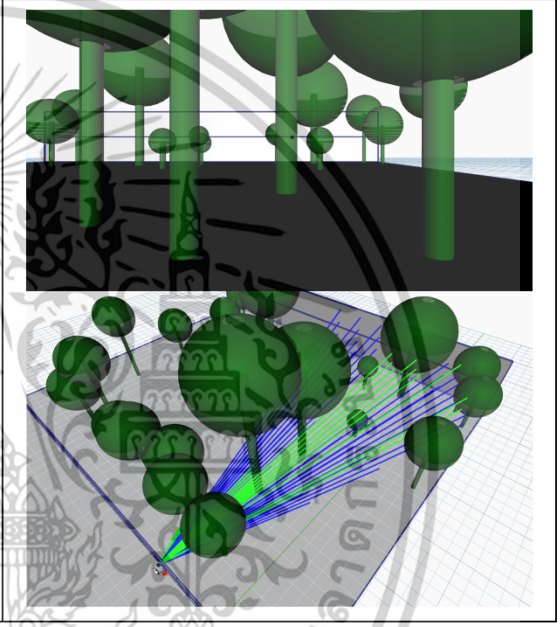
ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

4.2.1 การแสดงผลลัพธ์ทุกความเป็นไปได้ของค่า Green Window View Index

1. จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 0 เมตร จากกึ่งกลางหน้าต่าง และมีความสูงของผู้สังเกตจากพื้นดินที่ 1.5 เมตร สามารถประมวลผลค่าสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้อยู่ที่ 34 เปอร์เซ็นต์

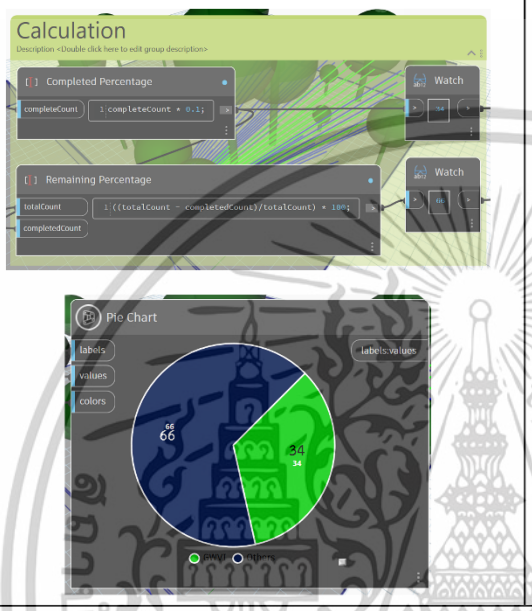
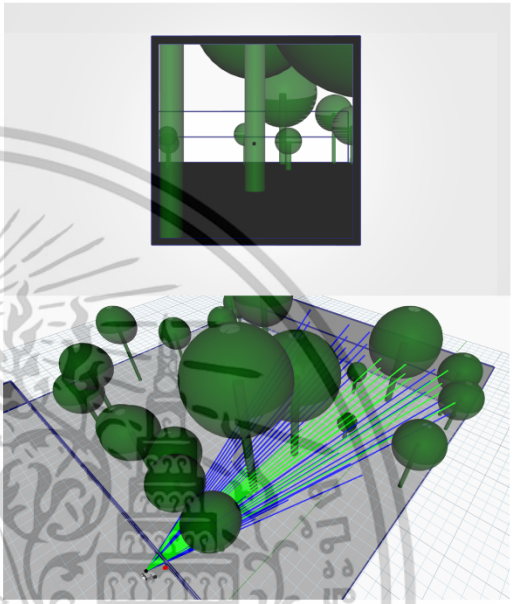
ค่า Green Window View Index	รูปทรงสามมิติ
	

ภาพที่ 4.7 ผลลัพธ์จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 0 เมตร

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 1 เมตร จากกึ่งกลางหน้าต่าง และมีความสูงของผู้สังเกตจากพื้นดินที่ 1.5 เมตร สามารถประมวลผลค่าสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้อยู่ที่ 33 เปอร์เซ็นต์

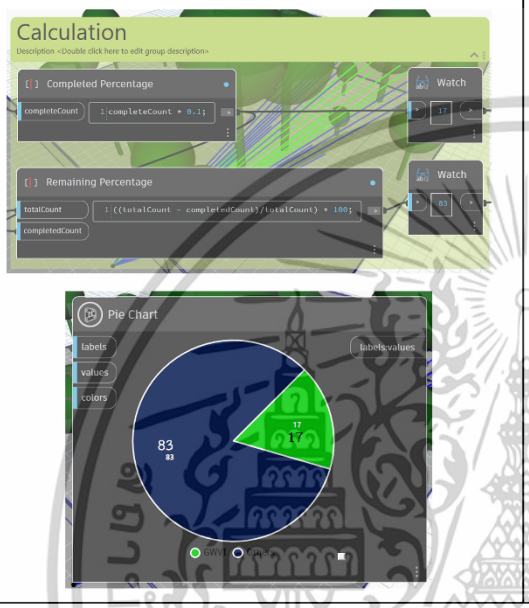
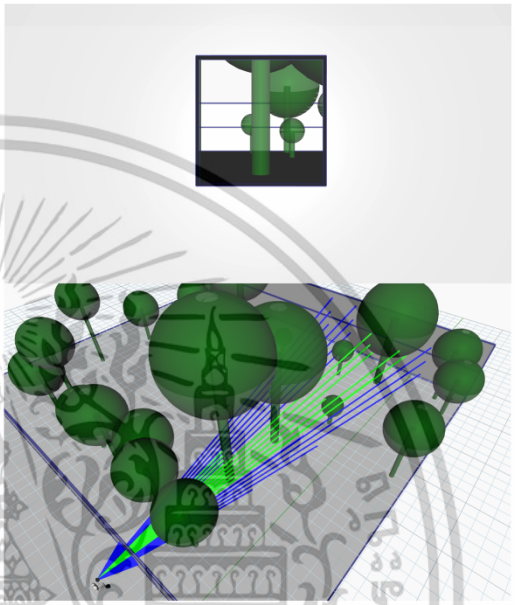
ค่า Green Window View Index	รูปทรงสามมิติ
	

ภาพที่ 4.8 ผลลัพธ์จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 1 เมตร

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 2 เมตร จากกึ่งกลางหน้าต่าง และมีความสูงของผู้สังเกตจากพื้นดินที่ 1.5 เมตร สามารถประมวลผลค่าสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้อยู่ที่ 17 เปอร์เซ็นต์

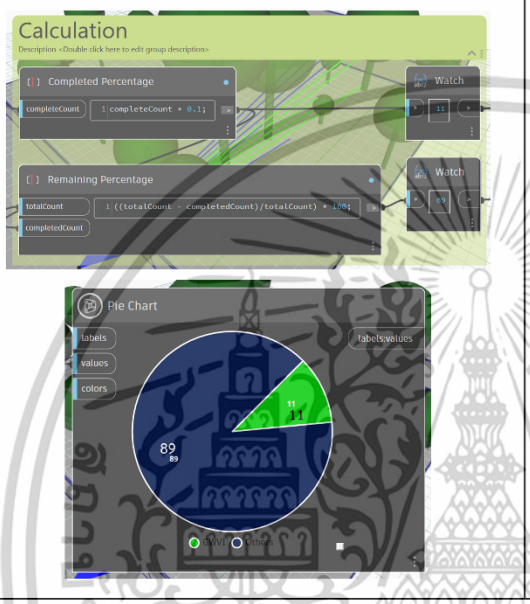
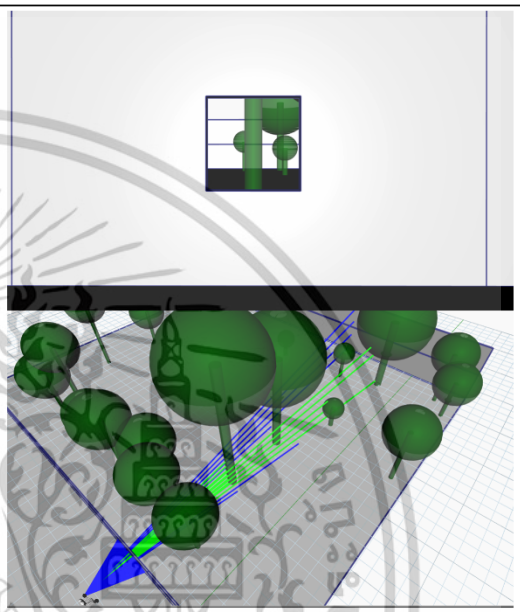
ค่า Green Window View Index	รูปทรงสามมิติ
	

ภาพที่ 4.9 ผลลัพธ์จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 2 เมตร

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 3 เมตร จากกึ่งกลางหน้าต่าง และมีความสูงของผู้สังเกตจากพื้นดินที่ 1.5 เมตร สามารถประมวลผลค่าสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้อยู่ที่ 11 เปอร์เซ็นต์

ค่า Green Window View Index	รูปทรงสามมิติ
	

ภาพที่ 4.10 ผลลัพธ์จากการทดสอบมุมรับภาพในระยะ 3 เมตร

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์จากเครื่องมือทดสอบในโปรแกรม Dynamo และ Autodesk Revit เพื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นท์ของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ในขอบเขตการเห็นทั้งหมดเมื่อมองออกไปจากหน้าต่าง และตรวจสอบระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถมองเห็นได้ โดยนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบในตารางดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นท์ของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ในขอบเขตการเห็นทั้งหมดเมื่อมองออกไปจากหน้าต่าง ตามระยะต่างๆ

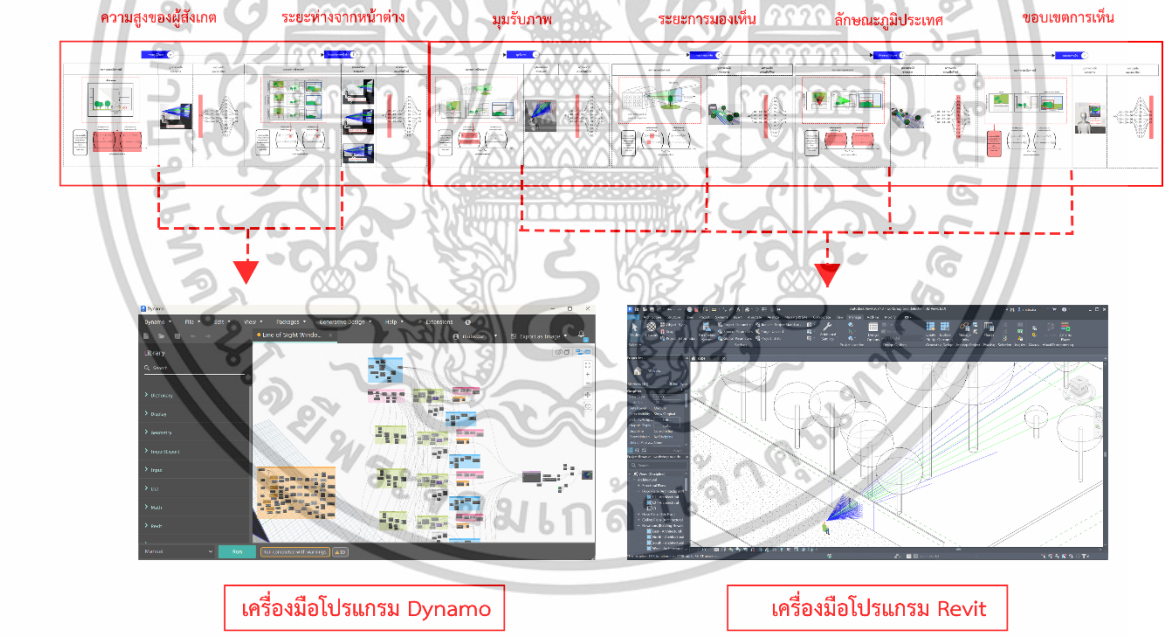
ตารางเปรียบเทียบเปอร์เซ็นท์ของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ในขอบเขตการเห็นทั้งหมดเมื่อมองออกไปจากหน้าต่าง				
ระดับความสูงของผู้สังเกตุ (เมตร)	พื้นที่หน้าต่าง (ตร. ม.)	ระยะห่างจากหน้าต่าง (เมตร)	จำนวนเส้นนำสายตาที่กระทบกับพื้นที่สีเขียว	เปอร์เซ็นต์ทั้งหมด
1.5	1	0	34	**34**
		1	34	**33**
		2	17	**17**
		3	11	**11**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมเจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคารโดยการใช้ BIM (Building Information Modeling) มีตัวแปรของการออกแบบที่ส่งผลต่อผลลัพธ์สุดท้าย ได้แก่ ความสูงของผู้สังเกต ระยะห่างจากหน้าต่าง มุมรับภาพ ระยะการมองเห็น ลักษณะของภูมิประเทศ และขอบเขตการเห็น สามารถประยุกต์ใช้กับวิธีการเจเนเรทีฟดีไซน์พื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ในขอบเขตการเห็นทั้งหมดเมื่อมองออกไปจากหน้าต่าง โดยตัวแปรความสูงของผู้สังเกต ระยะห่างจากหน้าต่าง สามารถประยุกต์ใช้กับเครื่องมือโปรแกรม Dynamo และตัวแปรมุมรับภาพ ระยะการมองเห็น ลักษณะของภูมิประเทศ ขอบเขตการเห็น สามารถประยุกต์ใช้กับเครื่องมือโปรแกรม Autodesk Revit ได้

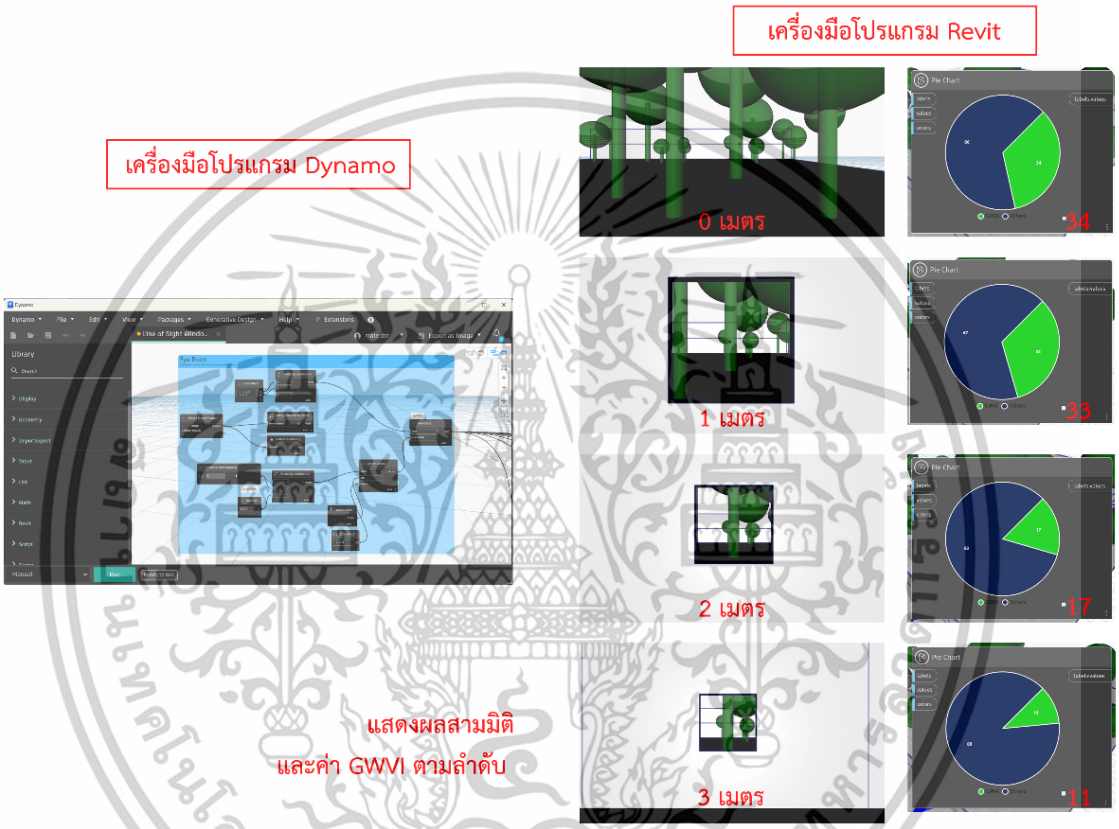


ภาพที่ 5.1 การประยุกต์ตัวแปรกับวิธีการเจเนเรทีฟดีไซน์

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองเจเนเรทีฟดีไซน์ ด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด ได้แก่ เครื่องมือคำนวณสร้างคำสั่งเปิดใช้ด้วยโปรแกรม Dynamo สามารถคำนวนค่าพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ในขอบเขตการเห็นทั้งหมดเมื่อมองออกไปจากหน้าต่าง โดยมีระยะห่างของผู้สังเกตถึงหน้าต่างเป็นตัวแปรอิสระ ได้ผลลัพธ์คือค่า GWVI ทั้งหมด 4 รูปแบบ และเครื่องมือแสดงผลสามมิติเปิดใช้ด้วยโปรแกรม Autodesk Revit สามารถแสดงแบบจำลองสามมิติจากคำสั่งการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นได้ทั้งหมด 4 แบบจำลองการมองเห็น



ภาพที่ 5.2 ผลลัพธ์การสร้างทางเลือกจากเครื่องมือเจเนเรทีฟดีไซน์

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

ตัวแปรในการทดลอง ขั้นความสูงของผู้สังเกตได้กำหนดให้เป็นค่าคงที่ ขั้นระยะห่างจากหน้าต่างมีผลต่อค่า GWVI มากที่สุด เนื่องจากเป็นตัวแปรที่กำหนดมุมรับภาพที่ผู้สังเกตมองเห็นพื้นที่สีเขียวได้ โดยสามารถเรียงลำดับตามระยะห่างที่ส่งผลให้มองเห็นได้จากมากที่สุดไปสู่น้อยที่สุด ได้แก่ ระยะห่าง 0 และ 1 เมตร สามารถมองเห็นพื้นที่สีเขียวได้ทั้งหมด 37 เปอร์เซ็นต์, ระยะห่าง 2 เมตร สามารถมองเห็นพื้นที่สีเขียวได้ทั้งหมด 17 เปอร์เซ็นต์ และระยะห่าง 3 เมตร สามารถมองเห็นพื้นที่สีเขียวได้ทั้งหมด 11 เปอร์เซ็นต์ ขั้นระยะการมองเห็น และขั้นลักษณะภูมิประเทศสามารถกำหนดตำแหน่งพื้นที่สีเขียวที่ใช้ในการทดลอง สุดท้ายขั้นขอบเขตการเห็นจึงสามารถสรุปผลลัพธ์ออกมาจากการเจเนเรทีฟดีไซน์ด้วยตัวแปรทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์จึงเป็นแบบจำลองการมองเห็น 4 รูปแบบที่แตกต่างกัน โดยมีผลลัพธ์ในโปรแกรม Dynamo และ Autodesk Revit ที่ตรงกัน จึงยืนยันว่าทั้ง 2 โปรแกรมมีการทำงานอย่างถูกต้อง สอดคล้องกับการประยุกต์ Generative Design เข้ากับ BIM [6] จากการประเมิณข้อมูลอีกหลายครั้ง เพื่อค้นหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด [4] ดังนั้นวิธีการนี้จึงเหมาะสมสำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบการมองเห็นต่อไป

5.2 การนำไปใช้ประโยชน์

การวิจัยครั้งนี้ สามารถค้นพบการนำไปใช้ประโยชน์ทางทฤษฎี คือ เจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคาร ได้กรอบการวิจัยจากสมการทางคณิตศาสตร์ รูปทรงเลขาคณิตจากสมการ และพาราเมตริกเจเนเรทีฟดีไซน์

การวิจัยครั้งนี้ สามารถค้นพบการนำไปใช้ประโยชน์ทางเครื่องมือ คือ เจเนเรทีฟดีไซน์สำหรับการสร้างทางเลือกการออกแบบมุมมองของการมองเห็นของอาคาร ได้ประกอบด้วย เครื่องมือคำนวนและแสดงแบบจำลองสามมิติ เปิดใช้ด้วยโปรแกรม Dynamo และ Autodesk Revit โดยสามารถประยุกต์ใช้จากการนำตัวแปรที่ส่งผลต่อการทดลองทั้ง 6 ชนิด มาเรียงลำดับขั้นตอนการคำนวนสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ใน FOV หรือขอบเขตการเห็นทั้งหมดเมื่อมองออกไปจากหน้าต่าง นั่นคือ ความสูงของผู้สังเกต ระยะห่างจากหน้าต่าง มุมรับภาพ ระยะการมองเห็น ลักษณะของภูมิประเทศ และขอบเขตการเห็น โดยการแสดงแบบจำลองสามมิติ ผู้ออกแบบสามารถปรับค่าระยะห่างจากหน้าต่าง เพื่อให้มุมรับภาพเกิดองศาที่แตกต่างกัน ส่งผลถึงพื้นที่สีเขียวที่สามารถมองเห็นได้แตกต่างกับออกไปตามความต้องการ ผู้ออกแบบจึงสามารถประยุกต์เครื่องมือใช้กับการออกแบบเพื่อประเมินตำแหน่งของผู้สังเกตที่ดีที่สุดที่สามารถมองเห็นพื้นที่สีเขียวได้

การวิจัยครั้งนี้ สามารถค้นพบการนำไปใช้ประโยชน์ทางปฏิบัติ คือ ได้วิเคราะห์ทัศนียภาพของอาคารจากทางเลือกของการออกแบบโดยการใช้ BIM ผู้ออกแบบได้ประเมินถึงความสูงและระยะห่างที่เหมาะสมสำหรับการมองเห็นพื้นที่สีเขียว โดยมุมรับภาพสามารถเกิดองศาที่ผู้สังเกตมองออกไปจากหน้าต่าง และระยะการมองเห็นสามารถระบุตำแหน่งของลักษณะภูมิประเทศที่ผู้สังเกตมองผ่านสายตา รวบรวมเป็นขอบเขตการเห็นของผู้สังเกตในลำดับสุดท้าย ผู้ออกแบบสามารถพิจารณาเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้ในระยะห่างต่างๆ สำหรับการตัดสินใจตามความต้องการของผู้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อจำกัดของการวิจัย

ส่วนที่ 1 การวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการเจเนเรทีฟดีไซน์การออกแบบมุมมองของการมองเห็นจากระยะห่างจากหน้าต่างและความสูงของผู้สังเกต สามารถแสดงผลลัพธ์เป็นค่าสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่พึงพอใจต่อผู้ออกแบบได้ โดยไม่ได้พิจารณาถึงตัวแปรอื่นๆ ที่ส่งผลกระทบกับพื้นที่สีเขียวที่สามารถมองเห็นได้เช่นกัน เช่น ความสูงในระดับอื่นๆ หรือขนาดหน้าต่างในการทดลอง

ส่วนที่ 2 การวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการทดลองจากอาคาร 1 ชั้นและหันไปในทิศทางเดียว โดยความสูงเป็นเพียงการกำหนดตำแหน่งที่ต้องการทดลองเท่านั้น ยังไม่มีการทดสอบการมองเห็นจากชั้นต่างๆ และทิศทางอาคารด้านอื่นที่สามารถมองเห็นพื้นที่สีเขียวได้เช่นกัน

ส่วนที่ 3 การวิจัยครั้งนี้ ในการเจเนเรทีฟดีไซน์พิจารณาพื้นที่สีเขียวจากพืชพรรณเพียงอย่างเดียว ไม่มีการทดสอบจากพื้นที่สีเขียวประเภทอื่นๆ ที่มีผลกับวิวที่ผู้สังเกตมองเห็น เช่น แหล่งน้ำ หรือท้องฟ้า

ส่วนที่ 4 จากเครื่องมือคำนวณสร้างคำสั่งและเครื่องมือแสดงผลสามมิติ จากโปรแกรม Dynamo และ Autodesk Revit สามารถทำการแสดงผลการมองเห็นของผู้สังเกตได้จากเส้นสายตา ทำให้ผลที่ได้ออกมาเป็นการมองเห็นในแบบสองมิติ ไม่ได้คำนึงถึงการมองเห็นพืชพรรณในรูปแบบสามมิติ ทำให้ไม่สามารถแยกแยะความตื้นหนาของพืชพรรณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะการวิจัย

ส่วนที่ 1 จากการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการเจเนเรทีฟดีไซน์โดยพิจารณาถึงตัวแปรอื่นๆ ที่ส่งผลกระทบกับพื้นที่สีเขียวที่สามารถมองเห็นได้ เช่น ความสูงในอาคารชั้นต่างๆ หรือขนาดหน้าต่างของห้องที่เลือกทดสอบ เพื่อให้ครอบคลุมการทดสอบการมองเห็นพื้นที่พืชพรรณในอาคารทุกชั้น และสามารถทดสอบวิธีการเจเนเรทีฟดีไซน์เพื่อให้ได้ค่าสัดส่วนของพื้นที่พืชพรรณที่มองเห็นได้เมื่อมองออกไปจากหน้าต่างที่แตกต่างกันมากขึ้น

ส่วนที่ 2 การทดลองสามารถกำหนดให้พื้นที่ทดลองมีการใช้พื้นที่ชั้นต่างๆ และทิศทางของอาคารในด้านอื่นๆ เพื่อให้การทดลองสามารถทดสอบการมองเห็นพื้นที่สีเขียว คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่มองเห็นได้ทั้งหมดจากชั้นนั้นๆ หรือเปอร์เซ็นต์ที่มองเห็นได้จากอาคารที่เลือกใช้ในการทดสอบทั้งหมด

ส่วนที่ 3 ผู้วิจัยสามารถพัฒนาเครื่องมือสำหรับการพิจารณาพื้นที่สีเขียวจากพื้นที่สีเขียวประเภทอื่นๆ ที่มีผลกับวิวที่ผู้สังเกตมองเห็น เช่น แหล่งน้ำ หรือท้องฟ้า

ส่วนที่ 4 จากเครื่องมือคำนวณสร้างคำสั่งและเครื่องมือแสดงผลสามมิติ สามารถใช้วิธีการแสดงผลในรูปแบบอื่นๆ ที่สามารถมองเห็นพืชพรรณในรูปแบบสามมิติ ทำให้ระบุสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวได้แม่นยำยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Krish, S. (2010). A practical generative design method. Computer-Aided Design, 43(1), 88–100. https://doi.org/10.1016/j.cad.2010.09.009

[2] Mukkavaara, J., & Sandberg, M. (2020). Architectural design exploration using generative design: framework development and case study of a residential block. Buildings, 10(11), 201. https://doi.org/10.3390/buildings10110201

[3] Rodrigues, E., Amaral, A. R., Gaspar, A. R., & Gomes, Á. (2015). An approach to urban quarter design using building generative design and thermal performance optimization. Energy Procedia, 78, 2899–2904. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.662

[4] Nagy, Danil & Lau, Damon & Locke, John & Stoddart, James & Villaggi, Lorenzo & Wang, Ray & Zhao, Dale & Benjamin, David. (2017). Project Discover: An Application of Generative Design for Architectural Space Planning. https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/3289787.3289794

[5] Dr.Siradech Surit. (2020). Computer Applications in Structural Engineering. Department of Building Innovation, Faculty of Architecture Kasetsart University. https://pirun.ku.ac.th/~archsds/01/?page_id=320

[6] Ma, W.; Wang, X.; Wang, J.; Xiang, X.; Sun, J. (2021). Generative Design in Building Information Modelling (BIM): Approaches and Requirements. Sensors 2021, 21, 5439. https://doi.org/10.3390/s21165439

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[7] Choi, J.; Lee, S.; Kim, I. (2020). Development of Quality Control Requirements for Improving the Quality of Architectural Design Based on BIM. *Appl. Sci.* **2020**, *10*, 7074. https://doi.org/10.3390/app10207074

[8] Meintjes, K. (2017). “Generative design” – What’s that? - CIMData. https://www.cimdata.com/en/news/item/8402-generative-design-what-s-that

[9] Nagy, D., Villaggi, L., & Benjamin, D. (2018). Generative urban design: integrating financial and energy goals for automated neighborhood layout. In *Proceedings of the Symposium for Architecture and Urban Design Design, Delft, the Netherlands* (pp. 265-274). https://www.academia.edu/download/94836846/Generative-Urban-Design-2018.pdf

[10] Van Der Zanden, P. (2014). horizontal viewing angle | Next Generation Classroom. https://pietvanderzanden.weblog.tudelft.nl/tag/horizontal-viewing-angle/

[11] Shen, Y. (2022). The logic of view analysis in Grasshopper - Data Mining The City — City Playlab - Medium. Medium. https://medium.com/data-mining-the-city-2022/now-you-see-ve-4e2b573f1dc5

[12] Olsen, J. (2016). AMMO: Creating IsoVists in Revit. https://jbdynamo.blogspot.com/2016/03/ammo-creating-isovists-in-revit.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[13] Santosa, H., Yudono, A., Sutikno, F. R., Adhitama, M. S., Tolle, H., & Zuliana, E. (2023). Visibility Evaluation of Historical Landmark Building Using Photographic Survey Coupled with Isovist and Viewshed Analysis. International Review for Spatial Planning and Sustainable Development, 11(4), 71–92. https://doi.org/10.14246/irspsd.11.4_71

[14] Autodesk University. (2021). Generative Design in Revit for Workspace Layout. https://www.autodesk.com/autodesk-university/article/Generative-Design-Revit-Workspace-Layout-2021

[15] Vermeulen, D. & Autodesk, Inc. (2020). *The Journey from Design Automation to Generative Design in AEC*. https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/docs/pdfs/4.JOURNEY%20FROM%20DESIGN%20AUTOMATION%20TO%20GENERATIVE%20DESIGN%20Dieter%20Vermeulen%20Autodesk.pdf

[16] Autodesk Revit. (2024). Get Prices & Buy Official Revit Software. https://www.autodesk.com/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription

[17] Smolker, D. (2024). Generative Design in Revit now available. AEC Tech Drop. https://www.autodesk.com/blogs/aec/2020/04/08/generative-design-in-revit/?redirected=1&redirected=1

[18] Ferreira, B., & Leitão, A. (2015). Generative design for building information modeling. In *Real time-Proceedings of the 33rd eCAADe conference* (Vol. 1, pp. 635-644). https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2015.1.635

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[19] Wu, Z.; Wang, Y.; Gan, W.; Zou, Y.; Dong, W.; Zhou, S.; Wang, M. A Survey of the Landscape Visibility Analysis Tools and Technical Improvements. Int. J. Environ. Res. Public Health 2023, 20, 1788. https://doi.org/10.3390/ijerph20031788

[20] Bauer, M., & Craig, I. K. (2007). Economic assessment of advanced process control – A survey and framework. *Journal of Process Control*, *18*(1), 2–18. https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2007.05.007

[21] Shkundalov, D., & Vilutienė, T. (2022). Quantitative View Assessment (QUVIAS) method for window visibility analysis utilizing BIM, GIS and Web environments. *International Journal of Strategic Property Management*, *26*(4), 287–304. https://doi.org/10.3846/ijspm.2022.17754

[22] Koltsova, A., Tuncer, B., & Schmitt, G. (2013). Visibility Analysis for 3D urban environments. *eCAADe Proceedings*. https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2013.2.375

[23] Bolte, AM., Niedermann, B., Kistemann, T. *et al.* . (2024). The green window view index: automated multi-source visibility analysis for a multi-scale assessment of green window views. *Landsc Ecol* **39**, 71. https://doi.org/10.1007/s10980-024-01871-7

[24] RISC. (2565). ฝ้าเพดาน สูงเท่าไหร่? บ้านถึงดูโปร่งสบาย. https://risc.in.th/th/knowledge/ฝ้าเพดาน-สูงเท่าไหร่-บ้านถึงดูโปร่งสบาย

[25] Toussi, H. E. (2020). The application of evolutionary, generative, and hybrid approaches in architecture design optimization. *https://dergi.neu.edu.tr/index.php/neujfa/article/view/238*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[26] Hani Abdeen, Dániel Varró, Houari Sahraoui, András Szabolcs Nagy, Csaba Debreceni, Ábel Hegedüs, and Ákos Horváth. (2014). Multi-objective optimization in rule-based design space exploration. In Proceedings of the 29th ACM/IEEE International Conference on Automated Software Engineering (ASE '14). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 289–300. https://doi.org/10.1145/2642937.2643005

[27] Luka Gradišar, Matevž Dolenc, Robert Klinc. (2024). Towards machine learned generative design. Automation in Construction. Volume 159. 2024. 105284. ISSN 0926-5805. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105284.

[28] Gürsel Dino, İ. (2012). Creative Design Exploration By Parametric Generative Systems In Architecture. *ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *29*(1), 207–224. https://hdl.handle.net/11511/42533

[29] Ahmad Eltaweel, Yuehong SU. (2017). Parametric design and daylighting: A literature review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 73. 2017. Pages 1086-1103. ISSN 1364-0321. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.011.

[30] Yu, S., Yu, B., Song, W., Wu, B., Zhou, J., Huang, Y., Wu, J., Zhao, F., & Mao, W. (2016). View-based greenery: A three-dimensional assessment of city buildings' green visibility using Floor Green View Index. Landscape and Urban Planning, 152, 13–26. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.04.004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[31] Singh, V., & Gu, N. (2011). Towards an integrated generative design framework. Design Studies, 33(2), 185–207. https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.06.001

[32] Seghier, T. E., Khosakitchalert, C., Liu, Z., Ohueri, C. C., Lim, Y., & Zainazlan, A. F. B. (2024). From BIM to computational BIM: A systematic review of visual programming application in building research. Ain Shams Engineering Journal, 103173. https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.103173

[33] Kaimaris, D., Xifilidou, A., & Karanikolas, N. (2017). Visibility and Real Estate Values. A Room with View is a Room with Value?. *Journal of Engineering and Architecture*, *5*(1), 38-46. https://jea.thebrpi.org/journals/jea/Vol_5_No_1_June_2017/4.pdf

[34] Dai, X., Felsenstein, D., & Grinberger, A. Y. (2023). Viewshed effects and house prices: Identifying the visibility value of the natural landscape. Landscape and Urban Planning, 238, 104818. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104818

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายกิตติภูมิ บุญเพ็ชร
วัน เดือน ปีเกิด 9 มีนาคม พ.ศ. 2544
อีเมล์ 67026008@kmitl.ac.th หรือ mate.dsr@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2562 - 2566	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (สถ.บ.) สาขาวิชาสถาปัตยกรรมหลัก คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2567 - 2568	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สถ.ม.) สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้