การประเมินผลกระทบของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อลดการไหลนองของน้ำฝนในโครงการอาคารพักอาศัยรวมพื้นที่กรุงเทพมหานคร

โดย

นางสาวอุรชา ทับแย้ม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การผังเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการผังเมือง
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25626116031102BJH

การประเมินผลกระทบของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อลดการไหลนองของน้ำฝน ในโครงการอาคารพักอาศัยรวมพื้นที่กรุงเทพมหานคร

โดย

นางสาวอุรชา ทับแย้ม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การผังเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการผังเมือง
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25626116031102BJH

EVALUATION OF IMPACTS OF BIOTOPE AREA FACTOR TO REDUCE STORMWATER RUNOFF IN BANGKOK'S RESIDENTIAL CONDOMINIUM PROJECT

BY

MISS URACHA THABYAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF URBAN ENVIRONMENTAL
PLANNING AND DEVELOPMENT
URBAN ENVIRONMENTAL PLANNING AND DEVELOPMENT
FACULTY OF ARCHITECTURE AND PLANNING
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2019
COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

Ref. code: 25626116031102BJH

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวอุรชา ทับแย้ม

เรื่อง

การประเมินผลกระทบของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อลดการไหลนองของน้ำฝน
ในโครงการอาคารพักอาศัยรวมพื้นที่กรุงเทพมหานคร

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การผังเมืองมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2563

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ____________________

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤตพร ห้าวเจริญ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ____________________

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานัส ศรีวณิช)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ____________________

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ดวงธิมา)

คณบดี ____________________

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาสาฬห์ สุวรรณฤทธิ์)

Ref. code: 25626116031102BJH

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินผลกระทบของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อการลดน้ำไหลนองของน้ำฝนในโครงการพักอาศัยรวมพื้นที่กรุงเทพมหานคร
ชื่อผู้เขียน	นางสาวอุรชา ทับแย้ม
ชื่อปริญญา	การผังเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	การผังเมือง สถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานัส ศรีวณิช
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

ปัจจุบันย่านศูนย์กลางเมืองเศรษฐกิจของกรุงเทพมหานครมีการพัฒนาและมีความหนาแน่นของโครงการพักอาศัยรวมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจึงเต็มไปด้วยสิ่งปลูกสร้างและพื้นที่ดาดแข็ง เป็นสาเหตุหลักของการเกิดน้ำท่วมเมืองและเป็นปัญหามลพิษทางน้ำในชุมชนเมือง ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและลักษณะสภาพแวดล้อมภูมิทัศน์เมือง เมื่อพื้นผิวที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ (พื้นผิวที่เกิดจากยางมะตอยและคอนกรีต) สร้างขึ้นระหว่างการพัฒนาที่ดิน เมื่อถึงช่วงฤดูฝนเกิดน้ำไหลนองจากน้ำฝนบนพื้นผิวเหล่านี้และนำสารปนเปื้อนไปยังท่อระบายน้ำแทนที่จะซึมผ่านลงดิน ระบบการลดน้ำไหลนองทางภูมิทัศน์และพื้นที่ชีวภาพเพื่อให้น้ำซึมผ่านได้ หรือ BAF รวมถึงระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ, พื้นผิวพรุนน้ำ, และพื้นที่สีเขียวแบบเปิดโล่ง ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้าอาจนำมาใช้ในการลดผลกระทบจากน้ำไหลนองของเมืองในพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นได้

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสถานการณ์และการบริหารจัดการเพื่อการบรรเทาน้ำไหลนองในปัจจุบัน และผลกระทบของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อนำมาหารูปแบบและความสัมพันธ์ต่อการลดลงของปริมาณน้ำไหลนองและแนวทางการออกแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ของโครงการพักอาศัยรวม ศึกษาด้วยวิธีการสำรวจพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลทางกายภาพ ที่เป็นตัวแปรในการลดน้ำไหลนอง ได้แก่ ประเภทของการใช้ที่ดิน, ข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่น, ตำแหน่งพื้นที่โครงการ, ขนาดพื้นที่ดาดแข็ง, ขนาดพื้นที่ดาดอ่อนเพื่อปลูกต้นไม้, พื้นผิวแบบรูพรุน, ลักษณะดิน และปริมาณน้ำฝน นำข้อมูลที่ได้มาจำลองสถานการณ์ร่วมกับข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นและกลยุทธ์ทางมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรม ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Autodesk InfraWorks 360 ในชุดเครื่องมือ Green

Ref. code: 25626116031102BJH

Stormwater Infrastructure (GSI) ด้วยวิธี TR-55 เพื่อหาปริมาณน้ำไหลนอง (runoff) และนำมาหาค่าการลดลงด้วยสมการ Quadratic regression

ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่แบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณสามารถลดอัตราน้ำไหลนองได้สูงสุดอย่างมีประสิทธิภาพโดยเพิ่มในพื้นที่ BAF ร้อยละ 50 ของอัตราส่วนพื้นที่ว่าง เมื่อรวมพื้นที่ด้วย 3 กลยุทธ์ในการลดน้ำไหลนองเชิงภูมิสถาปัตยกรรม สามารถลดผลกระทบจากน้ำไหลนองของเมืองในพื้นที่ของการพัฒนาที่อยู่อาศัยได้ จากนั้นการลดน้ำไหลนองโดยการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมที่แนะนำ คือ (a) พื้นที่แบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณควรมีสัดส่วนมากกว่า ร้อยละ 20 ของอัตราส่วนพื้นที่ว่างในพื้นที่โครงการ, (b) พื้นที่ผิวพรุนน้ำควรมีมากถึง ร้อยละ 20 ของอัตราส่วนพื้นที่ว่าง, และ (c) พื้นที่สีเขียวแบบเปิดโล่ง ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า ควรมีมากถึง ร้อยละ 60 ของอัตราส่วนพื้นที่ว่าง กลยุทธ์ในการลดน้ำไหลนองเชิงภูมิสถาปัตยกรรมที่กล่าวมาข้างต้นนี้สามารถนำมาใช้เพื่อการลดน้ำไหลนองที่เกิดจากน้ำฝนได้อย่างมีประสิทธิภาพในขณะเดียวกันก็สามารถลดมลพิษทางน้ำด้วย การศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักผังเมืองและภูมิสถาปนิกทางด้านการวางแผนและออกแบบพื้นที่ BAF ตามข้อกำหนดผังเมือง รวมไปถึงลดน้ำไหลนองได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

คำสำคัญ: น้ำไหลนอง, พื้นที่น้ำซึมผ่านได้, มาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรม, พื้นผิวแบบรูพรุน

Thesis Title	EVALUATION OF IMPACTS OF BIOTOPE AREA FACTOR TO REDUCE STORMWATER RUNOFF IN BANGKOK'S RESIDENTIAL CONDOMINIUM PROJECT
Author	Miss Uracha Thabyam
Degree	Master of Urban Environmental Planning and Development
Major Field/Faculty/University	Urban Environmental Planning and Development Architecture and Planning Thammasat University
Thesis Advisor	Assistant Professor Manat Srivanit, Ph.D.
Academic Years	2019

ABSTRACT

The central business district of Bangkok metropolitan area now, as the development of residential projects continued increases, so does the built-up area of hardscape urban landscape. It is a major cause of urban flooding and water pollution in urban communities, when impervious surfaces (built from materials such as asphalt and concrete) are constructed during land development. During rainstorms, these surfaces was carrying polluted stormwater to storm drains, instead of allowing the water to percolate through soil. Landscape irrigation runoff mitigation systems and biotope area factor or BAF include bio-retention systems, permeable pavement, and green open spaces area of trees, shrub, and grass may be used to reduce the effects of urban runoff in residential density

This study presents situational study and management for relieve runoff at present and evaluation of biotope area factor for relation to reduce stormwater runoff and design guidelines of biotope area factor in residential projects. Study on-site survey physical data are factors reduce to stormwater runoff such as land use control, density, hardscape area, soft scape for tree area, permeable pavement, soli, and rainfall to

Ref. code: 25626116031102BJH

simulate the situation with provision density and use landscape architecture measure add to simulation. These data using a computer simulation software via Autodesk InfraWorks 360 with Green Stormwater Infrastructure (GSI) in a way TR-55 for find runoff and reduction value with quadratic regression.

The results found that the bio-retention can effectively use to reduce peak runoff rates by increasing BAF about 50 percent of open space ratio. When integration these area with three landscape design strategies to mitigate stormwater runoff, so it can be used to reduce the effects of urban runoff form the project site of residential development. Then, runoff mitigation by landscape design guidelines and optimal develop a recommended outline that include; (a) the proportion of bio-retention should be designed more than 20 percent of open space in the site, (b) permeable pavement should be up to 20 percent of open space, and (c) green open spaces area of trees, shrub, and grass up to 60 percent of open space. These effective landscape design strategies could use to reduce stormwater runoff involves reducing the flow of stormwater, as well as reducing pollutant discharges. The benefit of this study can be to urban planner and landscape architects for the planning and design of BAF by comprehensive plan with including runoff mitigation to effectiveness and sustainable.

Keywords: runoff, biotope area, landscape architecture measure, Permeable pavement

Ref. code: 25626116031102BJH

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความช่วยเหลือให้คำปรึกษาอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานัส ศรีวณิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ที่ให้ความรู้คำแนะนำชี้แนะแนวทางและสนับสนุน ตลอดจนให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือในหลาย ๆ ครั้ง ทำให้ผู้วิจัยได้ผ่านปัญหาต่าง ๆ มาได้ด้วยดี

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤตพร ห้าวเจริญ ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำชี้แนะรวมถึงข้อบกพร่องทำให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และยังกรุณาให้คำปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ดวงธิมา ที่กรุณาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำเปิดมุมมองแนวคิดใหม่ ๆ ให้ผู้วิจัยได้นำมาพัฒนางานวิจัยได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์ชาคร สุทธิวงศ์พันธ์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการใช้โปรแกรม Autodesk InfraWorks 360 อย่างละเอียดทำให้สร้างความรู้ให้กับผู้วิจัยในการใช้โปรแกรมในการศึกษาครั้งนี้ได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ เข้าใจในการศึกษาให้ผู้วิจัยได้ใช้เวลากับการศึกษาอย่างเต็มที่และคอยสนับสนุนมาโดยตลอด ขอขอบคุณเพื่อนทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ คอยให้คำปรึกษาและให้กำลังใจจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์

นางสาวอุรุชา ทับแย้ม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 สมมติฐานงานวิจัย	2
1.3 วัตถุประสงค์การทำวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา	3
1.4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา	3
1.5 ขั้นตอนการวิจัย	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.7 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 สาเหตุการเกิดน้ำไหลนอง	8
2.1.1 สาเหตุจากธรรมชาติ	8

Ref. code: 25626116031102BJH

2.1.2 สาเหตุจากมนุษย์ 11
2.2 พื้นที่จุดอ่อนน้ำท่วมในกรุงเทพมหานคร 12
2.3 อาคารพักอาศัยรวมในกรุงเทพมหานคร 13
2.4 ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน 14
2.5 เครื่องมือการหาปริมาณน้ำไหลนอง 18
2.5.1 เครื่องมือโปรแกรม Autodesk InfraWorks 360 18
2.5.2 การคำนวนอัตราน้ำไหลนองด้วยวิธี Rational Method 24
2.6 แนวทางการจัดการน้ำไหลนองในเชิงภูมิสถาปัตยกรรม 27
2.6.1 ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ (Bio-retention) 30
2.6.2 หลังคาเขียว (Green Roof) 34
2.6.3 วัสดุพื้นผิวแบบรูพรุน (permeable pavement) 35
2.6.4 สวนซับน้ำฝน (Rain gardens) 38
2.7 สรุปผลแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 41

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย 46

3.1 การกำหนดขอบเขตงานวิจัยและเครื่องมือในการวิจัย 46
3.2 การเตรียมข้อมูล 48
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 50
3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Autodesk InfraWork 360 50
3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการ Quadratic Regression 53
3.4 การสรุปผลและเสนอแนะแนวทาง 54
3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 55

บทที่ 4 สถานการณ์และการจัดการในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนอง 56

4.1 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา 56
4.1.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ 56
4.1.2 สภาพเศรษฐกิจและสังคม 57

Ref. code: 25626116031102BJH

4.1.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินและกฎหมายที่เกี่ยวข้องในเขตพื้นที่ศึกษา 59
4.2 การศึกษาสถานการณ์และการจัดการในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนอง 61
4.2.1 สถานการณ์การเกิดปริมาณน้ำไหลนอง 61
4.2.2 ส่วนราชการที่รับผิดชอบการปฏิบัติการ 62
4.2.3 ระบบระบายน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำท่วมขังเนื่องจากน้ำฝน 63
4.2.4 ขั้นตอนการปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม 64

บทที่ 5 รูปแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำไหลนอง 69

5.1 การศึกษาพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ในโครงการพักอาศัยรวม 69
5.1.1 กลยุทธ์การออกแบบเพื่อจำแนกรูปแบบพื้นที่ซึมน้ำผ่าน 70
5.1.2 ผลการศึกษารูปแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ที่ส่งผลกระทบ ต่อประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง 75
5.1.3 การประมาณราคาต้นทุนต่อประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง 78
5.1.4 ผลการจำลองของการรวมกลยุทธ์การออกแบบพื้นที่ 3 รูปแบบ 80
5.1.5 ผลการศึกษาพื้นที่น้ำซึมผ่านของโครงการที่ผ่าน การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) 82
5.1.5.1 รายละเอียดของการพัฒนาโครงการโดยสังเขป 82
5.1.5.2 ผลการนำข้อมูลเข้าแบบจำลอง 87

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 91

6.1 สถานการณ์และการจัดการในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนอง 91
6.1.1 จากผลการศึกษาสถานการณ์ของการเกิดปริมาณน้ำฝน 91
6.1.2 จากผลการศึกษาของระบบการระบายน้ำ 92
6.2 รูปแบบของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ที่ส่งผลกระทบต่อ ประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง 92

Ref. code: 25626116031102BJH

6.3 การศึกษาของโครงการที่ผ่านการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) 93
6.4 แนวทางมาตรการทางผังเมือง 93
6.5 ข้อเสนอแนะการออกแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้สำหรับโครงการพักอาศัยรวม 95
6.5.1 ข้อเสนอแนะในการออกแบบเชิงภูมิสถาปัตยกรรม 95
6.5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับภูมิสถาปนิก 97
6.5.3 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป 98

รายการอ้างอิง 99

ภาคผนวก 102

ภาคผนวก ก 103

ประวัติผู้เขียน 109

Ref. code: 25626116031102BJH

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนสะสมกับปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน (CN)	23
2.2 สัมประสิทธิ์ของการไหลนองชองพื้นที่ใช้สอยลักษณะต่าง ๆ	25
3.1 แหล่งที่มาข้อมูล	48
5.1 แสดงแนวทางเลือกในการออกแบบพื้นที่ BMPs	74
5.2 แสดงอัตราการลดลงด้วยการวิเคราะห์จากแผนภูมิของพื้นที่แบบมีระบบกักเก็บน้ำ ด้วยพืชพรรณ คาบอุบัติ 2 ปี และ 5 ปี	77
5.3 การประมาณราคาต้นทุนการก่อสร้างตามรูปแบบกลยุทธ์ของพื้นที่ 3 รูปแบบ	79
5.4 แสดงปริมาณน้ำไหลนองที่เกิดขึ้นต่อราคาต้นทนใน 1 ตารางเมตร	80

Ref. code: 25626116031102BJH

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	แผนที่แสดงความหนาแน่นอาคารพักอาศัยแบ่งตามเขตของกรุงเทพมหานคร และจุดเฝ้าระวัง จุดอ่อนน้ำท่วม	4
1.2	กรอบแนวคิดการวิจัย	5
2.1	แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณฝนรายเดือนสะสม ปี พ.ศ. 2562	9
2.2	แสดงรูปตัดโดยทั่วไปของชั้นดินกรุงเทพมหานคร	10
2.3	แผนที่จุดเฝ้าระวังพื้นที่น้ำท่วมของกรุงเทพมหานคร	13
2.4	แสดงการประมาณการณ์ อุปสงค์ อุปทาน และยอดขายคอนโดมิเนียม	14
2.5	แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทท้าย กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556	15
2.6	แสดงวิธีการคำนวน FAR	16
2.7	แสดงวิธีการคำนวน OSR	16
2.8	แสดงวิธีการหาพื้นที่ซึมน้ำผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้	17
2.9	แสดงลักษณะของพื้นที่ว่างและพื้นที่น้ำซึมผ่านได้	17
2.10	หน้าต่างโปรแกรม Green Stormwater Infrastructure (GSI)	18
2.11	หน้าต่างหลักของ Green Stormwater Infrastructure (GSI)	19
2.12	หน้าต่างชุดค้าสั่งการตั้งค่าของ GSI	20
2.13	หน้าต่างชุดค้าสั่งการตั้งค่าของ GSI	21
2.14	หน้าต่างชุดค้าสั่งการตั้งค่าของ GSI	22
2.15	แสดงค่าร้อยละการอุ้มน้ำ แบบที่ 1	33
2.16	แสดงขั้นตอนของการออกแบบหลังคาเขียว	34
2.17	ลานจอดรถที่ใช้เทคโนโลยีคอนกรีตพรุน	36
2.18	แสดงความหนาของชั้นหินแต่ละชั้นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน ถนนนั้นว่าต้องรับน้ำหนักมากแค่ไหน	37
2.19	แสดงถนนน้ำซึมผ่านได้ที่ประเทศญี่ปุ่น	37
2.20	สวนซับน้ำฝน	39
2.21	สวนสาธารณะอุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	40
3.1	กรอบกระบวนการวิจัย	47

3.2 แสดงเวปไซต์ข้อมูลการรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) 49
3.3 แสดงกระบวนการจำลองสถานการณ์น้ำฝนไหลนองด้วยโปรแกรม GSI ใน Autodesk infraworks360 50
3.4 แสดงการกำหนดพื้นที่ 51
3.5 แสดงการดึงข้อมูล 51
3.6 แสดงการออกแบบเพิ่มข้อมูล 51
3.7 แสดงการค้าสั่งการทำงานของโปรแกรม 52
3.8 แสดงหน้าต่าง DSI tool box 52
3.9 แสดงการกำหนดขอบเขตและระบุพื้นผิว 52
3.10 แสดงการค้าสั่งการทำงานของโปรแกรม 53
3.11 แสดงการคำนวณและผลลัพธ์ของค่า Curve number 53
3.12 แสดงระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 55
4.1 แสดงตำแหน่งอาคารพักอาศัยรวมในเขตสาทร 58
4.2 แผนผังก้าหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จ้าแนกประเภทท้ายกฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมือง รวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2562 60
4.3 ปริมาณฝนสะสมในเขตสาทร ในเวลา 6 ชั่วโมงปริมาณน้ำฝน 90–120 มิลิเมตร 62
4.4 หน่วยงานที่รับผิดชอบการปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหา น้ำท่วมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร 62
4.5 กลยุทธ์การปฏิบัติงานตามแผนเผชิญเหตุการน้ำท่วมและอุทกภัยที่รุนแรง 66
4.6 แสดงพื้นที่จุดเสี่ยง จุดเฝ้าระวังน้ำท่วม และระบบคลองในเขตสาทร 67
5.1 แสดงพื้นที่โครงการอาคารพักอาศัยรวมที่ใช้จำลองสถานการณ์ที่น้ำฝนสะสม ในช่วงคาบอุบัติ 2 ปีและคาบอุบัติ 5 ปี 70
5.2 ภาพตัดแสดงชั้นดินของระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ 71
5.3 ภาพตัดแสดงพื้นที่ผิวน้ำซึมผ่านได้ 72
5.4 ภาพตัดแสดงพื้นที่สีเขียวเปิดโล่ง ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า 73
5.5 การจำลองร่วมกับข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นของที่ดินประเภท ย.10 ในช่วงเวลาและคาบอุบัติ 2, 5, 7, 10, 12 ปี 75
5.6 แสดงปริมาณน้ำไหลนองตามปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ (a) ในคาบอุบัติ 2 และ 5 ปี 76

5.7 แสดงปริมาณน้ำไหลนองตามปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ (b) ในคาบอุบัติ 2 และ 5 ปี 76
5.8 แสดงปริมาณน้ำไหลนองตามปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ (c) ในคาบอุบัติ 2 และ 5 ปี 77
5.9 แสดงการกำหนดสัดส่วนพื้นที่แบบรวมกลยุทธ์ 81
5.10 ผลจาการจำลองปริมาณน้ำฝนบนพื้นที่ในสัดส่วน A B และ C 81
5.11 แสดงพื้นที่ปลูกและพันธ์ไม้ยืนต้น 86
5.12 ปริมาณน้ำไหลนองที่เกิดขึ้นในโครงการเมื่อมีฝนตกในคาบอุบัติ 2 ปี และคาบอุบัติ 5 ปี 88
5.13 แสดงพื้นที่โครงการอาคารพักอาศัยรวมที่ผ่านการประเมินผลกระทบสิ่งแล้วล้อม (EIA) นำมาจำลองสถานการณ์ที่น้ำฝนสะสมในช่วงคาบอุบัติ 2 ปีและคาบอุบัติ 5 ปี 88
5.14 แสดงพื้นที่โครงการอาคารพักอาศัยรวมที่ผ่านการประเมินผลกระทบสิ่งแล้วล้อม (EIA) นำมาจำลองสถานการณ์ที่น้ำฝนสะสมในช่วงคาบอุบัติ 2 ปีและคาบอุบัติ 5 ปี ร่วมกับกลยุทธ์ที่ใช้ในการศึกษา 89
5.15 ปริมาณน้ำไหลนองที่เกิดขึ้นในโครงการเมื่อมีฝนตกในคาบอุบัติ 2 ปี และคาบอุบัติ 5 ปี 90
5.16 ผังบริเวณที่แนะนำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง 91
6.1 ภาพตัดแสดงชั้นดินของระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ 97
6.2 ผังบริเวณแสดงสัดส่วนของพื้นที่โครงการเพื่อเป็นพื้นที่น้ำซึมผ่าน 98
6.3 จำลองทัศนียภาพของพื้นที่โครงการ 98

Ref. code: 25626116031102BJH

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีการเปลี่ยนแปลงการขยายตัวที่มากขึ้นทำให้เมืองเกิดย่านศูนย์กลางเศรษฐกิจ (Central Business District) นับว่ามีความสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและยังเป็นย่านที่อยู่อาศัยหนาแน่นเพื่อสะดวกในการเดินทางมาทำงานของผู้คน จึงมีอาคารพักอาศัยขนาดใหญ่เติบโตอย่างต่อเนื่อง สิ่งปลูกสร้างและพื้นที่ดาดแข็งมากขึ้นตามความเจริญของเมือง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพสภาพแวดล้อมของภูมิทัศน์ เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขัง กระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันของประชากร และน้ำฝนไม่สามารถซึมผ่านพื้นที่ดาดแข็งได้ทำให้ประสิทธิภาพการซึมของน้ำลงสู่ดินลดลง รวมทั้งการจัดการระบบระบายน้ำที่ไม่เพียงพอ จากสาเหตุดังกล่าวส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกในปริมาณมากพื้นที่ดาดแข็งทำให้น้ำไม่สามารถซึมผ่านไปได้เกิดน้ำที่ไหลบนผิวดินจะกลายเป็นน้ำไหลนอง (Runoff) ที่ไม่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดน้ำฝนไหลนอง (Stormwater Runoff) ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อย่านที่อยู่อาศัยหนาแน่นในเขตเมือง อันเนื่องมาจากความหนาแน่นของการอยู่อาศัยและความเข้มข้นของการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งตรงข้ามกันกับการมีพื้นที่รับน้ำหรือพื้นที่พรุนน้ำตามธรรมชาติ (ดำรงศักดิ์ รินชมพู, 2558) เรียกได้ว่าการเกิดพื้นที่ดาดแข็ง (hardscape) มากจนมาแทนที่พื้นที่ภูมิทัศน์ดาดอ่อน (softscape) นั้นส่งผลกระทบไปยังพื้นที่สีเขียวในย่านพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นในเขตเมืองซึ่งเป็นย่านตึกสูงมีพื้นที่ใช้สอย 10,000 ตารางเมตร ขึ้นไปจะต้องทำการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและกำหนดให้มีพื้นที่ชีวภาพหรือพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ (Biotope area factor: BAF) นั้นถูกกลืนไปด้วยพื้นที่ดาดแข็งหรือพื้นที่คอนกรีตไปเรื่อย ๆ ทำให้เกิดการระบายน้ำผิวดินของเมืองไม่เพียงพอ นับว่าเป็นปัญหาเรื้อรังสำหรับชาวเมืองกรุงเทพฯ ต้องพบเจออยู่บ่อยครั้งและไม่ได้รับการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน ในขณะที่มีการนำมาตรการข้อกำหนดของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้มาใช้บังคับผังเมืองในกฎกระทรวงว่าด้วยเรื่องการควบคุมความหนาแน่นซึ่งเป็นแนวทางในการทำให้เกิดการใช้พื้นที่ที่ถูกควบคุมเกิดประโยชน์ต่อสาธารณะและเป็นอีกแนวทางที่เพิ่มพื้นที่รับน้ำเพื่อบรรเทาการเกิดน้ำไหลนอง อีกทั้งการแก้ปัญหาโดยการเพิ่มท่อระบายน้ำหรืออุโมงยักษ์หรือการสูบน้ำอย่างรวดเร็วก็ยังไม่สามารถทำให้ปัญหาน้ำท่วมขังหมดไปได้อย่างยั่งยืน อย่างไรก็ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการระบายน้ำทางท่อระบายน้ำสู่ธรรมชาติลงสู่ท้องทะเลจะเต็มไปด้วยสารปนเปื้อน สารแขวนลอย คราบน้ำมันจากรถยนต์ ยิ่งระบายเร็วยิ่งทำให้เกิดสารปนเปื้อนมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นจึงควรทำให้ข้อกำหนด

Ref. code: 25626116031102BJH

พื้นที่น้ำซึมผ่านเกิดประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อเมืองและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ซึ่งการคำนึงถึงมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรม ในการหาแนวทางโดยการนำวิธีต่าง ๆ ในงานภูมิสถาปัตยกรรม เช่น การกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ (Bioretention), พื้นผิวเพื่อช่วยบรรเทาปัญหาเรื่องน้ำท่วมขังหรือพื้นผิวแบบรูพรุน (Permeable pavement) หรือแม้กระทั่งสวนบนดาดฟ้าหรือหลังคาเขียว (Green Roof) สิ่งเหล่านี้มิได้เป็นเพียงการออกแบบวางแผนเพื่อให้เกิดความสวยงามเพียงอย่างเดียวแต่ยังเกิดประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมอีกด้วยอันเป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาบนพื้นฐานธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อกำหนดทางผังเมืองโดยไม่ใช่แค่เทคนิคทางวิศวกรรมเพียงอย่างเดียว

อย่างไรก็ตามการศึกษาสถานการณ์และข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนองและศึกษาความสัมพันธ์พื้นที่ซึมน้ำผ่านต่อปริมาณน้ำไหลนองไว้แล้ว ดังนั้นเพื่อเป็นการศึกษาต่อยอดจึงนำมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรม ในการออกแบบปรับปรุงโครงสร้างดินพื้นผิวรูพรุน และพืชคลุมดิน มาใช้ในการศึกษาหาความสัมพันธ์ร่วมกับข้อกำหนดทางผังเมืองเรื่องพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ เพื่อศึกษารูปแบบและมาคำนวนค่าปริมาณน้ำไหลนอง และเสนอแนะแนวทางลดปริมาณน้ำไหลนอง โดยศึกษาร่วมกับข้อกำหนดทางผังเมืองเพื่อควบคุมความหนาแน่นซึ่งมีข้อกำหนดอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อที่ดิน (Fool Area Ratio: FAR), อัตราส่วนพื้นที่คลุมอาคาร (Building Coverage Raito: BCR), อัตราส่วนที่ว่างต่อพื้นที่อาคาร (Open Space Ratio: OPR), พื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ (Biotope Area Factor: BAF) กล่าวคืออัตราส่วนพื้นที่ชีวภาพและพื้นที่ซึมน้ำต้องไม่น้อยกว่า 50% ของพื้นที่ว่างต่อพื้นที่อาคาร โดยทั่วไปในการกำหนดพื้นที่น้ำซึมผ่านตามการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมนั้นนักออกแบบก็จะนำมาปฏิบัติเพียงพื้นที่ปลูกต้นไม้ใหญ่เพราะมิได้มีข้อบังคับให้ทำเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณหรือสวนซับน้ำฝนอันเป็นพื้นที่ซึมน้ำผ่านที่เกิดประสิทธิภาพ ในการศึกษานี้จึงนำมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ร่วมกับข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้นเพื่อนำมาทดลอง ที่จะเป็นผลดีของการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

1.2 สมมติฐานงานวิจัย

การนำมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรมมาร่วมกับข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นทางผังเมืองทำให้ลดปัญหาน้ำไหลนองของเมืองได้

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาสถานการณ์และการจัดการในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนอง

1.3.2 เพื่อศึกษารูปแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง

1.3.3 เพื่อหาแนวทางและข้อเสนอแนะการออกแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้สำหรับโครงการพักอาศัยรวม

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.4.1.1 ศึกษาผลกระทบของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้และพื้นผิวพรุนน้ำ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการลดปริมาณน้ำไหลนองในพื้นที่เมือง

1.4.1.2 ศึกษาสถานการณ์น้ำไหลนองและการจัดการของพื้นที่ย่าน CBD และย่านที่อยู่อาศัยหนาแน่น

1.4.1.3 ศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดในคาบอุบัติ 2 ปี 5 ปี ช่วงเวลา 1-12 ชั่วโมง ข้อมูลจากสำนักการระบายน้ำ

1.4.1.4 ศึกษาปริมาณน้ำไหลนองในย่านที่พักอาศัยหนาแน่น โดยการจำลองโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ Autodesk InfraWorks 360 เครื่องมือ Green stormwater Infrastructure โดยใช้วิธี TR-55 และอัตราการลดลงของน้ำฝนด้วยสมการ Quadratic regression

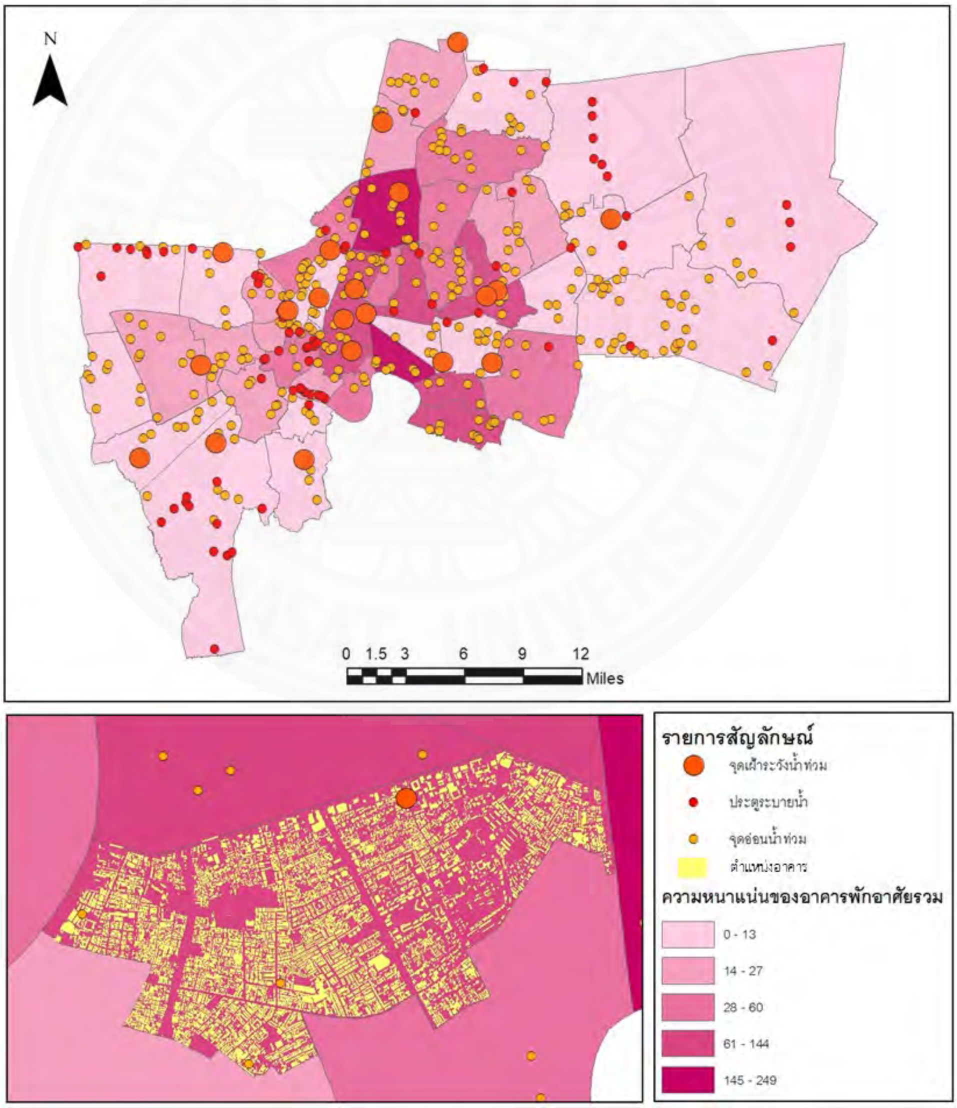
1.4.1.5 ศึกษาการรูปแบบพื้นที่ในการลดน้ำไหลนองโดยใช้หลักแนวคิดของแนวทางการแก้ปัญหาบนพื้นฐานธรรมชาติ (Nature Based Solution: NBS) ในหลักการเชิงภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อนำมาเป็นกลยุทธ์ในการทดลอง

1.4.1.6 ศึกษาราคาต้นทุนของพื้นที่แต่ละรูปแบบกลยุทธ์ที่สามารถทำให้น้ำไหลนองเป็น 0 นิ้วได้

1.4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงการทดลองในพื้นที่เขตสาทร ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณามีหลากปัจจัย เช่น ย่านที่พักอาศัยหนาแน่นตามข้อกำหนดการควบคุมความหนาแน่นของผังเมืองรวมในเขตกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 มีความหนาแน่นของอาคารพักอาศัยรวม อีกทั้งเป็นย่าน

ศูนย์กลางธุรกิจในใจกลางเมือง (Center Business District) ซึ่งมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจที่ต้องมีการเดินทางและรวมถึงเป็นพื้นที่เข้าข่ายพื้นที่จุดอ่อนการเกิดน้ำไหลนอง จากการกำหนดในแผนปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมกรุงเทพมหานคร ของสำนักการระบายน้ำ ประจำปี 2562 และมีปริมาณฝนสะสมมากกว่า 60 มิลลิเมตรเพราะเป็นเหตุทำให้น้ำผิวดินไม่สามารถระบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้พื้นที่ขนาดแปลงที่ดินตัวอย่างมาทำการทดลองเพื่อเป็นต้นแบบ เนื่องจากเป็นโครงการพักอาศัยขนาดใหญ่ที่สามารถทำพื้นที่น้ำซึมผ่านให้เกิดประโยชน์และไม่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่สาธารณะ ซึ่งมีสัดส่วนของอัตราส่วนของพื้นที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม (OSR) ตามข้อกำหนดผังเมืองกรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ (BAF) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง



ภาพที่ 1.1 แผนที่แสดงความหนาแน่นอาคารพักอาศัยแบ่งตามเขตของกรุงเทพมหานครและจุดเฝ้าระวัง จุดอ่อนน้ำท่วม. โดยผู้วิจัย, 2563.

1.5 ขั้นตอนการวิจัย

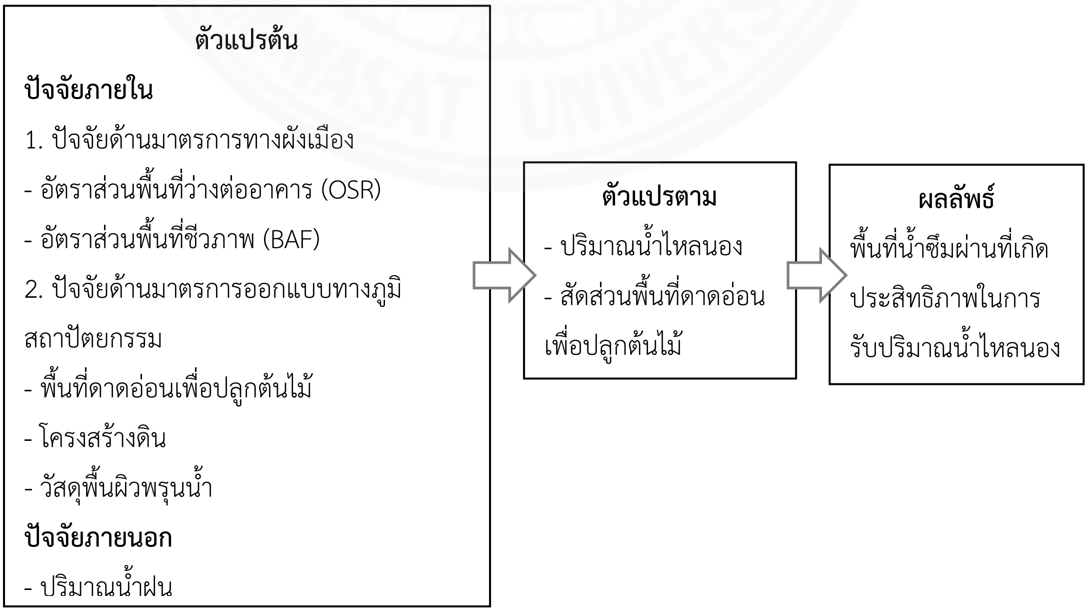
1.5.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อกับวิธีการวางแผนการจัดการน้ำไหลนอง และศึกษาเครื่องมือที่สามารถนำมาหาแนวทางในการลดน้ำไหลนอง

1.5.2 เก็บรวบรวมข้อมูลของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลทางกายภาพและข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง

1.5.3 คำนวณอัตราส่วนพื้นที่น้ำซึมผ่าน และจำแนกพื้นที่ด้วยประเภทของกลยุทธ์ด้าน Green Stormwater Infrastructure (GSI) ประกอบด้วย พื้นที่แบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ, พื้นผิวพรุนน้ำและพื้นที่สีเขียวเปิดโล่งปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า

1.5.4 จำลองสถานการณ์น้ำฝนสะสมในช่วงปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงคาบอุบัติ 2 ปี และคาบอุบัติ 5 ปี ในแต่ละรูปแบบพื้นที่ โดยอยู่ในอัตราส่วนของข้อกำหนดทางผังเมืองเรื่องพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ ร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่างในอาคารพักอาศัยรวม โดยอาศัยโปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์ Autodesk InfraWorks 360 โดยใช้เครื่องมือ Green Stormwater Infrastructure (GSI) ใช้วิธีการคำนวณแบบ TR-55

1.5.5 วิเคราะห์และประเมินผลของข้อมูลนำมาหาค่าการลดลงด้วยสมการ Quadratic regression เพื่อหาความสัมพันธ์ของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ต่อปริมาณน้ำไหลนองและหาการรับน้ำไหลนองต่อราคาต้นทุนของแต่ละรูปแบบกลยุทธ์ เพื่อนำมาพัฒนาหาแนวทางออกแบบของพื้นที่น้ำซึมผ่านที่เหมาะสม



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดการวิจัย. โดยผู้วิจัย, 2563.

Ref. code: 25626116031102BJH

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบถึงสถานการณ์และการจัดการในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนอง

1.6.2 ทราบถึงรูปแบบและลักษณะของพื้นที่น้ำซึมผ่านที่เกิดประสิทธิภาพต่อการลดปริมาณน้ำไหลนอง

1.6.3 ทราบถึงแนวทางและข้อเสนอแนะการการออกแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้สำหรับโครงการพักอาศัยรวม

1.7 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1.7.1 น้ำฝนไหลนอง (Stormwater Runoff) หมายถึง น้ำฝนที่เกิดจากผลผลิตในช่วงเวลาที่ไอน้ำในอากาศได้รวมตัวกันและทำให้เกิดฝนตก กลายเป็นน้ำฝนที่ไม่ได้ไหลซึมผ่านดิน จะไหลอยู่บนผิวดินหรือที่เรียกว่าการไหลของน้ำผิวดิน เป็นน้ำฝนส่วนเกินที่ไม่สามารถระบายไปที่อื่นได้ในเวลานั้นๆ

1.7.2 น้ำไหลนอง (Runoff) ปริมาณน้ำส่วนเกินอันเกิดจากปริมาณน้ำฝนสะสมที่ไม่สามารถไหลซึมลงสู่พื้นดินหรือระบายให้หมดไปได้

1.7.3 การกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ (Bioretention) คือ องค์ประกอบของงานภูมิสถาปัตยกรรมในลักษณะภูมิทัศน์ดาดอ่อน หมายถึงการเลือกใช้พืชพรรณและระบบชั้นดินในการกักเก็บน้ำและเพิ่มอัตราการซึมน้ำเพื่อบำบัดน้ำก่อนการปล่อยสู่ธรรมชาติเพื่อเป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.7.4 พื้นผิวแบบรูพรุน (Permeable pavement) พื้นผิวหรือวัสดุผิวทางที่สามารถให้น้ำซึมผ่านได้ ไม่ว่าจะเป็นพื้นถนน พื้นทางเดิน หรือพื้นดาดแข็งต่างๆ มีลักษณะเป็นช่องหรือรูเพื่อให้น้ำฝนซึมผ่าน อย่างน้อย 10% ขึ้นไป

1.7.5 ภูมิทัศน์ดาดแข็ง (Hardscape) คือ องค์ประกอบของงานภูมิสถาปัตยกรรมแข็ง เช่น วัสดุพื้นผิว โครงสร้างและงานระบบต่างๆ

1.7.6 ภูมิทัศน์ดาดอ่อน (Softscape) คือ องค์ประกอบของงานภูมิสถาปัตยกรรมอ่อนของส่วนงานที่เป็นดิน เช่น พืชพรรณ บ่อน้ำ

1.7.7 มาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรม คือ แนวคิดหรือวิธีการที่ว่าด้วยการออกแบบวางแผนการอนุรักษ์และจัดการพื้นที่ใช้สอยภายนอกอาคารรวมทั้งพื้นที่ภายในบางส่วนหรือบนดาดฟ้าเพื่อให้เกิดสวัสดิภาพและความปลอดภัย

Ref. code: 25626116031102BJH

1.7.8 พื้นที่ชีวภาพหรือพื้นที่ซึมน้ำ (Biotope area) คือ พื้นที่ที่สามารถปลูกต้นไม้และให้น้ำซึมผ่านได้

1.7.9 BMPs (Best management practices) คือ แนวทางการจัดการเพื่อช่วยลดปัญหาน้ำไหลนองน้ำฝน

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของพื้นที่น้ำซึมผ่านที่ใช้มาตรการการเชิงภูมิสถาปัตยกรรมและการออกแบบปรับปรุงโครงสร้างดินต่อปริมาณน้ำไหลนองมีความจำเป็นที่จะต้องทบทวนแนวคิดทฤษฎีด้านหลักการทางภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อระบายน้ำผิวดิน และการทบทวบการใช้เครื่องมือและเทคนิคที่จะนำมาสู่ผลลัพธ์ของข้อมูลในการนำมาใช้หาความสัมพันธ์และแนวทางในการระบายน้ำผิวดินอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีแนวคิดทฤษฎีเพื่อใช้เป็นองค์ความรู้ดังต่อไปนี้

2.1 สาเหตุการเกิดน้ำไหลนอง
2.2 พื้นที่จุดอ่อนน้ำท่วมในกรุงเทพมหานคร
2.3 อาคารพักอาศัยรวมในกรุงเทพมหานคร
2.4 ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน
2.5 เครื่องมือการหาปริมาณน้ำไหลนอง
2.6 แนวทางการจัดการน้ำไหลนองในเชิงภูมิสถาปัตยกรรม
2.7 สรุปผลแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

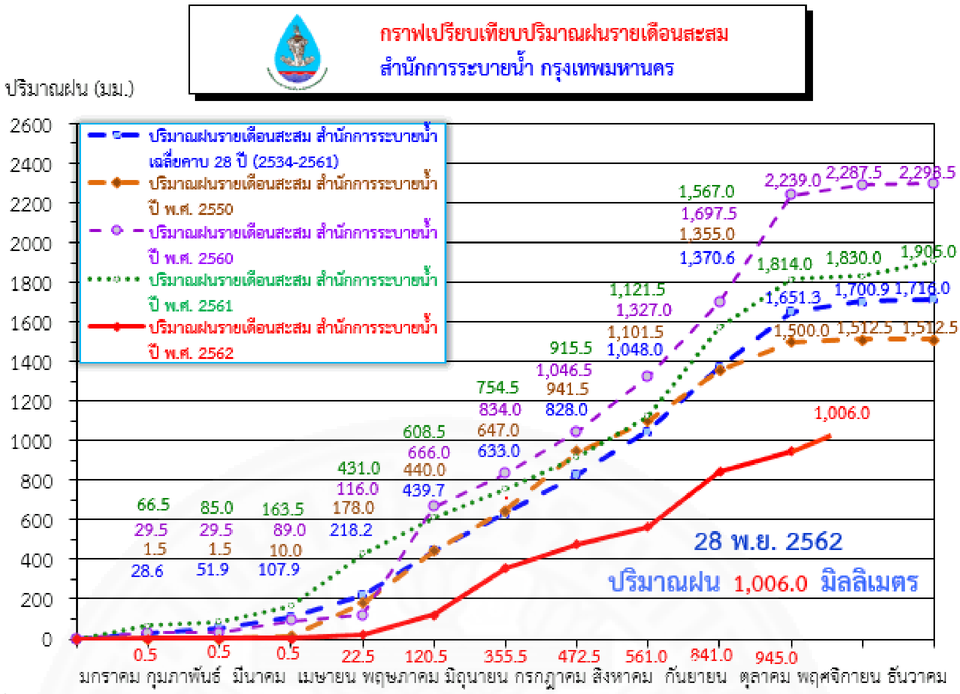
2.1 สาเหตุการเกิดน้ำไหลนอง

2.1.1 สาเหตุจากธรรมชาติ

(1) ปริมาณน้ำฝน

น้ำฝน อันเป็นสภาวะที่เปลี่ยนแปลงตามปรากฏการณ์ธรรมชาติ นับได้ว่าเป็นสาเหตุหลักของการเกิดน้ำไหลนอง เมื่อน้ำฝนตกลงมาสู่พื้นผิวโลก บางส่วนอาจซึมผ่านผิวดินและบางส่วนยังขังอยู่บนผิวดินจึงเกิดน้ำท่วมขังทำให้เกิดน้ำไหลนองบนผิวดิน (runoff) จากสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนสะสมของกรุงเทพมหานคร ภาพที่ 2.1 ในช่วงฤดูฝนในระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และตกหนักในเดือนตุลาคมประกอบกับเป็นช่วงที่มีโอกาสเกิดพายุหมุนที่เกิดในทะเลจีนใต้ส่งผลกระทบทำให้เกิดฝนตกหนัก คลื่นทะเลสูง เกิดปัญหาน้ำท่วม ทำให้กรุงเทพมหานครมีปริมาณน้ำฝนสะสมทั้งปีอยู่ที่ 1006 มิลลิลิตร (สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร, 2562) ในการแสดงผลการเปรียบเทียบของกราฟที่มีลักษณะลดลงในแต่ละปี และเป็นภัยธรรมชาติที่คาดเดายากของปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี และการเตรียมการรับมือที่ไม่ทันท่วงทีจึงทำให้เกิดน้ำไหลนอง (runoff) ท่วมขังอย่างฉับพลัน

Ref. code: 25626116031102BJH



ภาพที่ 2.1 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณฝนรายเดือนสะสม พ.ศ. 2562. โดยสำนักการระบายน้ำ, 2562.

(2) ชนิดของดิน

ลักษณะดินในกรุงเทพมหานคร โดยทั่วไปเป็นดินราบลุ่มแม่น้ำมีลักษณะราบและสม่ำเสมอ ซึ่งพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างมีลักษณะชั้นดินแบบดินเหนียวอ่อนปากแม่น้ำหรือเป็นดินตะกอนที่ถูกพัดมาทับถมกัน จึงมีชื่อเฉพาะเป็นที่เรียกกันอย่างทั่วไปว่า Bangkok Clay สามารถแบ่งชั้นดินได้แสดงดัง ภาพที่ 2.2 กรมทางหลวงชนบท ได้อธิบายไว้ดังนี้

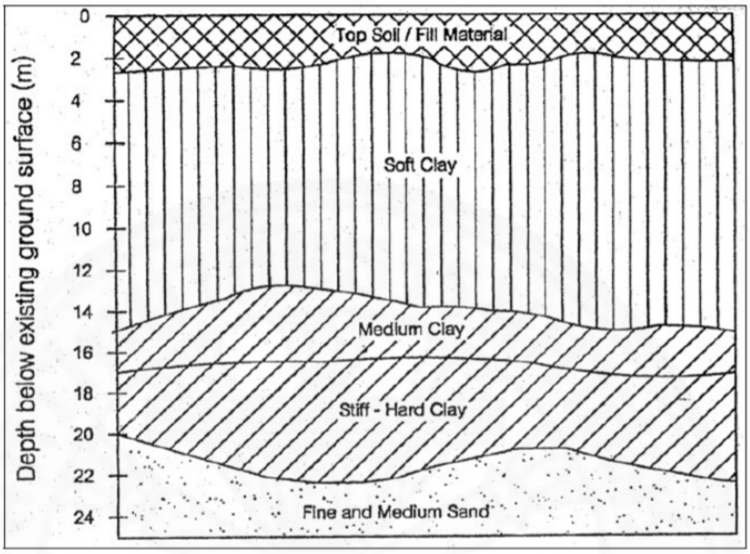
ดินชั้น Crust เป็นดินชั้นบนสุด เป็นชั้นดินถมมีทั้งวัสดุจำพวกดินเหนียว ดินลูกรัง มีความลึกประมาณ 3-5 เมตร อันเนื่องมาจากการทับถมของดินในอดีตสู่ปัจจุบัน

ดินชั้นดินเหนียวอ่อน (Soft Clay) มีลักษณะสีดำปนเทามีเปลือกหอยทะเลปน มีระดับความลึกประมาณ 12-20 เมตร จากผิวดิน

ดินชั้นดินเหนียวอ่อนปานกลาง (Medium Clay) มีสีเทาถึงเทาปนน้ำตาล มีระดับความหนาลึกประมาณ 2-6 เมตร

ดินชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff Clay) มีสีน้ำตาลปนเหลือง มีความหนาของชั้นดินไม่แน่นอน

ชั้นทรายชั้นแรก (First Sand) มีสีเทาและสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลปนดำ โดยทั่วไปพบที่ระดับความ ลึกมากกว่า 20 เมตร เป็นดินจำพวกทรายละเอียดถึงปานกลาง ต่ำกว่าชั้นทรายชั้นแรกจะ เป็นชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff to Hard Clay) กับชั้นทราย (Deep Sand) สลับกันไป



ภาพที่ 2.2 แสดงรูปตัดโดยทั่วไปของชั้นดินกรุงเทพมหานคร. โดยกรมทางหลวงชนบท, 2559.

ลักษณะและคุณสมบัติของดิน

ดินเหนียว เป็นดินที่เมื่อเปียกแล้วมีความยืดหยุ่น อาจปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้เหนียวเหนอะหนะติดมือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี มีความสามารถในการจับยึดและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้สูง หรือค่อนข้างสูง เป็นดินที่มีก้อนเนื้อละเอียด เพราะมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวอยู่มาก เหมาะที่จะใช้ทำนาปลูกข้าวเพราะเก็บน้ำได้นาน

ดินทราย เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดีมาก มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพราะความสามารถในการจับยึดธาตุอาหารพืชมีน้อย พืชที่ชั้นบนดินทรายจึงมักขาดทั้งอาหารและน้ำเป็นดินที่มีเนื้อดินทรายเพราะมีปริมาณอนุภาคทรายมาก

ดินร่วน เป็นดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่มมือ ยืดหยุ่นได้บ้าง มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกในธรรมชาติมักไม่ค่อยพบ แต่จะพบดินที่มีเนื้อดินใกล้เคียงกันมากกว่า (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม)

จะพบว่า ลักษณะของดินทั่วไปขอบกรุงเทพมหานครในชั้นบนสุดส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียว ซึ่งเป็นดินที่อุ้มน้ำ และระบายน้ำและอากาศได้ไม่ดี ในขณะที่ดินทราย มีการระบายน้ำและ

อากาศได้ดีมาก น้ำซึมผ่านได้ง่าย นอกจากเรื่องการระบายน้ำของดินที่เป็นสาเหตุของการเกิดน้ำไหลนองแล้ว ยังมีเรื่องการทรุดตัวของดินอันเนื่องมาจากการขยายตัวของเมือง ซึ่งมีการกล่าวไว้ว่ากรุงเทพมหานครมีการทรุดตัวของดินเฉลี่ยปีละ 1 ซม. เลยทีเดียว แต่การทรุดตัวของดินก็ไม่ใช่สาเหตุหลักซะทีเดียวแต่เป็นเพราะระบบการระบายน้ำของเมืองล้มเหลว ดังนั้นควรให้ความสำคัญให้มีการเพิ่มการจัดการด้านมาตรการเรื่องพื้นที่ซึมน้ำของเขตเมืองเพื่อการวางแผนการพัฒนาต่อไป

2.1.2 สาเหตุจากมนุษย์

(1) ปริมาณความหนาแน่นของเมือง

อันเกิดจากความต้องการพัฒนาเมืองของมนุษย์ เกิดปัญหาด้านผังเมือง ด้วยเนื่องจากกรุงเทพมหานครได้มีการพัฒนาและมีความเจริญของเมืองอย่างรวดเร็ว และการวางแผนการวางผังเมืองและการใช้ที่ดินอาจจะไม่เป็นไปตามแผนที่ควรจะเป็น โดยที่ที่ว่างรับน้ำต่างๆ ถูกแทนที่ด้วยอาคารและพื้นคอนกรีต ทำให้ความสามารถในการซึมน้ำยากกว่าในอดีต ด้วยการจัดการทางด้านสาธารณูปโภคที่ไม่เหมาะสม ปัญหาระบบระบายน้ำ การสร้างขนาดท่อระบายน้ำที่ไม่เพียงพอต่อขนาดชุมชนที่มากขึ้นและการอุดตันของท่อระบายน้ำด้วย เมื่อเวลาฝนตกหนักทำให้การระบายน้ำจากอาคารบ้านเรือนสู่คลองหรือทางระบายน้ำไม่ทัน จึงทำให้น้ำเอ่อล้นจนท่วมขังในที่สุด และเป็นปัญหาที่กรุงเทพฯ และปริมณฑลประสบปัญหานี้บ่อยครั้งและเป็นประจำในบางพื้นที่ (จีระนันท์ สุกุล, 2559)

(2) การลุกล้ำลำคลอง

ในอดีตคูคลองริมถนน จะเป็นที่รับน้ำ แต่ปัจจุบันถูกพัฒนาเพื่อสร้างที่อยู่อาศัย ทำให้ไม่มีพื้นที่รับน้ำ อีกทั้งคูคลองถูกถมเป็นถนน และสร้างท่อระบายน้ำขนาดไม่เพียงพอ ประกอบกับการขยายตัวของชุมชนในปัจจุบันท่อระบายน้ำส่วนใหญ่จึงมีขนาดเล็กกว่าความต้องการของแผนหลัก นอกจากนั้นคูคลองถูกรุกล้ำจนแคบไม่สามารถขุดลอกได้ลึกเพียงพอ

(3) ปัญหาระบบระบายน้ำ

จากปัญหาผังเมือง ตามมาด้วยมีปัญหาขาดแผนหลักระบายน้ำที่ถูกต้อง คู คลอง ถูกถม เปนนถนน และสราางท่อระบายน้ำขนาดไม่เพียงพอ ประกอบกับการขยายตัวของชุมชนในปัจจุบันท่อระบายน้ำส่วนใหญ่จึงมีขนาดเล็กกว่าความตาองการของแผนหลัก นอกจากนั้น คู คลองถูกรุกล้าจนแคบไม่สามารถขุดลอกได้ลึกเพียงพอ นอกจากจะต้องสร้างเขื่อน คอนกรีตเสริมเหล็กริมคลองก่อนเท่านั้น อนึ่ง เพื่อช่วยให้ระบบระบายน้ำธรรมชาติดีขึ้น แผนหลักได้กำหนดให้มีการสร้างสถานีสูบน้ำ ประตูระบายน้ำ และจัดหาที่ว่างรับน้ำขนาด ใหญ่เพิ่มเติมอีกเป็นจำนวนมาก ปัญหาระบบระบายน้ำที่ต้องปรับปรุงก่อสร้างนั้น จะต้องใช้งบประมาณมหาศาลและ ก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดด้วย

2.2 พื้นที่จุดอ่อนน้ำท่วมในกรุงเทพมหานคร

มีการกำหนดพื้นที่บริหารจัดการน้ำท่วมกรุงเทพมหานคร อ้างอิงจากแผนปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมกรุงเทพมหานคร ประจำปี 2562 (สำนักการระบายน้ำ, 2562) ดังนี้

(1) ดอนเมือง อนุสรณ์สถาน พื้นที่ 37.640 ตารางกิโลเมตร

(2) แจ้งวัฒนะ พื้นที่ 35.778 ตารางกิโลเมตร

(3) รัชดาภิเษกพหลโยธิน แยกเกษตร พื้นที่ 36.760 ตารางกิโลเมตร

(4) ลาดพร้าว บางกะปิ นวมินทร์ พื้นที่ 42.017 ตารางกิโลเมตร

(5) ดินแดง, ห้วยขวาง พื้นที่ 18.000 ตารางกิโลเมตร

(6) ถนนเพชรบุรี จากทางรถไฟถึงถนนอโศกมนตรี พื้นที่ 9.540 ตารางกิโลเมตร

(7) ถนนทหาร พระรามที่ 6 คลองสามเสน พื้นที่ 6.423 ตารางกิโลเมตร

(8) พระรามที่ 5 คลองผดุงกรุงเกษมคลองสามเสน พื้นที่ 5.780 ตารางกิโลเมตร

(9) รามคำแหง พื้นที่ 11.444 ตารางกิโลเมตร

(10) ถนนพระจันทร์ รอบสนามหลวง ถนนท้ายวัง ถนนหน้าพระลาน พื้นที่ 8.692 ตารางกิโลเมตร

(11) ถนนจันทร์ เซนหลุยส์ สวนพลู ทุ่งมหาเมฆ พื้นที่ 25.253 ตารางกิโลเมตร

(12) พระรามที่ 1 พื้นที่ 11.660 ตารางกิโลเมตร

(13) ถนนสุขุมวิทฝั่งเหนือ พื้นที่ 22.595 ตารางกิโลเมตร

(14) ถนนสุขุมวิทฝั่งใต้ศรีนครินทร์ พื้นที่ 40.357 ตารางกิโลเมตร

(15) ตลิ่งชัน ฉิมพลี มุ่งมังกร สวนผัก พื้นที่ 3.600 ตารางกิโลเมตร

(16) เพชรเกษม พื้นที่ 8.750 ตารางกิโลเมตร

(17) ถนนบางบอน 1 (เขตบางบอน) พื้นที่ 0.813 ตารางกิโลเมตร

(18) ถนนบางขุนเทียน (เขตบางขุนเทียน) พื้นที่ 2.490 ตารางกิโลเมตร

(19) ถนนประชาอุทิศ (เขตทุ่งครุ) พื้นที่ 3.326 ตารางกิโลเมตร

(20) ถนนสุวิทวงศ์ (เขตมีนบุรี) พื้นที่ 0.741 ตารางกิโลเมตร

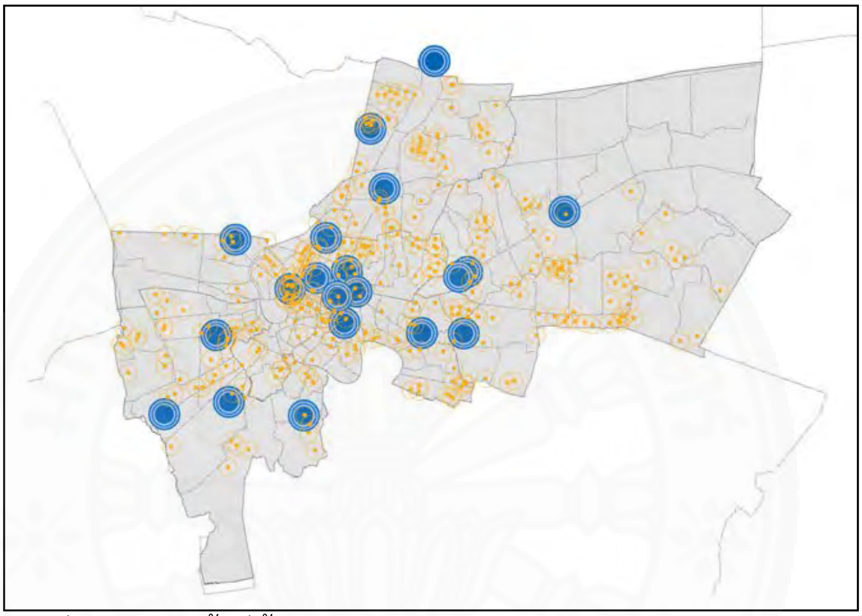
(21) ถนนพัฒนาการ พื้นที่ 13.251 ตารางกิโลเมตร

(22) บางซื่อ พื้นที่ 2.846 ตารางกิโลเมตร

จากแผนที่ปริมาณน้ำฝน ภาพที่ 2.3 พบว่าร้อยละ 80 ของพื้นที่ มีฝนฟ้าคะนองและมีฝนตกหนักมากบางแห่ง และมีปริมาณฝนรวมสูงสุด โดนวัดจากสถานีสูบน้ำคลองสนามชัย เขตบางขุนเทียน 136.5 มิลลิเมตร จุดวัดคลองบางนา-ถ.ศรีนครินทร์ เขตบางนา 129.5 มิลลิเมตร จุดวัดคลองประเวศฯ-วัดขจรศิริ เขตสวนหลวง 98.5 มิลลิเมตร จุดวัดบึงหนองบอน เขตประเวศ 98 มิลลิเมตร

Ref. code: 25626116031102BJH

จุดวัดสถานีสูบน้ำพระโขนง เขตคลองเตยปริมาณฝน 80 มิลลิเมตร และสำหรับฝนที่ตกหนักประมาณ 1 ชั่วโมง สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ตรวจวัดปริมาณน้ำฝนได้สูงสุดอยู่ที่เขตจตุจักรอยู่ที่ 79 มิลลิเมตร ส่งผลให้มีน้ำท่วมขังหลายจุดในพื้นที่ นอกจากถนนพหลโยธิน บริเวณหน้าห้างสรรพสินค้าเซนทรัลลาดพร้าวแล้ว ยังมีที่ถนนลาดพร้าว ถนนลาดพร้าว-วังหิน ถนนรัชดาภิเษก รวมทั้งในซอยต่าง ๆ ก็ได้รับผลกระทบเป็นจำนวนมาก และทำให้การจราจรค่อนข้างติดขัด



ภาพที่ 2.3 แผนที่จุดเฝ้าระวังพื้นที่น้ำท่วมของกรุงเทพมหานคร. โดยผู้วิจัย, 2563.

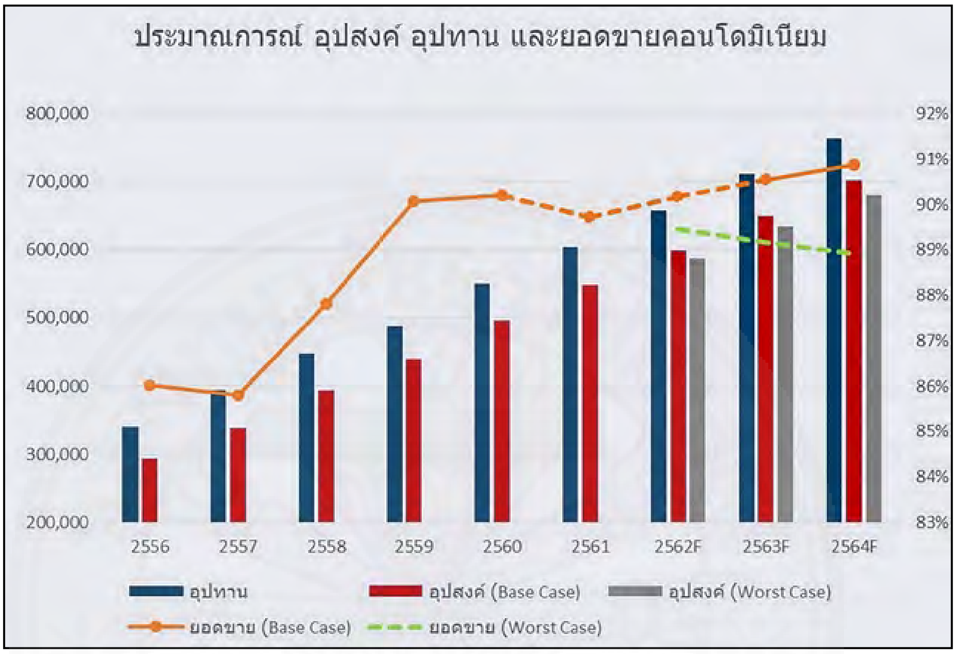
2.3 อาคารพักอาศัยรวมในกรุงเทพมหานคร

จากการขยายตัวของที่พักอาศัยในกรุงเทพมหานครทำให้พื้นที่ดาดแข็งเพิ่มขึ้นอันเป็นสาเหตุหนึ่งของพื้นที่น้ำซึมผ่านที่ลดลง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมองเห็นถึงอาคารที่พักอาศัยรวมที่เกิดขึ้นในแต่ละปี เพราะเมื่อเกิดการพัฒนาของกลุ่มอสังหาริมทรัพย์นั้นต้องไม่เพียงพัฒนาอย่างเดียว ต้องสามารถรับมือและบรรเทาปัญหาของเมืองที่เกิดขึ้นตามมาอย่างปัญหาน้ำไหลนองได้ด้วยซึ่งขึ้นอยู่กับข้อกำหนดที่บังคับใช้และมาตรการต่าง ๆ ด้วย

2.3.1 แนวโน้มการขยายตัวของโครงการพักอาศัยรวมในกรุงเทพมหานคร

ในปี พ.ศ.2561 ได้มีข้อมูลของตลาดคอนโดมิเนียมที่มีอุปทานของคอนโดมเนียมเพิ่มขึ้นในตลาดในจำนวนที่ค่อนข้างสูง จากทั้งผู้ประกอบการรายใหญ่และรายย่อย โดยมีคอนโดมิเนียมเกิดขึ้นใหม่ 60,900 หน่วย จาก 138 โครงการ ซึ่งทำให้คอนโดมิเนียมมีหน่วยสะสมทั้งสิ้น 610,900 หน่วย ในช่วง 5 ปีที่ผ่านก็มีอัตราการเพิ่มของอุปทานมากที่สุดโดยมากกว่า 65-70%

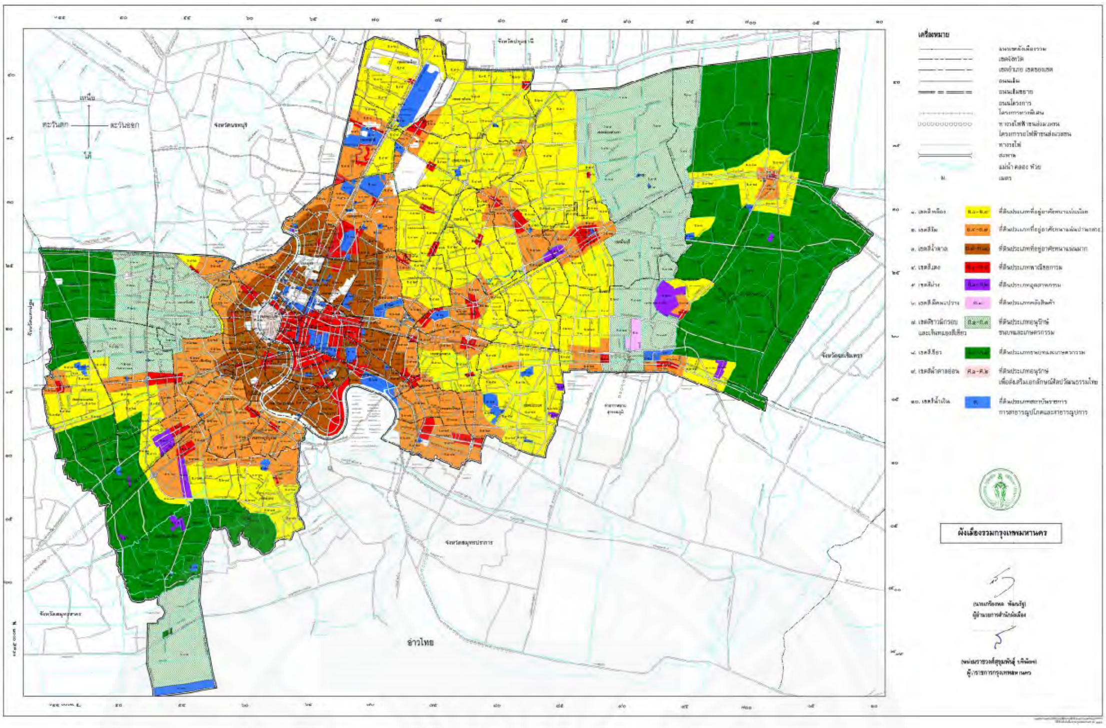
เลยทีเดียว ซึ่งก็มีสาเหตุมาจากกระแสการอยู่อาศัยคอนโดใกล้รถไฟฟ้าที่มีมาอย่างต่อเนื่องนั่นเอง ซึ่งหากมีการพัฒนาอย่างเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี จึงควรให้การบังคับใช้กฎหมายควบคุมความหนาแน่นในเรื่องของพื้นที่ซึมน้ำผ่านได้มีบทบาทมากขึ้นและนำมาตรการที่เข้ามาใช้ร่วมด้วย



ภาพที่ 2.4 แสดงการประมาณการณ์ อุปสงค์ อุปทาน และยอดขายคอนโดมิเนียม. Nexus Research, 2561.

2.4 ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน

แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทตามพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518 มาตรา 17(3)(ก) กำหนดให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 ประเภทหลัก คือ ที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม ชนบทและเกษตรกรรม อาจมีการจำแนกย่อยในแต่ละประเภทแตกต่างกันตามสภาพและบทบาทการพัฒนาของเมืองนั้น ๆ การใช้ที่ดินแต่ละประเภทจะแบ่งเป็นบริเวณและมีข้อกำหนดระบุการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยมุ่งหมายให้เป็นไปเพื่อผลต่อการสร้างเสริมสุขลักษณะ ความปลอดภัยของประชาชน และสวัสดิภาพของสังคม คบคู่กับเงื่อนไขตามข้อจำกัดและศักยภาพทางกายภาพ เศรษฐกิจและสังคมของเมืองที่มีในพื้นที่แต่ละบริเวณโดยมีการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินตามนโยบายของผังเมืองรวม



ภาพที่ 2.5 แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทท้ายกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556. โดยผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร, 2562.

นอกจากนี้ยังมีการควบคุมความหนาแน่น (Density หรือ Bulk control) โดยมีการควบคุมความหนาแน่นของประชากรและระดับของกิจกรรบนพื้นที่ มีจุดหมายเพื่อแก้ไขและป้องกันปัญหาจากสภาพความแออัด และเพื่อประสิทธิภาพในการดำเนินการสาธารณูปโภคและสาธารณูปการให้พอเพียงและได้มาตรฐาน อันมีกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ได้แก่

(1) อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (Floor area ratio หรือ FAR) เป็นการควบคุมความหนาแน่นของประชากรและระดับของกิจกรร โดยใช้เกณฑ์กำหนดอัตราส่วนสูงสุดของพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่แปลงที่ดินที่เป็นที่ตั้งของอาคารนั้น ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ข้อ 5 อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษต้องมีค่าสูงสุดของอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นต่อพื้นที่ดินของอาคารทุกหลังที่ก่อสร้างขึ้นในที่ดินแปลงเดียวกันไม่เกิน 10 ต่อ 1 ทั้งนี้การควบคุมโดยอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินอาจนำมาใช้เพื่อส่งเสริมให้ภาคเอกชนได้ทำประโยชน์แกสังคม เช่น การเพิ่มพื้นที่เปิดโล่งสาธารณะ โดยให้ได้อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินที่เพิ่มมากขึ้น (FAR Bonus)

Ref. code: 25626116031102BJH

สูตรการคำนวณ

พื้นที่อาคารสูงสุดที่สร้างได้ = ค่า FAR X ขนาดพื้นที่ดินเป็นตารางเมตร

ตัวอย่าง ที่ดินขนาด 1 ไร่ (1,600 ตารางเมตร) อยู่ในพื้นที่ตามข้อกำหนด FAR = 6 เท่ากับว่า พื้นที่อาคารสูงสุดที่สามารถสร้างได้ คือ 6 x 3,200 = 9,600 ตารางเมตร

ภาพที่ 2.6 แสดงวิธีการคำนวน FAR. TOOKTEE, 2019.

(2) อัตราส่วนของพื้นที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม (Open space ratio หรือ OSR) เป็นการควบคุมสภาพความแออัดของอาคาร โดยใช้เกณฑ์กำหนดอัตราส่วนต่ำสุดสูงสุดของพื้นที่ว่างที่ปราศจากอาคารครอบคลุมต่อพื้นที่รวมของอาคาร การควบคุมดังกล่าวอาจใช้อัตราส่วนสูงสุดของพื้นที่ครอบคลุมอาคารเพื่อให้มีพื้นที่ว่างไม่น้อยกว่าที่กำหนด ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) ข้อ 6(1) อาคารอยู่อาศัยต้องมีที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ดินแปลงนั้น

สูตรการคำนวณ

พื้นที่เปิดโล่งบนที่ดิน = ค่า OSR x ขนาดพื้นที่ดินเป็นตารางเมตร

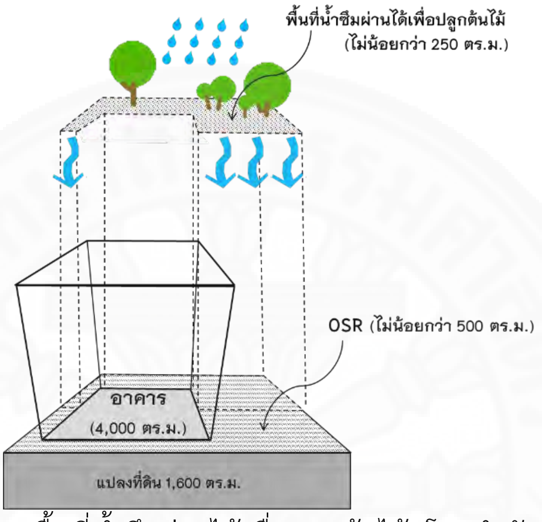
ตัวอย่าง ที่ดินขนาด 1 ไร่ (1,600 ตารางเมตร) อยู่ในพื้นที่ตามข้อกำหนด OSR = 5% เท่ากับว่า จะต้องมีพื้นที่เปิดโล่งบนที่ดินโดยไม่มีหลังคาคลุม 5% x 1,600 = 80 ตารางเมตร หมายความว่าต้องเว้นที่ว่างไว้ ไม่ใช้ก่อสร้างอาคาร 80 ตารางเมตรนั่นเอง

ภาพที่ 2.7 แสดงวิธีการคำนวน OSR. TOOKTEE, 2019.

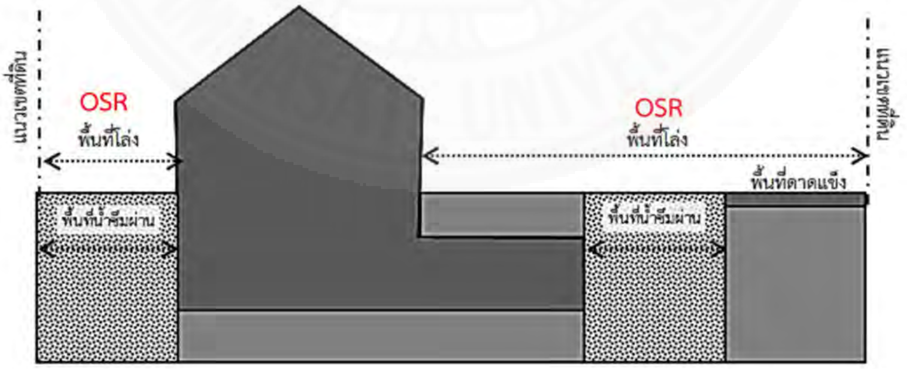
Ref. code: 25626116031102BJH

(3) พื้นที่ซึมน้ำผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ หรือ พื้นที่ชีวภาพ (Biotope Area Factor หรือ BAF)หมายถึง พื้นที่ในระดับดินที่จัดไว้เพื่อให้น้ำบนผิวดินซึมผ่านลงสู่ใต้ดินได้โดยสะดวกและต้องมีการปลูกต้นไม้ประเภทไม้ยืนต้นเป็นองค์ประกอบหลักในพื้นที่ส่วนนี้

ผังเมืองรวมฯ กำหนดว่า “ให้มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง” (พื้นที่ว่าง ในที่นี้หมายถึง OSR เท่านั้น)



ภาพที่ 2.8 แสดงวิธีการหาพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้. โดยสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร, 2562.



ภาพที่ 2.9 แสดงลักษณะของพื้นที่ว่างและพื้นที่น้ำซึมผ่านได้. โดยสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร, 2562.

ลักษณะของพื้นที่ว่างที่ปราศจากสิ่งปกคลุม และพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้เป็นพื้นที่ซึ่งน้ำซึมผ่านได้ตามธรรมชาติและไม่มีส่วนของอาคารอยู่ใต้ผิวดิน

Ref. code: 25626116031102BJH

2.5 เครื่องมือการหาปริมาณน้ำไหลนอง

2.5.1 เครื่องมือโปรแกรม Autodesk InfraWorks 360

เครื่องมือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการศึกษางานวิจัยนี้ คือ Autodesk InfraWorks 360 โดยใช้เครื่องมือ Green Stormwater Infrastructure ประกอบไปด้วยหน้าต่างหลักของโปรแกรมและวิธีใช้งาน ดังนี้

ภาพที่ 2.10 หน้าต่างโปรแกรม Green Stormwater Infrastructure (GSI). โดยผู้วิจัย, 2563.

(1) Green Stormwater Infrastructure (GSI)

เมื่อกำหนดขนาดพื้นที่ที่จะนำมาสร้างแบบจำลองในโปรแกรมหลัก Autodesk Infraworks 360 แล้ว ทำการติดตั้งโปรแกรมเสริม (plugin) GSI ในการนำมาตั้งค่าต่างๆ เพื่อวิเคราะห์ผล ดังภาพที่ 2.10

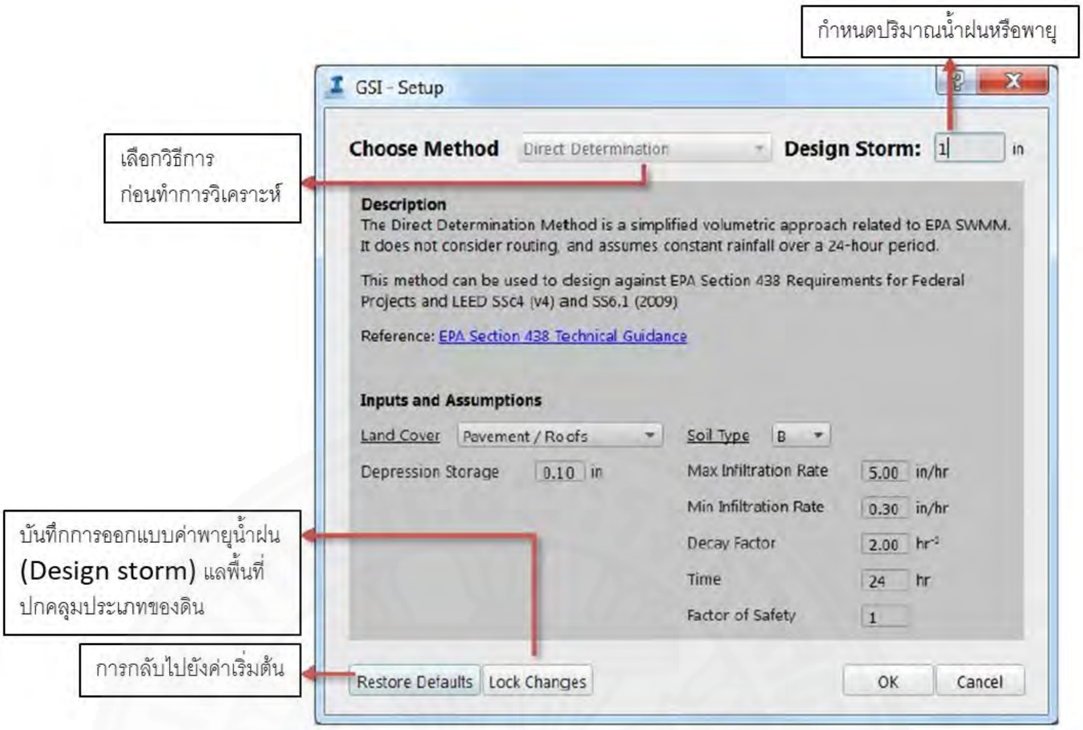
การตั้งค่าตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลนอง จะทำการตั้งค่าในหน้าต่างหลักของ GSI ดังภาพที่ 2.11 โดยมีการกำหนดการตั้งค่าชุดคำสั่ง 3 คำสั่งหลักๆ คือ GSI-Setup, GSI-MBP Designer, GSI-Planning โดยอธิบายได้ดังนี้ GSI-Setup ใช้ในการเปิดการตั้งค่า; เปลี่ยนการตั้งค่า; ออกแบบพายุน้ำฝนและกำหนดวิธีการ, GSI-MBP Designer ต้องทำการกำหนด BMP ก่อน จะสามารถทำการออกแบบได้, GSI-Planning คือ การแนะนำพื้นที่ BMP ที่ต้องระบุระดับปริมาณน้ำไหลนอง เพื่อเปิดเครื่องมือการวางแผนออกแบบพื้นที่

Ref. code: 25626116031102BJH

ภาพที่ 2.11 หน้าต่างหลักของ Green Stormwater Infrastructure (GSI). โดยชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, ปรับปรุงโดยผู้วิจัย, 2562.

(2) GSI-Setup

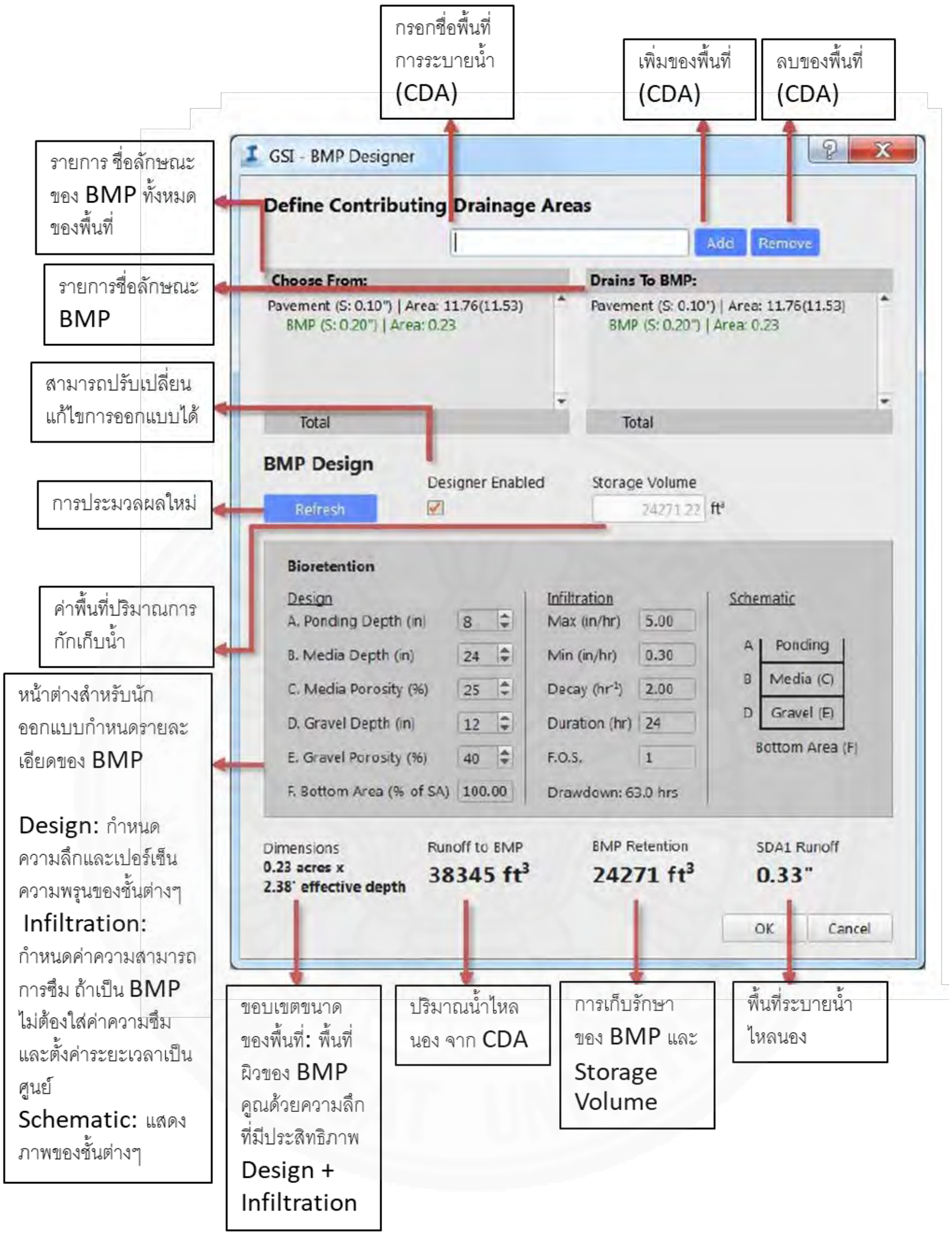
การตั้งค่า GSI-Setup เป็นการตั้งค่าเลือกวิธีการวิเคราะห์ โดยจะเลือกวีธี TR-55 เนื่องจาก เป็นการจัดหมวดหมู่ของดินและจากการศึกษาองค์ความรู้เกี่ยวกับมาตรการการกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณมีความเกี่ยวโยงกับชนิดของดินอันเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อค่าการไหลนองของน้ำฝน ดังแสดงภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.12 หน้าต่างชุดคำสั่งการตั้งค่าของ GSI. โดยชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, ปรับปรุงโดยผู้วิจัย, 2562.

(3) GSI-BMP Designer

เมื่อมีการกำหนดรูปแบบสิ่งปกคลุม เป็น BMP ในหน้าต่างหลักของ GSI แล้ว จะสามารถเลือก Define 1 Selected ได้ ซึ่งจะปรากฏเป็นหน้าต่างของ GSI-BMP Designer แสดงดังภาพที่ 2.12 โดยทำการตั้งค่าในการเพิ่มหรือลบในส่วนของพื้นที่การระบายน้ำได้ Contributing Drainage Area (CDA) และทำการออกแบบ BMP ของแต่ละลักษณะ เช่น Bioretention โดยการออกแบบในส่วนของ Design แบ่งเป็น ความหนาของชั้นผิวดิน (Ponding Depth) ความหนาของชั้นรองพื้น (Media Depth) ความพรุนของชั้นรองพื้น (Media Porosity%) ความหนาของชั้นกรวด (Gravel Depth) ความพรุนของชั้นกรวด (Gravel Porosity%) ความพรุนพื้นที่ชั้นล่าง (Bottom Area) และความสามารถในการซึม (Infiltration) ซึ่งในส่วนของ Design ข้างต้นที่กล่าวมานั้น จะส่งผลต่อค่า runoff ที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามการออกแบบ โดยจะแสดงภาพลักษณะชั้นดินของ BMP ใน Schematic และแสดงผล Runoff ในพื้นที่การวิเคราะห์ซึ่งเปลี่ยนไปตามค่าของการออกแบบของแต่ละประเภทและลักษณะวัสดุและชั้นดิน

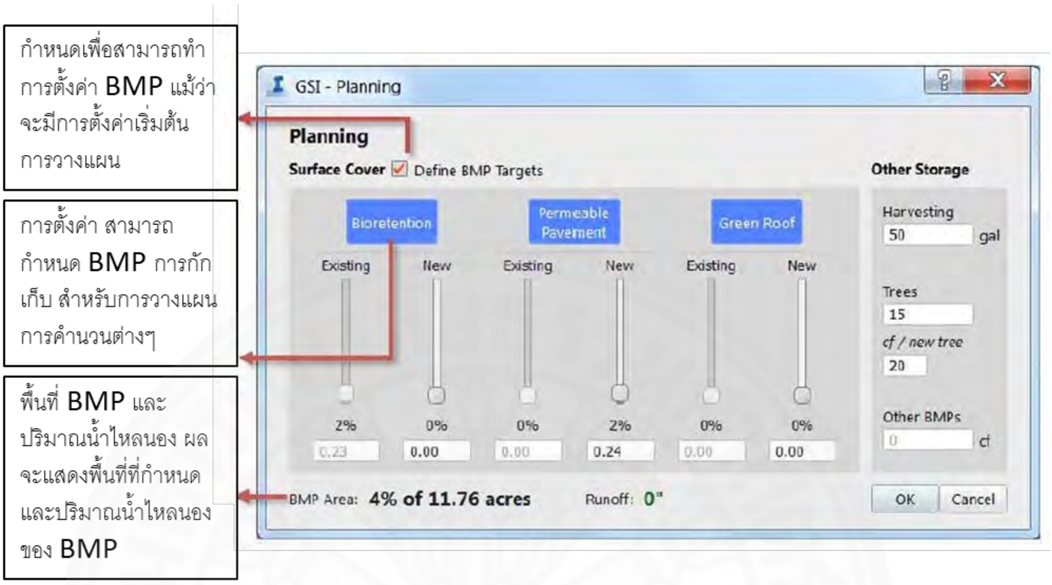


ภาพที่ 2.13 หน้าต่างชุดคำสั่งการตั้งค่าของ GSI. โดยชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, ปรับปรุงโดยผู้วิจัย, 2562.

(4) GSI-Planning Tool

จากการศึกษาการประยุกต์ออกแบบการพัฒนาพื้นที่รับน้ำไหลนอง ที่ว่าด้วยการกักเก็บ ชะลอ และระบายน้ำผิวดิน นำมาประยุกต์ใช้การออกแบบจำลองสถานการณ์กับโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ GSI ด้วยแนวทาง BMPs Designer อันได้แก่ Bioretention/Permeable Pavement

และ Green Roof ที่สามารถช่วยการออกแบบพื้นที่รับน้ำไหลนองที่ลดลงได้ โดย GSI สามารถวางแผนให้เป็นแนวทางในการเพิ่ม ลด สัดส่วนของแนวทางการออกแบบที่กล่าวมา ดังแสดงตามภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 หน้าต่างชุดคำสั่งการตั้งค่าของ GSI. โดยชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, ปรับปรุงโดยผู้วิจัย, 2562.

การใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์ในการหาค่าน้ำไหลนองโดยวิธีการ TR-55 เป็นที่ยอมรับการใช้งานในวงกว้าง เนื่องจากสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และง่าย คำนวนผลได้รวดเร็ว และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการพื้นที่ขนาดเล็กได้ เช่น ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ (bio-retention) หรือ สวนซับน้ำฝน (rain garden) หรือองค์ประกอบทางภูมิทัศน์เพื่อจัดการน้ำอื่น ๆ รวมถึงการหาปริมาณน้ำไหลนองใน Green Stormwater Infrastructure (GSI) โดยสามารถทำการเปลี่ยนแปลงลักษณะของชั้นดินที่เป็นประโยชน์ต่อการนำมาประยุกต์ใช้ในการหาค่าน้ำไหลนอง และยังสามารถนำมาคิดปริมาณการซึมได้ของน้ำในการออกแบบพื้นที่ได้โดยมิต้องดำเนินการทดลองในห้องทดลองอย่างมีประสิทธาภาพ แต่ยังต้องคำนึงถึงข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมเพราะเป็นแบบจำลองที่ใช้ในต่างประเทศ ดังนั้นการนำมาใช้จึงต้องอาศัยการศึกษาวิจัยเพื่อปรับค่า Curve Number (CN) ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ของประเทศไทย โดยการศึกษครั้งนี้ได้อ้างอิงข้อมูลจาก ดำรงศักดิ์ รินชุมภู ได้รวบรวมการใช้ค่า CN เพื่อนำมาใช้ในการจำลองสถานการณ์ในโปรแกรมตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนสะสมกับปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน (CN)

ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	**กลุ่มดินทางชลศาสตร์**			
	A	B	C	D
ที่ดินเกษตรกรรม				
- ที่ดินเกษตรกรรมแบบไม่อนุรักษ์ธรรมชาติ	72	81	88	91
- ที่ดินเกษตรกรรมแบบอนุรักษ์ธรรมชาติ	62	71	78	81
พื้นที่ราบหรือทุ่งหญ้าเลี้ยงหญ้า				
- มีสภาพไม่ดี	68	79	86	89
- มีสภาพดี	39	61	74	80
ที่ราบโล่งหรือทุ่งหญ้า	30	56	71	78
พื้นที่ป่า				
- ไม่มีพืชพันธุ์ปกคลุม หรือความชื้นในดินสูง	45	66	74	80
- มีพืชพันธุ์ปกคลุม	25	55	79	84
พื้นที่เปิดโล่งสาธารณะ				
- มีพืชพันธุ์ปกคลุมมากกว่า 75 %	39	61	74	80
- มีพืชพันธุ์ปกคลุมมากกว่า 50 - 75 %	49	69	79	84
พื้นที่ค้าขาย	89	92	94	95
พื้นที่อุตสาหกรรม	81	88	91	93
พื้นที่พักอาศัย				
-มีพื้นที่ 1/6 เอเคอร์หรือน้อยกว่า หรือ มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ 65%	77	85	90	92
-มีพื้นที่ 1/4 เอเคอร์หรือน้อยกว่า หรือ มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ 38%	61	75	83	87
-มีพื้นที่ 1/3 เอเคอร์หรือน้อยกว่า หรือ มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ 30%	57	72	81	86
-มีพื้นที่ 1/2 เอเคอร์หรือน้อยกว่า หรือ มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ 25%	54	70	80	85
-มีพื้นที่ 1 เอเคอร์หรือน้อยกว่า หรือ มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ 20%	51	68	79	84

Ref. code: 25626116031102BJH

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนสะสมกับปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน (CN)

ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	กลุ่มดินทางชลศาสตร์			
	A	B	C	D
พื้นที่จอดรถ	98	98	98	98
ถนนและเส้นทางสัญจร				
-ถนนคอนกรีต	98	98	98	98
-ถนนหิน	76	85	89	91
-ถนนดิน	72	82	87	89

หมายเหตุ. ดำรงศักดิ์ รินชุมภู, 2560.

อย่างไรก็ตามหากพิจารณาตามข้อกำหนดของหน่วยงานไทย สถาบันอาคารเขียวไทย (2553) แนะนำให้ใช้ Win TR-55 เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลนองของพื้นที่โครงการ มีกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน รวมถึงคาดการณ์อัตราการไหลนองสูงสุด สามารถศึกษาผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินได้ โดยมีชนิดกลุ่มดินทางอุทกวิทยาเป็นข้อมูลและสามามารถเลือกชุดข้อมูลของดินที่ต้องการศึกษาและนำมาปรับข้อมูลให้สอดคล้องกับพื้นที่ศึกษาดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ทำให้การวิจัยครั้งนี้เลือกวิธีการใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เพราะมีข้อมูลครอบคลุมและระยะเวลาการใช้งานของการรันผลรวดเร็ววรวมถึงเหมาะสมกับงานเพราะสามารถออกแบบขนาดชั้นดิน มีกลยุทธ์ของ GSI ให้เลือกใช้หลายหลายกลยุทธ์เพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบผลที่ออกมาแต่ละกลยุทธ์ได้ และปรับสัดส่วนในพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ ซึ่งถือว่าเป็นการออกแบบอย่างง่ายในโปรแกรมมีความสะดวกรวดเร็วในการทำการศึกษา

2.5.2 การคำนวนอัตราน้ำไหลนองด้วยวิธี Rational Method

นอกจากวิธีการใช้คอมพิวเตอร์แล้วยังมี วิธี Rational Method การหาอัตราการไหลนองของน้ำฝนวิธีนี้ได้รับความนิยมสูง ธรชัย พรรณสวัสดิ์ ได้มีวิธีการคำนวนและเงื่อนไขต่าง ๆ ตามสมการ ดังนี้

$$Q = C \times I \times A$$

โดย Q คือ อัตราน้ำไหลนองที่ระบายในพื้นที่ (ลูกบาศก์เมตร ต่อ วินาที: m^3/s)

C คือ สัมประสิทธิ์การไหลนอง (runoff coefficient)

I คือ ความเข้มเฉลี่ยของฝน (มิลลิเมตร ต่อ ชั่วโมง: mm/hr)

A คือ พื้นที่รับน้ำฝน (ตารางเมตร: m^2)

วิธี Rational Method เป็นวิธีที่เหมาะกับการนำไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำในระดับเมือง จนถึงระดับโครงการ และพื้นที่ขนาดเล็ก ๆ เป็นการประมาณอัตราน้ำไหลนองด้วยรูปแบบที่เข้าใจง่ายโดยใช้สมการที่ไม่ซับซ้อนแต่ให้ความแม่นยำได้ไม่ดีนำ และผู้ใช้ต้องเข้าใจสมมุติฐานที่สำคัญ 4 ข้อ ดำรงศักดิ์ ริชุมภูม ได้กล่าวไว้ นำมาสรุปได้ดังนี้

(1) ค่าสัมประสิทธ์การไหลนอง (C)

เป็นค่าคงที่แทนที่ค่าที่สะท้อนความสามารถในการไหลของพื้นผิว ซึ่งเป็นค่าคงที่ได้เฉพาะสำหรับลักษณะพื้นที่หนึ่ง ๆ และในภาวะหนึ่ง ๆ เท่านั้น และแปรผันไปได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ว่ามีความสามารถในการไหลนองอย่างไร ในบริเวณที่มีขอบเขตจำกัดและมีข้อมูลพื้นที่ผิวรวมทั้งใต้พื้นผิวที่ดีเราจะหาค่าสัมประสิทธ์การไหลนองได้ไม่ยากนัก แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมหรือพิจารณาพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งมีความหลากหลายของพื้นที่ผิวหลายลักษณะประกอบกันทำให้ค่า C ที่จะกำหนดเป็นค่าคงที่ที่แม่นยำทำได้ยาก โดยมีตัวอย่างค่า C ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2

สัมประสิทธิ์ของการไหลนองของพื้นที่ใช้สอยลักษณะต่าง ๆ

ลักษณะการใช้สอยของพื้นที่		**สัมประสิทธิ์การไหลนอง**
เขตธุรกิจ	หนาแน่น	0.70-0.95
	รอบ ๆ บริเวณเขตธุรกิจ	0.50-0.70
เขตที่พักอาศัย	ครอบครัวเดี่ยว	0.30-0.50
	หลายครอบครัว, แยกกัน	0.40-0.60
	หลายครอบครัว, ติดกัน	0.60-0.75
เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)		0.25-0.40
เขตอพาร์ทเมนท์		0.50-0.70
เขตอุตสาหกรรม		0.50-0.90
สวนสาธารณะ		0.10-0.25
สวนเด็กเล่น/สถานีรถไฟ		0.20-0.35
ที่รกร้าง		0.10-0.30
ส่วนปูพื้น	ยางมะตอย หรือคอนกรีต	0.70-0.95
	อิฐ หรือ อิฐตัวหนอง	0.70-0.85

Ref. code: 25626116031102BJH

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สัมประสิทธิ์ของการไหลนองของพื้นที่ใช้สอยลักษณะต่าง ๆ

หลังคา		0.75-0.95
สนาม, ดินทราย	เรียบ - ลาด 2%	0.05-0.10
ลักษณะการใช้สอยของพื้นที่		**สัมประสิทธิ์การไหลนอง**
	ลาด 2 - 7%	0.10-0.15
	ชัน, ลาด 7% ขึ้นไป	0.15-0.20
สนาม, ดินแน่น	เรียบ - ลาด 2%	0.13-0.17
	ลาด 2 - 7%	0.18-0.22
	ชัน, ลาด 7% ขึ้นไป	0.25-0.35

หมายเหตุ. ดำรงศักดิ์ รินชุมภู, 2560.

(2) อัตราการไหลนองสูงยอด

อัตราการไหลนองสูงยอดที่จุดใด ๆ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มเฉลี่ยของฝนที่ตนในช่วงเวลานับว่าฝนตก (t_c) และไหลมาจนถึงจุดนั้น ๆ อัตราสูงยอดของฝนห่าหนึ่ง ๆ มีค่ามากกว่าอัตราเฉลี่ยของฝนห่านั้น ๆ ได้มาก และเกิดในช่วงสั้น ๆ เพียงจุดหนึ่งเท่านั้นแต่น้ำไหลนองเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลาที่นานกว่าช่วงเวลาเกิดอัตราฝนสูงยอด ถ้ากำหนดให้อัตราน้ำไหลนองสูงสุดเป็นสัดส่วนเดียวกับอัตราสูงยอดของฝนก็จะไม่ตรงกับความเป็นจริง ดังนั้นสมมติฐานในข้อนี้จึงบ่งเพียงว่าอัตราสูงยอดของน้ำไหลนองแปรผันตามอัตราเฉลี่ยของฝนช่วงนั้นเท่านั้น ซึ่งย่อมมีความคลาดเคลื่อนแต่ก็ให้ผลลัพธ์ที่น่าจะยอมรับได้ในทางปฏิบัติ

(3) เวลานับว่าฝนตก (t_c)

คือเวลาที่น้ำไหลนองก่อตัวเป็นรูปร่างและไหลจากจุดที่อยู่ไกลที่สุดของพื้นที่ระบายมายังจุดที่กำลังพิจารณะหรือออกแบบ โดยการไหลนองของการระบายน้ำของพื้นที่ระบายขนาดเล็กใช้เวลาน้อยกว่าการไหลนองของพื้นที่ขนาดใหญ่ นั่นหมายความว่าในพื้นที่ระบายเล็กจะมีค่า t_c ต่ำและความเข้มเฉลี่ยของฝนหรือค่า I สูงนั่นเอง ซึ่งย่อมมีความคลาดเคลื่อนแต่ก็ให้ผลลัพธ์ที่น่าจะยอมรับได้ในทางปฏิบัติ

(4) ความถี่ของอัตราน้ำไหลนองสูงสุด

เท่ากับความถี่ของฝนที่ความเข้มเฉลี่ยนั้น ๆ โดยสมมติฐานข้อนี้ก็เช่นกัน แม้จะมีแนวคิดของความควรเป็นมาสนับสนุนแต่ก็ไม่สามารถยืนยันให้เป็นที่แน่ชัดว่าจะเป็นเช่นนี้เสมอ

Ref. code: 25626116031102BJH

จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองมีในลักษณะการใช้สอยพื้นที่ต่าง ๆ แต่ยังไม่ปรากฏในด้านของกลยุทธ์ที่สนใจศึกษา เช่น พื้นที่ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ ซึ่งเป็นเพียงประเด็นเล็กน้อยเท่านั้นของวิธีนี้ แต่มุ่งเน้นไปที่การศึกษาในเรื่องของการลดอัตราการไหลนองของน้ำฝนด้วยวิธีการบนพื้นฐานธรรมชาติ จึงทำให้เป็นข้อจำกัดในการเลือกใช้ของผู้ศึกษา

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับการบรรเทาน้ำไหลนองทางด้านภูมิสถาปัตยกรรม

ตรีชฎา ศรีระษา ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับการรับมือน้ำท่วมที่หลากหลายทั้งขนาดและประเภท ซึ่งเป็นแนวคิดทางภูมิสถาปัตยกรรม โดยแยกตามขนาดของพื้นที่เป็น 3 ระดับ คือ การวางแผนระดับภาค การวางแผนระดับโครงการ และการวางแผนระดับบ้าน ซึ่งเรียงจากขนาดใหญ่มาหาขนาดเล็กตามลำดับ สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

(1) การวางแผนระดับภาค (ภูมินิเวศวิทยากับเมือง)

ความสำคัญของการวางแผนระดับเมืองคือการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการนำมาพัฒนาและตั้งถิ่นฐาน การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสม (Suitability Analysis) การสร้างเกณฑ์ (Criteria) ที่เหมาะสมกับโครงการหรือประเภทการใช้ที่ดินนั้น ๆ และการเลือกพื้นที่ที่มีภูมินิเวศวิทยา (Landscape Ecology) ที่เหมาะสมเป็นการวางแผนระดับภูมิภาคหรือระดับลุ่มน้ำ ดังเช่นหลักการของ Professor Ian McHarg ภูมิสถาปนิกผู้เขียนหนังสือ Design with Nature ได้กล่าวไว้ว่า “If the land is wrong, It’s all wrong” แปลแบบสำนวนไทย คือ “เลือกที่ผิด คิดจนตัวตาย” กล่าวได้ว่าหากเลือกที่ตั้งผิดตั้งแต่แรกแม้จะใช้ความพยายามในการพัฒนาอย่างไรก็ยากที่จะดีขึ้น เพราะปัญหาจากธรรมชาติจะมีมาอย่างต่อเนื่อง ต้องใช้เวลา รวมถึงเงินและทรัพยากรในการพัฒนาแก้ไขปัญหาต่อไปเรื่อย ๆ โดยแนวคิดที่ใช้ในระดับภาคจะพยายามป้องกันการขยายตัวของเมืองและสร้างพื้นที่การเกษตรควบคู่กับการพัฒนาเมือง ได้แก่ แนวคิด Green Belt ซึ่งคิดค้นโดย Ebenezer Howard ในช่วงต้นศตวรรษที่ยี่สิบ เป็นการนำพื้นที่เพาะปลูกและสวนไปจนถึงการก่อสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำมาใช้จำกัดการเจริญเติบโตของเมือง เป็นเขตกันชนระหว่างเมืองและชนบท อย่างไรก็ตามพื้นที่ตามแนวคิด Green Belt ยังไม่ประสบความสำเร็จมากนักเนื่องจากถูกแทนที่ด้วยสนามกอล์ฟ โรงเรียน สนามกีฬาและระบบสาธารณูปโภค ซึ่งอาจจะเป็นความต้องการของประชาชนที่ต้องการพื้นที่นันทนาการมากกว่าพื้นที่เพาะปลูก และแบบที่สองเรียกว่า Green Wedges โดย Andres Duany ระบุว่า ภูมิทัศน์มีประสิทธิภาพสามารถเป็นองค์ประกอบสำคัญของโครงสร้างพื้นฐานของเมืองเช่นเดียวกับระบบสาธารณูปโภคของเมือง จึงให้ความสำคัญกับพื้นที่สีเขียวและ Green Wedges มีการผสมผสานระหว่างการเกษตรและกิจกรรมที่มีความหนาแน่นต่ำ เสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางการเกษตรกับสภาพแวดล้อมเมืองซึ่งเป็นการใช้ที่ดินในเมืองและที่ดินเพื่อ

เกษตรกรรมแบบบูรณาการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตและการบริโภคโดยตรงทำให้ประชาชนต้องการปกป้องที่ดินโดยสมัครใจ สรุปได้ว่า Green Belt คือการแยกเขตชนบทและเมืองแต่ระบบอาหารท้องถิ่นที่ยั่งยืนไม่สามารถสร้างขึ้นได้หากปราศจากการบูรณาการ ส่วนวัตถุประสงค์ของ Green Wedges คือการปรับสมดุลความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาที่อยู่อาศัยกับการผลิตอาหารเป็นผลให้รูปแบบพื้นที่สีเขียวก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนในพื้นที่ชานเมือง

(2) การวางแผนระดับโครงการ

การคำนึงถึงพื้นที่และสภาพทางธรรมชาติยังคงเป็นสิ่งสำคัญในการเริ่มต้นโครงการการวางผังบริเวณที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสมดุลระหว่างสภาพธรรมชาติ ความต้องการของผู้ใช้และความคุ้มค่าในการลงทุนของเจ้าของโครงการ หากโครงการจำเป็นต้องอยู่ในพื้นที่น้ำท่วมก็ต้องนำเรื่องการออกแบบวางผังในการป้องกันน้ำเข้ามาเป็นลำดับสำคัญ และต้องมีความเข้าใจสาเหตุของน้ำท่วมก่อนถึงจะป้องกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งน้ำท่วมส่วนหนึ่งมาจากน้ำฝนที่ตกลงมาในเขตพื้นที่ภายในโครงการเรียกว่าน้ำภายใน อีกส่วนหนึ่งเป็นน้ำที่ไหลหลากมาจากภายนอก ดังนั้นโครงการที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มต่ำ หรือเป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วมหรืออยู่ในที่ขวางทางน้ำ จำเป็นต้องหาแนวทางการรับมือ เช่น สร้างสระบบคูและคัน โดยรอบพื้นที่ ก็จะเป็นการป้องน้ำจากที่อื่น ๆ ไม่ให้ท่วมในพื้นที่ได้ แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องมีระบบกักเก็บชะลอน้ำไว้ไม่ให้ไปท่วมที่อื่น เช่น สร้างบึงรับน้ำในโครงการที่สามารถเป็นส่วนหนึ่งของภูมิทัศน์ได้ทั้งในแง่กักเก็บน้ำและความสวยงามรวมถึงเป็นพื้นที่นันทนาการของโครงการ นอกจากนี้การวางผังจัดกลุ่มอาคารต่าง ๆ และแนวคิดเกี่ยวกับภูมิสถาปัตยกรรมมีส่วนช่วยลดความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมได้ เช่น การปรับระดับพื้นที่ให้มีที่สูงต่ำ การกำหนดให้มีพื้นที่ที่สามารถให้น้ำท่วมได้เพื่อเป็นการกักเก็บน้ำในโครงการหรือที่เรียกว่า “แก้มลิง” และการจัดวางอาคารเป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งเป็นการวางแผนโดยใช้แนวคิดบนพื้นฐานของลักษณะของธรรมชาติ หากโครงการต่าง ๆ ถมพื้นที่ให้สูงเพื่อหนีน้ำและระบายน้ำฝนออกไปยังพื้นที่รอบ ๆ ทำให้น้ำภายนอกเพิ่มระดับขึ้นเพราะไม่มีพื้นที่รับน้ำเพียงพอ เป็นการแก้ปัญหาแบบเอาตัวรอดทำให้สิ้นเปลืองในด้านงบประมาณและฝืนระบบธรรมชาติและไม่เป็นผลดีในระยะยาวอีกด้วย การจัดการน้ำภายในโครงการที่ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ขวางทางน้ำธรรมชาติหรืออยู่ในแนว Floodway ซึ่งเป็นพื้นที่พัฒนาที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือภูมิประเทศในบริเวณพื้นที่ในโครงการเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำมีแนวร่องพาดผ่านพื้นที่ ในฤดูแล้งอาจจะแห้งหรือมีน้ำไม่มาก แต่ในฤดูน้ำหลากก็จะกลายเป็นทางน้ำชั่วคราวและอาจจะเอ่อล้นไปยังพื้นที่รอบ ๆ ได้ ดังนั้นเจ้าของโครงการหรือผู้พัฒนาโครงการและผู้ออกแบบต้องรู้และเข้าใจลักษณะของธรรมชาติซึ่งถือเป็นเรื่องสำคัญต่อชีวิตและทรัพย์สินภายในโครงการในระยะยาวเพื่ออยู่ร่วมธรรมชาติ เช่น การหลีกเหลี่ยงการสร้างโครงสร้างขนาดใหญ่ขวางทางน้ำ แต่ให้จัดเป็นพื้นที่สีเขียวในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้น้ำไหลผ่านหรือกักเก็บน้ำชั่วคราวหรือเป็นพื้นที่นันทนาการได้ เช่น การปรับแต่งพื้นที่ให้ง่ายต่อการเข้าถึงเพื่อการพักผ่อน ในขณะเดียวกันก็ต้องรักษาหน้าที่ทางนิเวศวิทยาไว้ด้วย ในส่วนนี้ภูมิ

สถาปนิกจะมีความสำคัญในการออกแบบพื้นที่อย่างมาก และเจ้าของโครงการจะต้องเข้าใจและยอมรับแม้ว่าพื้นที่ส่วนนี้จะแบ่งเป็นพื้นที่ขายได้ แต่การคงไว้ให้เป็นพื้นที่สีเขียวเพื่อการพักผ่อนของโครงการจะเป็นปัจจัยในการสร้างมูลค่าให้กับโครงการในทางอ้อมได้รวมถึงลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ สำหรับพื้นที่โครงการที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เหมาะกับการพัฒนาเป็นชุมชนเมืองและเขตอุสาหกรรม นักภูมิสถาปนิกและนักลงทุนจะต้องมีความรับผิดชอบในการจัดการน้ำในโครงการเอง เรื่องนี้เป็นเรื่องที่ประเทศที่พัฒนาแล้วให้ความสำคัญอย่างมากไม่ว่าจะเป็นโครงการเล็กหรือใหญ่ห้ามมิให้น้ำผิวดินของโครงการระบายสู่พื้นที่ข้างเคียงที่ต่ำกว่าต้องมีการจัดการกักเก็บน้ำไว้และอนุญาตให้ปล่อยน้ำสู่ระบบระบายน้ำสาธารณะเท่านั้น ปัจจุบันหลาย ๆ เมืองริเริ่มรณรงค์ให้เกิดโครงการพัฒนาพื้นที่แบบ Zero Runoff คือ โครงการนั้น ๆ ต้องจัดการหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ในโครงการ เช่น นำมารดน้ำต้นไม้ นำมาใช้กับชักโครก หรือการกักเก็บไว้ในอาคาร เป็นต้น

(3) การวางแผนระดับบ้าน

การวางแผนและจัดการเพื่อป้องกันน้ำท่วมในระดับบ้านที่ดีเกิดจากการมีส่วนร่วมของชุน หากทุกหลังคาเรือนได้รับคำแนะนำและคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญหรือภูมิสถาปนิก ก็จะมีส่วนช่วยในการจัดการปริมาณน้ำบนผิวดินได้ (runoff) โดยเริ่มจากการออกแบบวางผังให้เหมาะสมกับธรรมชาติและยึดหลักการกักเก็บน้ำที่เกิดจากน้ำฝน โดยกักเก็บส่วนหนึ่งและปล่อยสู่ทางน้ำสาธารณะให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ก็จะทำให้บรรเทาผลกระทบที่เกิดจากน้ำท่วมได้ ดังนั้น หากทุกโครงการทั้งคอนโดมิเนียม บ้านเดี่ยว อาคารพาณิชย์ เลือกใช้วัสดุพรุนน้ำที่ยอมให้น้ำซึมลงดิน และเลือกใช้พืชพรรณที่ช่วยกักเก็บน้ำ และการเลือกใช้แนวคิดธรรมชาติเข้ามาใช้ เช่น ระบบกักเก็บน้ำแบบธรรมชาติหรือร่องระบายน้ำแบบเปิดโดยใช้พืชพรรณ (Bioswale) จะทำให้มีพื้นที่รับน้ำไว้ได้มาก ดังนั้น ในการออกแบบควรคำนึงถึงสัดส่วนของพื้นที่ภูมิทัศน์ดาดอ่อน (softscape) และพื้นที่ดาดแข็ง (hardscape) โดยการเลือกใช้วัสดุควรใช้พื้นผิวน้ำซึมผ่านได้ เช่น พื้นปูบล็อคคอนกรีต บล็อคปลูกหญ้า กรวดหินเกล็ด หรือการใช้พื้นคอนกรีตและพื้นแอสฟัลต์ที่น้ำซึมผ่านได้ (Porous Pavement) แทนการเทคอนกรีตเป็นถนนในโครงการ เป็นต้น ซึ่งเป็นการใช้ชั้นดินอย่างเกิดประโยชน์และเป็นทางเลือกที่ดีในการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม

งานภูมิสถาปัตยกรรมนับว่าเป็นงานที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับพื้นที่ระดับพี่พักอาศัยขนาดเล็กไปจนถึงระดับชุมชนและระดับเมือง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรให้ความสำคัญและนำมาพัฒนาด้านการจัดการการลดน้ำไหลนองเพื่อใช้เป็นแนวทางการวางแผน แก้ปัญหาและพัฒนาเพื่อปรับปรุงและรักษาสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังมีแนวคิดมากมายในการจัดการน้ำ เช่น Low Impact Development (LID) Water Sensitive Urban Design (WSUD), Active Beautiful and Clean-Water Design (ABC-Water), LIUDD (Low impact urban design and development) และ

Natures-Based solution (NBS) โดยแนวคิดต่าง ๆ นี้เป็นการจัดการน้ำโดยใช้วัฏจักรของน้ำ ตั้งแต่การระเหยของน้ำกลายเป็นไอน้ำ กลายเป็นฝนตกลงมาสู่พื้นโลกด้วยรูปแบบต่าง ๆ ผ่านพื้นผิวที่เป็นพืชพรรณและระเหยกลับสู่ชั้นบรรยากาศ น้ำบางส่วนตกลงสู่ผิวดินและซึมลงสู่เป็นน้ำใต้ดินส่วนที่เหลือจากการซึมลงสู่ดินไหลไปตามแหล่งน้ำผิวดินเพื่อใช้ประโยชน์และระเหยกลับสู่ชั้นบรรยากาศ (ยุทธภูมิ เผ่าจินดา, 2561) โดยมีเทคนิคเพื่อให้เป็นไปตามวัฏจักรของน้ำ คือ 1) การลำเลียงน้ำ (Conveyance techniques) 2) การกักเก็บน้ำ (Storage techniques) และ 3) การซึมสู่ใต้ดินและการกรอง (Infiltration and filtration techniques) ซึ่งในวิธีการทำให้น้ำซึมสู่ใต้ดินและการกรองโดยใช้พืชพรรณ เป็นลักษณะระบบกักเก็บน้ำแบบใช้พืชพรรณและมีการบำบัดน้ำก่อนไหลลงสู่ใต้ดิน (Bioretention pond) หรือเป็นลักษณะร่องน้ำที่ใช้หน่วงน้ำ (Bio swale) โดยมีการออกแบบระบบกักเก็บน้ำ ดังนี้

2.6.1 ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ (Bio-retention)

การออกแบบระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ หมายถึง บริบทหนึ่งของการออกแบบภูมิทัศน์หรือการออกแบบทางกายภาพที่คำนึงถึงระบบระบายน้ำ และระบบกรองน้ำเสียโดยชั้นกรองจากน้ำไหลบ่าหรือน้ำเสีย ภายใต้การออกแบบวางผังพืชพรรณตามหลักการทางภูมิทัศน์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่เป็นสำคัญ ต้องมีการคำนึงถึงชนิดของพืชพรรณอันมีความหลากหลาย อีกทั้งปัจจัยแวดล้อมที่พืชพรรณแต่ละชนิดจะอยู่ได้ ดังนั้นการออกแบบให้เกิดประสิทธิภาพต่อการลดปริมาณน้ำไหลนองของเมืองรวมถึงไม่เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการออกแบบระบบกักเก็บน้ำ (ดารณี ด่านวันดี, มุจลินทร์ ผลจันทร์, และพีรการต์ บรรเจิดกิจ, 2555) ดังสรุปได้ดังนี้

แนวทางการจัดทำระบบการกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการน้ำไหลนองประกอบด้วย

(1) วางสิ่งอำนวนความสะดวกบริเวณพื้นที่ที่ก่อให้เกิดการไหลบ่าของน้ำ

(2) พื้นที่ที่น้ำสามารถกระจายออกและสิ่งอำนวยความสะดวกของระบบกักเก็บน้ำที่สามารถช่วยกระจายน้ำออกไปได้

(3) พื้นที่อื่นๆ ที่ใช้ระบายน้ำควรมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 2.53 ไร่

(4) การบูรณาการพื้นที่เพื่อการจัดการการไหลบ่าของน้ำเพื่อที่นำไปสู่จุดบรรจบของท่อที่ทำการออกแบบระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ

(5) สภาพดินที่เหมาะสมในการพัฒนาระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ

หลักเกณฑ์ทั่วไปในการออกแบบ

ในการออกแบบระบบพืชพรรณมีเกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) ที่ควรพิจารณาดังนี้

(1) ปริมาตรการกักเก็บน้ำ ต้องคำนึงถึงความลึกของน้ำและระยะเวลาการกักเก็บ เนื่องจากต้องมีการลดความสกปรกของน้ำ โดยความลึกของระดับน้ำที่กักเก็บไม่ความเกิน 12 นิ้ว สำหรับระบบพืชพรรณที่เป็นบ่อ (Basin) และไม่เกิน 8 นิ้ว สำหรับพืชกรรณที่เป็นร่องยาว (Swale) และการมีอัตราการซึมน้ำที่ควรให้น้ำสามารถอยู่ในระบบอย่างน้อย 72 ชม. (3 วัน) และหากการทดสอบอัตราการซึมน้ำจากระบบจำลองได้ 4 นิ้ว/ชั่วโมง ในการออกแบบจริงต้องใช้อัตราการซึมน้ำที่ 2 นิ้ว/ชั่วโมง เนื่องจากการนำไปใช้จะต้องคำนึงถึงสิ่งสกปรกที่ทำให้อุดตันตามช่องว่างของน้ำและอากาศของระบบพืชพรรณจึงทำให้อัตราการซึมน้ำลดลงได้

(2) ประเภทของดินที่ใช้ในระบบพืชพรรณ การเลือกใช้ดินแต่ละประเภทมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณรวมไปถึงบทบาทการดูดซับความสกปรกเพราะดินแต่ละประเภทเป็นแหล่งอาหารและน้ำของพืชพรรณ ซึ่งประเภทของดินควรมีองค์ประกอบของดินเหนียว 10-15% ทราย 65% และ pH ควรอยู่ระหว่าง 5.5-6.5 นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงระดับความลึกของดินซึ่งไม่ควรน้อยกว่า 3 ฟุต จะเห็นได้ว่าประเภทของดินสำคัญต่อระยะเวลาการกักเก็บและอัตราการซึมผ่านที่ต้องการเป็นอย่างมาก

(3) ชนิดของพืชพรรณ การพิจารณาเลือกชนิดของต้นไม้เป็นอีกส่วนสำคัญในการที่จะช่วยลดธาตุอาหารและสิ่งสกปรกออกจากน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ พืชพรรณตามธรรมชาติทุกชนิดและทุกประเภทสามารถดูซับมลพิษทางน้ำและอากาศได้ในระดับที่แตกต่างกันตามลักษณะทางชีวกายภาพของพืชพรรณนั้น เช่น ชนิดของพรรณไม้อวบน้ำหรือพืชพรรณที่มีทรงพุ่มใบหนาแน่น พืชพรรณที่มีใบขน หรือมีระบบรากฝอย จะสามารถกรองเสียง ฝุ่นละออง ดูดซับน้ำและความชื้นเอาไว้ก่อนที่น้ำจะไหลลงสู่พื้นที่ธรรมชาติ อีกทั้งควรคำนึงถึงระยะห่างระหว่างต้นไม้ โดยทั่วไปควรปลูกต้นไม้ประมาณ 1,000 ต้น/เอเคอร์ และระยะห่างระหว่างไม้ยืนต้นไม่ควรน้อยกว่า 12 ฟุต และไม้พุ่มไม่ควรน้อยกว่า 8 ฟุต

(4) ประเภทและความหนาของวัสดุรองพื้น การเลือกใช้วัสดุรองพื้นเป็นการป้องกันสารแขวนลอยขนาดเล็กจากดินที่จะเกิดการอุดตันของท่อรวบรวมน้ำ โดยควรใช้วัสดุรองพื้นด้วยกรวดและทรายเทไว้เหนือท่อรวบรวมน้ำ ซึ่งกรวดควรมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว และทรายควรมีความหนาไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว

(5) ปริมาณน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบพืชพรรณ ปริมาณน้ำไหลเข้าและไหลออกมีผลต่อระยะเวลากักเก็บ ดังนั้นปริมาณน้ำที่เข้าจะต้องไม่เกิดการชะหน้าดินจึงควรออกแบบเพื่อการชะลอความแรงของน้ำก่อนเข้าสู่ระบบพืชพรรณ รวมไปถึงต้องมีการพิจารณาอัตราของน้ำล้นออกและออกแบบท่อรองรับไว้ เนื่องจากการเกิดปริมาณน้ำไหลเข้าระบบเกินค่าการออกแบบไว้อาจเกิดขึ้นได้

การออกแบบภูมิทัศน์

(1) ความลาดชันของพื้นที่ ความลาดชันของพื้นที่มีความสำคัญต่อการออกแบบและการระบายน้ำในพื้นที่ ซึ่งจะมีผลต่อการวางพื้นที่ใช้สอยและการออกแบบพืชพรรณรวมทั้งการถูกกัดเซาะของพื้นที่ศึกษา

(2) ขนาดของพื้นที่ การออกแบบภูมิทัศน์จำเป็นจะต้องทราบขนาดของพื้นที่ซึ่งประกอบด้วยความกว้าง ยาว ทิศทางต่างๆ ของพื้นที่เพื่อพิจารณาความเพียงพอต่อการกักเก็บน้ำชั่วคราวของระบบพืชพรรณ

(3) ทิศทางของแสง เป็นประโยชน์ในการเลือกขนาดและชนิดของพรรณไม้และปลูกไม้บังแสงแดด/ไม้ให้ร่มเงา สามารถเลือกตำแหน่งที่พักผ่อนได้อย่างเหมาะสมหรือเลือกวัสดุปูพื้นผิว ทางเดิน หรือวัสดุประกอบอื่นๆ ได้อย่างเหมาะสมซึ่งจะช่วยลดความร้อนของแสงและมลภาวะต่างๆ

(4) ทิศทางลม การสำรวจทิศทางของลม เพราะลมจะมีผล ต่อ ความชื้นและความเย็นสบายของผู้ใช้ประโยชน์พื้นที่

(5) ดิน การทราบข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของดินว่าเป็นดินเหนียว ดินร่วน หรือดินทราย ดูความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพของดินชั้นหน้าดิน และระดับน้ำใต้ดิน เพื่อใช้ในการเลือกใช้วัสดุรองพื้นดินและชนิดพรรณไม้ให้เหมาะสมกับชนิดของดิน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัดมลภาวะทางน้ำ โดยมีการจำแนกดินไว้ 3 ชนิด คือ ดินทราย ดินร่วน ดินเหนียว ดินทรายประกอบไปด้วยทรายตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป น้ำซึมผ่านได้ง่ายมาก ดินร่วนประกอบด้วย ทราย โคลน และดินเหนียว น้ำและอากาศไหลผ่านได้ดีกว่าดินเหนียว และดินเหนียว เป็นดินที่มีเนื้อละเอียดแน่นอุ้มน้ำได้ดี และซึมน้ำผ่านได้ยาก โดยค่าอัตราการซึมพื้นฐาน (infiltration capacity) ของน้ำผ่านผิวดินโดยประมาณ ดังนี้ ดินร่วนปนทราย มีอัตราการซึมโดยประมาณเฉลี่ย 25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงดินร่วน มีอัตราการซึมโดยประมาณเฉลี่ย 15 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ดินร่วนเหนียว อัตราการซึมโดยประมาณเฉลี่ย 10 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ดินเหนียวอัตราการซึมโดยประมาณเฉลี่ย 5 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง (บุญมา ป้านประดิษฐ์, 2546)

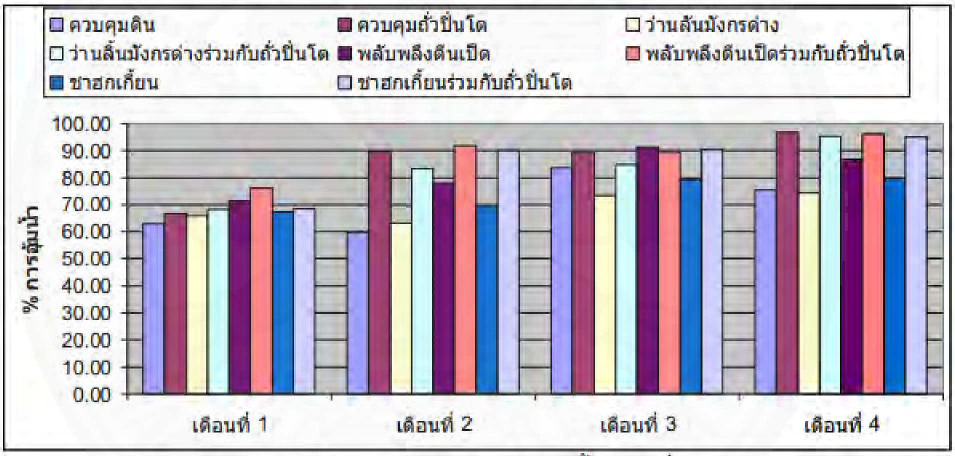
(6) สภาพภูมิอากาศ การทราบข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ เช่น อยู่ในเขตร้อน อากาศแห้งแล้ง เขตหนาว หรือเขตฝนชุกเป็นข้อมูลที่จะนำมาใช้พิจารณาเลือกชนิดพืชพรรณหญ้าชนิดต่างๆลักษณะการเจริญเติบโตและสภาวะที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของพื้นที่

(7) พรรณไม้เดิม การออกแบบจะคำนึงถึงการใช้พรรณไม้เดิมที่มีอยู่แล้วเป็นสำคัญแต่มีการเพิ่มเติมระบบพืชพรรณในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อการลดมลภาวะทางน้ำโดยควรให้มีอัตราส่วนไม้พุ่มต่อไม้ยืนต้น ในพื้นที่ออกแบบมีค่า 2:1 ถึง 3:1

(8) สิ่งแวดล้อมอื่นๆ การพิจารณาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่และพื้นที่ข้างเคียง ให้มีความเชื่อมโยงต่อเนื่อง เกิดความสวยงามให้กับผู้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ข้างเคียง เพื่อเสริมสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้กับชุมชนโดยรอบ น้ำ (ดารณี ด่านวันดี มุจลินทร์ ผลจันทร์และ พีรการต์ บรรเจิดกิจ, 2555)

ความสามารถในการดูดซึมน้ำของพืชพรรณ

มีการศึกษาการทดสอบระบบ Bioretention โดย พีรกานต์ บรรเจิดกิจ ในการวัดหาค่า % การอุ้มน้ำ เพื่อทราบถึงการดูดซับน้ำของแต่ละการทดลอง ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกและการศึกษาวัสดุกรองที่สามารถช่วยในการดูดซับน้ำได้ ทำให้ได้ผลพิสูจน์ของพืชพรรณที่นำมาใช้ในแต่ละชุดข้อมูล พบว่าความสามารถในการช่วยเพิ่ม % ในการอุ้มน้ำ ในพืชพรรณแต่ละชนิดให้ผลดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.15 แสดงค่าร้อยละการอุ้มน้ำ แบบที่ 1 โดยพีรกานต์ บรรเจิดกิจ, ดารณี ด่านวันดี, ศุภางค์ ทะย์พิทักษ์. (2554). *การพัฒนาระบบการลดมลพิษ-กักเก็บน้ำด้วยการใช้พืชพรรณเพื่อบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน.* มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ในช่วงเดือนแรกของการปลูกพืชพรรณในแต่ละชนิด การอุ้มน้ำของแต่ละพืชพรรณจะไม่มีความแตกต่างกันมาก เนื่องจาก พืชยังไม่เจริญเติบโตเต็มที่ทำให้ การอุ้มน้ำมีค่าน้อยกว่าในเดือนถัดไป แต่เมื่อดูในเดือนแรกแล้ว พบว่าการอุ้มน้ำยังมีค่าสูง เป็นเพราะว่า ดินและวัสดุตัวกลางยังมีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำและยังไม่อิ่มตัว แต่เมื่อเวลาผ่านไป มีการเจริญเติบโตรวมทั้งพืชคลุมดินมีความเจริญเติบโตตามไปด้วย ส่งผลทำให้การอุ้มน้ำมีค่าสูงมากขึ้นตามลำดับ ดังภาพ 2.15

ทำให้สรุปชนิดพืชพรรณที่สามารถนำมาใช้ในการจำลองพื้นที่ศึกษาได้ คือ ถั่วปิ่นโต ว่างลิ้นมังกรด่าง พลับพลึงตีนเป็ด ชาฮกเกี้ยน และจากการศึกษาทำให้เกิดองค์ความรู้สามารถเลือกพืชพรรณที่อยู่ในวงศ์วงเดียวกับพืชพรรณที่ใช้ในการทดสอบมาใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้

2.6.2 หลังคาเขียว (Green Roof)

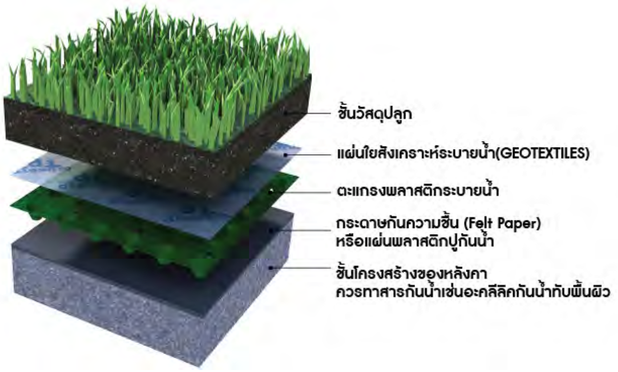
หลังคาเขียวหรือสวนหลังคา หมายถึง หลังคาที่เป็นสีเขียวจากการมีพืชพันธุ์ปกคลุมอยู่ข้างบน ไม่ว่าจะเป็นพืชพรรณในลักษณะพืชคลุมดิน ไม้เลื้อยหรือลักษณะใดก็ตามโดยเน้นการคำนึงถึงผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยตรง เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาสภาพแวดล้อมของระบบนิเวศเมือง ทั้งปัญหาในการควบคุมจัดการน้ำฝนที่ทำให้เกิดน้ำท่วม การสร้างหลังคาเขียวมีการใช้กันมามากกว่า 10 ปีแล้ว ในปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา ญี่ปุ่น ได้มีการส่งเสริมและบางครั้งเป็นกฎหมายที่สนับสนุนให้ใช้หลังคาเขียวในหลาย ๆ พื้นที่เพื่อผลทางด้านสภาพแวดล้อม อีกสาเหตุของการเกิดหลังคาเขียว คือการเพิ่มของพื้นที่หลังคา ที่เป็นวัสดุพื้นดาดแข็ง (Hardscape) ปริมาณมากในพื้นที่เมืองอันเป็นที่สะสมความร้อนในตอนกลางวันและคายความร้อนออกมาในตอนกลางคืน เป็นสาเหตุให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิและเกิดความปรวนแปรของสภาพอากาศ อีกทั้งการลดลงของที่รับน้ำอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของสิ่งก่อสร้างและพื้นดาดแข็งในเมืองที่ส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำไหลนอง (กนกวลี สุธธร) โดยหลักการออกแบบหลังคาเขียวดังภาพที่ 2.16 มีขั้นตอนหลักการที่ต้องคำนึงถึง สรุปได้ดังนี้

การรับน้ำหนักต้องมีโครงสร้างที่รับน้ำหนักได้อย่างน้ำ 1-2 ตัน/ ตร.ม.

การระบายน้ำต้องมีการระบายน้ำที่ดีและมีระบบ overflow เผื่อไว้เสมอ

ระบบกันซึม ต้องมีการเตรียมระบบกันซึมตั้งแต่เริ่มก่อสร้างอาคารและเลือกวิธีการทำระบบกันซึมที่ได้ประสิทธิภาพและไม่ก่อให้เกิดปัญหาตามมาภายหลัง

การเลือกพืชพรรณให้เหมาะสม การวางตำแหน่งต้นไม้ใหญ่ความสูงของต้นไม้ที่เหมาะสม ต้องมีการศึกษาทิศทางของลมและแสงแดด



ภาพที่ 2.16 แสดงขั้นตอนของการออกแบบหลังคาเขียว. สืบค้นจาก https://www.bareo-isyss.com/decor-guide/305-green-roof.html.

จากภาพที่ 2.14 อธิบายขั้นตอนการสร้างหลังคาเขียวได้ดังนี้

ชั้นที่ 1 ชั้นที่ไว้สำหรับปลูกวัสดุ จะนิยมใช้พืชคลุมดินที่เรียกว่า sedum เป็นพืชที่โตช้า ระบบรากตื้น และมีความทนทานสูง

ชั้นที่ 2 ชั้นที่ส่วนใหญ่นิยมใช้เป็น แผ่นใยสังเคราะห์สำหรับงานดิน (GEOTEXTILES) ที่สามารถให้เฉพาะน้ำไหลผ่านได้และเพื่อไม่ให้วัสดุปลูกหลุดรอดลงไปอุดตันชั้นระบายน้ำ

ชั้นที่ 3 ชั้นตะแกรงพลาสติกระบายน้ำ หรือคอนกรีตชนิดมีรูพรุน (สำหรับสวนดาดฟ้าที่มีโครงสร้างแข็งแรง)

ชั้นที่ 4 เป็นชั้นของแผ่นวัสดุกันน้ำและความชื้น ส่วนใหญ่จะใช้เป็น กระดาษกันความชื้น (Felt Paper) หรือแผ่นพลาสติกปูกันน้ำสำหรับรองก้นบ่อดิน

ชั้นที่ 5 คือชั้นโครงสร้างของหลังคา ทั้ง Green Roof แบบสวนดาดฟ้าที่สามารถเดินเข้าไปใช้ประโยชน์ได้ และ Green Roof แบบที่ไม่สามารถเข้าไปใช้ประโยชน์ได้ (โดยมากจะใช้แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ปูทับโครงหลังคา) และทาสารกันน้ำเช่น อะคลิลิคกันน้ำทับพื้นผิว

2.6.3 วัสดุพื้นผิวแบบรูพรุน (permeable pavement)

พื้นผิวที่น้ำซึมผ่านได้หรือวัสดุพื้นผิวแบบรูพรุน (permeable pavement) ที่ใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรมนั้นไม่ว่าจะใช้ในการปูพื้นถนน ทางเดิน หรือพื้นดาดแข็งต่างๆ ควรจะมีช่องหรือรูสำหรับให้น้ำฝนซึมผ่านลงสู่ดินได้อย่างน้อย 10% ขึ้นไป เช่น การใช้บล็อคปลูกหญ้าที่ว่างบนทรายอัดแน่น หรือการใช้แผ่นปูพื้นแบบหน่วยย่อย เช่น บล็อคคอนกรีตสำเร็จรูปโดยปูเว้นร่องประมาณ 2.5 เซนติเมตร เพื่อให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย นอกจากนี้ควรพิจารณาลักษณะการออกแบบของพื้นดาดแข็งและการระบายน้ำประกอบกันเพื่อช่วยควบคุมการเกิดปัญหาน้ำไหลนอง ตัวอย่างเช่น คอนกรีตพรุนน้ำ เป็นเทคโนโลยีคอนกรีตที่มีรูพรุนต่อเนื่องกันโดย ไม่มีมวลละเอียดหรือทรายในส่วนผสม เพื่อต้องการให้เกิดโพรงที่ต่อเนื่อง (Interconnection Void) อยู่ภายในเนื้อคอนกรีตขนาดตั้งแต่ 2-8 มม. โดยทั่วไปจะมีพื้นที่ช่องว่างประมาณร้อยละ 15-25 ซึ่งขนาดช่องว่างเหล่านี้ จะทำหน้าที่ให้น้ำไหลผ่านได้สะดวก อัตราการไหลผ่านของน้ำผ่านคอนกรีต พรุนมักจะอยู่ที่ประมาณ 200 ลิตร/ตร.ม./นาที ถึงแม้ว่าความพรุนสูงจะลด ความแข็งแรงเมื่อเทียบกับคอนกรีตทั่วไป แต่มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานทั่วไปตามปกติ คอนกรีตพรุน ได้ถูกคิดค้นและพัฒนาในประเทศอังกฤษและอเมริกาเป็นเวลากว่า 30 ปี เพื่อใช้ในงานคอนกรีตที่รักษ์สิ่งแวดล้อมและ ส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืน สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานด้านวิศวกรรม และสถาปัตยกรรมได้อย่างหลากหลายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน ทั้งในด้านความแข็งแรง ความสามารถในการระบายน้ำ ความสามารถใน การ

Ref. code: 25626116031102BJH

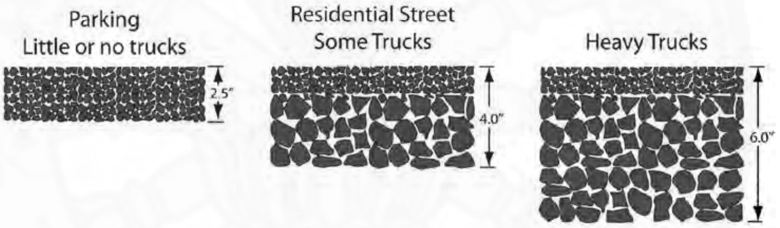
อุ้มน้ำ และความสามารถด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะพื้นที่ต้องการการระบาย น้ำได้ดี เช่น พื้นลานจอดรถ ลานหน้าอาคาร ลานรอบที่พักอาศัย พื้น บริเวณรอบสระว่ายน้ำ ถนนในหมู่บ้านที่การจราจรไม่หนาแน่น และถนน ภายในสนามกอล์ฟ เป็นต้น

ภาพที่ 2.17 ลานจอดรถที่ใช้เทคโนโลยีคอนกรีตพรุน. สืบค้นจาก
http://secement.org/products/pervious-concrete/.

ในการศึกษาของ Center for Watershed Protection ของสหรัฐอเมริการพบว่า หากมีการใช้วัสดุปูผิวที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ มากกว่า 25% ของพื้นที่ดาดแข็งในงานภูมิสถาปัตยกรรม จะทำให้เกิดความเสียหายต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ ในขณะที่ประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้น มีสภาวะฝนตกชุก เกิดปัญหาน้ำไหลนองในเขตเมือง เนื่องจากการเปลี่ยนสภาพของพื้นที่ธรรมชาติกลายเป็นพื้นที่เมือง และเป็นพื้นดาดแข็ง (Hardscape) เช่น ถนน ลานจอดรถ ลานเอนกประสงค์ ทางเดิน เป็นต้น ทำให้ปริมาณน้ำที่เคยซึมผ่านลงดินกลายเป็นน้ำไหลนอง และเกิดน้ำท่วมขัง เกิดมลภาวะแก่แหล่งน้ำธรรมชาติ รวมทั้งเกิดตะกอนทับถมในแม่น้ำลำคลอง อันจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และระบบนิเวศน์ ดังนั้นเราควรให้ความสำคัญกับการเลือกใช้วัสดุพื้นผิวในงานภูมิสถาปัตยกรรมเป็นอย่างยิ่ง เพื่อเป็นการเพิ่มความสามารถในการซึมซับน้ำฝนให้ลงดิน ช่วยลดการเกิดปัญหาน้ำไหลนอง รวมไปถึงทำให้ระดับน้ำใต้ดินสูงเพิ่มขึ้น ดินเกิดความชุ่มชื้น ซึ่งเป็นผลดีต่อสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศของเมือง (สรชัย, 2548)

Ref. code: 25626116031102BJH

นอกจากนี้ยังมีนวัตกรรมถนนซึมผ่านน้ำได้ ซึ่งถูกคิดค้นตั้งแต่ปี 1977 โดย Franklin Institute โดยเริ่มแรกเป็น Porous Asphalt Pavement แปลเป็นไทยตรง ๆ ได้ว่าถนนยางมะตอยแบบรูพรุน และตั้งแต่นั้นมาก็มีใช้ในหลายประเทศทั่วโลก เช่น สหรัฐอเมริกา, ญี่ปุ่นและหลายประเทศในยุโรป ปัจจุบันมหลากหลายวัสดุที่นำมาใช้ทำถนนน้ำซึมผ่านได้นอกจากยางมะตอย เช่น คอนกรีต หินปูถนน และพลาสติก โดยหลักการทำงานของถนนน้ำซึมผ่านได้จะถูกสร้างบนรากฐานที่ไม่ได้บดอัด (Uncompacted Subgrade) เพื่อให้น้ำซึมลงดินได้ ซึ่งต่างจากถนนทั่วไปที่ต้องบดอัดรากฐาน หลังจากนั้นจะถูกปูทับด้วยแผ่นผ้า Geotextile ที่น้ำซึมผ่านได้ ก่อนจะถมหินชั้นถัดไปคือ Stone Reservoir หรือ Stone Recharge Bed ซึ่งชั้นนี้คือหัวใจสำคัญของระบบ ชั้นนี้จะเป็นกรวดขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ว่างประมาณ 40% ทำหน้าที่เก็บกักน้ำระหว่างที่กำลังซึมลงไป หินชั้นต่อมาคือ Stabilizer Course เป็นก้อนกรวดขนาดเล็กถมให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว ทำหน้าที่ปรับสภาพพื้นผิวก่อนจะถมชั้นสุดท้ายซึ่งก็คือยางมะตอยชนิดรูพรุนนั่นเอง



ภาพที่ 2.18 แสดงความหนาของชั้นหินแต่ละชั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งานถนนในการรับน้ำหนัก. U.S.Department of Transportation, Federal Highway Administration.

ภาพที่ 2.19 แสดงถนนน้ำซึมผ่านได้ที่ประเทศญี่ปุ่น. สืบค้นจาก https://www.blockdit.com/articles/5c658a18dc36704f46c8ee6e.

เราจะพบเห็นพื้นที่ดาดแข็งมากมายในเมืองใหญ่ ๆ ทั้งถนน ทางเท้า และลานจอดรถ สิ่งที่เกิดขึ้นตามมาคือปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาจะขังอยู่บนพื้นผิวที่ไม่ซึมน้ำเหล่านี้ ซึ่งมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและ สิ่งแวดล้อมทำลายความสมดุลของระบบนิเวศน์ตามธรรมชาติและนำไปสู่ ปัญหาต่างๆ เช่น น้ำท่วมฉับพลัน มลภาวะของแม่น้ำและชายฝั่งทะเล เนื่องจากขณะที่น้ำฝนไหลผ่านพื้นผิวเหล่านี้จะชะล้างเอาคราบน้ำมันและ สารเคมีต่างๆ ลงไปยังแหล่งน้ำด้วย การหลีกเลี่ยงปัญหาเหล่านี้ก็คือต้องหยุดการปูผิว ปิดหน้าดินด้วยวัสดุที่ไม่ซึมน้ำซึ่งจะกั้นน้ำไม่ให้ซึมผ่านลงดินได้ แต่หากต้อง เลิกใช้ถนน ทางเท้า และลานจอดรถ ก็คงจะไม่ใช่ทางที่ถูกต้อง ดังนั้น แทนที่การใช้คอนกรีตหรือยางมะตอยแบบเดิม ในสหรัฐอเมริกา องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (EPA) และวิศวกรด้านธรณีวิทยาแนะนำให้ใช้คอนกรีต พรุนเพื่อจัดการปัญหานี้ ซึ่งคอนกรีตพรุนจะช่วยในกระบวนการระบายน้ำ โดยจะรองรับน้ำไว้ในช่องว่างของวัสดุและค่อย ๆ ไหลซึมลงดินด้านล่าง ถนนคอนกรีตและที่จอดรถสามารถเพิ่มปริมาณการรองรับน้ำฝนได้ถึงสองเท่าของพื้นที่ ซึ่งช่วยลดปริมาณน้ำฝนที่ค้างบนผิวดินจนเกิดการท่วมขัง และยังลดโครงสร้างของระบบการจัดการน้ำฝนแบบดั้งเดิมลงได้เช่น บ่อเก็บกักน้ำ และท่อระบายน้ำ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนค่าก่อสร้างระบบระบายน้ำ ได้เป็นอย่างดี

2.6.4 สวนซับน้ำฝน (Rain gardens)

สวนซับน้ำฝน เป็นส่วนประกอบสำคัญในงานภูมิทัศน์และทำหน้าที่พักน้ำชั่วคราวและทำให้ระบบระบายน้ำแบบธรรมชาติมีความสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งแนวคิดสวนซับน้ำฝนนี้เกิดจากการออกแบบพื้นที่สีเขียวที่กระจายอยู่ทั่วไปในเมืองมาจัดการกับน้ำฝนรอการระบายหรือน้ำไหลนองที่เกินขีดความสามารถในการรองรับของระบบทางวิศวกรรม จึงมีการออกแบบเป็นพื้นที่พิเศษที่สามารถซับน้ำฝนลงสู่ใต้ดินร่วมกับสระน้ำและธารน้ำแบบต่าง ๆ โดยมีพืชพรรณเป็นส่วนประกอบสำคัญ มีผู้เรียกแนวคิดของระบบนี้ว่า แนวคิดเขียว-ฟ้า (green-blue concept) เป็นระบบที่นองจากจะลดขนาดท่อทางวิศวกรรมและชะลอการท่วมฉับพลันของพายุฝนแล้วยังช่วยลดปัญหาการชะล้างหน้าดินสร้างความชุ่มชื้นแก่ดิน และบรรเทาปัญหามลพิษต่าง ๆ ที่มากับน้ำ จากการดูดซับและย่อยสลายของจุลทรีย์ในดินตามระบบรากของพืชพรรณหลากชนิดโดยเฉพาะพืชทนแฉะที่ใช้ปลูกในสวน

แนวคิดการสร้างสวนซับน้ำฝนเริ่มในสหรัฐอเมริการ เมื่อประมาณ ๒๕ ปีก่อนในโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยที่ต้องการลดค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบระบายน้ำฝนที่มีข้อบัญญัติบังคับให้กรองเอาตะกอนสิ่งสกปรกและมลพิษออกก่อนปล่อยลงสู่ระบบระบายน้ำฝนหรือสระสาธารณะ แม้ก่อนหน้านั้นสหรัฐจะใช้ “แก้มลิงชีวภาพ” (bio-retention pond) แต่เนื่องจากค่าใช้ที่ดินและค่าก่อสร้างสูงกว่าทำให้การสร้างสวนซับน้ำฝนได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น ประเทศไทยมีสวนสาธารณะหลายแห่งที่อาจเรียกได้ว่าเป็นสวนซับน้ำฝน ทั้งสวนลุมพินี สวนหลวง ร.9 และสวนสมเด็จพระนางเจ้าศิริกิต ที่ได้ออกแบบให้สามารถทำหน้าที่หน่วงน้ำไว้ได้มากพอควร สวนป่าในกรุงที่จัดสร้างโดย ปตท. แม้จะมีขนาดเล็กก็สามารถเก็บกักและซับน้ำได้ดีพอควร สวนที่อาจเรียกได้ว่าเป็นการออกแบบให้เป็น

สวนซับน้ำฝนตามแนวคิดใหม่ ได้แก่อุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งใช้ข้อพิจารณาที่เน้นการรับน้ำฝนฉับพลันจากนอกบริเวณอุทยานไว้ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ ส่วนอุทยานเบญจกิติแม้จะสร้างใหม่แต่ก็ไม่ได้ออกแบบให้สามารถช่วยรับน้ำฝนที่ตกหนักไว้ได้ และส่วนใหญ่เป็นลานทึบน้ำ

ภาพที่ 2.20 สวนซับน้ำฝน. สืบค้นจาก https://citycracker.co/city-design/rain-gardens/.

ตัวอย่างพื้นที่สวนสาธารณะที่เป็นสวนซับน้ำที่ยกมาคือ อุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นการวางแผนระดับภาค ซึ่งมีการพิจารณาพื้นที่ในการเน้นรับน้ำฝนฉับพลันจากนอกบริเวณไว้ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ เป็นสวนสาธารณะระดับชุมชน (Community Park) มีการปลูกพืชท้องถิ่นตามแนวคิดป่าในเมืองและออกแบบให้เป็นพื้นที่หน่วงน้ำของเมือง มีแนวพื้นที่รับน้ำ (Rain Garden) และระบบระบายน้ำใต้ดิน

แนวคิดในการออกแบบ อุทยาน ๑๐๐ ปี จุฬาฯ

(1) ตามรอยพระราชปณิธานของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ในการพระราชทานที่ดินให้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อให้เป็นพื้นที่สำหรับการเรียนรู้และคืนประโยชน์สู่สังคมส่วนรวม

(2) การจัดการพื้นที่สีเขียว พื้นที่ประมาณ 29 ไร่ บริเวณพื้นที่สวนหลวง – สามย่าน ซึ่งกำหนดให้เป็น “ที่โล่งว่าง” ต่อเนื่องกับแนวแกนหลักสีเขียวในเขตการศึกษา (แกนตะวันตก-ตะวันออก) และมีถนน ๑๐๐ ปี จุฬาฯ (จุฬาลงกรณ์ 5 เดิม) เชื่อมถนนพระราม 1 – พระราม 4 สร้างความต่อเนื่องของกิจกรรม การใช้ประโยชน์พื้นที่มหาวิทยาลัยกับชุมชน

(3) การเป็นพื้นที่สีเขียว เพื่อการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนระหว่างนิสิตกับชุมชน คนกับธรรมชาติมีความยืดหยุ่นสูงต่อการใช้งานของผู้คนขนาดกลุ่มต่างๆ เชื่อมต่อแนวแกนสีเขียว ตามผังแม่บทของมหาวิทยาลัยจากเขตการศึกษาขยายสู่ฝั่งตะวันตก

(4) ใช้พืชพรรณพื้นถิ่นหลากหลายชนิด ปลูกแบบธรรมชาติในแนวคิดป่าในเมือง (Urban forestry) ต้นแบบสวนสาธารณะในสถานะพื้นที่หน่วงน้ำของเมือง เพิ่มพื้นที่น้ำซึมดิน

ภาพที่ 2.19 สวนสาธารณะอุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สืบค้นจาก https://citycracker.co/city-design/rain-gardens/.

แนวความคิดของพื้นที่รับน้ำ (Rain garden) ปลูกต้นไม้สองข้างทาง พร้อมระบบท่อระบายน้ำใต้ดิน ช่วยในการซึมน้ำ-หน่วงน้ำเมื่อฝนตก มีการออกแบบพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์พื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์ (Construct Wetland) เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อส่งเสริมระบบนิเวศ และนันทนาการ เป็นระบบการหมุนเวียนน้ำในอุทยาน เป็นหัวใจของการออกแบบที่ว่าง ใช้ระบบชีววิศวกรรมเพื่อการบำบัดน้ำ และสร้างระบบนิเวศในพื้นที่เมือง พื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์ในส่วนต่าง ๆ ของอุทยาน จะช่วยกักเก็บน้ำฝนไว้ใช้รดน้ำต้นไม้ และเป็นพื้นที่ซึมน้ำ หน่วงน้ำของเมืองรวมถึงสวนซึมน้ำ (Porous Park) ให้อุทยานทำหน้าที่เป็นฟองน้ำของเมืองด้วยการออกแบบสัณฐานอุทยานให้มีความลาดเอียง เพื่อเพิ่มความสามารถในการซึมน้ำดัก และกักเก็บน้ำฝนในช่วงหน้าฝน และนำน้ำกลับมาใช้ในช่วงหน้าแล้ง สร้างบ่อหน่วงน้ำทั้งแบบเปียก (Retention Pond) และแบบแห้ง (Detention Pond) เพื่อขังและชะลอน้ำฝน ก่อนระบายออกสู่สาธารณะ โดยสามารถหน่วงน้ำไว้ในพื้นที่ได้ประมาณ 3-4 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังมีพื้นที่แก้มลิงตรงทางเข้าอุทยาน จากอุทยาน ๑๐๐ ปี จุฬาฯ เป็นพื้นที่เปิดโล่ง เอื้อต่อ

การเข้าถึง และการจัดกิจกรรม รวมทั้งบริเวณพื้นที่สีเขียวด้านข้าง เป็นพื้นที่ซึมน้ำแบบแก้มลิง เน้นต้น “จามจุรี” เป็นสัญลักษณ์

แนวคิดหลักของสวนซับน้ำฝนคือการชะลอความเร็วการไหลตามผิวพร้อมกับการกรองและการซึมลงใต้ดิน ดังนั้น พื้นที่ก่อสร้างจึงควรเป็นดินที่ซับน้ำได้ดีพอควร ในพื้นที่ที่เป็นดินเหนียวไม่ซับน้ำ เช่น กรุงเทพฯ จึงต้องอาศัยอ่างรับน้ำหรือสร้างถังพักก่อนปล่อยทิ้ง ในแง่ธรณีวิทยาใต้ชั้นดินเหนียวของกรุงเทพฯ มีชั้นทรายหนาแผ่สลับกับชั้นดินเหนียวถึง 3 ชั้น ที่ความลึกผันแปรต่าง ๆ ตั้งแต่ชั้น 20 เมตร ชั้น 35 เมตร และชั้น 50 เมตรโดยประมาณ ที่หนามากที่สุด เฉพาะที่ชั้นลึก 20 เมตรเป็นทรายหนามากกว่า 10 เมตร ซึ่งชั้นทรายเหล่านี้อาจมีความพรุนที่สามารถ ซับน้ำฝนที่ท่วมฉับพลันได้เป็นอย่างดี ส่วนจะมากน้อยเท่าใดนั้นยังคงต้องทำการสำรวจต่อไป

2.7 สรุปแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่าการลดน้ำไหลนองด้วยมาตรการทางภูมิทัศน์ยังเป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในระดับภาค ไปจนระดับโครงการและบ้าน การใช้แนวคิดต่าง ๆ นั้นสามารถเกิดขึ้นได้จริงในพื้นที่เมือง อย่างเช่น สวนสาธารณะในเมืองหลาย ๆ แห่งเริ่มมีการใช้แนวคิดสวนซับน้ำฝนเพื่อการกักเก็บน้ำในการบรรเทาการไหลนองจากน้ำฝน ดังนั้น การนำกลยุทธ์เชิงภูมิสถาปัตยกรรมมาใช้บรรเทาการไหลนองของน้ำฝนในระดับโครงการมีความน่าสนใจและยังไม่เกิดเป็นรูปธรรม ในการศึกษาครั้งนี้จึงนำกลยุทธ์ที่เหมาะสมกับการวางแผนจัดการน้ำไหลนองระดับโครงการมาทำการศึกษา และพบว่าผังการใช้ประโยชน์ที่ดินย่านที่อยู่อาศัยหนาแน่นและเป็นพื้นที่จุดอ่อนน้ำท่วมที่สำนักการระบายน้ำได้กำหนดไว้ในปี 2562 เลือกเป็นพื้นที่เขตสาทรที่เหมาะแก่การนำมาทดลองและศึกษาหามาตรการที่เหมาะสมสำหรับเขตเมืองชั้นในที่เป็นย่านศูนย์กลางธุรกิจ มีพื้นที่ดาดแข็งที่ส่งผลต่อความร้อนอากาศเมื่อถึงช่วงฤดูฝนจึงทำให้ฝนตกชุก และเกิดโครงการพักอาศัยรวม (Condominium) อย่างต่อเนื่อง ที่มีการกำหนดควบคุมความหนาแน่นของ FAR ไว้ที่ 8:1 และ OSR ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 และพื้นที่น้ำซึมผ่านไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง จึงนำพื้นที่ว่างมาทำการทดลองเพื่อพิสูจน์มาตรการทางผังเมืองและเชิงภูมิสถาปัตยกรรมร่วกันเพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป

ผลการทบทวนวรรณกรรม

ขวัญชนก ดีพัฒนะ ได้ศึกษาข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นอาคารต่อการลดลงของปริมาณน้ำไหลนองในเขตกรุงเทพมหานคร โดยการความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำผิวดินต่อพื้นที่ซึมน้ำผ่านตามข้อกำหนดผังเมือง ศึกษาสถานการณ์และข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นในการบรรเทาปริมานน้ำไหลนอง โดยคำนวนหาพื้นที่ที่มีอาคารขนาดใหญ่และอาคารใหญ่พิเศษด้วยโปรแกรมทาง

ภูมิศาสตร์ ตรวจสอบข้อกำหนดในการใช้ประโยชน์ในพื้นที่อาคารนั้น ๆ และนำข้อมูลไปหาความสัมพันธ์ของการเพิ่มพื้นที่ซึมน้ำได้ต่อปริมาณน้ำไหลนอง โดยการจำลองผ่านโปรแกรม Infarworks360 ผลลัพธ์ที่ได้จะใช้ในการประเมินผลกระทบของข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นอาคารต่อการลดลงของปริมานน้ำไหลนอง

จีระนันท์ สุกุล ศึกษาประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนองในพื้นที่สวนส่วนกลางของโครงการหมู่บ้านจัดสรรขนาดกลางในเขตกกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทำการศึกษาแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนองต่อราคาต้นทุนในพื้นที่สวนส่วนกลางของโครงการหมู่บ้านจัดสรรขนาดกลาง โดยใช้วิธีรวบรวมข้อมูลทางกายภาพและตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนองและนำมาจำลองสถานการณ์การศึกษาประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนองในโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ infarworks360 จากนั้นวิเคราะห์และประเมินข้อมูลเพื่อหาแนวทางการจัดการน้ำไหลนองด้วยหลักแนวคิดต้นแบบ GI WSUD หรือ LID และแนวทาง BMPs เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบจำลองสถานการณ์พัฒนาหาแนวทางเลือกของพื้นที่สวนส่วนกลางเดิม และวิเคราะห์ประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนองต่อราคาต้นทุนได้ผลลัพธ์เป็นแนวเสนอแนะต่อผู้ออกแบบคือ สามารถนำไปปรับใช้ในการเลือกประเภทหรือชนิดของวัสดุที่ช่วยลดปริมาณน้ำไหลนองได้ในพื้นที่ทำการออกแบบ และข้อเสนอแนะต่อผู้พัฒนาโครงการสามารถเป็นแนวทางการเลือกการออกแบบพื้นที่สวนส่วนกลางเพื่อช่วยในการพิจารณาตัดสินใจลงทุนหรือพัฒนาพื้นที่ให้มีประสิทธิภาพต่อการรับน้ำไหลนองได้

ณัฐธีร์ ตันติเลิศอนันท์ ศึกษาแนวทางในการวางผังออกแบบภูมิทัศน์พื้นกักเก็บน้ำและระบายน้ำผิวดินในพื้นที่ชุมชนเมืองเพื่อศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและปัญหาทางอุทกวิทยาเมือง ศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆ ทางภูมิทัศน์ที่สามารถส่งผลกระทบต่อการจัดการระบบระบายน้ำภายในชุมชนเมือง โดยวิธีนำองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมมาใช้เพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยและคำนวณขั้นพื้นฐานในการออกแบบพื้นที่พักน้ำเพื่อสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้า หาทฤษฎี รวมถึงศึกษาวิธีการคำนวนขั้นพื้นฐานในเชิงวิศวกรรม มาวิเคราะห์และประมวลผลว่าองค์ประกอบในทางภูมิสถาปัตยกรรมใดบ้างที่ส่งผลต่อการบรรเทาปัญหาอุทกภัยได้อย่างเหมาะสม เพื่อนำมาสรุปผลดีผลเสียเป็นแนวทางสำหรับผู้อื่นที่จะทำการศึกษาต่อและสร้างเหตุผลในการตัดสินใจสำหรับการวางแผนพัฒนาสู่การออกแบบ โดยสรุปได้ว่าการนำวิธีการบางอย่างมาใช้ให้เป็นประโยชน์กับการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม สำหรับการกักเก็บน้ำและระบายน้ำผิวดิน รวมไปถึงการใช้บ่อหน่วงน้ำ บ่อกักเก็บน้ำหรือการผสมผสานวิธีการต่าง ๆ ซึ่งมีการรวบรวมตัวอย่างงานภูมิสถาปัตยกรรมที่มีการผสมผสานวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น The Woodland, Texxas และ The Emerald Necklace, Massachusetts

ดำรงศักดิ์ รินชุมภู การคำนวนค่าการซึมน้ำได้ของน้ำฝนในพื้นที่สวนซับน้ำฝนสำหรับงานภูมิสถาปัตยกรรม เพื่อศึกษาแนวทางการคำนวณค่าการซึมน้ำได้ของน้ำฝนในพื้นที่สวนซับน้ำ ศึกษารูปแบบและวิธี และสาธิตวิธีการคำนวณค่าการซึมได้ของน้ำฝนในพื้นที่สวนซับน้ำฝนในโครงการตัวอย่าง และเสนอแนะวิธีการ โดยมีแนวคิดมาจากการส่งเสริมการออกแบบพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมของการพัฒนาโครงการในเขตชุมชนเมืองคือมาตรการการส่งเสริมการพัฒนาที่เรียกว่า FAR Bonus ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดให้มีพื้นที่รับน้ำในแปลงที่ดินที่ขออนุญาตตามข้อบังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556 โดยมีตัวแปรต้นคือ 1) รูปแบบและขนาดที่สำคัญของการออกแบบพื้นที่สวนซับน้ำฝนสำหรับงานภูมิสถาปัตยกรรม ได้แก่ ความลึกของส่วนที่เป็นบ่อรับน้ำ ความลึกของชั้นดินปลูก ความลึกของชั้นกรวด 2) คุณสมบัติของวัสดุที่สำคัญของการออกแบบพื้นที่ rain garden ได้แก่ ร้อยละความพรุนของชั้นดินปลูก ร้อยละความพรุนของชั้นกรวด ส่วนตัวแปรตาม คือ ค่าการซึมได้ในพื้นที่ rain garden เพื่อนำมาหาการคำนวณค่าการซึมได้ของน้ำฝน ผลลัพธ์ที่ได้คือ การได้มาของค่าสัมประสิทธิ์การซึมได้ของน้ำผนไหลนองเป็นรูปแบบตารางเพื่อให้ภูมิสถาปนิกได้นำมาใช้เป็นเกณฑ์การออกแบบชั้นดินที่เชื่อโยงสู่การคำนวนปริมาณการกักเก็บน้ำอย่างง่ายและมีประสิทธิภาพและเป็นการเพิ่มแรงจูงใจของผู้พัฒนาโครงการเรื่องมาตรการส่งเสริมการพัฒนาการนำไปขอใช้สิทธ์ FAR Bonus อีกด้วย

Abdul Naser Majidi ได้ศึกการวางแผนการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐานสำหรับน้ำท่วมเมือง การลดและการเพิ่มประสิทธิภาพของความร้อน พื้นทีศึกษาที่ย่านสุขุมวิท งานวิจัยนี้ได้กล่าวถึงปัญหาน้ำท่วมที่เป็นปัญหาที่รุนแรงในเขตกรุงเทพมหานครทำให้เกิดเศรษฐกิจและสุขภาพ ที่สำคัญปัญหาที่เกิดขึ้นปัญหานี้ได้รับการซ้ำเติมในปีที่ผ่านมาเนื่องจากรูปแบบที่มีสร้างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเมือง ที่ดินในเขตเมืองหรือที่สร้างขึ้นในเขตกรุงเทพและปริมณฑลเพิ่มขึ้นเกือบสามเท่า และมีการวัดด้านปัญหาน้ำท่วมกับสภาวะความน่าสบายทางความร้อน ซึ่งเลือกใช้ 4 มาตรการในการจำลองแบบจำลอง Mike Urban (สำหรับการวิเคราะห์น้ำท่วมในเมือง) และแบบจำลองของ ENVI-met (สำหรับการวิเคราะห์ความสบายเชิงความร้อน) คือ หลังคาสีเขียว, พื้นผิวพรุนน้ำ, การเก็บกักด้วยพืชพรรณและสวนซับน้ำฝน ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นการรวมวิธีการแนวทางการแก้ปัญหาบนพื้นฐานธรรมชาติ (NBS) โดยใช้มาตรการ 4 มาตราการนั้นสามารถนำไปใช้กับพื้นที่ในส่วนต่างๆ เพื่อให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

วนารัตน์ กรอิสรานุกูล ได้ศึกษาแนวทางการจัดการปัญหาน้ำท่วม ได้กล่าวไว้ว่า ผังเมืองคือพื้นฐานสำคัญของการบริหารจัดการน้ำชุมชนเมือง เมืองที่มีการวางผังเมืองที่ดี จะลดความเสี่ยงปัญหาเรื่องน้ำท่วม เพราะการวางผังเมืองไม่ใช่มองเฉพาะพื้นที่ในเมืองเท่านั้น แต่รวมไปถึงพื้นที่อื่นรอบๆด้วย เพราะผังเมืองจะเป็นตัวชี้นำการพัฒนาเมือง ควบคุมการใช้ที่ดิน และอาคารสิ่งปลูกสร้างตลอดจนโครงสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐานต่างๆ รวมถึงระบบระบายน้ำและการถ่ายโอนน้ำ ดังนั้น ถ้า

เรามองถึงการบริหารจัดการน้ำชุมชนเมืองโดยไม่พูดถึงผังเมืองจึงเป็นไปไม่ได้ โดยทำการศึกษามีพื้นที่กรณีศึกษาเทศบาลนครสมุทรปราการ เมื่อย่างเข้าสู่ฤดูฝน สิ่งที่มักตามมาของเมืองใหญ่ คือ ปัญหาน้ำท่วมขังที่รอการระบาย โดยเฉพาะในพื้นที่ลุ่มต่ำและติดริมแม่น้ำ อย่างเทศบาลนครสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อหาแนวทางการรับมือต่อความเสี่ยงจากภาวะน้ำท่วมในอนาคต โดยใช้นโยบายทางผังเมืองและแนวทางการบริหารจัดการน้ำท่วมอื่น ๆ มุ่งเน้นในเรื่องของการปรับตัวต่อความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ก่อให้เกิดการสูญเสียจากภาวะน้ำท่วมในอีก 20 – 50 ปี ทั้งในเชิงเศรษฐกิจและสังคม ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในทางกายภาพ พื้นที่ของเทศบาลนครสมุทรปราการเป็นทั้งพื้นที่ลุ่มต่ำ ติดชายฝั่งทะเลมีระยะทางยาวถึง 47 กิโลเมตร พื้นที่ติดแม่น้ำเจ้าพระยาและมีแนวคลองสาขา เป็นที่ตั้งของศูนย์ราชการ เป็นเมืองที่มีชุมชนหนาแน่น ประกอบกับการทรุดตัวของแผ่นดินที่เพิ่มขึ้นทุกปี ทำให้ความเสี่ยงรุนแรงมากถึงมากที่สุด อีกทั้งพบว่าปัญหาน้ำท่วมมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลสูงขึ้นมากกว่าปริมาณฝน และบริเวณที่มีความหนาแน่นของชุมชนมีแนวโน้มที่ได้รับความเสียหายจากผลกระทบของน้ำท่วมมากขึ้น ขณะที่เมืองมีการพัฒนาด้านเศรษฐกิจสูงมีการขยายตัวทั้งการก่อสร้างรถไฟฟ้าและอสังหาริมทรัพย์ ในช่วงฤดูฝนมีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมคิดเป็น 10.91% ของพื้นที่ทั้งหมด ระยะเวลาเฉลี่ยที่น้ำท่วมขังประมาณ 1 วัน โดยช่วงที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมมากที่สุด คือ ก.ย. - พ.ย. สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากน้ำทะเลหนุนสูง ทำให้ได้แนวคิดการปรับตัวเพื่อรับมือต่อความเสี่ยงน้ำท่วมและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การรับมือภาวะน้ำท่วมระยะยาว โดยวิธีการทางผังเมืองที่เน้นการจัดการปัญหาน้ำท่วมจากน้ำทะเลหนุนในระยะยาว อาทิ การกำหนดรูปแบบอาคาร ยกระดับความสูงของอาคารที่อยู่ติดน้ำ ปรับรูปแบบอาคารให้สามารถพึ่งพาตนเองได้การสร้างเส้นทางเดินเท้ายกระดับ (sky walk) เชื่อมระหว่างตัวอาคารกับสถานีรถไฟฟ้าเพื่อใช้เป็นเส้นทางเดินเท้าในสถานการณ์ปกติและเป็นเส้นทางอพยพ ในกรณีที่เกิดภัยพิบัติน้ำท่วม การสร้างกำแพงกันน้ำ เพิ่มพื้นที่สีเขียวบริเวณริมแม่น้ำเพื่อใช้เป็นพื้นที่กันชนหรือ (Green Infrastructure) ออกแบบพื้นที่สาธารณะริมน้ำให้เป็นพื้นที่รับน้ำชั่วคราว เป็นต้น และ 2) การรับมือต่อภัยพิบัติน้ำท่วม อาทิ การจัดหาเส้นทางอพยพ การจัดให้มีระบบเตือนภัย แผนที่หนีภัยและสถานที่รอบงรับ รวมทั้งจัดทำแผนฟื้นฟูหลังประสบภัยน้ำท่วม ด้านแนวทางการพัฒนาเมืองที่สำคัญ อาทิ การพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีขนส่งมวลชน หรือ TOD เป็นทางเลือกใหม่ในการพัฒนาเมืองที่ใช้ ระบบขนส่งมวลชนเป็นศูนย์กลาง พร้อมไปกับการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีรถไฟฟ้าให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างคุ้มค่า หลากหลาย เน้นการใช้ที่ดินผสมผสาน มีระบบส่งเสริมการเดินทางที่ลดการใช้รถ สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ อยู่ในระยะที่สามารถเข้าถึงด้วยการเดินเท้าเพียง 5-10 นาทีจากสถานีฯ ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาพื้นที่ในเขตเทศบาลนครสมุทรปราการให้เป็นเมืองศูนย์กลางธุรกิจการค้า การท่องเที่ยว และที่อยู่อาศัยคุณภาพดี เน้นการพัฒนาชุมชนเมืองแบบความหนาแน่นสูง โดยบูรณาการระบบป้องกันน้ำท่วมเข้า

กับแผนการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกสร้างพัฒนาพื้นที่เฉพาะ ที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเมืองกำหนดระยะร่นถอย ปรับรูปแบบที่อยู่อาศัยจากบ้านชั้นเดียว เป็นอาคารสูงการออกแบบอาคารจะต้องไม่ไปปิดกั้นเส้นทางไหลของน้ำ กำหนดระดับความสูงของพื้นชั้นล่างอาคารต้องไม่ต่ำกว่าระดับน้ำท่วมสูงสุดที่ 0.95 เมตร และส่งเสริมการออกแบบอาคารที่ใช้พลังงานทดแทน เป็นต้น

จากการทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ สรุปได้ว่าวิธีการส่วนใหญ่ล้วนมีแนวทางที่มีปลายทางเหมือนกันคือต้องการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเจริญเติบโตของเมือง โดยหลักการหรือกรอบวิธีปฏิบัติที่สัมพันธ์กับการทำศึกษาในด้านที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาประสิทธิภาพของมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรมต่อการลดน้ำไหลนอง ที่เหมาะสมและนำมาใช้คือแนวทางการแก้ปัญหาบนพื้นฐานธรรมชาติ (NBS) ซึ่งในรายระเอียดของแนวคิดนี้จะประกอบไปด้วยลักษณะของกลยุทธ์ที่อยู่ในองค์ประกอบของงานภูมิสถาปัตยกรรม 4 กลยุทธ์ คือ ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ, พื้นผิวรูพรุน, พื้นที่สวนซับน้ำฝน และหลังคาเขียว โดยการนำมาใช้กับบริบทของเมืองที่กำลังเจริญเติบโตและมีความหนาแน่นของที่พักอาศัยรวมไปถึงพื้นดาดแข็งที่ค่อย ๆ เข้ามาแทนที่พื้นที่สีเขียว ซึ่งข้อสรุปที่นำไปสู่การวิจัยจากการทบทวนวรรณกรรมและเป็นแนวทางสนับสนุนในงานวิจัยชิ้นนี้โดย เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของข้อกำหนดทางด้านผังเมืองที่มีผลต่อพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ในเขตกรุงเทพมหานครร่วมกับสถานการณ์น้ำฝนในรูปแบบพื้นที่ออกแบบเชิงภูมิสถาปัตยกรรมที่เกิดประสิทธิภาพต่อปริมาณน้ำไหลนองในเขตกรุงเทพมหานคร จึงควรเพิ่มมาตรการทางภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อนำมาจำลองและหาผลลัพธ์เพื่อนำไปวางแผนร่วมกับข้อกำหนดการควบคุมความหนาแน่นตามกฎกระทรวงและหาแนวทางการออกแบบพื้นน้ำน้ำซึมผ่านได้ที่เหมาะสมกับย่านที่อยู่อาศัยหนาแน่นต่อไป

บทที่ 3
ระเบียบวิธีการวิจัย

ในการประเมินผลกระทบของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ต่อการลดน้ำไหลนองของน้ำฝนในโครงการพักอาศัยรวม เป็นการศึกษาหากลยุทธ์รูปแบบร่วมกับพื้นที่น้ำซึมผ่านในอัตราส่วนของพื้นที่ว่าง โดยทำการทดลองศึกษาแต่ละรูปแบบพื้นที่ที่เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีกรอบกระบวนการวิจัย ในหัวข้อหลัก ๆ ดังนี้

3.1 การกำหนดขอบเขตงานวิจัยและเครื่องมือในการวิจัย

3.2 การเตรียมข้อมูล

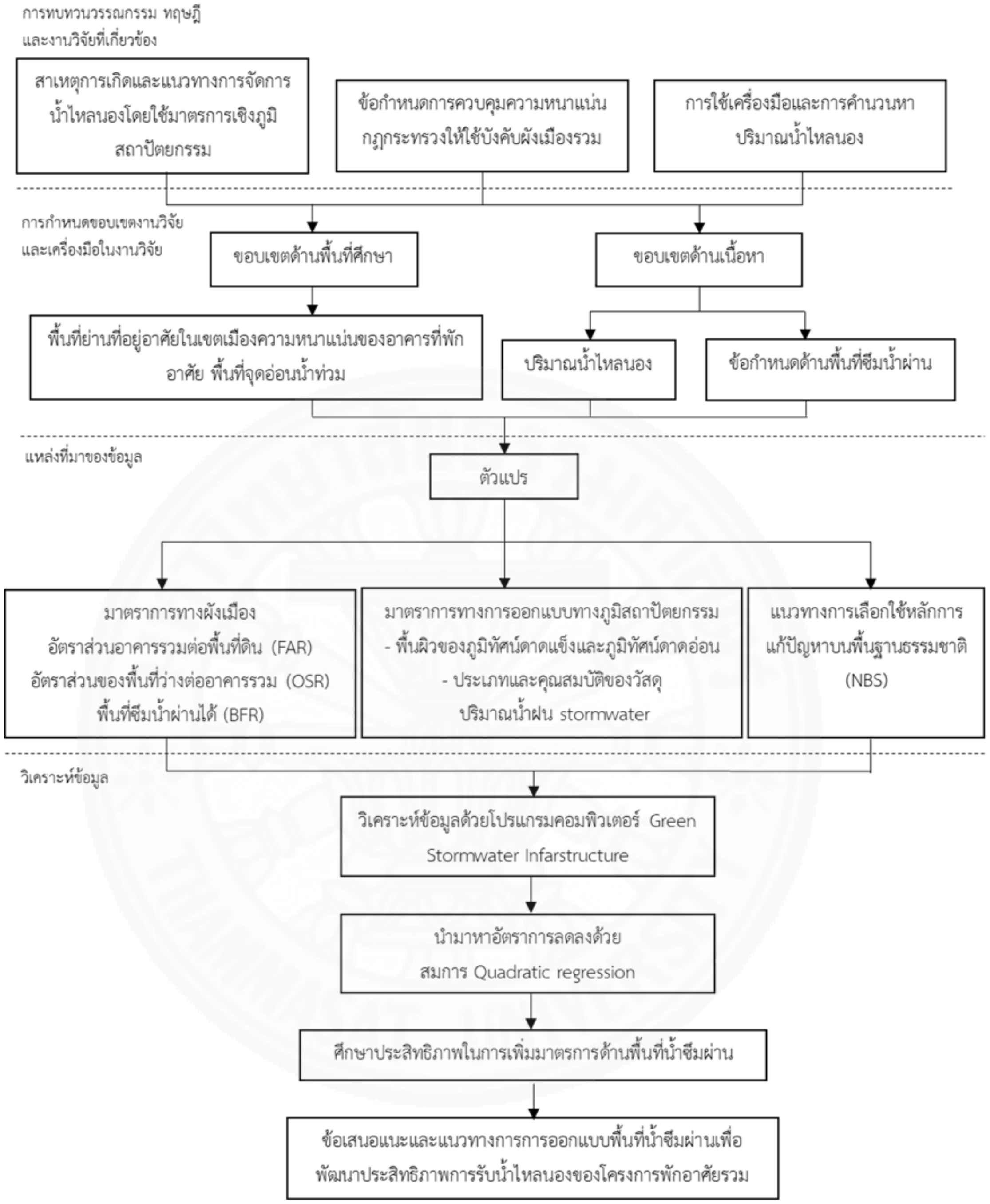
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 การสรุปผลและเสนอแนะแนวทาง

3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

3.1 การกำหนดขอบเขตงานวิจัยและเครื่องมือในการวิจัย

การกำหนดขอบเขตงานวิจัยและเครื่องมือในงานวิจัยประกอบไปด้วยการกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหาและขอบเขตพื้นที่ศึกษา คือ (1) ด้านเนื้อหา ศึกษาหาความสัมพันธ์ของข้อกำหนดทางด้านผังเมืองรวมกับข้อกับหนดการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ที่มีผลต่อพื้นที่น้ำซึมผ่านในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อนำมาประเมินผลและการเพิ่มมาตรการที่ช่วยลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (2) ขอบเขตด้านพื้นที่ ทำการศึกษาสถานการณ์รูปแบบของมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรมที่เกิดประสิทธิภาพ โดยหาการหาตัวแปรที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพต่อการรับน้ำไหลนอง (runoff) ในพื้นที่ย่านที่อยู่อาศัยในเขตผังเมืองรวมกรุงเทพและเป็นพื้นที่จุดอ่อนน้ำท่วมที่จะนำมาใช้มาตรการตามแนวหลักการของ NBS และนำไปจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Autodesk Infarwork 360 สำหรับ GSI ด้วยวิธีการคำนวน TR-55



ภาพที่ 3.1 กรอบกระบวนการวิจัย. โดยผู้วิจัย, 2563.

3.2 การเตรียมข้อมูล

จากการทบทวนวรรณกรรม ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกำหนดขอบเขตงานวิจัย และเครื่องมือในงานวิจัย และได้ข้อมูลที่ต้องเตรียมการเพื่อนำมาจำลองสถานการณ์เนื่องจากงานวิจัยเป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ได้ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรมต่อการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพรับน้ำไหลนอง ดังนั้นจะเกิดตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของงานภูมิสถาปัตยกรรมและตัวแปรที่ส่งผลต่อขนาดพื้นที่ว่างต่ออาคารรวม คือ FAR Bonus ที่เป็นแรงจูงใจของแต่ละโครงการที่พักอาศัย อีกทั้งข้อมูลดิน, วัสดุพื้นผิวและพืชพรรณ ที่นำมาศึกษาทดลองต้องเป็นวัสดุที่ภูมิสถาปนิกเลือกใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรมแต่ละโครงการจึงต้องอาศัยความชำนาญของผู้ให้ข้อมูลด้วย ในส่วนของแหล่งที่มาของข้อมูลอธิบายได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

แหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูล	**แหล่งที่มาของข้อมูล**	
	ปฐมภูมิ (primary data)	**ทุติยภูมิ (secondary data)**
1. ข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นของพื้นที่ศึกษา		
1.1 อัตราส่วนของที่ว่างต่ออาคารรวม (OSR) 1.2 อัตราส่วนพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ (BAF) ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 1.3 อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน	-	กฎกระทรวงบังคับใช้ผังเมืองรวม
2. ข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาย่านที่อยู่อาศัยในเขตเมือง		
2.1 พื้นที่ย่านที่อยู่อาศัยในเขตเมืองที่มีพื้นที่ใช้สอย 10,000 ตร.ม. ขึ้นไป หรือ จำนวนห้องพักอาศัย 80 ห้องขึ้นไป	จากการสำรวจภาคสนาม	ฐานข้อมูลโครงการรายงาน EIA ที่ได้รับความเห็นชอบ

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล	
	ปฐมภูมิ (primary data)	ทุติยภูมิ (secondary data)
1.2 งานภูมิทัศน์ดาดแข็ง ได้แก่ ประเภทของวัสดุและคุณสมบัติความพรุน	จากการสำรวจภาคสนามและสอบถามผู้ผลิต	-
1.3 งานภูมิทัศน์ดาดอ่อน ได้แก่ ลักษณะดิน, การเลือกใช้พืชพรรณ	จากการสำรวจภาคสนาม	-
2. ปริมาณน้ำฝน (Stormwater) ใช้คาบอุบัติ 2 ปี	-	สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร
3. แนวทางเลือกมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรม	-	เอกสารทบทวนวรรณกรรม

หมายเหตุ. โดยผู้วิจัย, 2563.

การเตรียมข้อมมูลจากการสำรวจจากฐานข้อมูลโครงการที่ได้รับความเห็บชอบสามารถค้นหาได้จากเวปไซต์ข้อมูลการรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ที่ผ่านการเห็นชอบของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในภาพที่ 3.2

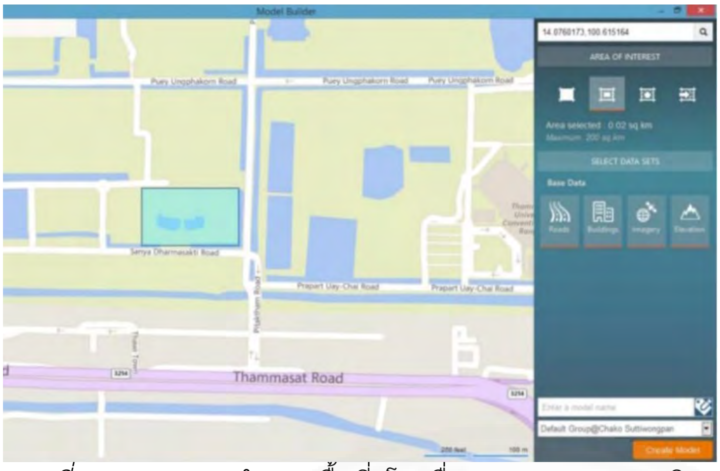
ภาพที่ 3.2 แสดงเวปไซต์ข้อมูลการรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA). สืบค้นจาก http://eia.onep.go.th/index.php.

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Autodesk InfraWork 360

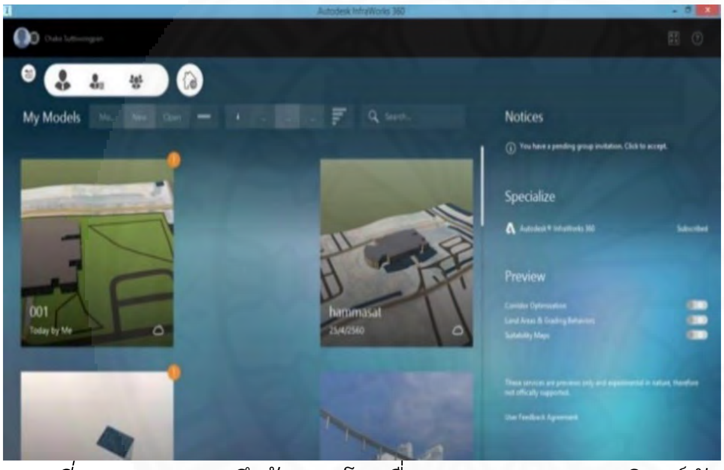
การวิเคราะห์ข้อมูลโดยทำการจำลองสถาณการณ์ทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Autodesk InfraWorks 360 ดังแสดงในรายละเอียดกระบวนการ ดังภาพที่ 3.3 ด้วยวิธี TR-55 โดยการออกแบบในโครงสร้างของโปรแกรมต้องเลือกประเภทของพื้นที่โดยเลือกสภาพพื้นที่เป็นที่พักอาศัยหนาแน่น และนำตัวแปรจากการเก็บข้อมูลมาใช้เพื่อกำหนดคุณสมบัติของประเภทพื้นผิว และลักษณะดิน พืชพรรณ ซึ่งเป็นลักษณะของแต่ละมาตรการที่นำมาจำลอง เพื่อจะได้หาผลลัพธ์ของแต่ละมาตรการที่เหมาะสมกับพื้นที่โครงการ ทั้งนี้ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมและการนำข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

ภาพที่ 3.3 แสดงกระบวนการจำลองสถานการณ์น้ำฝนไหลนองด้วยโปรแกรม GSI ใน Autodesk infraworks360. โดยผู้วิจัย, 2563.



1. กำหนดพื้นที่ศึกษาโดยเลือกกรอบพิกัดที่ตั้งลงในโปรแกรม Aotudesk Infraworks 360

ภาพที่ 3.4 แสดงการกำหนดพื้นที่. โดยสื่อการสอน ชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, 2561.

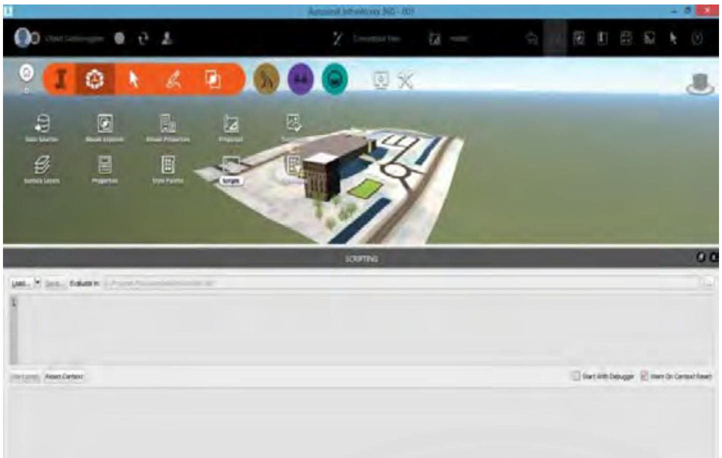


2. โปรแกรม Aotudesk Infraworks 360 จะทำการดึงข้อมูลจาก Open source เพื่อสร้างเป็นแบบจำลอง 3 มิติให้ในเบื้องต้น

ภาพที่ 3.5 แสดงการดึงข้อมูล. โดยสื่อการสอน ชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, 2561.

3. เมื่อเปิดไฟล์จะพบข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่ศึกษา ซึ่งสามารถเพิ่มอาคาร ต้นไม้ และพื้นผิวอื่นๆ เข้าไปได้

ภาพที่ 3.6 แสดงการออกแบบเพิ่มข้อมูล. โดยสื่อการสอน ชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, 2561.

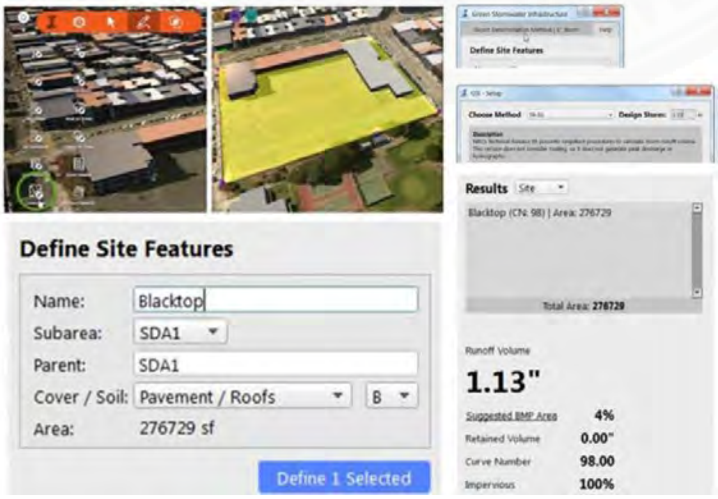


4. เริ่มคำสั่งเพื่อ run โปรแกรม GSI script ซึ่งจะเป็นการเริ่มทำงานในการจำลองสถานการณ์

ภาพที่ 3.7 แสดงการคำสั่งการทำงานของโปรแกรม. โดยสื่อการสอน ชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, 2561.

5. เมื่อเกิดหน้าต่าง GSI tool box ขึ้นดังรูป

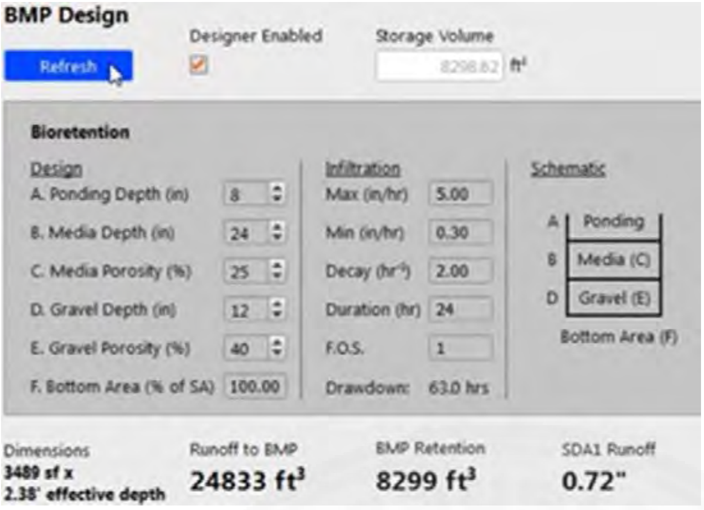
ภาพที่ 3.8 แสดงหน้าต่าง DSI tool box. โดยสื่อการสอน ชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, 2561.



6. ทำการกำหนดขบเขตของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา ระบุประเภทและคุณสมบัติของพื้นผิวในการทำงาน จากนั้นกำหนดค่าน้ำฝนที่ตกในพื้นที่

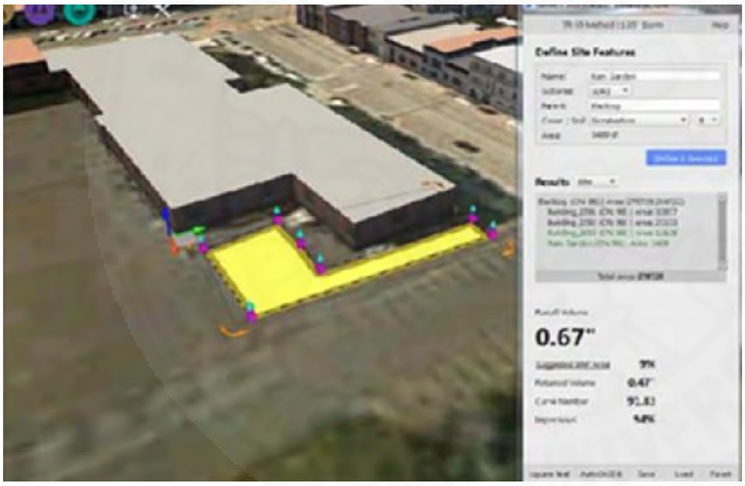
- กำหนดวิธีการวิเคราะห์ (TR-55) จากนั้นได้ผลลัพธ์เป็นน้ำฝนไหลนองบนพื้นที่

ภาพที่ 3.9 แสดงการกำหนดขอบเขตและระบุพื้นผิว. โดยสื่อการสอน ชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, 2561.



7. ทำการกำหนดขอบเขตของมาตราการที่เราได้เลือกมาจำลองใน BMP Design คือมาตราการ Bioretention โดยต้องทำการออกแบบโครงสร้างชั้นดิน

ภาพที่ 3.10 แสดงการกำหนดการออกแบบมาตราการที่นำมาใช้. โดยสื่อการสอน ชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, 2561.



8. ระบบจะทำการคำนวนน้ำไหลนองมาให้ใหม่พร้อมทั้งค่า Curve Number (CN) โดยเฉลี่ยของพื้นดิน

ภาพที่ 3.11 แสดงการคำนวณและผลลัพธ์ของค่า Curve number. โดยสื่อการสอน ชาคร สุทธิวงศ์พันธ์, 2561.

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการ Quadratic Regression

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการอัตราการลดลง Quadratic Regression หรือการวิเคราะห์ถดถอยเป็นการวิเคราะห์ถดถอยโพลีโนเมียล ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นตัวแปรเดียวและตัวแปรตามตัวแปรเดียวเมื่อมีความสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง ดังสมการ

$Y = B_0 + B_1X + B_2X^2 + ... + E$

เมื่อ $B_0 = Y$ ที่จุดตัด

B_1 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีผลกระทบที่ x บนแกน Y

B_2 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยกำลังสองมีผลกระทบบนแกน Y

E = ค่าคลาดเคลื่อนบน Y

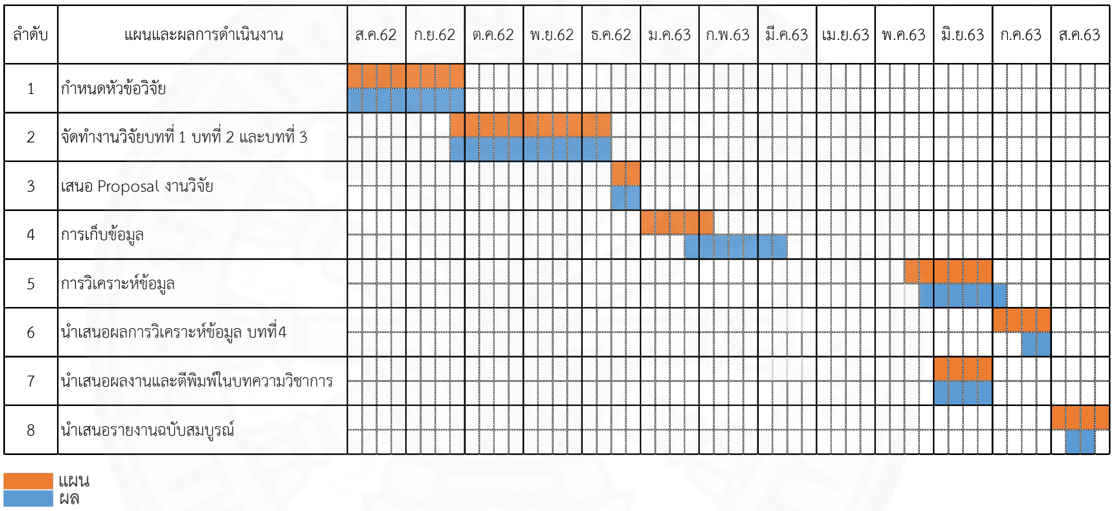
การวิเคราะห์การถดถอย เป็นสถิติวิเคราะห์ที่ใช้เพื่อศึกษาความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหวางตัวแปรสองตัวแปรที่เป็นตัวแปรเมตริกโดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในความเป็นจริงอาจเป็นความสัมพันธ์ทางเดียวหรือความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ หรือความสัมพันธ์สองทาง หรือไม่มีความสัมพันธ์กันก็ได้ ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์จะทำให้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกบลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองตัวแปรรวม 4 ประการ คือ 1) มีความสัมพันธ์กันจริงหรือไม่ 2) ขนาดความสัมพันธ์มากน้อยเท่าไร 3) ทิศทางความสัมพันธ์เป็นแบบสอดคล้องกันหรือแบบผกผัน และ 4) ความแปรปรวนร่วมระหวางตัวแปรทั้งสองมีมากน้อยเท่าไร การวิเคราะห์ถดถอย เป็นสถิติวิเคราะห์ที่ใช้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ตามกรอบ แนวคิดเชิงทฤษฎี ในกรณีที่มีตัวแปรต้นหรือตัวทำนาย ตั้งแต่หนึ่งตัวแปรขึ้นไป และมีตัวแปรตาม หรือตัวแปรผลหนึ่งตัวแปร โดยที่ตัวแปรทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตามต้องเป็นตัวแปรเมตริก ผลการวิเคราะห์ถดถอยทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ประโยชน์ได้ 4 ประการ คือ 1) บอกปริมาณความแปรปรวนในตัวแปรตามที่อธิบายได้ด้วยตัวแปรต้น 2) เปรียบเทียบขนาดและทิศทางอิทธิพลของตัวแปรต้นแต่ละตัวที่มีต่อตัวแปรตาม 3) สร้างสมการพยากรณ์ตัวแปรตามได้เมื่อรู้ค่าตัวแปรต้น 4) ศึกษา อิทธิพลหลัก อิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหวางตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตาม 5) ศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยได้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2553)

3.4 การสรุปผลและเสนอแนะแนวทาง

นำผลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลการจำลองสถานการณ์น้ำฝนในรูปแบบพื้นที่ในกลยุทธ์ที่ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และนำมาวิเคราะห์หาอัตราการลดลงด้วยสมการ Quadratic Regression เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบของพื้นที่และกำหนดสัดส่วนของพื้นที่แบบรวมกลยุทธ์และสรุปผลอภิปรายและเสนอแนะเป็นแนวทางในการนำมาตรการด้านภูมิสถาปัตยกรรมร่วมกับมาตรการด้านผังเมืองเพื่อออกแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านที่มีประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง (runoff) มาใช้ในพื้นที่ย่านที่อยู่อาศัยหนาแน่นตามประเภทของการใช้ที่ดินและเป็นข้อมูลให้ภูมิสถาปนิกและนักผังเมืองนำไปใช้ในการวางแผนและพัฒนาการบริหารจัดการน้ำไหลนองของเมืองอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย เนื่องจากสถานการณ์ไวรัสโคโรน่าระบาดอย่างหนักในช่วง เดือนมีนาคม ถึง เดือนพฤษภาคม ทำให้ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการดำเนินงานวิจัยในการเก็บข้อมูลและการลงโปรแกรม Autodesk InfraWorks รวมถึงศึกษาเครื่องมือเพื่อที่จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ อีกทั้งการนำเสนอผลงานและตีพิมพ์ในบทความวิชาการก็ถูกเลื่อนกำหนดการจาก เดือนพฤษภาคม ไปเป็น เดือนมิถุนายน ซึ่งในแผนเดิมการนำเสนอรายงานฉบับสมบูรณ์จะแล้วเสร็จในช่วงเดือนพฤษภาคม นั้นทำให้ไม่เป็นไปตามแผน จึงปรับแผนการทำงานใหม่ดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 แสดงระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย. โดยผู้วิจัย, 2563.

Ref. code: 25626116031102BJH

บทที่ 4
สถานการณ์และการจัดการในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนอง

การศึกษาการประเมินผลกระทบของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ต่อการลดลงของปริมาณน้ำไหลนองในเขตสาทรจำเป็นจะต้องรู้สถานการณ์และกายภาพของพื้นที่ศึกษาและการบริหารจัดการในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนองเพื่อนำมาวิเคราะห์และศึกษาปัจจัยที่ทำให้การลดน้ำไหลนองได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งการศึกษาในบทนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาลักษณะภูมิศาสตร์และกายภาพ ปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่และการจัดการของระบบระบายน้ำในพื้นที่ แบ่งตามหัวข้อหลักดังนี้

4.1 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา

4.1.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์

4.1.2 สภาพเศรษฐกิจและสังคม

4.1.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินและกฎหมายที่เกี่ยวข้องในเขตพื้นที่ศึกษา

4.2 การศึกษาสถานการณ์และการจัดการในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนอง

4.2.1 สถานการณ์การเกิดปริมาณน้ำไหลนอง

4.2.2 ส่วนราชการที่รับผิดชอบการปฏิบัติการ

4.2.3 ระบบระบายน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำท่วมขังเนื่องจากน้ำฝน

4.2.4 ขั้นตอนการปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม

4.1 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา

4.1.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์

ที่ตั้งและอาณาเขต อยู่ในพื้นที่กลุ่มกรุงเทพใต้ ตั้งอยู่บริเวณทางฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาหรือฝั่งพระนคร มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่การปกครองต่าง ๆ เรียงตามเข็มนาฬิกา ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับเขตบางรักและเขตปทุมวัน มีคลองสาทรและถนนพระรามที่ 4 ฝั่งใต้เป็นเส้นแบ่งเขต

ทิศตะวันออก ติดต่อกับเขตคลองเตยและเขตยานนาวา มีขอบทางรถไฟสายแม่น้ำฟากตะวันตก ซอยเชื้อเพลิง 4 (ศรีรุ้ง) และถนนเย็นอากาศเป็นเส้นแบ่งเขต

ทิศใต้ ติดต่อกับเขตยานนาวาและเขตบางคอแหลม มีถนนนางลิ้นจี่ ถนนจันทน์เก่าคลองช่องนนทรี ถนนจันทน์ ถนนสาธุประดิษฐ์ ซอยสาธุประดิษฐ์ 12 (ทวีสิทธิ์) ซอยจันทน์ 43 แยก 33 ซอยจันทน์ 43 (วัดไผ่เงิน) ซอยจันทน์ 43 แยก 14 (อยู่ดี) ซอยเจริญราษฎร์ 5 (อยู่ดี) ซอยเจริญราษฎร์ 8 (อยู่ดี) คูน้ำข้างซอยจันทน์ 34/2 และจันทน์ 49 และคลองกรวยเป็นเส้นแบ่งเขต

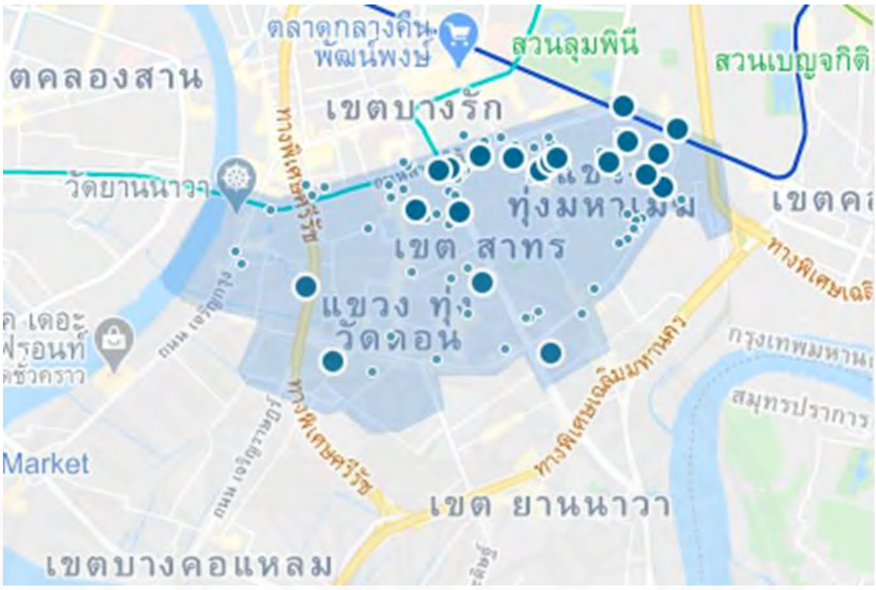
ทิศตะวันตก ติดต่อกับเขตคลองสาน มีแนวกึ่งกลางแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นเส้นแบ่งเขต

4.1.2 สภาพเศรษฐกิจและสังคม

ย่าน ‘สาทร’ จุดเริ่มต้นเกิดจากย่านนี้เป็นบริเวณแรก ๆ ที่มีการตัดถนนผ่าน โดยถนนสาทร เกิดขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2431 ในสมัยรัชกาลที่ 4 เป็นถนนที่เชื่อมระหว่างถนนพระราม 4 และถนนเจริญกรุง และถือเป็นย่านเก่าแก่ของพ่อค้าชาวจีนและชาวยุโรปในช่วงเวลานั้น ย่านนี้จึงมีบ้านทรงตะวันตกเกิดขึ้นหลายหลัง และในบางหลังก็ยังเป็นอาคารเก่าแก่จนถึงปัจจุบัน ในอดีตคนฝั่งธนบุรีจะข้ามไปฝั่งสาทรด้วยการใช้สะพานพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก ซึ่งสร้างขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2472 หรือสมัยรัชกาลที่ 7 จนเมื่อเมืองมีการขยายตัวมากขึ้น ในปี พ.ศ.2522 ภาครัฐจึงให้เริ่มก่อสร้างสะพานสมเด็จพระเจ้าตากสิน หรือที่นิยมเรียกกันว่า สะพานสาทร และเปิดใช้งานในปี พ.ศ.2525 ก็ทำให้การข้ามไปยังสาทรจากฝั่งธนบุรี มีความสะดวกมากขึ้น และถือเป็นสะพานหลักในการเชื่อมระหว่างฝั่งธนบุรีและฝั่งสาทรหลังจากที่สะพานสาทรเริ่มเปิดให้บริการ เริ่มเห็นการเข้ามาของบริษัทห้างร้านสัญชาติตะวันตกจำนวนมาก มีอาคารสำนักงานใหม่ ๆ เกิดขึ้น เริ่มมีบริษัททางการเงินชั้นนำเข้ามาตั้งสำนักงานใหญ่ในย่านนี้ จนย่านสาทรกลายเป็นย่านศูนย์กลางธุรกิจหรือ CBD (Central Business District) ที่สำคัญของประเทศไทย

เขตสาทรมีพื้นที่เดิมเป็นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การเกษตรมีการทำสวนพืชผักผลไม้ แต่สภาพปัจจุบันได้กลายเป็นชุมชนหนาแน่นเป็นศูนย์กลางย่านธุรกิจ ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพธุรกิจค้าขายและรับจ้างทั่วไป และเมื่อเอ่ยถึงย่านสาทรก็จะนึกถึงภาพอาคารออฟฟิศ หรือคอนโดมิเนียมสูง ๆ สถาปัตยกรรมดูทันสมัย คนวัยทำงานพลุกพล่านในช่วงกลางวัน และเต็มไปด้วยแสงสีในตอนกลางคืน ด้วยความเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจของประเทศไทย หรือ CBD จึงทำให้ที่ดินแถวนี้มีมูลค่ามหาศาล ความเจริญของเมืองถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากที่เคยเป็นทุ่งนาชานเมืองมีเพียงชาวบ้านกับพ่อค้า ก็กลับกลายเป็นใจกลางเมืองสำคัญทางเศรษฐกิจที่เต็มไปด้วยอาคารสูง มีทั้งนักท่องเที่ยว และนักธุรกิจหลากหลายเชื้อชาติและเต็มไปด้วยสำนักงาน (Office Building) ชื่อดัง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ มีปั๊มน้ำมัน 11 แห่ง ร้านอาหาร 288 แห่ง ธนาคาร 16 แห่ง มินมาร์ท 34 แห่ง ตลาดเอกชน 5 แห่ง โรงแรม 16 แห่ง จุดผ่อนผันการค้าขายของ

หาบเร่/แผงลอย 6 จุด จุดทบทวนการค้าขายของหาบเร่/แผงลอย 6 จุด และ อาคารพักอาศัยรวม 112 โครงการ (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 แสดงตำแหน่งอาคารพักอาศัยรวมในเขตสาทร. สืบค้นจาก https://www.renthub.in.th/.

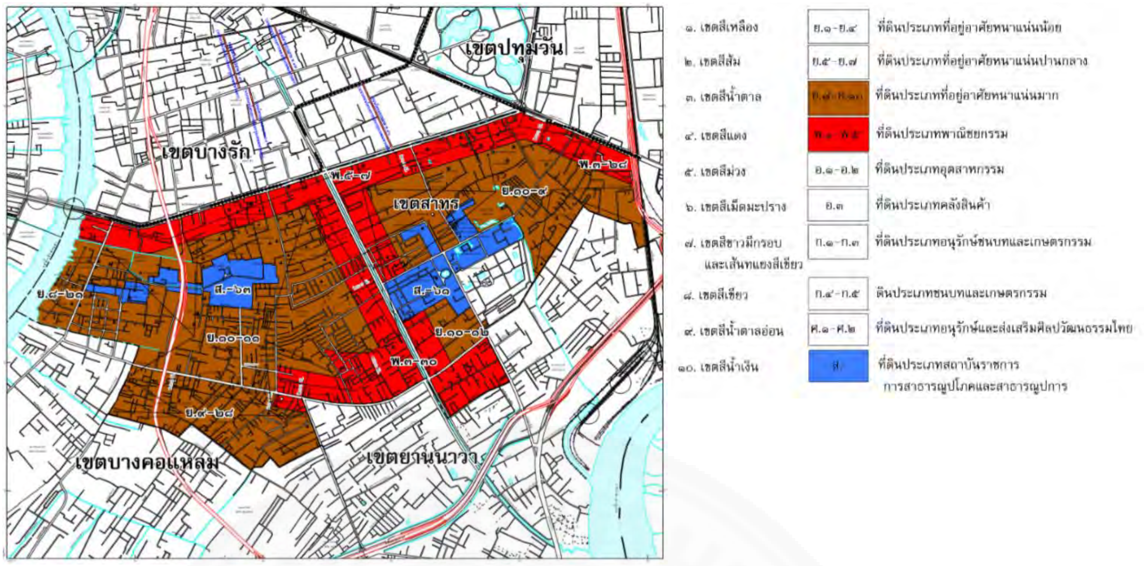
ด้วยความเป็นถนนสายเศรษฐกิจที่มีชื่อเสียง และอีกหนึ่งถนนสายสถานทูต ทำให้บริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์จากสิงคโปร์เข้ามาลงทุนพัฒนาโครงการคอนโดมิเนียมระดับไฮเอนด์ที่มีราคาขายเปิดตัวเริ่มต้นสูงกว่า 100,000 บาท/ตารางเมตร เป็นแห่งแรกของกรุงเทพฯ ซึ่งสร้างความสนใจให้กับคนในแวดวงอสังหาริมทรัพย์ช่วงเวลานั้นเป็นอย่างมาก แม้ว่าถนนสาทรจะมีรถไฟฟ้า BTS ผ่านเพียงช่วงเดียว คือ ช่วงถนนสาทรฝั่งใกล้กับสะพานสาทร BTS สถานีสุรศักดิ์ และในพื้นที่ที่ใกล้กันที่ถือว่าเป็นย่านสาทร คือ BTS สถานีช่องนนทรี (ขยับไปยังถนนนราธิวาสราชนครินทร์) แต่ตลอดแนวถนนสาทร ยังคงเป็นถนนสายธุรกิจที่สำคัญ และมีคอนโดมิเนียมระดับไฮเอนด์เกิดใหม่อย่างต่อเนื่องในปัจจุบันด้วยเมืองที่ขยายตัว ทำให้ศูนย์กลางธุรกิจของกรุงเทพฯ ไม่ได้จำกัดพื้นที่เฉพาะสาทร สีลม สุขุมวิทอีกต่อไป แต่เริ่มมีนิว ซีบีดี (New CBD) หรือศูนย์กลางธุรกิจแห่งใหม่ของกรุงเทพฯ เพิ่มขึ้น โดยย่านที่เป็น CBD ใหม่ที่โดดเด่นอย่างเห็นได้ชัด นั่นคือ ย่านพระราม 9 และย่านรัชดาภิเษก (ฝั่งพระราม 9) แต่สาทรจะยังคงเป็นศูนย์กลางธุรกิจหลักไม่เสื่อมคลาย เพราะสิ่งอำนวยความสะดวก โรงพยาบาลชั้นนำ โรงเรียนที่มีชื่อเสียงยาวนาน ยังคงอยู่ในพื้นที่นี้ ด้านการพัฒนาโครงการใหม่ ๆ ของภาครัฐในย่านสาทร มีกระแสข่าวว่า กรุงเทพหานคร ร่วมกับรถไฟฟ้า BTS เตรียมจะสร้างสถานีเพิ่มให้กับรถไฟฟ้าสายสีลม ภายใต้ชื่อ สถานีศึกษาวิทยา ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่บนถนนสาทรเหนือ-สาทร

ใต้ ในพื้นที่เขตบางรักและเขตสาทร อยู่ระหว่างสถานีสุรศักดิ์และสถานีช่องนนทรี แต่ก็ยังไม่มีความชัดเจนว่าโครงการดังกล่าวจะเกิดขึ้นจริงเมื่อใดหรือจะเกิดขึ้นได้หรือไม่นั้นยังเป็นเรื่องที่คนในแวดวงอสังหาริมทรัพย์จับตามอง เพราะแม้ว่าปัจจุบันจะมี BTS สถานีสุร-ศักดิ์ และ BTS สถานีช่องนนทรีผ่านบางพื้นที่ของย่านสาทรอยู่แล้ว แต่หากมีอีกหนึ่งสถานีเกิดขึ้นระหว่าง 2 สถานีดังกล่าว ก็มั่นใจได้เลยว่า ตึกร้าง อาคารเก่า ทั้งริมถนนและในตรอกซอกซอยระหว่าง BTS สถานีสุรศักดิ์ และ BTS สถานีช่องนนทรี มีโอกาสถูกเปลี่ยนโฉมให้เป็นโครงการใหม่ ๆ ได้ทั้งที่อยู่อาศัยและโครงการเชิงพาณิชย์

4.1.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินและกฎหมายที่เกี่ยวข้องในเขตพื้นที่ศึกษา

กฎหมายที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ กฎกระทรวงบังคับใช้ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.10 (สีน้ำตาล) หมายเลข ย, 10-11 หรือที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ห้ามใช้ประโยชน์ตามกิจการที่กำหนด 29 ประเภท ซึ่งไม่ได้ห้ามกิจการอาคารชุดพักอาศัยซึ่งเป็นกิจการที่ สามารถดำเนินการได้ในที่ดินประเภทนี้ และต้องมีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อที่ดินไม่เกิน 8:1 อัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 4 และพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการก่อสร้างชุดพักอาศัย อาคารชุดเพื่อการพาณิชย์และสำนักงาน ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543) ออกตามความใน พ.ร.บ.ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 อาคารอยู่อาศัยรวม หมายความว่า อาคารหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยสำหรับหลายครอบครัว โดยแบ่งเป็นหน่วยแยกจากกันสำหรับแต่ละครอบครัว อาคารขนาดใหญ่ หมายความว่าอาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันเกิน 2,000 ตร.ม. แต่ไม่เกิน 10,000 ตร.ม.

Ref. code: 25626116031102BJH



ภาพที่ 4.2 แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จำแนกประเภทท้ายกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2562. โดยกองวางผังพัฒนาเมือง สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร, (2556), ปรับปรุงโดยผู้วิจัย, 2563.

การคิดอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อแปลงที่ดินของโครงการ (FAR) ร้อยละของพื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุมและอัตราส่วนของพื้นที่ว่างต่อพื้นที่อาคาร (OSR)

(1) อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อแปลงที่ดินของโครงการ (FAR) โครงการตัวอย่างมีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อแปลงที่ดินเท่ากับ 8:1 โดยมีรายละเอียดคำนวณ ดังนี้

พื้นที่ดินโครงการ	=	5,000 ตร.ม.
พื้นที่อาคารรวม	=	40,000 ตร.ม.
อัตราส่วนพื้นอาคารรวมต่อแปลงที่ดิน	=	40,000/5,000
	=	8:1

ดังนั้นอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อแปลงที่ดิน ไม่เกิน 8:1 ตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556 สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.10-11

(2) อัตราส่วนของพื้นที่ว่างต่อพื้นที่อาคาร ตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556 โครงการตัวอย่างมีอัตราส่วนของพื้นที่ว่างต่อพื้นที่อาคาร ร้อยละ 4 ของพื้นที่อาคารรวม โดยมีรายละเอียดการคำนวณ ดังนี้

พื้นที่อาคารรวม	=	40,000 ตร.ม.
พื้นที่ว่าง	=	1,600 ตร.ม.

คิดเป็นร้อยละ = $\frac{(1,600 \times 100)}{40,000}$

= 4

ดังนั้น พื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุมไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 ของพื้นที่อาคารรวม ตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556 สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.10-11

(3) พื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ ตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556 โครงการตัวอย่างต้องจัดให้มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง โดยมีรายละเอียดการคำนวนพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ดังนี้

พื้นที่ว่างตามเกณฑ์ = 1,600 ตร.ม.

พื้นที่น้ำซึมผ่านได้ของโครงการ = 800 ตร.ม.

คิดเป็นร้อยละ = $\frac{800 \times 100}{1,600}$

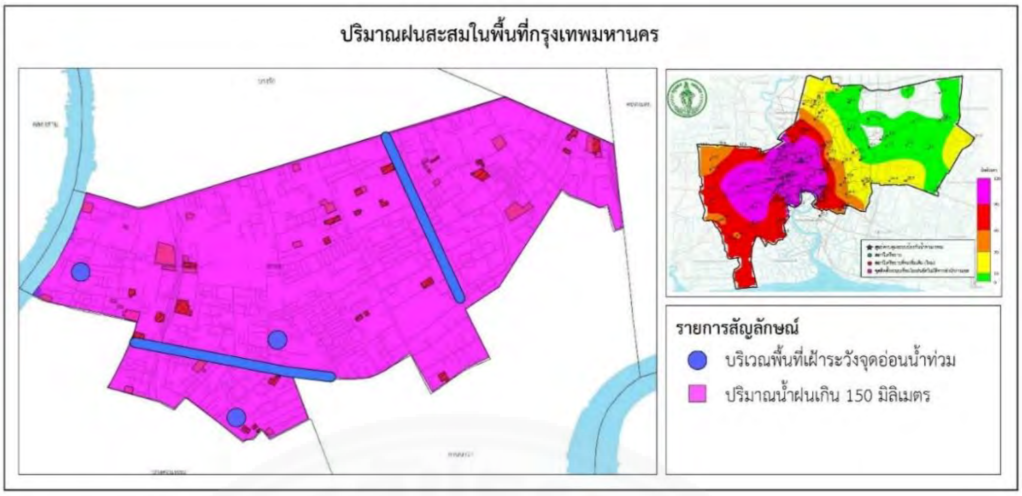
= 50

ดังนั้น โครงการตัวอย่างที่นำมาศึกษา มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ 800 ตร.ม. คิดเป็นร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง ตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556

4.2 การศึกษาสถานการณ์และการจัดการในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนอง

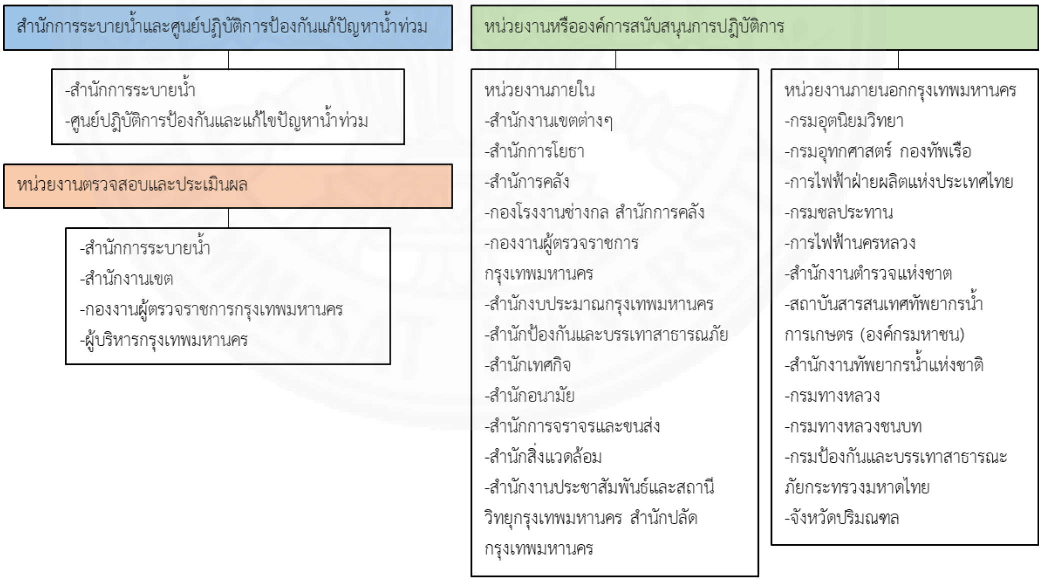
4.2.1 สถานการณ์ปริมาณน้ำไหลนอง

จากการบันทึกเหตุการณ์น้ำไหลนองในปี พ.ศ.2560 ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝนมากที่สุด พบว่าปริมาณฝนที่มากช่วงวันที่ 13 ต.ค. 60 เวลา 23.00 น. ถึง วันที่ 14 ต.ค. 60 เวลา 05.00 น. มีฝนตกหนักถึงหนักมากกระจายตัวในทุกพื้นที่ทางด้านตะวันตกครอบคลุมถึงตอนกลางของกรุงเทพมหานคร จากการตรวจวัดปริมาณฝนสะสม ผ่านระบบโทรมาตรตรวจวัดปริมาณน้ำฝนของสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร พบปริมาณน้ำฝนเกิน 150 มิลลิเมตร ในบริเวณเขตสาทร (ภาพที่ 4.3) มีน้ำท่วมขังสูงกว่าระดับฟุตบาท สาเหตุเบื้องต้นเกิดจากฝนที่ตกลงมาอย่างหนักทำให้คลองต่าง ๆ ระบายน้ำไม่ทัน บริเวณพื้นที่เฝ้าระวังจุดอ่อนน้ำท่วมในเขตสาทร คือ แขวงยานนาวา แขวงทุ่งวัดดอน แขวงทุ่งมหาเมฆ ถนนจันทน์ เซนหลุยส์ ถนนนางลิ้นจี่



ภาพที่ 4.3. ปริมาณฝนสะสมในเขตสาทร ในเวลา 6 ชั่วโมง ปริมาณน้ำฝน 90–120 มิลิเมตร. โดยสำนักการระบายน้ำ, ปรับปรุงโดยผู้วิจัย, 2563.

4.2.2 ส่วนราชการที่รับผิดชอบการปฏิบัติการ



ภาพที่ 4.4 หน่วยงานที่รับผิดชอบการปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร, 2562.

กรุงเทพมหานครเป็นหน่วยงานรับผิดชอบการปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ตลอดจนดูแลบำรุงรักษาทางระบายน้ำต่าง ๆ โดยมีอำนาจหน้าที่ตามปรากกฎในพระราชบัญญัติ ข้อบัญญัติต่าง ๆ และมีผู้บริหารกรุงเทพมหานครเป็นผู้อำนวยการควบคุมและส่งการ หน่วยงานที่รับผิดชอบการปฏิบัติการประกอบด้วยสำนักการระบายน้ำ ร่วมกับสำนักงานเขตต่าง ๆ จำนวน 50 เขต และหน่วยงานสนับสนุนการปฏิบัติการ โดยสามารถแบ่งหน้าที่ตามภาพที่ 4.4

4.2.3 ระบบระบายน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำท่วมขังเนื่องจากน้ำฝน

ระบบระบายน้ำเพื่อแก้ปัญหาน้ำท่วมขังเนื่องจากน้ำฝน ในพื้นทีปิดล้อมของพื้นที่เฝ้าระวังในกรุงเทพมหานคร ได้ก่อสร้างระบบระบายน้ำเพื่อเร่งระบายน้ำท่วมขังในพื้นที่ออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยาและอ่าวไทยโดยเร็ว โดยปัจจุบันขีดความสามารถของระบบระบายน้ำสามารถรองรับปริมาณฝนตกสะสมรวมได้ไม่เกิน 80 มิลลิเมตร ใน 1 วัน (ใน 1 วันโดยเฉลี่ยแล้วฝนตกประมาณ 3 ชั่วโมง) หรือแปลงเป็นความเข้มของฝนไม่เกิน 58.7 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วยระบบระบายน้ำต่าง ๆ ดังนี้

1) คู คลองระบายน้ำ จำนวนทั้งสิ้น 1,682 คลอง ความยาวรวม ประมาณ 2,604 กิโลเมตร มีการดำเนินการขุดลอก เปิดทางน้ำไหล เก็บขยะวัชพืช ผักตับชวา เป็นประจำทุกปี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรองรับและระบายน้ำในคลองเมื่อมีฝนตก

2) ท่อระบายน้ำ ความยาวประมาณ 6,418 กิโลเมตร แบ่งเป็นถนนสายหลัก 2,000 กิโลเมตร ในตรอกซอย ยาวประมาณ 4,418 กิโลเมตร กรุงเทพมหานครดำเนินการล้างทำความสะอาดท่อระบายน้ำเป็นประจำทุกปีเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำจากถนนและบ้านเรือนประชาชนให้ระบายลงสู่คลองระบายน้ำได้เร็วยิ่งขึ้น

3) สถานีสูบน้ำ ประตูระบายน้ำ บ่อสูบน้ำ เพื่อระบายน้ำท่วมขัง เนื่องจากฝนตกในพื้นที่ออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยา โดยประกอบด้วย

- สถานีสูบน้ำ 191 แห่ง
- ประตูระบายน้ำ 248 แห่ง
- บ่อสูบน้ำ 339 แห่ง

เนื่องจากกรุงเทพมหานครได้ก่อสร้างระบบระบายน้ำดังกล่าว ทำให้มีขีดความสามารถของการระบายน้ำในพื้นที่กรุงเทพมหานครได้รวมทั้งสิ้น 2,430.69 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แบ่งเป็น ฝั่งพระนครและ ฝั่งธนบุรี ดังนี้

- ฝั่งพระนคร มีขีดความสามารถของการระบายน้ำ 1,762.60 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

- ฝั่งธนบุรี มีขีดความสามารถของการระบายน้ำ 668.09 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

โดยรวมขีดความสามารถของการระบายน้ำของสถานีสูบน้ำที่ติดตั้งริมแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งมีขีดความสามารถในการระบายน้ำลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาได้รวม 1,081.30 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แบ่งเป็นฝั่งพระนครและ ฝั่งธนบุรีดังนี้

- ฝั่งพระนคร มีขีดความสามารถของการระบายน้ำ 743.62 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

- ฝั่งธนบุรี มีขีดความสามารถของการระบายน้ำ 337.68 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

4) อุโมงค์ระบายน้ำขนาดใหญ่ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำบริเวณที่มีปัญหาน้ำท่วมเนื่องจากเป็นที่ลุ่มต่ำและระบบระบายน้ำในพื้นที่ เช่น ท่อระบายน้ำ คู คลอง มีขีดจำกัดไม่สามารถนำน้ำท่วมขังออกจากพื้นที่ไปสู่แม่น้ำเจ้าพระยาได้โดยเร็ว จึงมีความจำเป็นต้องก่อสร้างอุโมงค์ระบายน้ำใต้ดิน ขนาดใหญ่เพื่อเร่งระบายน้ำออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยาโดยไม่ต้องระบายผ่านระบบคลองตามปกติ ซึ่งมีขีดจำกัดรวมทั้งยังช่วยลดระดับน้ำในคลองระบายน้ำสายสำคัญให้มีระดับต่ำได้รวดเร็ว เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำในคลองได้ นอกจากนี้อุโมงค์ระบายน้ำยังสามารถช่วยในการเจือจางน้ำเน่าเสียในคลอง แถบพื้นที่ชุมชนชั้นในช่วงฤดูแล้ง โดยไม่มีผลกระทบกับปัญหาน้ำท่วมในคลองระบายน้ำในพื้นที่ได้อีกด้วย

4.2.4 ขั้นตอนการปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม

ระยะที่ 1 (ม.ค. - เม.ย.) เตรียมความพร้อมก่อนฤดูฝน

(1) เตรียมความพร้อมระบบระบายน้ำ

ตรวจสอบซ่อมบำรุงแนวป้องกันน้ำท่วมได้แก่ อุโมงค์ระบายน้ำ บึงรับน้ำ สถานีสูบน้ำ ประตูระบายน้ำ บ่อสูบน้ำ บำรุงรักษาแหล่งน้ำ ขุดลอกคูคลองเก็บขยะวัชพืช เปิดทางน้ำไหล ทำความสะอาดท่อระบายน้ำและซ่อมบำรุงระบบระบายน้ำ

(2) ตรวจสอบการจัดเตรียมอุปกรณ์และเจ้าหน้าที่โดยทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพิ่มในพื้นที่เฝ้าระวัง ซ่อมบำรุงเครื่องสูบน้ำแบบเคลื่อนที่ ติดตั้งเรือผลักดันน้ำ จัดเตรียมรถเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จัดเตรียมกระสอบทราย เตรียมความพร้อมหน่วยเคลื่อนที่ (หน่วย BEST)

(3) เตรียมความพร้อมการปฏิบัติงานของศูนย์ป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม การติดตามสภาพอากาศ ตรวจเช็คระบบงานให้พร้อมใช้งาน จัดเตรียมรูปแบบรายงาน สรุปผล และการประชาสัมพันธ์อย่างเป็นขั้นตอน

(4) เตรียมแผนปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมจัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการฯ กำหนดแนวทางปฏิบัติการปกติและฉุกเฉินเพื่อประสานงาน ติดตามและประเมินผลที่ชัดเจน มีการบริหารจัดการอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

(5) เตรียมความพร้อมการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมแบบบูรณาการร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและจังหวัดปริมณฑล

ระยะที่ 2 (พ.ค. - ต.ค.) เข้าสู่ฤดูฝน

(1) ปฏิบัติการสภาวะปกติ ขุดคูคลองเปิดทางน้ำไหล ทำความสะอาดท่อระบายน้ำ ซ่อมบำรุงระบบระบายน้ำ อุปกรณ์ ให้พร้อมใช้งาน ควบคุมระดับน้ำตามแผน จัดเตรียมหน่อยเคลื่อนที่พร้อมปฏิบัติงานเมื่อได้รับแจ้งเหตุ ตรวจสอบติดตามผล รายงานสรุปสถานการณ์ประจำวัน

(2) ปฏิบัติการเมื่อได้รับการแจ้งเตือนเกี่ยวกับฝน หน่วยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทำการประสานงานและเตรียมความพร้อม ได้แก่ ศูนย์ป้องกันน้ำท่วมติดตามสถาพอากาศจากเรดาร์ แนวโน้มทิศทางของกลุ่มฝนและตรวสอบข้อมูลระดับน้ำจากระบบ SCADA รายงานหน่วยปฏิบัติและผู้บริหาร ประชาสัมพันธ์ประชาชนรับทราบเป็นระยะ หน่วยควบคุมระดับน้ำเดินเครื่องสูบน้ำและลดระดับน้ำในคูคลองและแก้มลิงเตรียมพร้อมรับฝน หน่วยเคลื่อนที่เข้าประจำจุดปฏิบัติการที่ได้รับแจ้งเตือนและจุดที่คาดว่าจะมีปัญหา

(3) ปฏิบัติการเมื่อฝนตก ศูนย์ป้องกันน้ำท่วมติดตามกลุ่มฝน แนวโน้ม ทิศทางจากเรดาร์และปริมาณน้ำฝนความรุนแรง ข้อมูลน้ำท่วม ระดับน้ำ จากระบบ SCADA รายงานหน่วยปฏิบัติการผู้บริหาร และประชาสัมพันธ์ประชาชน ทุก 15 นาที จนกว่าจะกลับสู่สภาวะปกติ พร้อมติดตามข้อมูล จัดทำรายงานสรุปสถานการณ์ฝนตกและการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม การปฏิบัติงานตามแผนเผชิญเหตุการน้ำท่วมและอุทกภัยที่รุนแรงมีกลยุทธ์ดังนี้

กลยุทธ์ที่ 1 กรณีฝนตกไม่เกิน 60 มม./ ชม.

กลยุทธ์ที่ 2 กรณีฝนตกระหว่าง 60 - 90 มม./ ชม.

กลยุทธ์ที่ 3 กรณีฝนตกเกิน 90 มม./ ชม.

กลยุทธ์ที่ 4 กรณีน้ำเหนือหลากและน้ำทะเลหนุน

กลยุทธ์ที่ 5 กรณีเกิดภัยภิบัติน้ำท่วม

ภาพที่ 4.5 กลยุทธ์การปฏิบัติงานตามแผนเผชิญเหตุการน้ำท่วมและอุทกภัยที่รุนแรง. โดยสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร, 2562.

ระยะที่ 3 (พ.ย. - ธ.ค.) หลังฤดูฝน

(1) ศูนย์ป้องกันน้ำท่วมติดตามสภาพอากาศ ข้อมูลระดับน้ำประชาสัมพันธ์ผ่านช่องทางต่าง ๆ และจัดทำรายงานสถาการณ์น้ำประจำวัน

(2) ตรวจสอบซ่อมบำรุงระบบระบายน้ำ

(3) ตรวจสอบซ่อมบำรุงอุปกรณ์

(4) บำรุงรักษาแหล่งน้ำ ขุดลอกคูคลอง เก็บขยะวัชพืช เปิดทางน้ำไหล

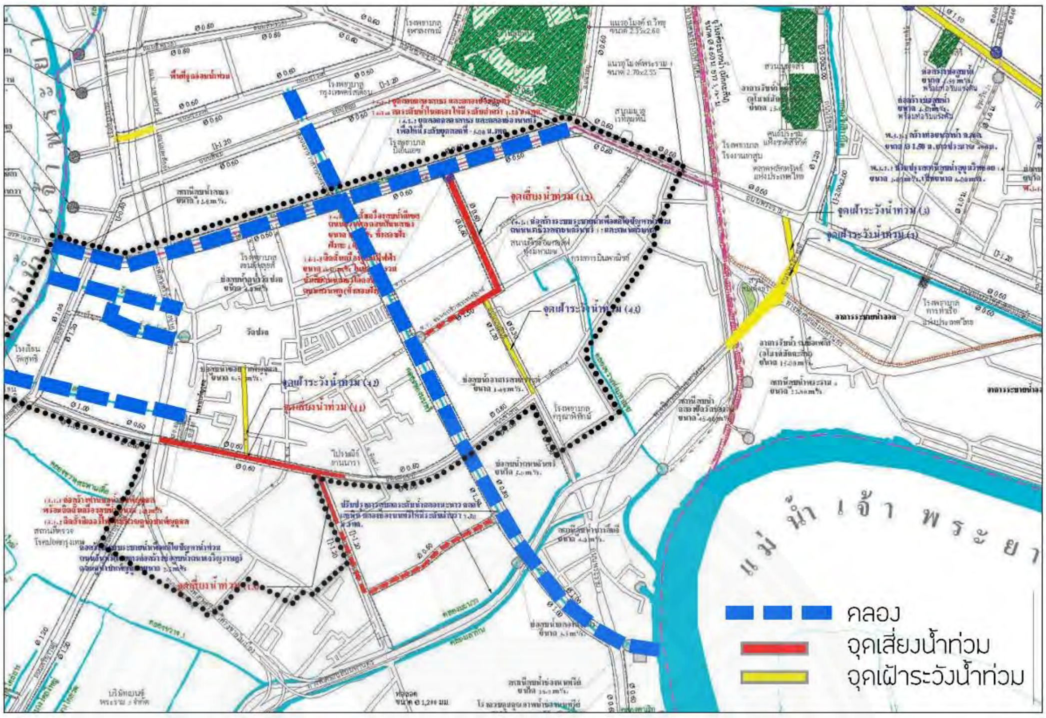
(5) ทำความสะอาดและซ่อมบำรุงท่อระบายน้ำ

(6) รวบรวมข้อมูลการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพร้อมจัดทำสรุปผลการปฏิบัติงานประจำปีที่ผ่านมา

(7) วิเคราะห์ ประเมินผลและวางแผนการบริหารจัดการน้ำทั้งระบบเพื่อการบริหารจัดการทั้งส่วยของแผนระยะสั้นแบบระบบชั่วคราว และแผนระยะยาวแบบระบบถาวร

(8) ศึกษาพัฒนาออกแบบระบบที่เกี่ยวข้อกับการบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ ทั้งในส่วนของระบบสารสนเทศ ระบบโครงสร้างพื้นฐาน ระบบบริหารจัดการน้ำในภาพรวมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมต่อไป

การจัดการน้ำท่วมขังเนื่องจากน้ำฝน ในเขตสาทร มีระบบคลองอยู่ 3 คลอง ไม่พบบึงรับน้ำแก้มลิงในพื้นที่ ในการระบายน้ำแต่ละช่วงฤดู จะเป็นไปตามแผนของสำนักการระบายน้ำ คือ ทำความสะอาดคู คลอง เพื่อเตรียมความพร้อม โดยขุดลอกคูคลองเก็บขยะวัชพืช เปิดทางน้ำไหล ทำความสะอาดท่อระบายน้ำและซ่อมบำรุงระบบระบายน้ำ และมีพื้นที่บริหารจัดการน้ำท่วมคือ ถนนจันทร์ เซนเหลุยส์ สวนพลู ทุ่มมหาเมฆ เนื้อที่ประมาณ 25.253 ตารางกิโลเมตร (ภาพที่ 4.6)



ภาพที่ 4.6 แสดงพื้นที่จุดเสี่ยง จุดเฝ้าระวังน้ำท่วม และระบบคลองในเขตสาทร. โดยสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร, ปรับปรุงโดยผู้วิจัย, 2563.

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสถานการณ์ของการเกิดปริมาณฝนในแต่ละปีมีความรุนแรงและมีปริมาณมากกว่า 90-150 ในทุกปีของช่วงฤดูฝน ทำให้มุ่งเน้นระบบระบายน้ำแบบคูคลอง และการใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอย่างมาก เกิดอุโมงค์ระบายน้ำขนาดใหญ่เพื่อช่วยเร่งระบายน้ำอย่างเร่งด่วน การใช้เครื่องมืออุปกรณ์เครื่องสูบน้ำเพื่อการระบายน้ำ ซึ่งพบปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการป้องกันน้ำท่วมเนื่องจากน้ำฝน สรุปได้ ดังนี้

(1) มีการกีดขวางทางน้ำไหล

- จากถนนลงสู่ท่อระบายน้ำโดยขยะที่ลอยมาติดตะแกรงช่องรับน้ำฝน

- จากท่อระบายน้ำลงสู่คลองโดยท่อระบายน้ำชำรุดเนื่องจากหน่วยงานสาธารณูปโภค เช่น โทรศัพท์หรือประปาและเหตุอื่น ๆ

- ในคูคลองโดยมีประชาชนปลูกบ้านเรือนรุกล้ำคูคลองทำให้มิอาจขุดลอกขยายความ กว้างและลึกได้พอเป็นเหตุให้น้ำไหลไม่สะดวกและเกิดสิ่งกีดขวางทางน้ำไหลได้ง่าย

- ระบบสูบน้ำมีขยะและวัชพืชจำนวนมากซึ่งลอยมากับกระแสน้ำมาติดที่ตะแกรงกั้น ขยะ ก่อนเข้าเครื่องสูบน้ำ

(2) แผนปฏิบัติการยังไม่ครอบคลุมปัญหาอย่างครบถ้วน

(3) เกิดกระแสไฟฟ้าดับหรือกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำขัดข้อง

(4) ปัญหาของคุณภาพน้ำที่ปล่อยลงสู่ธรรมชาติอย่างรวดเร็ว ในช่วงฤดูฝนการทำงานของอุโมงค์ใต้ดินขนาดใหญ่ คือ การเร่งระบายน้ำด่วนที่สุดทำให้น้ำที่ปล่อยสู่ธรรมชาติมีสารปนเปื้อนหรือสารแขวนลอยลงสู่ธรรมชาติด้วย ทำให้เกิดการสะสมของสารปนเปื้อนและทำลายระบบนิเวศได้

จากสถานการณ์ปริมาณน้ำฝนและลักษณะทางกายภาพของเมืองที่มีความหนาแน่นของอาคารพักอาศัยรวมเกิดขึ้น มีมาตรการทางผังเมืองที่พยายามแก้ไขเรื่องของน้ำท่วมโดยกำหนดควบคุมความหนาแน่นของการใช้ที่ดิน ได้แก่ FAR OSR และ BAF เป็นการกำหนดสัดส่วนของพื้นที่ใช้สอยอาคารพื้นที่ว่างและพื้นที่น้ำซึมผ่าน และแผนการปฏิบัติงานมีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาน้ำท่วมตามระดับความรุนแรงของการเกิดน้ำท่วมขัง แต่ยังไม่มีแนวทางปฏิบัติเชิงลึกหรือกลยุทธ์ที่เกี่ยวกับการปรับปรุงชั้นดินของพื้นที่น้ำซึมผ่านที่ควรแนะนำในแต่ละย่าน และการจัดการปัญหาของสารปนเปื้อนและสารแขวนลอยจากถนนลงสู่แม่น้ำหรือทะเลอย่างรวดเร็วทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและเกิดปัญหาธรรมชาติตามมายังไม่ได้รับการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน

Ref. code: 25626116031102BJH

บทที่ 5
รูปแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำไหลนอง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองโดยใช้เทคนิคการจำลองสภาพพื้นที่แต่ละรูปแบบโดยใช้พื้นที่โครงการอาคารพักอาศัยรวมมาจำลองในโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ (simulation) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของแนวทางเลือกและประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง โดยกำหนดตัวแปรตามค่าข้อมูลของกลยุทธ์ GSI และคุณสมบัติของวัสดุที่เลือกใช้ โดยวัสดุที่เลือกใช้สามารถหาได้ตามท้องตลาด ทั้งเรื่องราคาเพื่อทำการประมาณราคาต้นทุนก่อสร้าง จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการรับน้ำไหลนองในราคาต้นทุนที่แตกต่างเพื่อเป็นแนวทางเลือกของการนำไปใช้ในการออกแบบพื้นที่และพัฒนาโครงการ

5.1 การศึกษาพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ในโครงการพักอาศัยรวม

5.1.1 กลยุทธ์การออกแบบเพื่อจำแนกรูปแบบพื้นที่ซึมน้ำผ่าน

5.1.2 ผลการศึกษารูปแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง

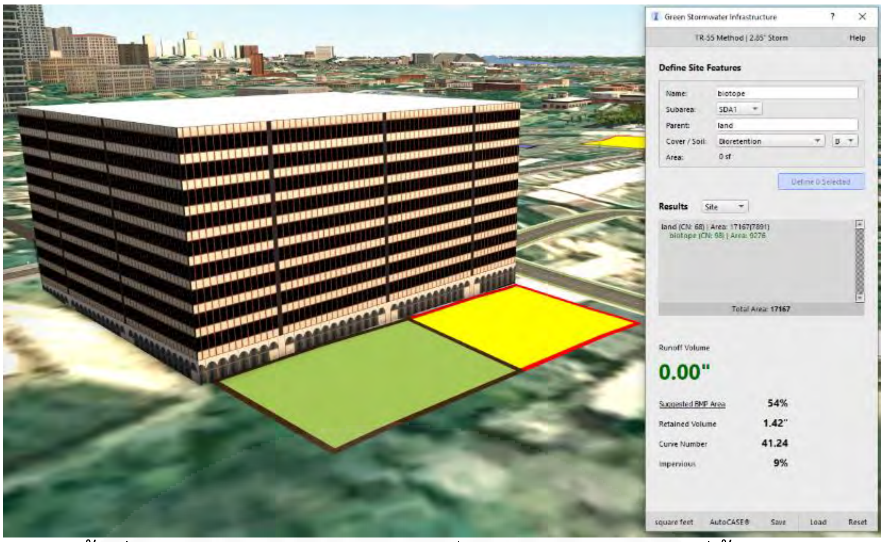
5.1.3 การประมาณราคาต้นทุนต่อประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง

5.1.4 ผลการจำลองของการรวม 3 รูปแบบ

5.1.5 ผลการศึกษาพื้นที่น้ำซึมผ่านของโครงการที่ผ่านการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA)

5.1 การศึกษาพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ในโครงการอาคารพักอาศัยรวม

การศึกษาปริมาณน้ำไหลนองที่เกิดจากรูปแบบพื้นที่สีเขียวซึมน้ำผ่านได้และพื้นผิวซึมน้ำโดยมีพื้นที่ศึกษาโครงการอาคารพักอาศัยรวมในเขตสาทรซึ่งเป็นพื้นที่จุดอ่อนน้ำท่วม ขณะเดียวกันอาคารตึกสูงก็มากเช่นกันเนื่องจากเป็นย่านศูนย์กลางธุรกิจใจกลางเมืองมีกิจกรรมทางสังคมและเศรษฐกิจเกิดขึ้นมากในพื้นที่ เป็นที่ดินประเภท ย.10 ใช้ขนาดที่ดินประมาณ 5,000 ตร.ม. เป็นโครงการตัวแทนของเขตพื้นที่ศึกษา คำนวณอัตราส่วนพื้นที่ตามข้อกำหนด คือพื้นที่ว่าง 1,600 ตร.ม. และพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ (BAF) ร้อยละ 50 ของที่ว่างอยู่ที่ 800 ตร.ม. ตามข้อกำหนดผังเมือง (ภาพที่ 5.1)

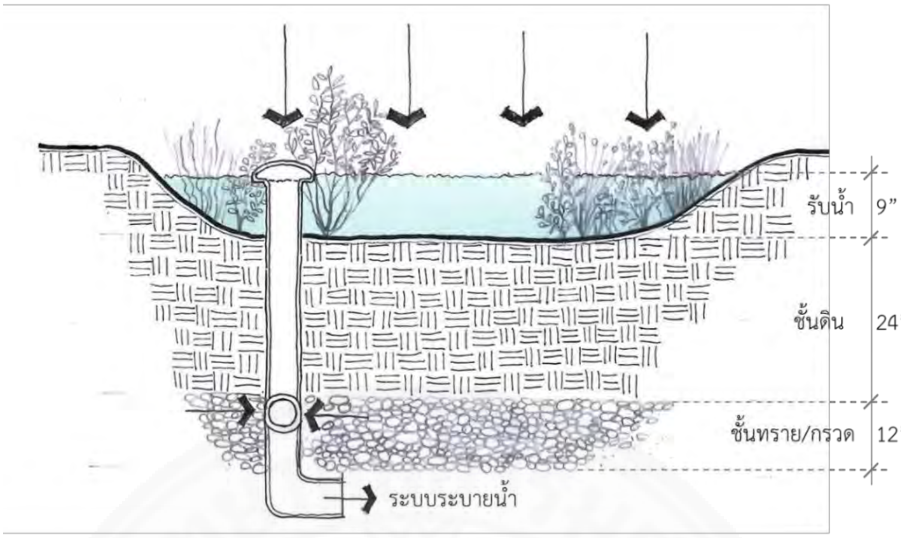


ภาพที่ 5.1 แสดงพื้นที่โครงการอาคารพักอาศัยรวมที่ใช้จำลองสถานการณ์ที่น้ำฝนสะสมในช่วงคาบอุบัติ 2 ปีและคาบอุบัติ 5 ปี. โดยโปรแกรม Autodesk Infraworks 360, โดยผู้วิจัย, 2563.

5.1.1 กลยุทธ์การออกแบบเพื่อจำแนกรูปแบบพื้นที่น้ำซึมผ่าน

การจำแนกรูปแบบพื้นที่ที่ใช้เป็นแนวทางการออกแบบและเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการทดลอง ด้วยประเภทของกลยุทธ์ด้าน GSI ประกอบด้วยพื้นที่ 3 รูปแบบ คือ (a) พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ (b) พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน และ (c) พื้นที่สีเขียวเปิดโล่ง ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า โดยแต่ละรูปแบบมีองค์ประกอบของตัวแปรที่แตกต่างกันในการลดน้ำไหลนอง สามารถอธิบายลักษณะของแต่ละรูปแบบดังนี้

(a) พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็กน้ำด้วยพืชพรรณ คือ ลักษณะของพื้นที่ที่ออกแบบให้มีการกักเก็บน้ำด้วยพืช มีบ่อรับน้ำและปลูกพืชพรรณเพื่อใช้ดูดซึมน้ำและกักเก็บน้ำเพื่อเกิดการพักน้ำให้เกิดตะกอนแล้วค่อย ๆ ปล่อยสู่ระบบระบายน้ำหรือแหล่งน้ำธรรมชาติ การกักเก็บน้ำที่ดีควรกักเก็บน้ำให้อยู่ในระบบอย่างน้อย 72 ชม. (3 วัน) และถ้าในการทดสอบอัตราการซึมน้ำจากระบบจำลองได้ 4 นิ้วต่อชั่วโมง ในการออกแบบจรงต้องใช้อัตราการซึมน้ำที่ 2 นิ้วต่อชั่วโมง เนื่องจากค่าอัตราการซึมที่นำไปใช้จริงจะลดลงเพราะเกิดการอุดตันจากสิ่งสกปรกตามช่องว่างของน้ำและระบบพืชพรรณ และการออกแบบชั้นดินให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย ขนาดความลึกของบ่อกักเก็บน้ำมีความลึกที่เหมาะสมอยู่ที่ 9 นิ้ว ชั้นดินสำหรับปลูกพืชพรรณลึก 24 นิ้ว ชั้นทราย/กรวดลึก 12 นิ้ว และมีค่าความพรุนของวัสดุที่ต่างโดยเป็นค่าที่ได้จากการเลือกรูปแบบในโปรแกรม Infraworks 360 (ภาพที่ 5.2)



ภาพที่ 5.2 ภาพตัดแสดงชั้นดินของระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ. โดยผู้วิจัย, 2563.

ชนิดพืชพรรณในการดูดซึมน้ำและกักเก็บน้ำ

ชนิดของพืชพรรณมีส่วนสำคัญในการลดธาตุอาหารและสิ่งสกปรกออกจากน้ำ จึงควร พิจารณาเลือกชนิดของต้นไม้ให้มีประสิทธิภาพในการลดสิ่งสกปรก คำนึงถึงกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ เพื่อลดการไหลนองของน้ำและรักษาคุณภาพน้ำ โดยระบบของพืชพรรณมีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมในเขตเมือง ดังนี้

(1) ช่วยในการลดการชะหน้าดิน เพราะระบบรรากพืชสามารถช่วยยึดหน้าดินไว้ได้ดี

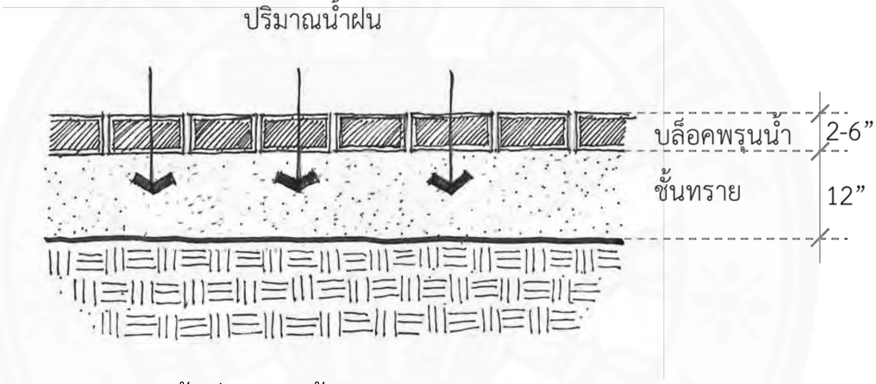
(2) มีระบบการดูซับธาตุอาหารของรากพืชช่วยกรองและลดปริมาณสารพิษป้องกันสารมลพิษต่าง ๆ ที่จะปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำได้

(3) เพิ่มปริมาณน้ำใต้ดิน ต้นไม้เปรียบเสมือนตัวกรงมลพิษธรรมชาติสามารถช่วยลดการไหลบ่าของน้ำฝน ลดปริมาณสารปนเปื้อนต่าง ๆ และชวยนำธาตุอาหาร เชนไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ที่ปนเปอนมากับน้ำฝนไปใชในการเจริญเติบโตของตนไม ซึ่งถาปลอยธาตุอาหารเหลานี้ลงสะสมสูแหลงน้ำ จะกอใหเกิดมลภาวะทางน้ำได้

โดยกำหนดพืชพรรณที่เหมาะสมในการเลือกใช้ ประกอบด้วย ไม้ยืนต้น ได้แก่ ปีบ หูกระจง พิกุล ตาเบเหลือง ชมพูพันธ์ทิพย์ กระถิณรงค์ ปาล์ม มะฮอกกานี และไม้พุ่มที่มีส่วนสำคัญในการดูดซึมและกักเก็บน้ำ ได้แก่ กกน้ำหรือกกธูป จั๋ง พุทธรักษา เอื้องหมายนา พลับพลึง

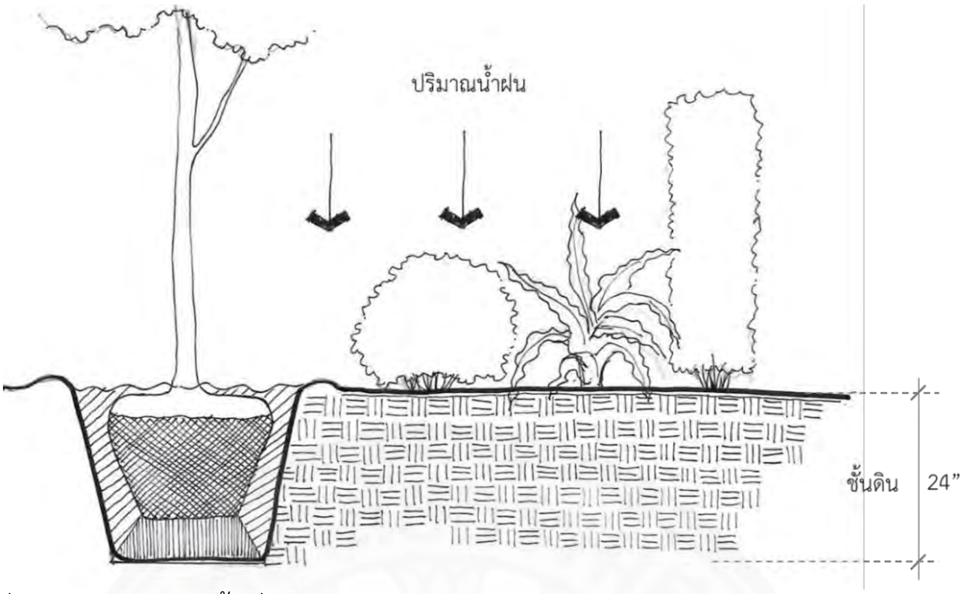
ลิ้นมงกร ชาฮกเกี้ยน และไม้คลุมดิน ได้แก่ หญ้า หนวดปลาดุก ถั่วบลาซิล ถั่วปิ่นโต โดยมีการศึกษาเกี่ยวกับการอุ้มน้ำมาแล้วพบมีความสามารถในเพิ่มการอุ้มน้ำได้ดี

(b) พื้นที่ผิวพรุนน้ำ ที่ได้รวบรวมมา มีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด คือ พื้นบล็อคปลูกหญ้า พื้นตะแกรงระบายน้ำ (Drainage cell) และพื้นบล็อคคอนกรีตพรุนน้ำ ความหน้าจะอยู่ที่ 2 – 6 นิ้ว ในการใช้งานทำได้โดยปรับทรายให้ความลึก 12 นิ้ว เพื่อที่จะรับพื้นบล็อค และทรายจะเป็นตัวที่คอยรับน้ำและอุ้มน้ำฝนไว้ เมื่อปริมาณน้ำฝนผ่านผิววัสดุบล็อคปลูกหญ้า พื้นตะแกรงระบายน้ำและพื้นบล็อคคอนกรีตพรุนน้ำ ก็จะทำให้ลงสู่ชั้นทราย ทั้งนี้ข้อจำกัดของการใช้งานพื้นประเภทนี้ คือ หาก บริเวณดินพื้นที่โครงการนั้นไม่เป็นดินที่บดอัดจะทำให้เกิดการทรุดตัวของพื้นได้ (ภาพที่ 5.3)



ภาพที่ 5.3 ภาพตัดแสดงพื้นที่ผิวพรุนน้ำ. โดยผู้วิจัย, 2563.

(c) พื้นที่สีเขียวเปิดโล่ง ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า เป็นลักษณะของพื้นที่จัดภูมิทัศน์ในโครงการที่ต้องการให้เกิดพื้นที่สีเขียวเปิดโล่ง (open space) ซึ่งนับว่าเป็นพื้นที่สีเขียวของโครงการที่ทางผู้ออกแบบส่วนใหญ่ต้องการออกแบบให้ได้ตามข้อกำหนดเรื่องพื้นที่สีเขียวที่จำเป็นต้องมีตามเกณฑ์การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ต้องจัดให้มีพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นและพื้นที่สีเขียวบนดินให้เพียงพอต่อผู้พักอาศัย ดังนั้น จึงเป็นรูปแบบทางเลือกที่ง่ายต่อการออกแบบและการดูแลบำรุงรักษาและทำให้องค์ประกอบของการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมถูกต้องตามเกณฑ์ โดยหากพูดถึงการรับน้ำไหลนองจะมีเพียงชั้นดินปลูกที่ลึก 24 นิ้ว ที่สามารถรับน้ำได้เท่านั้น (ภาพที่ 5.4)



ภาพที่ 5.4 ภาพตัดแสดงพื้นที่สีเขียวเปิดโล่ง ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า, โดยผู้วิจัย, 2563.

โดยสรุปข้อมูลของรูปแบบกลยุทธ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบ BMPs สามารถนำมาใช้ในการจำลองในแต่ละปริมาณน้ำฝนในคาบอุบัติ 2 ปี และ 5 ปี เพื่อศึกษาความแตกต่างของการรับน้ำไหลนองในแต่ละรูปแบบพื้นที่ โดยจำแนกชุดข้อมูลได้ตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1

แสดงชุดข้อมูลของทางเลือกในการออกแบบพื้นที่ BMPs

รูปแบบ	แนวทางเลือกในการออกแบบ BMPs	ประเภทชนิด	ค่าข้อมูล		อ้างอิง
			ค่า	หน่วย	
(a)	พื้นที่แบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ				
	ความลึกของบ่อรับน้ำ (A)		9	นิ้ว	จีระนันท์ สุกุล. (2559) ดำรงศักดิ์ รินชุมภู. (2560)
	ความลึกของชั้นดินปลูก (B)	ดินร่วน	24	นิ้ว	
	ความพรุนของชั้นดินปลูก (C)		25	ร้อยละ	
	ความลึกของชั้นกรวด (D)	กรวด	12	นิ้ว	
	ความพรุนของชั้นกรวด (E)		35	ร้อยละ	
	ความพรุนพื้นที่ด้านล่างทึบน้ำ (F)		100	ร้อยละ	
	ความสูงไม้พุ่ม		0.8	ม.	
	หญ้า		0.5	ตร.ม./แผ่น	
(b)	พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน				
P1	ความลึกของวัสดุ (A)	บล๊อคปลูก	4	นิ้ว	จีระนันท์ สุกุล. (2559)
	ความพรุนของวัสดุ (B)	หญ้า	33	ร้อยละ	
P2	ความลึกของวัสดุ (A)	plantercell,	2	นิ้ว	
	ความพรุนของวัสดุ (B)	drainagecll	95	ร้อยละ	
P3	ความลึกของวัสดุ (A)	บล๊อค	6	นิ้ว	
	ความพรุนของวัสดุ (B)	คอนกรีตพรุน	25	ร้อยละ	
	หญ้า		0.5	ตร.ม./แผ่น	
(c)	พื้นที่สีเขียวแบบปลูกไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม				
	ทรงพุ่มไม้ยืนต้น	พรรณไม้	12.57	ตร.ม./ต้น	ผู้เชี่ยวชาญ
	ความสูงไม้ยืนต้น		5	ม.	
	ความสูงไม้พุ่ม		0.8	ม.	
	หญ้า		0.5	ตร.ม./แผ่น	
	ความลึกของชั้นดินปลูก (B)	ดินร่วน	24	นิ้ว	
	ความพรุนของชั้นดินปลูก (C)		25	ร้อยละ	
ตัวแปรอื่นๆ					
1	ปริมาณน้ำฝนคาบอุบัติ 2 ปี และ 5 ปี		2.3-4.8	นิ้ว	สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ. โดยผู้วิจัย, 2563.

5.1.2 ผลการศึกษารูปแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง

ผลการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงคาบอุบัติ 2, 5, 7, 10, 12 ปี มาจำลองร่วมกับข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นของที่ดินประเภท ย.10 จำลองสถาณการณ์ในโปรแกรม Infraworks 360 โดยใช้เครื่องมือ GSI วิธี TR-55 สามารถรองรับปริมาณน้ำฝนได้มากน้อยเพียงใด ก่อนที่จะจำลองร่วมกับรูปแบบของพื้นที่ที่นำมาตรการ BMPs โดยผลการจำลองร่วมกับข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นของที่ดินประเภท ย.10 ในช่วงเวลาและคาบอุบัติการเกิดฝนได้ค่าปริมาณน้ำไหลนองดังภาพที่ 5.5 พบว่า พื้นที่น้ำซึมผ่านได้ร้อยละ 50 ของพื้นที่เปิดโล่งรอบอาคารที่ดินประเภท ย.10 ในคาบอุบัติ 2 ปี สามารถรองรับปริมาณน้ำฝนได้หมด ช่วงเวลาที่ 30 นาที ในคาบอุบัติ 5 ปี และ 7 ปี สามารถรองรับปริมาณน้ำฝนได้ช่วงเวลาที่ 15 นาที คาบอุบัติ 10 ปี และ 12 ปี สามารถรองรับปริมาณน้ำฝนได้เวลา 10 นาที จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาที่เกิดปัญหาน้ำไหลนองเวลาฝนตกในแต่ละเหตุการณ์แม้ฝนตกเพียง 1 ชั่วโมงก็ทำให้เกิดน้ำไหลนองได้ และหากฝนตกเป็นเวลา 2-24 ชั่วโมง จะทำให้สถานการณ์น้ำท่วมขังเพิ่มมากขึ้นถึงแม้ว่าจะมีการเฝ้าระวังของสำนักการระบายน้ำก็ยังไม่สามารถระบายน้ำได้อย่างทันท่วงที เพราะฉะนั้นหากต้องอยู่ร่วมกับสถานการณ์น้ำท่วมขังจึงต้องจัดหามาตรการร่วมวางแผนเพื่อลดและบรรเทาปัญหาเหล่านี้ จึงนำมาสู่การทดลองในแบบจำลองร่วมกับกลยุทธ์ GSI ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรม

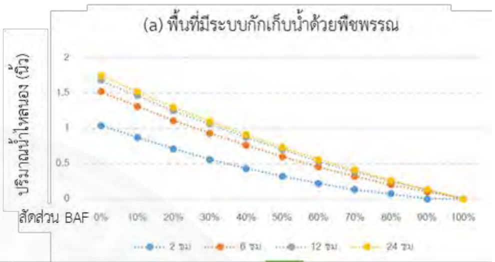
คาบอุบัติ	ช่วงเวลา								
	5(นาที)	10(นาที)	15(นาที)	30(นาที)	1(ชั่วโมง)	2(ชั่วโมง)	6(ชั่วโมง)	12(ชั่วโมง)	24(ชั่วโมง)
2	0	0	0	0.1	0.31	0.55	0.83	0.92	1.01
5	0	0	0.02	0.13	0.31	1.04	1.52	1.68	1.75
7	0	0	0.03	0.3	0.73	1.22	1.76	1.94	2.08
10	0	0.01	0.04	0.35	0.85	1.39	2.02	2.22	2.36
12	0	0.02	0.07	0.46	1.07	1.75	2.52	2.76	2.94

ภาพที่ 5.5 การจำลองร่วมกับข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นของที่ดินประเภท ย.10 ในช่วงเวลาและคาบอุบัติ 2, 5, 7, 10, 12 ปี. โดยผู้วิจัย, 2563.

เมื่อนำมาจำลองร่วมกับกลยุทธ์ GSI พบว่า รูปแบบพื้นที่ที่ส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลนองเป็น 0 นิ้ว คือ (a) พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ และ (b) พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน ที่มีผลใกล้เคียงกัน จะเห็นว่ารูปแบบพื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ ในคาบ

อุบัติ 2 ปี ต้องการสัดส่วนร้อยละ 50 เพื่อลดน้ำไหลนองให้เป็น 0 ได้ภายใน 2 ชั่วโมง และในคาบอุบัติ 5 ปี สัดส่วนร้อยละ 90 เพื่อลดน้ำไหลนองให้เป็น 0 ได้ภายใน 2 ชั่วโมง ส่วนรูปแบบพื้นที่ (c) ไม่สามารถทำให้น้ำไหลนองเป็น 0 นิ้วได้ แม้ว่าลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่สีเขียวปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้าก็ตาม (ภาพที่ 5.6, 5.7, 5.8)

ช่วงเวลาที่ฝนตก	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 2 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	2.85	0.55	0.41	0.29	0.18	0.09	0	0	0	0	0	0
6 ชม	3.37	0.83	0.67	0.52	0.39	0.28	0.18	0.1	0.04	0	0	0
12 ชม	3.54	0.92	0.77	0.61	0.47	0.35	0.25	0.15	0.12	0.03	0	0
24 ชม	3.68	1.01	0.83	0.68	0.53	0.4	0.29	0.19	0.11	0.05	0	0

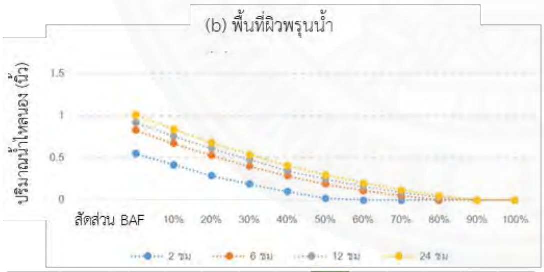


ช่วงเวลาที่ฝนตก	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 5 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	3.73	1.04	0.87	0.71	0.56	0.43	0.32	0.22	0.13	0.07	0	0
6 ชม	4.48	1.52	1.31	1.11	0.93	0.76	0.6	0.45	0.32	0.2	0.1	0
12 ชม	4.72	1.68	1.46	1.25	1.06	0.87	0.7	0.53	0.38	0.25	0.13	0
24 ชม	4.81	1.75	1.52	1.3	1.1	0.91	0.73	0.56	0.41	0.26	0.13	0

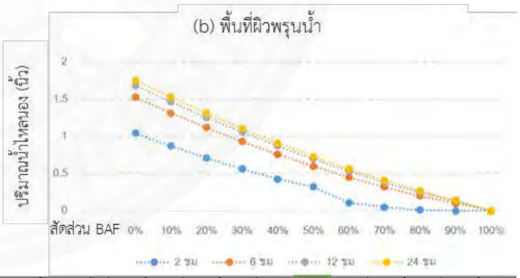
พื้นที่ BAF ตามข้อกำหนดผังเมือง

น้ำไหลนองเป็น 0 นิ้ว

ภาพที่ 5.6 แสดงปริมาณน้ำไหลนองตามปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ (a) ในคาบอุบัติ 2 และ 5 ปี. โดยผู้วิจัย, 2563.



ช่วงเวลาที่ฝนตก	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 2 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	2.85	0.55	0.42	0.29	0.19	0.1	0.02	0	0	0	0	0
6 ชม	3.37	0.83	0.67	0.53	0.4	0.29	0.19	0.11	0.05	0	0	0
12 ชม	3.54	0.92	0.76	0.61	0.48	0.35	0.25	0.16	0.09	0.03	0	0
24 ชม	3.68	1.01	0.84	0.68	0.54	0.41	0.3	0.2	0.12	0.05	0	0

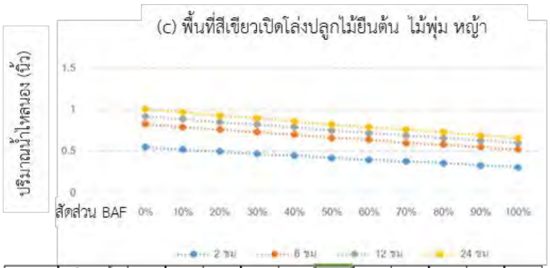


ช่วงเวลาที่ฝนตก	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 5 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	3.73	1.04	0.87	0.71	0.56	0.43	0.32	0.11	0.05	0.01	0	0
6 ชม	4.48	1.52	1.31	1.12	0.93	0.76	0.6	0.45	0.32	0.2	0.1	0
12 ชม	4.72	1.68	1.46	1.25	1.06	0.87	0.7	0.53	0.38	0.25	0.13	0
24 ชม	4.81	1.75	1.52	1.31	1.1	0.91	0.73	0.56	0.41	0.27	0.14	0

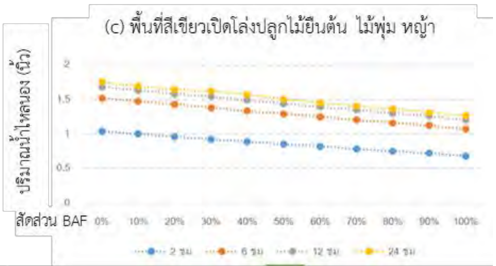
พื้นที่ BAF ตามข้อกำหนดผังเมือง

น้ำไหลนองเป็น 0 นิ้ว

ภาพที่ 5.7 แสดงปริมาณน้ำไหลนองตามปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ (b) ในคาบอุบัติ 2 และ 5 ปี. โดยผู้วิจัย, 2563.



ช่วงเวลาที่ฝนตก	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 2 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	2.85	0.55	0.52	0.5	0.47	0.45	0.42	0.4	0.38	0.36	0.33	0.31
6 ชม	3.37	0.83	0.79	0.76	0.73	0.7	0.66	0.64	0.6	0.58	0.55	0.52
12 ชม	3.54	0.92	0.89	0.85	0.82	0.79	0.75	0.72	0.69	0.66	0.63	0.6
24 ชม	3.68	1.01	0.97	0.93	0.9	0.86	0.82	0.79	0.76	0.73	0.69	0.66



ช่วงเวลาที่ฝนตก	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 5 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	3.73	1.04	1	0.96	0.92	0.89	0.85	0.82	0.78	0.75	0.72	0.68
6 ชม	4.48	1.52	1.47	1.43	1.38	1.33	1.29	1.25	1.2	1.16	1.12	1.07
12 ชม	4.72	1.68	1.63	1.58	1.54	1.49	1.44	1.39	1.35	1.3	1.26	1.2
24 ชม	4.81	1.75	1.69	1.64	1.62	1.57	1.5	1.45	1.4	1.36	1.31	1.26

พื้นที่ BAF ตามข้อกำหนดผังเมือง
น้ำไหลนองเป็น 0 นิ้ว

ภาพที่ 5.8 แสดงปริมาณน้ำไหลนองตามปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ (c) ในคาบอุบัติ 2 และ 5 ปี. โดยผู้วิจัย , 2563.

การนำมาหาอัตราการลดลงด้วยสมการ Quadratic Regression พนุนามกำลังสองโดยสังเกตที่ความสัมพันธ์ของเชิงเส้น (Linear effect parameter) ค่าลบยิ่งมากทำให้อัตราการลดลงมากนั่นเอง ซึ่งเป็นพื้นที่แบบพื้นผิวน้ำซึมผ่านได้ที่คาบอุบัติ 5 ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ดังตารางที่ 5.2 เป็นค่าที่มากที่สุดของพื้นที่ทุกการจำลอง

ตารางที่ 5.2

แสดงอัตราการลดลงด้วยการวิเคราะห์จากแผนภูมิของพื้นที่แบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ คาบอุบัติ 2 ปี และ 5 ปี

พื้นที่ผิวน้ำซึมผ่านได้ (คาบอุบัติ 2 ปี)	สมการพหุนามกำลังสอง (second degree polynomial regression)	Linear effect parameter	R^2
24 ชม.	$y = 0.0082x^2 - 0.2176x + 1.4182$	-0.2176	$R^2 = 0.9995$
12 ชม.	$y = 0.0084x^2 - 0.2117x + 1.3182$	-0.2117	$R^2 = 0.9995$
6 ชม.	$y = 0.009x^2 - 0.2108x + 1.2227$	-0.2108	$R^2 = 0.9993$
2 ชม.	$y = 0.0096x^2 - 0.187x + 0.8851$	-0.187	$R^2 = 0.9933$
พื้นที่ผิวน้ำซึมผ่านได้ (คาบอุบัติ 5 ปี)	**สมการพหุนามกำลังสอง (second degree polynomial regression)**	Linear effect parameter	R^2
24 ชม.	$y = 0.0059x^2 - 0.2561x + 2.2367$	-0.2561	$R^2 = 0.9999$
12 ชม.	$y = 0.0058x^2 - 0.249x + 2.1549$	-0.249	$R^2 = 0.9999$
6 ชม.	$y = 0.0065x^2 - 0.2427x + 1.9815$	-0.2427	$R^2 = 1$
2 ชม.	$y = 0.0098x^2 - 0.2469x + 1.5249$	-0.2469	$R^2 = 0.9911$

หมายเหตุ. โดยผู้วิจัย, 2563.

จากการจำลองทำให้พบว่าพื้นที่ BAF ในข้อกำหนดทางผังเมืองร่วมกับรูปแบบพื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ ทำให้ปริมาณน้ำไหลนองที่คาบอุบัติ 2 ปี เป็น 0 นิ้ว ได้ภายใน 2 ชั่วโมง และเมื่อปริมาณน้ำไหลนองเพิ่มขึ้นในเวลา 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง น้ำไหลนองไม่เป็น 0 นิ้ว แต่มีปริมาณที่ลดลงมา ดังนั้นเมื่อปริมาณน้ำฝนสะสมมากขึ้นก็ต้องการพื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณน้ำไหลนองที่คาบอุบัติ 5 ปี มีปริมาณมากขึ้นทำให้พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณต้องการพื้นที่มากถึงร้อยละ 100 ของพื้นที่ว่าง ภาพที่ 5.6 ดังแสดงในแผนภูมิเมื่อเพิ่มร้อยละของพื้นที่ของกลยุทธ์ (a) (b) (ในพื้นที่ BAF ปริมาณน้ำก็ค่อย ๆ ลดลง ทำให้เส้นกราฟค่อย ๆ ลาดลง แต่เมื่อเป็นรูปแบบ (c) พื้นที่สีเขียวเปิดโลงโดยมีไม้ยืนต้น ไม่พุ่ม หญ้า เส้นกราฟจะมีลักษณะตรงและราบ จะเห็นว่าปริมาณน้ำไหลนองที่ลดลงสัมพันธ์ตรงข้ามกับพื้นที่ BAF ที่เพิ่มขึ้นและเมื่อเปรียบเทียบเส้นแผนภูมิของพื้นที่ (a) และ (c) ทั้งคาบอุบัติ 2 ปี และ คาบอุบัติ 5 ปี มีลักษณะที่ต่างกัน ซึ่งรูปแบบ (c) เป็นลักษณะราบแสดงให้เห็นว่าน้ำไหลนองที่เกิดขึ้นซึมผ่านลงดินได้ช้ากว่า จะเห็นได้ว่าหากมีเพียงพื้นที่ว่างตามข้อกำหนดผังเมืองรวมกรุงเทพ พ.ศ.2556 เพียงอย่างเดียวจะลดน้ำไหลนองได้น้อยมากทำให้เกิดน้ำท่วมขัง แต่เมื่อนำมาตรการมาร่วมจำลองในพื้นที่ทำให้น้ำไหลนองเป็น 0 ได้

5.1.3 การประมาณราคาต้นทุนต่อประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง

การประมาณราคาต้นทุนการก่อสร้างจากกลยุทธ์แนวทางเลือกในการออกแบบพื้นที่ BMPs เพื่อการพัฒนาประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง สำหรับรูปแบบของกลยุทธ์ที่ใช้แตกต่างกันซึ่งจะมีลักษณะขั้นตอนการก่อสร้างที่แตกต่างกันรวมถึงวัสดุที่เลือกใช้ การประมาณราคาแต่ละประเภทจึงคิดจากปริมาณวัสดุ 1 ตร.ม. เพื่อใช้เปรียบเทียบกัน โดยผลของราคาจะไม่รวมค่าแรงและค่า Factor F อื่น ๆ ตามตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3

การประมาณราคาต้นทุนการก่อสร้างตามรูปแบบกลยุทธ์ของพื้นที่ 3 รูปแบบ

รูปแบบ	แนวทางเลือกในการออกแบบ BMPs	ประเภทชนิด	ค่าข้อมูล		ราคา	หน่วย	ราคา
			ค่า	หน่วย	(บาท/หน่วย)		(บาท/ตร.ม.)
(a)	พื้นที่แบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ						
	ความลึกของบ่อรับน้ำ (A)		9	นิ้ว			
	ความลึกของชั้นดินปลูก (B)	ดินร่วน	24	นิ้ว	950	ลบ.ม.	
	ความลึกของชั้นกรวด (D)	กรวด	12	นิ้ว	1000	ลบ.ม.	
	ความสูงไม้พุ่ม	พรรณไม้	0.8	ม.	500	ตร.ม.	
	หญ้า		0.5	ตร.ม./แผ่น	30	ตร.ม.	2,480.00
(b)	พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน						
P1	ความลึกของวัสดุ (A)	บล็อคปลูก	4	นิ้ว			
	ความพรุนของวัสดุ (B)	หญ้า	33	ร้อยละ	800	ตร.ม.	
P2	ความลึกของวัสดุ (A)	plantercell,	2	นิ้ว			
	ความพรุนของวัสดุ (B)	drainagecll	95	ร้อยละ	1,200	ตร.ม.	
P3	ความลึกของวัสดุ (A)	บล็อค	6	นิ้ว			
	ความพรุนของวัสดุ (B)	คอนกรีตพรุน	25	ร้อยละ	600	ตร.ม.	2,600.00
(c)	พื้นที่สีเขียวแบบปลูกไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม						
	ทรงพุ่มไม้ยืนต้น	พรรณไม้	12.57	ตร.ม./ต้น			
	ความสูงไม้ยืนต้น		5	ม.			
	ความสูงไม้พุ่ม		0.8	ม.	500	ตร.ม.	
	หญ้า		0.5	ตร.ม./แผ่น	30	ตร.ม.	
	ความลึกของชั้นดินปลูก (B)	ดินร่วน	24	นิ้ว			
	ความพรุนของชั้นดินปลูก (C)		25	ร้อยละ	950	ลบ.ม.	1,480.00

หมายเหตุ. โดยผู้วิจัย, 2563.

ตารางที่ 5.4

แสดงปริมาณน้ำไหลนองที่เกิดขึ้นต่อราคาต้นทุนใน 1 ตารางเมตร

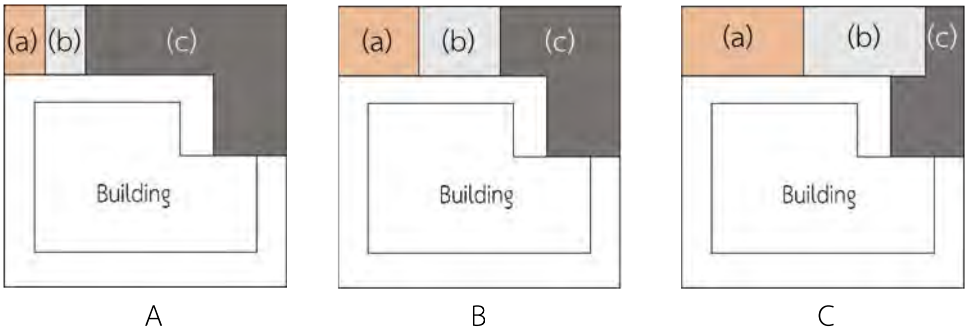
BAF 50%	ปริมาณน้ำไหลนองที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา				ราคาต้นทุนการก่อสร้าง (บาท/ตร.ม.)
	2 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	
พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ	0	0.18	0.25	0.29	2,480.00
พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน	0.02	0.19	0.25	0.3	2,600.00
พื้นที่สีเขียวเปิดโล่งปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า	0.42	0.66	0.75	0.82	1,480.00

หมายเหตุ. โดยผู้วิจัย, 2563.

สำหรับพื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณคิดราคาต้นทุนต่อตารางเมตรได้ 2,480 บาท พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่านคิดราคาต้นทุนต่อตารางเมตรได้ 2,600 บาท และพื้นที่สีเขียวแบบปลูกไม้ยืนต้นและไม้พุ่มคิดราคาต้นทุนต่อตารางเมตรได้ 1,480 บาท เมื่อใช้พื้นที่ในสัดส่วนร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่างเท่ากันใน 3 รูปแบบ พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณราคาต้นทุนมากกว่าพื้นที่สีเขียวแบบเปิดโล่ง แต่สามารถลดน้ำไหลนองเป็น 0 นิ้ว ได้ดีกว่า ตามตารางที่ 5.4 ทั้งนี้การคิดราคาได้มาจากการสำรวจราคาจากผู้ผลิตและราคากลางโดยยังไม่รวมค่าบำรุงรักษาและ Factor f ของงานก่อสร้าง

5.1.4 ผลการจำลองของการรวมกลยุทธ์การออกแบบพื้นที่ 3 รูปแบบ

เมื่อนำพื้นที่ว่างขนาดเท่ากันมาทำการจำลองสถานการณ์ของปริมาณน้ำฝนที่เท่ากันและใช้การรวมกลยุทธ์ของรูปแบบพื้นที่ทั้ง 3 รูปแบบ (a) (b) และ (c) โดยการแบ่งสัดส่วนของพื้นที่กำหนดให้ A มีพื้นที่แบบระบบกักเก็บน้ำร้อยละ 10 ของพื้นที่ว่าง พื้นที่ผิวพรุนน้ำร้อยละ 10 ของพื้นที่ว่าง และพื้นที่เปิดโล่งเพื่อปลูกต้นไม้ร้อยละ 80 ของพื้นที่ว่าง และ B มีพื้นที่แบบระบบกักเก็บน้ำร้อยละ 20 ของพื้นที่ว่าง พื้นที่ผิวพรุนน้ำร้อยละ 20 ของพื้นที่ว่าง และพื้นที่เปิดโล่งเพื่อปลูกต้นไม้ร้อยละ 60 ของพื้นที่ว่าง ส่วน C พื้นที่แบบระบบกักเก็บน้ำร้อยละ 30 ของพื้นที่ว่าง พื้นที่ผิวน้ำซึมผ่านร้อยละ 30 ของพื้นที่ว่าง และพื้นที่เปิดโล่งเพื่อปลูกต้นไม้ร้อยละ 40 ของพื้นที่ว่าง (ภาพที่ 5.9) จะเห็นว่าการกำหนดสัดส่วนของพื้นที่ BAF ยังอยู่ในข้อกำหนดไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง



ภาพที่ 5.9 แสดงการกำหนดสัดส่วนพื้นที่แบบรวมกลยุทธ์. โดยผู้วิจัย, 2563.

การกำหนดสัดส่วนของพื้นที่แบบรวมกลยุทธ์ ใช้ข้อกำหนด BAF ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง เป็นตัวกำหนดให้เกิดสัดส่วนที่สามารถนำมาใช้งานได้จริง ทำให้พบว่า เมื่อจำลองบนพื้นที่ C ปริมาณน้ำฝนคาบอุบัติ 2 ปี ตั้งแต่ 2 ชั่วโมง ถึง 12 ชั่วโมง ปริมาณน้ำฝนเป็น 0 นิ้ว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการรวมกลยุทธ์ของพื้นที่ C รับน้ำไหลนองได้มากกว่า A และ B แต่ในขณะเดียวกัน การใช้พื้นที่กักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณและพื้นที่ผิวพรุนน้ำก็มีปริมาณมากทำให้ราคาต้นทุนของพื้นที่ C สูงที่สุด ทำให้การเลือกพื้นที่เหมาะสมเป็นพื้นที่ B เพราะมีความเหมาะสมในสัดส่วนและราคาที่เหมาะสมมากกว่า (ภาพที่ 5.10)

ดังนั้น ในพื้นที่โครงการตัวอย่างแปลงนี้ ทำให้พบว่า พื้นที่แบบระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณควรมีอย่างน้อยร้อยละ 20 ของพื้นที่ว่าง และพื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่านควรมีอย่างน้ำร้อยละ 20 ของพื้นที่ว่าง และที่เหลือจึงเป็นพื้นที่สีเขียวแบบเปิดโล่ง ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า

ช่วงเวลาที่ฝนตก	ปริมาณน้ำไหลนองคาบอุบัติ 2 ปี	A	B	C	ปริมาณน้ำไหลนองคาบอุบัติ 5 ปี	A	B	C
2 ชม	2.85	0.05	0	0	3.73	0.37	0.13	0.04
6 ชม	3.37	0.22	0	0	4.48	0.71	0.41	0.29
12 ชม	3.54	0.29	0.06	0	4.72	0.83	0.51	0.38
24 ชม	3.68	0.34	0.1	0.03	4.81	0.87	0.54	0.41

A	พื้นที่มีระบบกักเก็บน้ำร้อยละ 10 พื้นที่ผิวน้ำซึมผ่านได้ร้อยละ 10 พื้นที่สีเขียวเปิดโล่งร้อย 80
B	พื้นที่มีระบบกักเก็บน้ำร้อยละ 20 พื้นที่ผิวน้ำซึมผ่านได้ร้อยละ 20 พื้นที่สีเขียวเปิดโล่งร้อย 60
C	พื้นที่มีระบบกักเก็บน้ำร้อยละ 30 พื้นที่ผิวน้ำซึมผ่านได้ร้อยละ 30 พื้นที่สีเขียวเปิดโล่งร้อย 40

ภาพที่ 5.10 ผลจากการจำลองปริมาณน้ำฝนบนพื้นที่ในสัดส่วน A B และ C. โดยผู้วิจัย, 2563.

5.1.5 ผลการศึกษาของโครงการที่ผ่านการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA)

เนื่องจากการศึกษาในพื้นที่โครงการพักอาศัยรวมในเขตสาทร เป็นการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมืองและสถานการณ์น้ำไหลนองเพื่อนำมาใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่างและกำหนดพื้นที่โครงการขนาดแปลงที่ดินให้สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและข้อกำหนดกฎหมายในบริเวณนั้นและนำมาใช้ในการจำลองหาประเมินผลกระทบของพื้นที่น้ำซึมผ่านในรูปแบบต่าง ๆ เพียงเท่านั้น ดังนั้นจึงทำการศึกษาเพื่อพิสูจน์ผลของการรับน้ำไหลนองในพื้นที่ศึกษาจริงโดยนำโครงการที่ผ่านการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม 1 โครงการ (โดยไม่เปิดเผยชื่อโครงการ) มาทำการจำลอง ซึ่งจะใช้ลักษณะพื้นที่ว่างและพื้นที่น้ำซึมผ่านของโครงการตามที่ผู้ออกแบบจัดทำไว้โดยมีรายละเอียดของโครงการดังนี้

5.1.5.1 รายละเอียดของการพัฒนาโครงการโดยสังเขป

โครงการชุดพักอาศัยรวม อาคารชุดเพื่อการพาณิชย์และสำนักงาน โดยมีการรวบรวมผลการปฏิบัติตามมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ครอบคลุมในประเด็นต่าง ๆ เช่น สภาพภูมิประเทศ คุณภาพอากาศโดยทั่วไป ระดับเสียงโดยทั่วไป ความสั่นสะเทือน การบำบัดน้ำเสีย การระบายและการป้องกันน้ำท่วม การจัดการมูลฝอย สภาพเศรษฐกิจและสังคม สาธารณสุข อาชีวอนามัยและความปลอดภัย เป็นต้น

(1) โครงการตั้งอยู่ในที่ดินประเภท ย.10-11 ตามกฏกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556 ออกตามความในพระราชบัญญัติผังเมือง พ.ศ.2581 จัดเป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก มีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับการอยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่เขตเมืองชั้นในที่ต่อเนื่องกับเขตย่านพาณิชยกรรมศูนย์กลางเมือง และเขตการให้บริการของระบบขนส่งมวลชล ที่ดินประเภทนี้ให้มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินไม่เกิน 8:1 และมีอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 และให้มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง

(2) การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการก่อสร้างชุดพักอาศัย อาคารชุดเพื่อการพาณิชย์และสำนักงานและอาคารชุดเพื่อการพาณิชย์ สูงไม่เกิน 8 ชั้น จำนวน 6 อาคาร โดยพื้นที่แต่ละอาคารไม่เกิน 10,000 ตร.ม. และมีพื้นที่รวมอาคารที่ใช้คิดอัตราส่วนที่ดินประมาณ 53,810 ตร.ม. ดังนั้น การพัฒนาโครงการซึ่งเป็นประโยชน์ที่ดินเพื่อการดำเนินโครงการที่อยู่อาศัยรวมและอาคารชุดสำนักงาน มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน 4.55:1 มีอัตราส่วนของพื้นที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวมร้อยละ 10.44 และมีพื้นที่น้ำซึมผ่านเพื่อปลูกต้นไม้ร้อยละ 57.32 ของพื้นที่ว่างตามเกณฑ์ที่มาก

Ref. code: 25626116031102BJH

ที่สุด ถือเป็นกิจการหลักที่สามารถดำเนินการได้ภายใต้ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องของกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556

(3) การจัดวางรูปแบบการใช้ประโยชน์พื้นที่โครงการสามารถสรุปได้ดังนี้ พื้นที่โครงการ 11,826 ตร.ม. จำแนกเป็นพื้นที่ปกคลุมดิน 6,203 ตร.ม. และพื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุม 5,623 ตร.ม. โดยเป็นพื้นที่สีเขียวชั้นล่างเพื่อให้น้ำซึมผ่านได้ 1,873 ตร.ม. มีพื้นที่รวมอาคารที่ใช้คิดอัตราส่วนที่ดินประมาณ 53,810 ตร.ม.

การคิดอัตราส่วนพื้นที่ต่อแปลงที่ดินของอาคารโครงการ (FAR) ร้อยละของพื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุมและอัตราส่วนของพื้นที่ว่างต่อพื้นที่อาคาร (OSR) สามารถคำนวณจากพื้นที่อาคาร โดยรวมพื้นที่ชั้นดาดฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

อัตราส่วนพื้นที่อาคารต่อแปลงที่ดินของโครงการ (FAR)

โครงการมีอัตราส่วนพื้นที่อาคารต่อแปลงที่ดินของโครงการเท่ากับ 4.55:1 โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

พื้นที่ดินโครงการ	=	11,826 ตร.ม.
พื้นที่อาคารรวม	=	53,810 ตร.ม.
อัตราส่วนพื้นที่อาคารต่อแปลงที่ดิน	=	53,810/11,826
	=	4.55:1

ดังนั้น อัตราส่วนพื้นที่อาคารทั้งหมดต่อพื้นที่โครงการ (FAR) เท่ากับ 4.55:1 ซึ่งไม่เกิน 8:1 ตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ย.10-11

พื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุม

(1) ตาม พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

โครงการมีพื้นที่ว่างปราศขากสิ่งปกคลุม 66.42 ของพื้นที่ชั้นหนึ่งชั้นใดที่มากที่สุดโดยมีรายละเอียดการคำนวณ ดังนี้

พื้นที่ชั้นมากที่สุด (ชั้น 1 รวามทุกอาคาร)	=	8,465 ตร.ม.
พื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุม	=	5,623 ตร.ม.

คิดเป็นร้อยละ = $\frac{(5,623 \times 100)}{8,465}$

= 66.42

ดังนั้นพื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุมเท่ากับร้อยละ 66.42 ซึ่งไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ชั้นหนึ่งชั้นใด ตาม พ.ร.บ.ควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

(2) ตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ.2544

โครงการมีพื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุม 47.55 ของพื้นที่ดินโครงการ โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

พื้นที่ดินโครงการ	=	11,826 ตร.ม.
พื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุม	=	5,623 ตร.ม.
คิดเป็นร้อยละ	=	5,623/11,826
	=	47.55

ดังนั้น พื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุมเท่ากับร้อยละ 47.55 ซึ่งไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ดินโครงการ ตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544

(3) ตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556

โครงการมีพื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุมร้อยละ 10.44 ของพื้นที่อาคารวม (OSR) โดยมีรายละเอียดการคำนวณ ดังนี้

พื้นที่อาคารรวม	=	53,810 ตร.ม.
พื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุม	=	5,623 ตร.ม.
คิดเป็นร้อยละ	=	$\frac{(5,623\times100)}{53,810}$
	=	10.44

ดังนั้น พื้นที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุมเท่ากับร้อยละ 10.44 ซึ่งไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 ของพื้นที่อาคารรวม ตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556

พื้นที่น้ำซึมผ่านเพื่อปลูกต้นไม้

โครงการจัดให้มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้เท่ากับ 1,873 ตร.ม. โดยสามารถคำนวณพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ของโครงการ ที่ต้องจัดให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่างตามเกณฑ์ที่มากที่สุด

พื้นที่ว่างตามเกณฑ์

(1) พื้นที่ว่างตาม พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตาม พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 โครงการ ต้องจัดให้มีที่ว่างไม่น้อยกว่า 30 ใน 100 ส่วน ของพื้นที่ชั้นใดชั้นหนึ่งที่มากที่สุดของอาคาร โดยมีรายละเอียดการคำนวณ ดังนี้

พื้นที่ชั้นที่มากที่สุด (ชั้น 1 รวมทุกอาคาร)	=	8,465 ตร.ม.
พื้นที่ว่างตามเกณฑ์	=	(8,465x30) ตร.ม. 100
	=	2,539.5 ตร.ม.

(2) พื้นที่ว่างตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544 ตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ.2544 โครงการต้องจัดให้มีพื้นที่ว่างไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ใน 100 ส่วนของพื้นที่ดินโครงการ โดยมีรายละเอียดการคำนวณ ดังนี้

พื้นที่ดิน	=	11,826 ตร.ม.
พื้นที่ว่างตามเกณฑ์	=	(11,826x30) ตร.ม. 100
	=	3,547.80 ตร.ม.

(3) พื้นที่ว่างตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 ตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 โครงการต้องจัดให้มีที่ว่างไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 ของพื้นที่อาคารรวม โดยมีรายละเอียดการคำนวน ดังนี้

พื้นที่อาคารรวม	=	53,810 ตร.ม.
พื้นที่ว่างตามเกณฑ์	=	(53,810x4) ตร.ม. 100
	=	2,152.4 ตร.ม.

พื้นที่น้ำซึมผ่านได้ตามเกณฑ์

ตามกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556 โครงการต้องจัดให้มีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่า โดยโครงการมีพื้นที่ว่าตามเกณฑ์ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ.2544 มากที่สุด โดยมีรายละเอียดการคำนวณพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ดังนี้

พื้นที่ว่างตามเกณฑ์ที่มากที่สุด	=	3,547.80 ตร.ม.

Ref. code: 25626116031102BJH

พื้นที่น้ำซึมผ่านได้ของโครงการ = 1,873.79 ตร.ม.

พื้นที่ว่างตามเกณฑ์ = (1,873.79x100) / 3,547.80

= 52.81

ภาพที่ 5.11 แสดงพื้นที่ปลูกและพันธ์ไม้ยืนต้น. รายงานผลการปฏิบัติตามมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมและมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2561.

ดังนั้น โครงการมีพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ 1,873.79 ตร.ม. คิดเป็นร้อยละ 52.81 ของพื้นที่ว่างตามเกณฑ์ที่มากที่สุดซึ่งมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่างตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544 (ภาพที่ 5.11)

การระบายน้ำฝนและการป้องกันน้ำท่วม

(1) ระบบระบายน้ำฝน

ปัจจุบันการระบายน้ำฝนของโครงการเป็นการระบายน้ำโดยการซึมลงดินเพราะสภาพพื้นที่เป็นพื้นที่ว่างเปล่า ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองต่ำ เมื่อโครงการเกิดขึ้นพื้นดิน

ที่จะแปรสภาพเป็นอาคารพักอาศัย ลานจอดรถและถนน ทำให้ฝนไหลออกสู่พื้นที่ภายนอกพื้นที่โครงการได้เร็วและมากกว่าก่อนการพัฒนาโครงการ จึงต้องมีการหน่วงน้ำไว้ภายในโครงการก่อนระบายออกสู่นอกโครงการ

(2) ระบบระบายน้ำจากชั้นดิน

โครงการจัดให้มีระบบระบายน้ำฝนจากชั้นจอดรถใต้ดิน โดยจัดให้มีรางระบายน้ำฝนเพื่อรวมน้ำฝนเข้าสู่บ่อสูบน้ำ และร่องลดระดับพื้น เพื่อรวบรวมน้ำฝนเข้าสู่หัวรับน้ำที่ชั้นต่ำสุดของแต่ละอาคาร และจะถูกสูบระบายเข้าสู่บ่อสูบระบายน้ำบริเวณทางเดินรถที่ใช้เป็นทางเข้า - ออก ที่จอดรถชั้นใต้ดิน B1 และสูบระบายออกสู่ระบบระบายน้ำของโครงการที่ชั้น 1

(3) ระบบระบายน้ำผ่านการบำบัด

น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากระบบบำบัดน้ำเสียและส่งปฏิกูลจำนวน 3 ชุด มีปริมาณน้ำทิ้งรวม 485 ลบ.ม./ วัน จะไหลเข้าสู่บ่อสูบระบายน้ำความจุ 10 ลบ.ม. และสูบออกด้วยเครื่องสูบระบายน้ำซึ่งน้ำทิ้งจะไหลไปยังบ่อดักขยะและตรวจคุณภาพน้ำด้านหน้าโครงการเช่นเดียวกับการระบายน้ำฝนของโครงการ

5.1.5.2 ผลการนำข้อมูลเข้าแบบจำลอง

การนำข้อมูลเข้าแบบจำลองจะใช้พื้นที่ว่าง 3,547.80 ตร.ม. และ พื้นที่น้ำซึมผ่านได้ 1,873.79 ตร.ม. และปริมาณน้ำฝนคาบอุบัติ 2 ปี และคาบอุบัติ 5 ปี บนพื้นที่โครงการที่ระบุให้เป็นพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นเพื่อให้น้ำซึมผ่านได้ จึงทำการเลือกใช้พื้นในเครื่องมือง GSI ในโปรแกรม Autodesk Infraworks 360 กำหนดจำนวนต้นไม้ตามพื้นที่โครงการระบุไว้ และพื้นที่ดาดแข็ง กำหนดค่าของปริมาณน้ำฝนที่ได้ข้อมูลจากสำนักการระบายน้ำ พบว่าพื้นที่ในรูปแบบปลูกไม้ยืนต้นเพื่อให้น้ำซึมผ่านได้โดยมีจำนวนต้นไม้ 171 ต้น อยู่ในพื้นที่ 1,873.79 ตร.ม. ส่วนใหญ่มีลำต้น 8 นิ้ว 10 นิ้ว 12 นิ้ว สูง 6.00 เมตร เมื่อนำเข้าแบบจำลองทำให้เกิดปริมาณน้ำไหลนองในช่วงเวลา 30 นาที ขึ้นไป และหากฝนตกจนถึง ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ก็ยังคงเกิดน้ำไหลนองที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 5.12)

คาบอุบัติ	ช่วงเวลา								
	5(นาที)	10(นาที)	15(นาที)	30(นาที)	1(ชั่วโมง)	2(ชั่วโมง)	6(ชั่วโมง)	12(ชั่วโมง)	24(ชั่วโมง)
2	0	0	0	0.05	0.21	0.41	0.65	0.74	0.81
5	0	0	0	0.07	0.47	0.84	1.27	1.42	1.47

ภาพที่ 5.12 ปริมาณน้ำไหลนองที่เกิดขึ้นในโครงการเมื่อมีฝนตกในคาบอุบัติ 2 ปี และ คาบอุบัติ 5 ปี. โดยผู้วิจัย, 2563.

Ref. code: 25626116031102BJH

จะสังเกตเห็นว่าโครงการมีการปลูกต้นไม้มากถึง 171 ต้น แต่ไม่ทำให้อัตราน้ำไหลนองลดลงในช่วงเวลา 2 ชั่วโมง จึงได้ข้อสรุปว่า การปลูกไม้ยืนต้นยังไม่เพียงพอในการลดน้ำไหลนองให้เป็น 0 ได้ในช่วงเวลาที่ต้องการได้ เนื่องจากต้นไม้ใหญ่จะช่วยชะลอการไหลของน้ำในสภาพพื้นที่ที่เป็นป่า หรือป่าในเมืองได้ แต่ไม่สามารถซึมน้ำได้ดีเท่าพื้นที่แบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ

ภาพที่ 5.13 แสดงพื้นที่โครงการอาคารพักอาศัยรวมที่ผ่านการประเมินผลกระทบสิ่งแล้วล้อม (EIA) นำมาจำลองสถานการณ์ที่น้ำฝนสะสมในช่วงคาบอุบัติ 2 ปีและคาบอุบัติ 5 ปี. โดยโปรแกรม Autodesk Infraworks 360, โดยผู้วิจัย, 2563.

จากผลการศึกษาข้อมูลโครงการโดยสังเขป จะพบว่าในโครงการมีระบบระบายน้ำในรูปแบบของการสูบน้ำและระบายสู่สาธารณะโดยมีบ่อสูบน้ำอยู่ที่ชั้นจอดรถใต้ดินและเมื่อมีฝนตก น้ำฝนก็จะลงสู่ระบบแล้วทำการสูบน้ำออกสู่ระบบระบายน้ำของโครงการเข้าสู่ระบบบำบัดก่อนจะปล่อยสู่ธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีทางวิศวกรรมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และใช้กันในทุก ๆ โครงการ ดังนั้นในช่วงฤดูฝนจึงทำให้ เกิดการสูบน้ำออกสู่ระบบอย่างพร้อมเพรียงกันและในช่วงเวลาที่ทุกโครงการเร่งรีบในการเร่งระบายน้ำและบวกกับปริมาณฝนที่บางทีเกินกำหนดของบ่อหน่วงน้ำที่จะรับไว้ได้ก็ทำให้น้ำไม่อยู่ในระบบและกระทบถึงระบบสาธารณะเช่นกัน ซึ่งการใช้ระบบระบายน้ำที่รวดเร็วเป็นผลดีต่อโครงการและผู้พักอาศัยในพื้นที่โครงการ แต่เมื่อมีการสูบน้ำออกสู่สาธารณะอย่างรวดเร็วเมื่อใด ปัญหาของน้ำไหลนองที่เกิดขึ้นในเมืองและบนถนนหนทางก็จะไม่สามารถบรรเทาได้อย่าง

ยั่งยืน ทำให้การจัดการด้านระบบท่อระบายน้ำ และ คู คลอง ไม่เกิดประสิทธิภาพเท่าที่ควร จึงนำมาสู่การจำลองสถานการณ์แบบมีกลยุทธ์เพิ่มในพื้นที่โครงการ ผลการจำลองดังภาพที่ 5.14

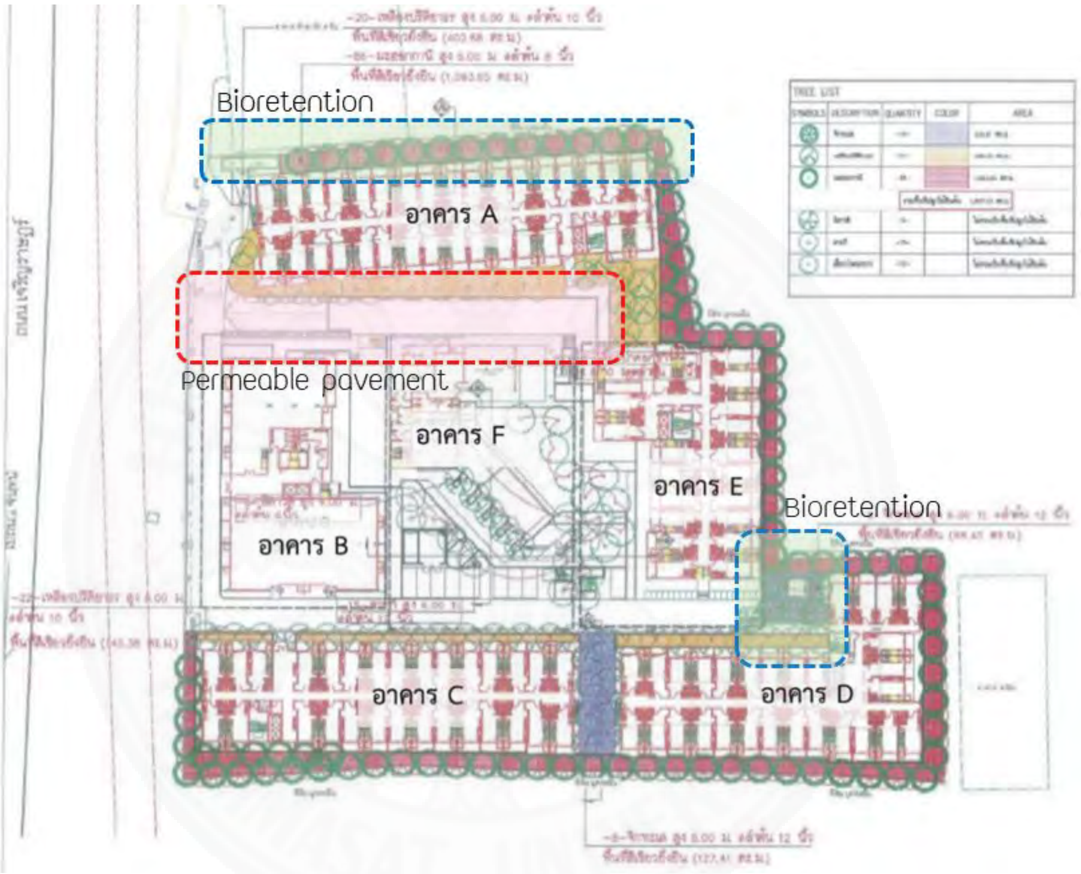
ภาพที่ 5.14 แสดงพื้นที่โครงการอาคารพักอาศัยรวมที่ผ่านการประเมินผลกระทบสิ่งแล้วล้อม (EIA) นำมาจำลองสถานการณ์ที่น้ำฝนสะสมในช่วงคาบอุบัติ 2 ปีและคาบอุบัติ 5 ปี ร่วมกับกลยุทธ์ที่ใช้ในการศึกษา. โดยโปรแกรม Autodesk Infraworks 360, โดยผู้วิจัย, 2563.

การนำข้อมูลเข้าแบบจำลองจะใช้พื้นที่ว่างตามเงื่อนไขของพื้นที่โครงการที่ระบุไว้ข้างต้นและทำการเลือกใช้กลยุทธ์ในเครื่องมือง GSI ในโปรแกรม Autodesk Infraworks 360 ที่ใช้เป็นรูปแบบพื้นที่ต่าง ๆ ในการศึกษา ได้แก่ พื้นที่แบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ พื้นที่ผิวพรุนน้ำหรือผิวที่น้ำซึมผ่านได้ และพื้นที่สีเขียวปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ทำการกำหนดค่าของปริมาณน้ำฝนที่ได้ข้อมูลจากสำนักการระบายน้ำ พบว่าพื้นที่โครงการเกิดน้ำไหลนองเป็น 0 นิ้ว ในช่วงเวลา 2 ชั่วโมง คาบอุบัติ 2 ปี ดังภาพที่ 5.15

คาบอุบัติ	ช่วงเวลา								
	5(นาที)	10(นาที)	15(นาที)	30(นาที)	1(ชั่วโมง)	2(ชั่วโมง)	6(ชั่วโมง)	12(ชั่วโมง)	24(ชั่วโมง)
2	0	0	0	0	0	0	0.13	0.19	0.24
5	0	0	0	0	0	0.26	0.57	0.67	0.71

ภาพที่ 5.15 ปริมาณน้ำไหลนองที่เกิดขึ้นในโครงการเมื่อมีฝนตกในคาบอุบัติ 2 ปี และ คาบอุบัติ 5 ปี เมื่อเพิ่มกลยุทธ์. โดยผู้วิจัย, 2563.

เมื่อนำมาจัดทำผังบริเวณที่แนะนำเพื่อทำให้พื้นที่น้ำซึมผ่านได้ของโครงการมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเพิ่มพื้นที่กักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ 886.75 ตร.ม. คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 25 ของพื้นที่ว่าง พื้นผิวพรุนน้ำที่เป็นถนนของพื้นที่โครงการ 709.4 ตร.ม. คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 20 ของพื้นที่ว่าง ดังภาพที่ 5.16



ภาพที่ 5.16 ผังบริเวณที่แนะนำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง. รายงานผลการปฏิบัติตามมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมและมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2561. ปรับปรุงโดยผู้วิจัย, 2563.

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลสถานการณ์ของการเกิดน้ำไหลนองและการจัดการรวมไปถึงการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำไหลนองในการนำกลยุทธ์และแนวคิดต่าง ๆ มาเลือกใช้ในการประเมินผลกระทบของพื้นที่น้ำซึมผ่าน นำมาสู่การอภิปรายผลเพื่อหาข้อเสนอแนะและแนวทางการออกแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้โดยใช้แนวทางการลดน้ำไหลนองเชิงภูมิสถาปัตยกรรมและมาตรการทางผังเมือง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนและออกแบบหรือเป็นข้อมูลในการจัดทำโครงการประเภทอาคารพักอาศัยรวมในอนาคต ซึ่งเป็นอีกหนึ่งกลไกที่ขับเคลื่อนไปสู่การบรรเทาปัญหาของน้ำไหลนองอย่างยั่งยืนได้ สามารถนำมาสรุปอภิปรายและข้อเสนอแนะได้ตามหัวข้อหลัก ๆ ดังนี้

6.1 สถานการณ์และการจัดการในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนอง

6.1.1 จากผลการศึกษาสถานการณ์ของการเกิดปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนที่มากเกิน 100 - 200 มม. ในแต่ละปีเกิดขึ้นในหลายพื้นที่ เป็นการแปรปรวนของอากาศที่คาดการณ์ได้ยาก ในการแก้ปัญหาที่ทันท่วงทีจึงใช้วิธีการกำหนดพื้นที่ปิดล้อมของแต่ละเขตและสูบน้ำออกอย่างเร่งด่วน ทำให้พบว่าการจัดการ การปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมเนื่องจากน้ำฝนของภาครัฐ มีการจัดทำระบบการระบายน้ำมีขั้นตอนที่เป็นระบบระเบียบและแบ่งเป็นช่วงของความเร่งด่วนในแต่ละช่วงฤดู ซึ่งมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการบรรเทาปริมาณน้ำไหลนอง ข้อดีของแผนปฏิบัติการ คือการติดตามสภาพความรุนแรงของกลุ่มฝนแนวโน้มทิศทางจากเรดาร์ตรวจฝนเพื่อตรวจสอบปริมาณฝนกจาก “ระบบตรวจวัดข้อมูลอัตโนมัติ” และรายงานให้หน่วยปฏิบัติการต่าง ๆ ประสานข้อมูลและปฏิบัติสั่งการต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นการจัดการปัญหาที่ต้นเหตุ แม้ว่าการรู้ปริมาณของน้ำฝนได้ทันเหตุการณ์แต่ทั้งนี้ในเรื่องของอุปกรณ์และเครื่องมือการจัดการระบายน้ำอาจจะเป็นข้อจำกัดของการระบายน้ำ เนื่องจากการศึกษาสถานการณ์ของน้ำฝนที่ปรากฏในแต่ละปียังคงมีปริมาณมากเกินที่จะจัดการได้

6.1.2 จากผลการศึกษาของระบบการระบายน้ำ

ทำให้พบว่า ระบบคู คลอง และระบบท่อระบายน้ำ มีความสำคัญมาก เพราะหากช่วงฤดูฝนที่เกิดปริมาณน้ำฝนที่มากเกินกว่าที่คาดการณ์ จะทำให้ระบบ คู คลอง และท่อระบายน้ำ ไม่สามารถระบายน้ำได้ทันเหตุการณ์ เพราะพื้นที่ดาดแข็งส่วนใหญ่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ การเร่งระบายน้ำที่จัดการโดยการติดตั้งเครื่องสูบน้ำก็จะไม่เกิดประสิทธิภาพเพราะเมื่อน้ำฝนมากขึ้นเรื่อย ๆ การสูบน้ำเพื่อที่จะถ่ายเทระบายลงคูคลองหรือระบบระบายน้ำจะไม่สามารถทำได้ดีเท่าที่ควรเพราะลักษณะทางกายภาพของเมืองทำให้น้ำไม่มีทางออก และหากมีเหตการณ์น้ำหนุนได้ด้วยก็จำทำให้การระบายน้ำยากขึ้น

สิ่งที่สำคัญของการดำเนินงานให้เกิดประสิทธิภาพต้องมีการเตรียมการให้มีความพร้อมทั้งด้านบุคลากรที่ปฏิบัติการและอุปกรณ์ การตรวจเช็คอุปกรณ์ให้มีความพร้อมอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงเรื่องการประสานงาน การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์สถานการณ์ของปริมาณน้ำฝนให้ประชาชนเข้าใจและตระหนักรู้ จะทำให้เกิดความร่วมมือจากทุก ๆ ฝ่าย ซึ่งการจัดการต่าง ๆ นี้เป็นเพียงการจัดการทางกายภาพของด้านภาครัฐ ซึ่งในทางข้อกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับภาคเอกชนจะนำไปสู่ผลการศึกษาในเรื่องการจำลองกลยุทธ์การออกแบบร่วมกับพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ของมาตรการทางผังเมือง

6.2 รูปแบบของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง

จากผลการศึกษารูปแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนอง พบข้อสรุปของรูปแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านที่มีประสิทธิภาพคือ รูปแบบพื้นที่มีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ (Bio-retention area) เป็นรูปแบบของพื้นที่สวนในโครงการพักอาศัยรวมที่สามารถกักเก็บน้ำได้ระยะหนึ่ง มีการออกแบบชั้นดินที่ไม่ได้มีแค่ชั้นดินปลูกพืชพรรณแต่ยังมีชั้นทรายและกรวดเพื่อเป็นชั้นที่ให้น้ำสามารถค่อย ๆ ซึมและเข้าสู่ระบบระบายน้ำ การนำรูปแบบพื้นที่ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณมาใช้ไม่เพียงทำให้เกิดทัศนียภาพด้านภูมิทัศน์เพียงอย่างเดียว ยังสามารถช่วยรับน้ำไหลนองในโครงการได้ส่วนหนึ่งด้วย และเมื่อพิจารณาร่วมกับราคาต้นทุนค่าก่อสร้างทำให้พบว่าพื้นที่ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณมีราคาต้นทุนที่สูง ซึ่งทำให้เกิดข้อเปรียบเทียบในการลงทุนและทำให้นักพัฒนาต้องทบทวนในการเลือกใช้แนวทางนี้มากขึ้น ซึ่งสรุปได้ว่า เป็นพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพในการรับน้ำไหลนองได้ดี แต่ราคาสูงด้วยเช่นกัน ดังนั้นการนำมาใช้ในโครงการร่วมกับพื้นที่ตามข้อกำหนด

ว่าด้วยพื้นที่ BAF ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง จึงเป็นไปได้ยาก จึงนำมาสู่การการจำลองแบบรวมกลยุทธ์และได้ผลการจำลองออกมาเป็นสัดส่วนของรูปแบบพื้นที่ทั้ง 3 แบบที่รวมกันแล้วทำให้น้ำไหลนองเป็น 0 นิ้ว คือ พื้นที่กักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณร้อยละ 20 ของพื้นที่ว่าง พื้นที่ผิวน้ำซึมผ่านได้ร้อยละ 20 ของพื้นที่ว่าง และในพื้นที่ว่างที่เหลือสามารถเป็นพื้นที่สีเขียวเปิดโล่งประกอบด้วยไม้ยืนต้น ไม้พุ่มและหญ้า ร้อยละ 60 ของพื้นที่ว่าง

6.3 การศึกษาของโครงการที่ผ่านการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA)

จากผลการศึกษาจากพื้นที่โครงการจริงทำให้พบว่าพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นเพื่อเป็นพื้นที่น้ำซึมผ่าน ยังไม่สามารถรับน้ำไหลนองได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะจากการจำลองในสถานการณ์ที่เกิดปริมาณน้ำฝนคาบอุบัติ 2 ปี และคาบอุบัติ 5 ปี พบว่าเกิดปริมาณน้ำไหลนองที่ช่วงเวลา 30 นาที หากเป็นช่วงฤดูฝน ปริมาณน้ำฝนก็จะมากว่าเพราะฝนตกนานกว่า 30 นาที อยู่บ่อยครั้ง ทำให้การทดลองของพื้นที่โครงการดังกล่าวยังต้องการพื้นที่ในการรับน้ำฝนที่ไม่ใช่แค่เพียงพื้นผิว แต่อาจจะต้องมองลึกไปถึงชั้นดินของพื้นที่น้ำซึมผ่าน เนื่องด้วยเพราะพื้นที่ของการปลูกไม้ยืนต้นไม่ได้มีการออกแบบชั้นดินที่ให้เป็นพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ ชั้นของดินปลูกทั่วไปมีค่าความพรุนไม่มาก ทำให้น้ำไม่ซึมลงดินและเกิดการไหลนอง แต่โครงการพักอาศัยที่อยู่ในระดับราคาสูงอาจจะไม่ได้รับผลกระทบเนื่องจากโครงการมีระบบการจัดการระบายน้ำที่ทำได้อย่างรวดเร็ว แต่อาจจะส่งผลกระทบสู่ระบบสาธารณะในทางอ้อม นี่อาจจะเป็นอีกหนึ่งสาเหตุจากมนุษย์ที่ทำให้ปัญของน้ำไหลนองในเขตเมืองยังไม่สามารถบรรเทาได้ ดังนั้นหากภาครัฐมีมาตรการเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพของพื้นที่น้ำซึมผ่านที่ไม่ใช่เพียงพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นเพียงอย่างเดียว ก็จะทำให้พื้นที่รับปริมาณน้ำฝนได้มากกว่าเดิม

6.4 แนวทางมาตรการทางผังเมือง

ปัจจุบันมีกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. ๒๕๕๖ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากรุงเทพมหานคร ให้เป็นเมืองน่าอยู่ เป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจวิทยาการของประเทศและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และศูนย์กลางการบริหารและการปกครองของประเทศมีเอกลักษณ์ด้านศิลปวัฒนธรรมของชาติ ตลอดจนเป็นเมืองต้นแบบในด้านการรักษาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติรวมไปถึงลดการใช้พลังงาน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Ref. code: 25626116031102BJH

เพื่อบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และจัดทำแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินและข้อกำหนดเพื่อส่งเสริมสุขลักษณะ ความปลอดภัยของประชาชน และสวัสดิภาพของสังคม ให้สอดคล้องเหมาะสมกับศักยภาพของการให้บริการของระบบคมนาคมและขนส่งการสาธารณูปโภคและการสาธารณูปการในแต่ละบริเวณ ตลอดจนเพื่อรองรับการพัฒนาของเมืองในอนาคตตามวัตถุประสงค์ของผังเมืองรวม รวมถึงการกำหนดมาตรการด้านพื้นที่รับน้ำ โดยให้หมายความว่า สระ บ่อ หรือพื้นที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารหรือพื้นที่อื่นใดที่ใช้สำหรับ กักเก็บน้ำฝนไว้เพื่อประโยชน์ในการชะลอการระบายน้ำเพื่อป้องกันปัญหาน้ำท่วม แบ่งเป็นหัวข้อหลัก ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

(1) การกำหนดที่ดินประเภทอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม (สีขาวมีกรอบและเส้นทแยงสีเขียว) กำหนดให้เป็นที่ดินประเภท ก.1 ถึง ก.3 โดยที่ดินประเภท ก. 1 เพื่อการสงวนรักษาสภาพทางธรรมชาติของพื้นที่ชนบท และเกษตรกรรมในบริเวณที่มีข้อจำกัดด้านการระบายน้ำและมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย

(2) ที่โล่งเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณริมแม่น้ำและลำคลอง ที่โล่งประเภท ล.๓ ได้แก่ ที่ดินซึ่งตั้งอยู่ริมแหล่งน้ำสาธารณะตามที่กำหนดในผัง ให้มีที่ว่างระยะไม่น้อยกว่า ๓ เมตร สำหรับแหล่งน้ำที่มีความกว้างน้อยกว่า 10 เมตรและให้มีที่ว่างระยะไม่น้อยกว่า ๖ เมตรสำหรับแหล่งน้ำที่มีความกว้างมากกว่า 10 เมตร เพื่อปลูกต้นไม้

(3) ที่โล่งเพื่อการป้องกันน้ำท่วม ที่โล่งประเภท ล. 5 ให้ใช้ประโยชน์เพื่อการป้องกันน้ำท่วมการสาธารณูปโภคที่เกี่ยวกับการป้องกันน้ำท่วมสวนสาธารณะหรือตามข้อกำหนดการใชประโยชน์ที่ดินตาม ที่ได้จำแนกประเภทไว้ในบริเวณนั้นโดยต้องไม่มีการถมดินเกินกว่าร้อยละสามสิบห้าของที่ดินประเภทนี้ในแต่ละบริเวณ

(4) โครงการคลองระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม สภ. 1 เป็นโครงการปรับปรุงและขุดคลองเพื่อการระบายน้ำ ประกอบด้วย โครงการกิจการสาธารณูปโภคประเภท สภ. 1-1 กำหนดไว้เป็นเส้นสีฟ้าเข้มให้เป็นโครงการปรับปรุงคลองเพื่อการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม โครงการกิจการสาธารณูปโภคประเภท สภ. 1-2 กำหนดไว้เป็นเส้นประขีดสีฟ้าเข้มให้เป็นโครงกาขยายคลองเพื่อการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม โครงการกิจการสาธารณูปโภคประเภท สภ. 1-3 กำหนดไว้เป็นเส้นประสีฟ้าเข้มให้เป็นโครงการขุดคลองเพื่อการระบายน้ำและป้องกันน้าท่วม มีความกว้าง 20 เมตร โครงการกิจการสาธารณูปโภคประเภท สภ. 2 และโครงการเพื่อการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมโดยอุโมงค์เพื่อระบายน้ำจากบริเวณพื้นที่ ซึ่งมีปัญหาในการระบายน้ำเพื่อลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา

(5) การกำหนดพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่มขึ้น (FAR Bonus) โดยการจัดให้มีพื้นที่รับน้ำ การส่งเสริมให้เกิดพื้นที่รองรับน้ำตามธรรมชาติโดยโครงการที่จัดให้มีพื้นที่รับน้ำในแปลงที่ดินที่ขออนุญาตจะได้รับสิทธิ์ให้มีอัตราส่วนของพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR) เพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วน หากสามารถกักเก็บน้ำได้ในสัดส่วนไม่น้อยกว่า 1 ลบ.ม. ต่อพื้นที่ดิน 50 ตร.ม. ให้มี FAR Bonus ได้ไม่เกินร้อยละ 5 หากสามารถกักเก็บน้ำได้มากกว่า 1 ลบ.ม. ให้มี FAR Bonus ตามสัดส่วน แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกิน ร้อยละ 20

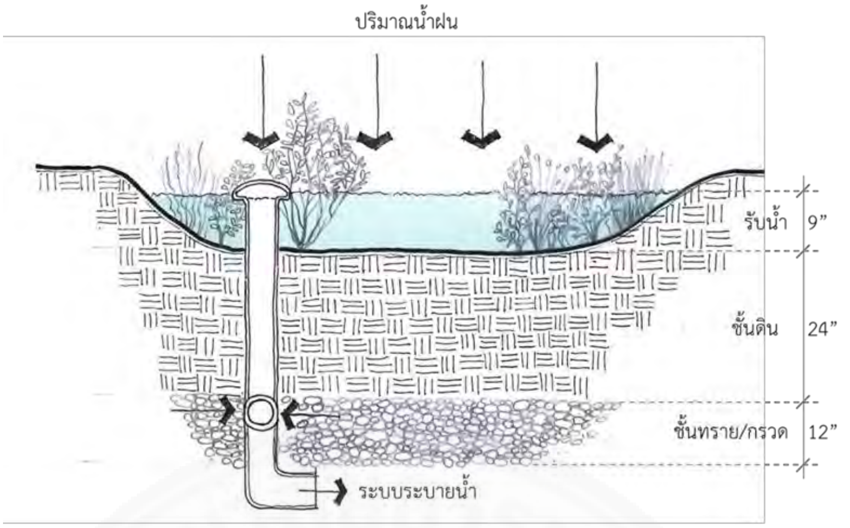
สรุปได้ว่า ในทางผังเมืองมีการคำนึงถึงปัญหาน้ำท่วมมาโดยตลอด แต่ยังไม่พบมาตรการที่จะทำเกิดให้ความสนใจกับพื้นที่แบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณในระดับโครงการพักอาศัยรวม ซึ่งหากสามารถทำให้เกิดมาตรการที่เป็นแรงจูงใจในการจัดทำระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ น่าจะทำให้ทุกโครงการที่เกิดขึ้นใหม่อีกในอนาคตมีพื้นที่รับน้ำที่ยั่งยืน หรือการสร้างความรับรู้ของผู้พัฒนาโครงการหรือผู้ออกแบบ ต่อการรับรู้ถึงสิ่งแวดล้อมของเมืองในเรื่องของระบบนิเวศเมืองเพื่อให้เกิดองค์ความรู้และสามารถนำมาพัฒนาโครงการได้อย่างไม่ทำลายระบบนิเวศ

6.5 ข้อเสนอแนะการออกแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้สำหรับโครงการพักอาศัยรวม

6.5.1 ข้อเสนอแนะในการออกแบบเชิงภูมิสถาปัตยกรรม

จากผลการศึกษาข้างต้นทำให้สามารถสรุปรูปแบบของพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เพื่อที่จะนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพของการรับน้ำไหลนองได้ และสรุปข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้เป็นข้อหลัก ๆ ดังนี้

(1) การออกแบบพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ (BAF) ของโครงการพักอาศัยรวม ควรมีการคำนึงถึงพื้นที่กักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ การออกแบบบ่อและชั้นดิน โดยมีค่าความลึกบ่อรับน้ำและชั้นดินในการออกแบบที่แนะนำ ดังภาพที่ 6.1

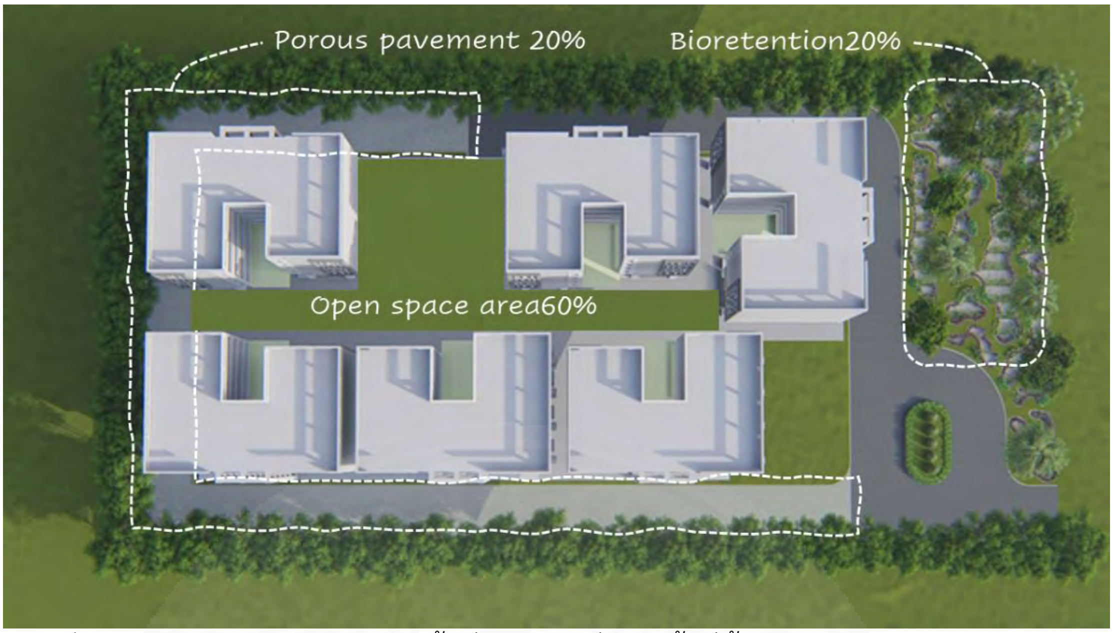


ภาพที่ 6.1 ภาพตัดแสดงชั้นดินของระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ, โดยผู้วิจัย, 2563.

(2) การออกแบบพื้นผิวพรุนน้ำ การออกแบบพื้นผิวชนิดนี้ควรเลือกใช้วัสดุที่ผ่านการรับรองมาตรฐานอุสาหกรรมของผู้ผลิตและมีข้อมูลแสดงค่าการซึมน้ำผ่านได้ จากนั้นกำหนดชั้นดินของการติดตั้งพื้นผิว โดยกำหนดให้ใช้ทรายเป็นชั้นรองและต้องมีการหุ้มด้วยวัสดุ Geotextile เพื่อไม่ให้ทรายหายหรือจมไปกับดิน ในชั้นทรายนี้ให้ระบุความลึกอย่างน้อยที่ 12 นิ้ว หรือ 30 ซม.

(3) การออกแบบพื้นที่สวนหรือจัดภูมิทัศน์ที่เน้นการปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่มและหญ้า การเลือกใช้วัสดุ Drainage cell หรือวัสดุประเภทตะแกรงปลูกหญ้าเข้ามาใช้ในการปูหญ้าจะทำให้น้ำซึมผ่านได้ดีกว่าดิน โดยกำหนดให้ความลึกของชั้นทรายในการปลูกอยู่ที่ 12 นิ้ว หรือ 30 ซม.

(4) แนวทางการกำหนดสัดส่วนของพื้นที่ว่างและพื้นที่น้ำซึมผ่านที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพของการรับน้ำไหลนอง สามารถแบ่งพื้นที่ได้ดังนี้ โดยมีสัดส่วนของระบับกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณร้อยละ 20 ของพื้นที่ว่าง พื้นผิวน้ำซึมผ่านหรือพื้นผิวพรุนน้ำร้อยละ 20 ของพื้นที่ว่าง และพื้นที่เปิดโล่งปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า ร้อยละ 60 ของพื้นที่ว่าง ดังภาพที่ 6.2 และ 6.3



ภาพที่ 6.2 ผังบริเวณแสดงสัดส่วนของพื้นที่โครงการเพื่อเป็นพื้นที่น้ำซึมผ่าน. โดยผู้วิจัย, 2563.

ภาพที่ 6.3 จำลองทัศนียภาพของพื้นที่โครงการ. โดยผู้วิจัย, 2563.

6.5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับภูมิสถาปนิก

จากการศึกษาโครงการพักอาศัยรวมที่นำไปทดลองสถานการณ์ทำให้พบว่า ความสำคัญของการวางผังเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำไหลนองได้ หากมองถึงปัญหาน้ำไหลนอง ก็จะทำให้เล็งเห็นการออกแบบเพื่อการบรรเทาซึ่งจะทำอย่างไรให้พื้นที่สามารถเกิดประสิทธิภาพใน

การรับน้ำไหลนองได้มิใช่เพียงความสวยงามอย่างเดียว ดังนั้นสิ่งที่นักภูมิสถาปนิกควรคำนึงถึง คือการออกแบบที่ยั่งยืนต่อระบบนิเวศและสภาพแวดล้อม การนำองค์ความรู้และแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับวัฏจักรของสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการออกแบบ อันจะทำให้บทบาทของนักออกแบบมีส่วนช่วยให้เมืองมีคุณภาพที่ดีขึ้น

6.5.3 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

(1) การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินในงานวิจัยนี้ศึกษาในพื้นที่ประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่น ย.10-11 ในการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาการใช้ที่ดินประเภทอื่นเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับย่านนั้น ๆ ที่มีข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นที่แตกต่างไปจากย่านนี้

(2) การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการเลือกกลยุทธ์ที่ผู้วิจัยสนใจในบางกลยุทธ์เท่านั้น ในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรนำกลยุทธ์อื่นที่ยังไม่ได้ทำการศึกษา เช่น สวนหลังคา (Green roof), ระบบกักเก็บน้ำด้วยพื้นที่ชุมน้ำ (stormwater wetlands) หรือ ระบบทางระบายน้ำมีพืชพรรณปกคลุม (vegetated swales) ซึ่งอาจจะเป็นการวางแผนในระดับย่านที่มีความเหมาะสมกับกลยุทธ์นั้น ๆ

(3) การทดสอบความแม่นยำในการคำนวน ซึ่งเป็นการพิสูจน์โดยการทดสอบเทียบของข้อมูล สามารถนำมาศึกษาในครั้งต่อไปได้

Ref. code: 25626116031102BJH

รายการอ้างอิง

บทความวารสาร

Abdul Naser Majidi, Zoran Vojinovic, Alida Alves, Sutat Weesakul, Arlex Sanchez, Floris Boogaard and Jeroen Kluck. (November 2019). Planning Nature-Based Solutions for Urban Flood Reduction and Thermal Comfort Enhancement. *MDPI.*

Adeesha Fernandoand[1)], Upaka Rathnayake[*1, 2)]. (2017). Stormwater runoff quality in Malabe, Sri Lanka*. Engineering and Applied Science Research.* 2018;45(1):70-73

S. J. Livesley,* E. G. McPherson, and C. Calfapietra. (January 2016). The Urban Forest and Ecosystem Services: Impacts on Urban Water, Heat, and Pollution Cycles at the Tree, Street, and City Scale. *Journal of Environmental Quality*.

Uvini Srishantha, and Upaka Rathnayake. (2017). Sustainable urban drainage systems (SUDS) – what it is and where do we stand today?. *Engineering and Applied Science Research*. 2017;44(4):235-241.

กนกวลี สุธีธร. หลังคาเขียว: ทางเลือกเพื่อการจัดการน้ำฝน. ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เกอมัว ต่งปอ, ศิริชัย หงส์วิทยากร, ณัชวิชญ์ ติกุล, และ ปรัชมาศ ลัญชานนท์. (2558). การออกแบบและวางแผนจัดการน้ำเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในเขตป้องกันเมืองมรดกโลกหลวงพระบาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2558.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. โครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่น. กระทรวงพลังงาน.

จิตพัต ฉอเรืองวิวัฒน์[1], สฤกกา พงษ์สุวรรณ[2], ณพล เกียรติก้องมณี[3], ดำรงศักดิ์ รินชุมภู[4], มานัส ศรีวณิช[5], ชู ยิท หยาง. (2562). แบบจำลองประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสำหรับการออกแบบสภาพแวดล้อมภาพนอกของโครงการอสังหาริมทรัพย์แบบผสมผสานการใช้งานในกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย.

ดารณี ด่านวันดี. มุจลินทร์ ผลจันทร์ และพีรกานต์ บรรเจิดกิจ. (กุมภาพันธ์ 2555). แนวทางการออกแบบระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. 41.

ยุทธภูมิ เผ่าจินดา. (2562). แนวคิดทางภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อบรรเทาภาวะน้ำท่วม พื้นที่เทศบาลตำบลหนองจ๊อม อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. วารสารสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวินิจฉัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 18(1).

รมย์ชลีดา ด่านวันดี[1]. มุจลินทร์ ผลจันทร์ และพิทักษ์พงศ์ แบ่งทิศ. (2560). การศึกษารูปแบบการออกแบบภูมิทัศน์ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชเพื่อพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2554). คู่มือออกแบบระบบน้ำเสียและน้ำฝน (6 ed.): สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.).

สำนักการระบายน้ำ. (2562). แผนปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม กรุงเทพมหานคร ประจำปี 2562. สำนักการระบายน้ำ.2562.

วิทยานิพนธ์

กรองกมล ตั้งชีววัฒนกุล. (2559). *ผลการดำเนินมาตรการเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ที่มีต่อการพัฒนาตามผังเมืองรวม กรุงเทพมหานคร.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

ขวัญชนก ดีพัฒนะ. (2561). *การศึกษาข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นอาคารต่อการลดลงของปริมาณน้ำไหลนองในเขตกรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง.

จีระนันท์ สุกุล. (2559). *การศึกษาประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนองในพื้นที่สวนส่วนกลางของโครงการหมู่บ้านจัดสรรขนาดกลางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล*. (การค้นคว้าอิสระ). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง.

ณัฐฐีร์ ตันตติเลิศอนันต์. (2554). *แนวทางในการวางผังออกแบบภูมิทัศน์เพื่อกักเก็บน้ำและระบายน้ำผิวดินในพื้นที่ชุมชนเมือง.* (การค้นคว้าอิสระ). มหาวิทยาลัยศิลปากร, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

ดำรงศักดิ์ รินชมภู. (2560). *การคำนวนค่าการซึมน้ำได้ของน้ำฝนในพื้นที่สวนซับน้ำฝนสำหรับงานภูมิสถาปัตยกรรม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

ตรีชฎา ศรีระษา. (2560). *การออกแบบและปรับปรุงภูมิทัศน์ชุมชนเพื่อลดผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วม: กรณีศึกษาหมู่บ้านเมมืองทองการ์เด้นท์ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

พีรกานติ์ บรรเจิดกิจ. ดารณี ด่านวันดี. ศุภางค์ พิทย์พิทักษ์. (2554). *การพัฒนาระบบการลดมลพิษ-กักเก็บน้ำด้วยการใช้พืชพรรณเพื่อบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน*. (รายงายผลการวิจัย). มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

วนารัตน์ กรอิสรานุกูล**.** (2556). *แนวทางการวางผังเมืองเพื่อรับมือต่อความเสี่ยงต่อภาวะน้ำท่วมในอนาคตจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ:กรณีศึกษาเทศบาลนครสมุทรปราการ.* มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี, ภาควิชาเทคโนโลยีเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนายั่งยืน, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (15 กรกฎาคม 2563). สืบค้นจาก https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi2/subsoil/soil.htm**.**

เกริก บุณยโยธิน. (24 ธันวาคม 2561). *เน็กซัส สรุปภาพรวมตลาดอสังหากรุงเทพปี 61 ตลาดคอนโดเริ่มมีการปรับตัวเพื่อตอบสนองเรียลดีมานด์ ในขณะที่ตลาดเช่าเพื่อการพาณิชย์ค่าเช่าทำสถิติสูงสุดในประวัติศาสตร์.* สืบค้นจาก https://propholic.com/prop-now/.

Tooktee. (26 มิถุนายน 2562). *FAR และ OSR คืออะไร? ทำไมต้องตรวจสอบอาคาร รู้ได้อย่างไรสร้างอาคารได้ขนาดเท่าไหร่?.* สืบค้นจาก https://www.tooktee.com/content/detail/1333/far-.

ภาคผนวก

Ref. code: 25626116031102BJH

ภาคผนวก ก
บทความวิชาการ

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปี 2563

11th Built Environment Research Associates Conference, BERAC2020
Bangkok, Thailand, June 25th, 2020

การประเมินผลกระทบของพื้นที่ซึมน้ำผ่านได้และพื้นผิวซึมน้ำเพื่อลดการไหลนองของน้ำฝน ในโครงการอาคารพักอาศัยรวมพื้นที่กรุงเทพมหานคร

Evaluation of impacts of biotope area factor and pervious surface to reduce urban stormwater runoff in Bangkok's residential condominium project

อุรชา ทับแย้ม[1], มานัส ศรีวณิช[2]

Uracha Thabyam[1] and Manat Srivanit[2]

[1] คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ gammling01@gmail.com

[2] คลัสเตอร์วิจัยห้องปฏิบัติการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อสภาพแวดล้อมน่าอยู่ (Livable Environment & Architectural Design Laboratory, LEAD-Lab) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ s.manat@gmail.com

บทคัดย่อ

เขตสาทรเป็นเขตหนึ่งในกรุงเทพมหานครที่มีที่อยู่อาศัยหนาแน่นจึงเต็มไปด้วยสิ่งปลูกสร้างจำพวกอาคารและถนนอันเป็นพื้นที่ดาดแข็งที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและลักษณะสภาพแวดล้อมภูมิทัศน์ทำให้ประสิทธิภาพการซึมน้ำลดลงจนเกิดปัญหาน้ำไหลนองที่ส่งผลต่อความเป็นอยู่ของผู้คน งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของการปลูกต้นไม้และพื้นผิวซึมน้ำเพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ต่อการลดลงของปริมาณน้ำไหลนอง ศึกษาด้วยวิธีการสำรวจพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลทางกายภาพที่เป็นตัวแปรการเกิดน้ำไหลนอง ได้แก่ พื้นที่ดาดแข็ง, พื้นที่ดาดอ่อนเพื่อปลูกต้นไม้, พื้นผิวซึมน้ำ, ลักษณะดิน และปริมาณน้ำฝน นำข้อมูลที่ได้มาจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Autodesk InfraWorks 360 ในชุดเครื่องมือ Green Stormwater Infrastructure (GSI) ซึ่งการวิจัยพบว่าเขตสาทรส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ดาดแข็งมากกว่าพื้นที่ดาดอ่อนและเกิดน้ำไหลนองในช่วงที่ฝนตกหนักเกิน 60 มิลลิเมตร ทำให้ส่งผลต่อปริมาณน้ำไหลนองที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์ตรงข้ามกับพื้นที่ปลูกต้นไม้ ในทางตรงกันข้ามเมื่อนำมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรมระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณเพิ่มในแบบจำลองจึงทำให้ปริมาณน้ำไหลนองลดลงและทำให้พื้นที่ซึมน้ำผ่านเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักผังเมืองและภูมิสถาปนิกทางด้านการวางแผนและออกแบบพื้นที่ซึมน้ำผ่านตามข้อกำหนดผังเมืองรวมไปถึงลดปัญหาน้ำท่วมขังอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

คำสำคัญ: น้ำไหลนอง, ภูมิทัศน์ดาดแข็ง, พื้นผิวซึมน้ำ, มาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรม

Abstract

Satorn district is located on Bangkok province, where is high density residential zone full of built-up areas - It's called impervious hardscapes (concrete or paved surfaces). There are increase hardscape, it cause to climate change and environmental characteristics that ineffective to biotope area, therefore runoff their effects to people. This paper presents the impact evaluation of planting trees and pervious surfaces to reduce. These factors are related to stromwater runoff such as hardscape area, soft scape for tree area, surfaces to reduce, rainfall, and soli from on-site survey. These data using a computer simulation software via Autodesk InfraWorks 360 with Green Stromwater Infrastructure (GSI). The result found Satorn District that the most is hardscape area more than soft scape, so runoff over during rainfall more 60 mm. Therefore, affect to increase runoff relate to the opposite with biotope area. So runoff reduction and to achieve an effective of biotope area when used landscape architecture measure of bio-retention basin plants into combination simulate. The study will benefit urban planner and landscape architects for the planning and design of biotope area factor by comprehensive plan with including runoff mitigation to effectiveness and sustainable.

Keywords: runoff, hardscape, soft scape, surfaces to reduce, landscape architecture measure

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงการขยายเมืองที่มากขึ้นของกรุงเทพมหานครถูกแทนที่ด้วยสิ่งปลูกสร้างอาคารและพื้นคอนกรีตที่มากขึ้นตามความเจริญของเมืองส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพสภาพแวดล้อมของภูมิทัศน์ การเป็นอยู่ของประชากร ส่งผลการเกิดปัญหาน้ำท่วมขัง (จีรนันท์ สุกุล, 2559) และพื้นที่ดาดแข็ง (Hardscape) ทำให้ประสิทธิภาพการซึมของน้ำลงสู่ดินลดลงรวมทั้งการจัดการระบบ

Ref. code: 25626116031102BJH

ระบายน้ำที่ไม่เพียงพอจากสาเหตุดังกล่าวส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกในปริมาณมากพื้นที่ดาดแข็งทำให้น้ำไม่สามารถซึมผ่านไปได้เกิดน้ำที่ไหลบนผิวดินจะกลายเป็นน้ำไหลนอง (Runoff) ที่ไม่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้น (ขวัญชนก ดีพัฒนะ, 2561) ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการอยู่อาศัยในเขตชุมชนเมือง อันเนื่องมาจากความหนาแน่นของการอยู่อาศัยและความเข้มข้นของการใช้ประโยชน์ที่ดิน จึงมีกฎกระทรวงให้บังคับใช้ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556 เรื่องการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกำหนดควบคุมความหนาแน่นของประชากรและระดับของกิจกรรมบนพื้นที่ คือ อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (Fool Area Ratio: FAR), อัตราส่วนที่ว่างต่อพื้นที่อาคาร (Open Space Ratio: OPR), พื้นที่ซึมน้ำผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ (Biotope Area Factor: BAF) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง อันมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ไขและป้องกันปัญหาการแออัดรวมไปถึงพัฒนากระบวนการบรรเทาปัญหาต่าง ๆ ของเมืองซึ่งปัจจุบันนี้การผังเมืองคาบเกี่ยวกับปัญหาน้ำท่วมอย่างมาก ตามที่พบเจอกันอยู่บ่อยครั้งเมื่อเกิดปริมาณฝนในหลาย ๆ พื้นที่ในกรุงเทพมากกว่า 60 มิลลิเมตร ทำให้มีน้ำท่วมฉับพลันหรือที่เรียกว่าน้ำไหลนอง (Stormwater Runoff) เกิดน้ำท่วมขัง เกิดมลภาวะแก่แหล่งน้ำธรรมชาติ รวมทั้งเกิดตะกอนทับถมในแม่น้ำลำคลอง การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ทำให้ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ระบบนิเวศน์และส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการอุทกวิทยา (Hydrological process)

โดยแนวคิดของการจัดการน้ำเพื่อลดปัญหาที่เกิดจากปริมาณน้ำฝนมีหลากหลายแนวความคิด เช่น ในประเทศอเมริกาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการน้ำไหลนองผิวดินที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เรียกว่า Low Impact Development (LID) ในประเทศออสเตรเลียเรียกว่า Water Sensitive Urban Design (WSUD) แนวคิด Nature-Based Solution (NBS) และ Best Management Practices (BMPs) เป็นแนวคิดในการนำธรรมชาติเข้ามาช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ของเมือง อีกทั้งแนวคิดอุทกวิทยาเมือง (Urban Hydrology) ที่กล่าวถึงหลักการเชิงปฏิบัติและการคำนวณ เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่เมือง โดยแนวคิดนี้เชื่อว่าระบบอุทกวิทยาของภูมิทัศน์ทีเปลี่ยนไปเป็นเพราะได้รับผลกระทบจากกระบวนการความเป็นเมือง (Urbanization) ทำให้ระบบย่อย (Sub system) ในระบบอุทกวิทยาของภูมิทัศน์เดิมเปลี่ยนแปลง ก่อให้เกิดปัญหาน้ำในเมือง โดยเฉพาะปัญหาการระบายน้ำในตัวเมือง (พิศุทธ์ วิเชียรฉันท์, 2552) โดยวัฏจักรของอุทกวิทยาเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ซึ่งพิจารณาจากการเคลื่อนที่ การสูญเสียและการเพิ่มขึ้นหรือลงของน้ำบนผิวโลก โดยมีกระบวนการคือเมื่อไอน้ำในบรรยากาศมีปริมาณมากก็จากตกลงสู่พื้นโลกในรูปของฝน หิมะ น้ำค้าง ลูกเห็บ ฯลฯ ซึ่งเรารวมเรียกว่าน้ำจากอากาศ (Precipitation) น้ำส่วนหนึ่งตกลงสู่ทะเล มหาสมุทร แม่น้ำ ลำธาร โดยตรง อีกส่วนหนึ่งตกลงสู่พื้นดิน น้ำส่วนนี้บางส่วนจะตกค้างตามใบไม้ใบหญ้าและต้นพืชที่ปกคลุมพื้นแผ่นดิน และเมื่อได้รับแสงแดดก็จากกลายเป็นไอระเหยขึ้นสู่บรรยากาศ (Evaporation) ส่วนที่ตกลงสู่พื้นดินจะซึมผ่านผิวดิน (Infiltration) และซึมลึกลงไปใต้ดินปริมาณความชื้นในดินบริเวณใกล้ผิวดินจะกลับขึ้นสู่บรรยากาศโดยการระเหยและการคายไอน้ำของพืช น้ำที่ซึมลึกลงไปใต้ดินจะไปสู่แหล่งน้ำใต้ดินซึ่งอาจจะถูกดูดมาใช้โดยพืชหรือไหลขึ้นสู่ผิวดินในรูปของน้ำพุ หรือไหลออกสู่แม่น้ำลำธารและในที่สุดก็ระเหยขึ้นสู่อากาศ ถ้าปริมาณน้ำที่ตกจากบรรยากาศสู่พื้นดินมีปริมาณมากจะเกิดมีน้ำบางส่วนไหลไปตามผิวดินไหลลงสู่แม่น้ำลำธารและต่อไปยังทะเลและมหาสมุทรและในที่สุดก็จะมีการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวขึ้นสู่บรรยากาศอีกเช่นกัน

สาเหตุการเกิดน้ำไหลนองมีทั้งสาเหตุจากธรรมชาติและสาเหตุจากมนุษย์ สาเหตุจากธรรมชาติอันเป็นสาเหตุหลักคือปริมาณน้ำฝนเมื่อฝนตกลงมาสู่พื้นผิวโลกบางส่วนอาจซึมผ่านผิวดินและบางส่วนยังขังอยู่บนผิวดินจึงเกิดน้ำท่วมขังทำให้เกิดน้ำไหลนองบนผิวดิน เป็นภัยธรรมชาติที่คาดเดายากของปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี รวมไปถึงชนิดของดิน ซึ่งลักษณะของดินทั่วไปของกรุงเทพมหานครในชั้นบนสุดส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียว ซึ่งเป็นดินที่อุ้มน้ำ ระบายน้ำและอากาศได้ไม่ดี ในขณะที่ดินทรายมีการระบายน้ำและอากาศได้ดีมาก น้ำซึมผ่านได้ง่ายแต่จะอยู่ในชั้นล่างสุด แม้ว่าในด้านผังเมืองกรุงเทพมหานครได้นำมาตรการพื้นที่ซึมน้ำผ่านได้เพื่อปลูกต้นไม้ (BAF) มาใช้เป็นเกณฑ์การประเมินโครงการที่พักอาศัยรวมเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำไหลนองนั้นซึ่งเป็นเพียงการปลูกต้นไม้เท่านั้นหากนำมาตราการเชิงภูมิสถาปัตยกรรมมาร่วมอาจจะทำให้การลดน้ำไหลนองเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษารูปแบบพื้นที่สีเขียวซึมน้ำผ่านได้และพื้นผิวซึมน้ำที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการลดปริมาณน้ำไหลนอง
2) เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของข้อกำหนดทางด้านผังเมืองร่วมกับมาตรการออกแบบเชิงภูมิสถาปัตยกรรมต่อพื้นที่การซึมน้ำผ่าน

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยนี้กำหนดให้พื้นที่เขตสาทรเป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณามีหลากปัจจัย เช่น เป็นย่านศูนย์กลางธุรกิจและเป็นย่านที่พักอาศัยหนาแน่นตามข้อกำหนดการควบคุมความหนาแน่นของผังเมืองรวมในเขตกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 อยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมพาดผ่านในเดือนพฤษภาคมกับเดือนกันยายนซึ่งทำให้มีฝนตกหนักกว่าปกติ รวมถึงเป็นพื้นที่เข้าข่ายพื้นที่จุดอ่อนการเกิดน้ำไหลนอง ตามแผนปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมกรุงเทพมหานคร ของสำนักการระบายน้ำ ประจำปี 2562 และมีปริมาณฝนสะสมมากกว่า 60 มิลลิเมตร อันเป็นเหตุทำให้น้ำผิวดินไม่สามารถระบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้พื้นที่ขนาดแปลงที่ดินโครงการมาทำการทดลอง โดยขึ้นอยู่กับกลยุทธ์ด้าน WSUD ในสัดส่วนของอัตราส่วนของพื้นที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม หรือ Open space ratio (OSR) ตามข้อกำหนดผังเมืองกรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ (Biotope Area Factor, BAF)

การคำนวณและเครื่องมือในการหาปริมาณน้ำไหลนอง ในงานวิจัยชิ้นนี้ใช้หลักแนวคิด BMPs เพราะมุ่งเน้นในด้านคุณภาพน้ำ ที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของพื้นผิวในการพัฒนาที่ดิน เป็นแนวคิดเพื่อลดปริมาณน้ำฝนและมลพิษในแหล่งน้ำโดยวิธีการระเหย การขังน้ำหรือกักเก็บน้ำไว้และกรองโดยระบบพืชพรรณซึ่งสามารถปรับปรุงคุณภาพการรับน้ำได้ด้วยการขยายระยะเวลาการไหลออกทำให้สามารถเจือจางน้ำฝนที่ปล่อยออกมา เป็นการให้ความสำคัญในบทบาทของพื้นที่สีเขียวซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อกระบวนการอุทกวิทยาซึ่งสะท้อนในรายละเอียดเรื่องของการเลือกใช้วัสดุ หรือรูปแบบของพื้นที่สีเขียว เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้แนวคิดและง่ายต่อการคำนวณจึงเลือกใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการหาปริมาณน้ำไหลนองที่เกิดขึ้น โดยมีลักษณะของชั้นดินและวัสดุพื้นผิวที่ซึมน้ำโดยสามารถคำนวณได้จากโปรแกรม Autodesk InfraWorks โดยใช้เครื่องมือ Green Stromwater Infrastructure (GSI) ด้วยวิธี TR-55 ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำไหลนองโดยสามารถเลือกกำหนดพื้นที่ออกแบบในโปรแกรมได้ง่าย และคำนวณได้อย่างรวดเร็วและศึกษาปริมาณน้ำไหลบ่าโดยการใช้สูตรพื้นฐานหรือที่เรียกว่า Rational Method นำมาคำนวณปริมาณน้ำไหลบ่า (สมการที่ 1)

$$Q = CIA \qquad \text{(สมการที่ 1)}$$

โดยที่ Q คือ ปริมาณน้ำไหลบ่าสูงสุด มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที, C คือ ค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำบนพื้นผิว, I เป็นความเข้มข้นของฝน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อชั่วโมง และ A เป็นพื้นที่รับน้ำฝน มีหน่วยเป็นตารางเมตร

ดังนั้น การคำนวณปริมาณน้ำไหลนองที่เหมาะสมกับงานวิจัยนี้เพื่อการลดผิวทึบน้ำและระบบการกักเก็บน้ำใช้วิธี TR-55 ซึ่งเป็นวิธีที่เรียบง่ายและมีข้อมูลของลักษณะชุดดินเพื่อแสดงค่าผิวทึบน้ำหรือค่าเฉลี่ยการพรุนน้ำ Curve number (CN) โดยค่าที่นำมาใช้จะเป็นข้อมูลอ้างอิงจากเงื่อนไขความสามารถในการดูดซับและเก็บกักน้ำของดิน (Hydrologic soil group) และเงื่อนไขของลักษณะอากาศและสภาพภูมิประเทศที่ส่งเสริมให้มีการดูดซับและกักเก็บน้ำฝน

3.2 วิธีดำเนินการศึกษา

1) คำนวณอัตราส่วนพื้นที่พื้นที่ซึมน้ำผ่าน และจำแนกพื้นที่ด้วยประเภทของกลยุทธ์ด้าน GSI ประกอบด้วย พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณพื้น, ที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่านและพื้นที่สีเขียวเปิดโล่งปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนของพื้นที่ศึกษาแบ่งตามประเภท

ประเภทของพื้นที่ศึกษา (50% ของ OSR)	พื้นที่ (ตร.ม.)	วัสดุพื้นผิว	ต้นไม้	ไม้พุ่ม/หญ้า	ชุดดิน
(a) พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ	800	0	30%	70%	ลักษณะดินที่พักอาศัย
(b) พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน	800	100%	0	0	ลักษณะดินที่พักอาศัย
(c) พื้นที่สีเขียวเปิดโล่ง ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า	800	0	30%	70%	ลักษณะดินที่พักอาศัย

2) จำลองสถานการณ์น้ำฝนสะสมในช่วงปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงคาบอุบัติ 2 ปีและคาบอุบัติ 5 ปีในแต่ละรูปแบบของการเลือกใช้ต้นไม้และพื้นผิวโดยอยู่ในอัตราส่วนของข้อกำหนดพื้นที่ซึมน้ำผ่านได้ หรือ Biotope Area Factor (BAF) ร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่างของอาคาร

พักอาศัยรวมในเขตสาธร กรุงเทพมหานคร โดยอาศัยโปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์ Autodesk InfraWorks 360 โดยใช้เครื่องมือ Green Stormwater Infrastructure (GSI) ใช้วิธีการคำนวณแบบ TR-55

3) วิเคราะห์และประเมินข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ของการปลูกต้นไม้ต่อปริมาณน้ำไหลนอง เพื่อนำมาพัฒนาหาแนวทางเลือกของพื้นที่ซึมน้ำที่เหมาะสม

3.3 เกณฑ์ควบคุมที่ใช้ในการประเมิน

ผู้วิจัยได้คัดเลือกเกณฑ์จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเลือกใช้พืชพรรณและจากการใช้งานเกี่ยวกับวัสดุซึมน้ำในการออกแบบภูมิทัศน์เพื่อนำมาใช้จำลองสถานการณ์และสามารถนำผลการทดลองไปใช้ต่อยอดสำหรับผู้พัฒนาโครงการและผู้ออกแบบทั้งภูมิสถาปนิกและนักผังเมือง ประกอบไปด้วยตัวแปรควบคุมด้านต้นไม้ ชั้นดิน และวัสดุพื้นผิว เพื่อกำหนดในโปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์ Autodesk InfraWorks 360 (ตารางที่ 2)

ต้นไม้	หน่วย
ทรงพุ่มไม้ยืนต้น	>3 m.
ความสูงไม้ยืนต้น	>5 m.
ชั้นดิน	
ความลึกของบ่อรับน้ำ	8"
ความลึกชั้นดินปลูก	24"
ความพรุนของดินปลูก	25%
ความลึกชั้นกรวด	12"
ความพรุนของกรวด	40%
วัสดุพื้นผิว	
บล็อกปูพื้นแบบบล็อกพรุน	58.7mm/hr.
บล็อกปลูกหญ้า	50%

ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์ในการประเมินผลกระทบของการปลูกปริมาณต้นไม้ที่ใช้ในการจำลอง

รูปที่ 1 แสดงพื้นที่โครงการอาคารพักอาศัยรวมที่ใช้จำลองสถานการณ์ที่น้ำฝนสะสมในช่วงคาบอุบัติ 2 ปีและคาบอุบัติ 5 ปี

4. ผลการศึกษา

4.1 รูปแบบพื้นที่สีเขียวซึมน้ำผ่านได้และพื้นผิวซึมน้ำที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการลดปริมาณน้ำไหลนอง

จากการจำลองสถานการณ์ที่ปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงคาบอุบัติ 2 ปีและคาบอุบัติ 5 ปี ที่แตกต่างกันในแต่ละรูปแบบของการเลือกใช้ต้นไม้และพื้นผิว ใช้พื้นที่ดินประเภท ย.10 ขนาดแปลงที่ดินประมาณ 5,000 ตร.ม. คำนวณอัตราส่วนพื้นที่ตามข้อกำหนด คือพื้นที่ว่าง 1,600 ตร.ม. และพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ (BAF) ร้อยละ 50 ของที่ว่างอยู่ที่ 800 ตร.ม.ตามข้อกำหนดผังเมือง (รูปที่ 1) โดยมีรูปแบบพื้นที่จำแนกได้ 3 รูปแบบ คือ (a) พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ (b) พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน และ (c) พื้นที่สีเขียวเปิดโล่ง ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า พบว่า รูปแบบพื้นที่ที่ส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลนองเป็น 0 นิ้ว คือ (a) พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ และ (b) พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน ที่มีผลใกล้เคียงกัน จะเห็นว่ารูปแบบพื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ ในคาบอุบัติ 2 ปี ต้องการสัดส่วนร้อยละ 50 เพื่อลดน้ำไหลนองให้เป็น 0 ได้ภายใน 2 ชั่วโมง และในคาบอุบัติ 5 ปี สัดส่วนร้อยละ 90 เพื่อลดน้ำไหลนองให้เป็น 0 ได้ภายใน 2 ชั่วโมง ส่วนรูปแบบพื้นที่ (c) ไม่สามารถทำให้น้ำไหลนองเป็น 0 นิ้วได้ แม้ว่าลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่มและหญ้าก็ตาม (รูปที่ 2a, 2b)

4.2 ความสัมพันธ์ของข้อกำหนดทางด้านผังเมืองร่วมกับมาตรการออกแบบเชิงภูมิสถาปัตยกรรมต่อพื้นที่การซึมน้ำผ่าน

จากการจำลองทำให้พบว่าพื้นที่ BAF ในข้อกำหนดทางผังเมืองร่วมกับรูปแบบพื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ ทำให้ปริมาณน้ำไหลนองที่คาบอุบัติ 2 ปี เป็น 0 นิ้ว ได้ภายใน 2 ชั่วโมง และเมื่อปริมาณน้ำไหลนองเพิ่มขึ้นก็ต้องการพื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นตาม (รูปที่ 3) ส่วนปริมาณน้ำไหลนองที่คาบอุบัติ 5 ปี มีปริมาณมากขึ้นทำให้พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณต้องการพื้นที่มากถึงร้อยละ 100 ของพื้นที่ว่าง (รูปที่ 4) จะเห็นว่าปริมาณน้ำไหลนองที่ลดลดสัมพันธ์ตรงข้ามกับพื้นที่ BAF ที่เพิ่มขึ้นและเมื่อเปรียบเทียบเส้นแผนภูมิของพื้นที่ (a) และ (c) ทั้งคาบอุบัติ 2 ปี และ คาบอุบัติ 5 ปี มีลักษณะที่ต่างกันซึ่ง รูปแบบ (c) เป็นลักษณะราบแสดงให้เห็นว่าน้ำไหลนองที่เกิดขึ้นซึมผ่านลงดินได้ช้ากว่า

พื้นที่สีเขียวเปิดโล่งปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า

ค่าการเกิดซ้ำ	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 2 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	2.85	0.55	0.52	0.5	0.47	0.45	0.42	0.4	0.38	0.36	0.33	0.31
6 ชม	3.37	0.83	0.79	0.76	0.73	0.7	0.66	0.64	0.6	0.58	0.55	0.52
12 ชม	3.54	0.92	0.89	0.85	0.82	0.79	0.75	0.72	0.69	0.66	0.63	0.6
24 ชม	3.68	1.01	0.97	0.93	0.9	0.86	0.83	0.79	0.76	0.73	0.69	0.66

พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ

ค่าการเกิดซ้ำ	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 2 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	2.85	0.55	0.41	0.29	0.18	0.09	0	0	0	0	0	0
6 ชม	3.37	0.83	0.67	0.52	0.39	0.28	0.18	0.1	0.04	0	0	0
12 ชม	3.54	0.92	0.77	0.61	0.47	0.35	0.25	0.15	0.12	0.03	0	0
24 ชม	3.68	1.01	0.83	0.68	0.53	0.4	0.29	0.19	0.11	0.05	0	0

พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน

ค่าการเกิดซ้ำ	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 2 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	2.85	0.55	0.42	0.29	0.19	0.1	0.02	0	0	0	0	0
6 ชม	3.37	0.83	0.67	0.53	0.4	0.29	0.19	0.11	0.05	0	0	0
12 ชม	3.54	0.92	0.76	0.61	0.48	0.35	0.25	0.16	0.09	0.03	0	0
24 ชม	3.68	1.01	0.84	0.68	0.54	0.41	0.3	0.2	0.12	0.05	0	0

พื้นที่สีเขียวเปิดโล่งปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า

ค่าการเกิดซ้ำ	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 5 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	3.73	1.04	1	0.96	0.92	0.89	0.85	0.82	0.78	0.75	0.72	0.68
6 ชม	4.48	1.52	1.47	1.43	1.38	1.33	1.29	1.25	1.2	1.16	1.12	1.07
12 ชม	4.72	1.68	1.63	1.58	1.54	1.49	1.44	1.39	1.35	1.3	1.26	1.2
24 ชม	4.81	1.75	1.69	1.64	1.62	1.57	1.5	1.45	1.4	1.36	1.31	1.26

พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ

ค่าการเกิดซ้ำ	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 5 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	3.73	1.04	0.87	0.71	0.56	0.43	0.32	0.22	0.13	0.07	0	0
6 ชม	4.48	1.52	1.31	1.11	0.93	0.76	0.6	0.45	0.32	0.2	0.1	0
12 ชม	4.72	1.68	1.46	1.25	1.06	0.87	0.7	0.53	0.38	0.25	0.13	0
24 ชม	4.81	1.75	1.52	1.3	1.1	0.91	0.73	0.56	0.41	0.26	0.13	0

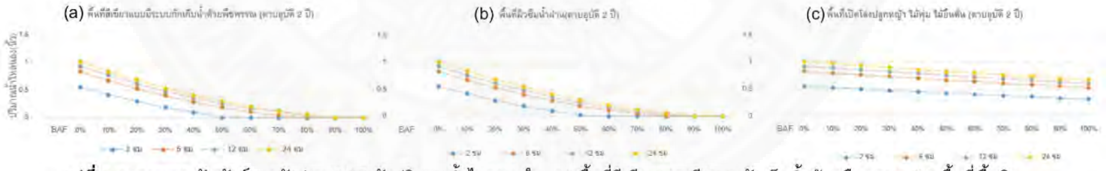
พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน

ค่าการเกิดซ้ำ	ปริมาณน้ำไหลนอง คาบอุบัติ 5 ปี	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 ชม	3.73	1.04	0.87	0.71	0.56	0.43	0.32	0.11	0.05	0.01	0	0
6 ชม	4.48	1.52	1.31	1.12	0.93	0.76	0.6	0.45	0.32	0.2	0.1	0
12 ชม	4.72	1.68	1.46	1.25	1.06	0.87	0.7	0.53	0.38	0.25	0.13	0
24 ชม	4.81	1.75	1.52	1.31	1.1	0.91	0.73	0.56	0.41	0.27	0.14	0

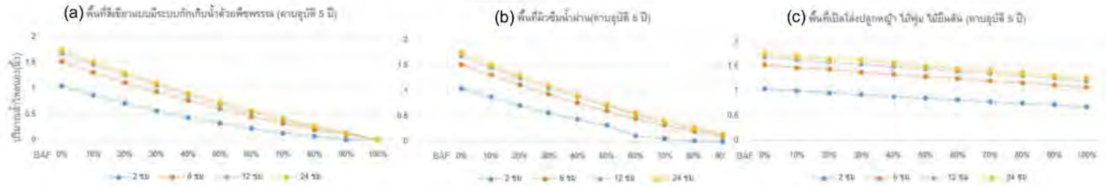
ปริมาณน้ำไหลนอง (นิ้ว) ปริมาณน้ำไหลนองเป็น 0 นิ้ว พื้นที่ BAF ตามมาตรฐานข้อกำหนดผังเมือง

รูปที่ 2a แสดงปริมาณน้ำไหลนองตามปริมาณน้ำฝนในพื้นที่แต่ละประเภทในคาบอุบัติ 2 ปี (นิ้ว)

รูปที่ 2b แสดงปริมาณน้ำไหลนองตามปริมาณน้ำฝนในพื้นที่แต่ละประเภทในคาบอุบัติ 5 ปี (นิ้ว)



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของสัดส่วน BAF กับปริมาณน้ำไหลนองใน (a) พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ (b) พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน และ (c) พื้นที่สีเขียวเปิดโล่ง ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของสัดส่วน BAF กับปริมาณน้ำไหลนองใน (a) พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ (b) พื้นที่พื้นผิวเพื่อให้น้ำซึมผ่าน และ (c) พื้นที่สีเขียวเปิดโล่ง ปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หญ้า

การประเมินผลกระทบของการปลูกต้นไม้และพื้นผิวซึมน้ำเพื่อลดการไหลนองของน้ำฝนในเขตสาทร กรุงเทพมหานคร
อุรชา ทับแย้ม และ ผศ.ดร.มานัส ศรีวนิช

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มมาตรการเชิงภูมิสถาปัตยกรรมร่วมกับข้อกำหนด BAF จึงนำมาสู่รูปแบบพื้นที่ในการลดปริมาณน้ำไหลนองที่เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด คือ พื้นที่สีเขียวแบบมีระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ จะเห็นว่าพื้นที่ BAF ตามข้อกำหนดทางผังเมืองอย่างเดียวยังไม่เพียงพอในการบรรเทาปัญหาน้ำไหลนอง ซึ่งการทดลองนี้ใช้เพียง 3 กลยุทธ์ในการหาความสัมพันธ์เพื่อให้ได้กลยุทธ์ที่ดีที่สุดในการลดน้ำไหลนองเท่านั้น หากสามารถนำทั้ง 3 กลยุทธ์มาจำลองร่วมกัน หรือ เพิ่มกลยุทธ์อื่น ๆ เช่น หลังคาเขียว ผนังเขียว หรือหลักการอาคารเขียว หรือการกักเก็บน้ำเพื่อนำไปใช้ในอาคาร จะทำให้เกิดทางเลือกในกระบวนการวางแผนพัฒนาเมืองได้เพิ่มขึ้น ซึ่งปัจจุบันแนวทางของมาตรการทางผังเมืองได้มีการกำหนดระบบแรงจูงใจ (FAR Bonus) เพื่อให้มีพื้นที่รับน้ำในแปลงที่ดินที่กักเก็บน้ำได้ (Rain Water Storage) ไม่น้อยกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร ต่อพื้นที่ดิน 50 ตารางเมตร พื้นที่อาคารรวมจะได้ไม่เกินร้อยละ 5 แต่หากกักเก็บน้ำได้ มากกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร จะทำให้มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่มได้ตามสัดส่วนแต่ต้องไม่เกินร้อย 20 ซึ่งเป็นประโยชน์กับการวางแผนพัฒนาและบรรเทาปัญหาน้ำไหลนองของเมืองได้อย่างยั่งยืนต่อไป

รายการอ้างอิง

บทความวารสาร

Abdul Naser Majidi, Zoran Vojinovic, Alida Alves, Sutat Weesakul, Arlex Sanchez, Floris Boogaard and Jeroen Kluck. (November 2019). Planning Nature-Based Solutions for Urban Flood Reduction and Thermal Comfort Enhancement.

กนกวลี สุธีธร. หลังคาเขียว: ทางเลือกเพื่อการจัดการน้ำฝน. ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ดารณี ด่านวันดี. มุจลินทร์ ผลจันทร์ และพีรกานต์ บรรเจิดกิจ. (กุมภาพันธ์ 2555). แนวทางการออกแบบระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. 41.

ยุทธภูมิ เผ่าจินดา. (2562). แนวคิดทางภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อบรรเทาภาวะน้ำท่วม พื้นที่เทศบาลตำบลหนองจ๊อม อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. วารสารสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวินิจฉัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 18(1).

วิทยานิพนธ์

ขวัญชนก ดีพัฒนะ. (2561). *การศึกษาข้อกำหนดควบคุมความหนาแน่นอาคารต่อการลดลงของปริมาณน้ำไหลนองในเขตกรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง.

จีระนันท์ สุกุล. (2559). *การศึกษาประสิทธิภาพการรับน้ำไหลนองในพื้นที่สวนส่วนกลางของโครงการหมู่บ้านจัดสรรขนาดกลางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล*. (การค้นคว้าอิสระ). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง.

ดำรงศักดิ์ รินชมภู. (2560). *การคำนวนค่าการซึมน้ำได้ของน้ำฝนในพื้นที่สวนซับน้ำฝนสำหรับงานภูมิสถาปัตยกรรม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

ณัฐฐีร์ ตันตดิเลิศอนันต์. (2554). *แนวทางในการวางผังออกแบบภูมิทัศน์เพื่อกักเก็บน้ำและระบายน้ำผิวดินในพื้นที่ชุมชนเมือง*. (การค้นคว้าอิสระ). มหาวิทยาลัยศิลปากร, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นจาก https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi2/subsoil/soil.htm

Ref. code: 25626116031102BJH

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวอุรชา ทับแย้ม
วันเดือนปีเกิด	1 ตุลาคม พ.ศ.2530
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2554: ภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ตำแหน่ง	พนักงานภูมิสถาปนิก กรมโยธาธิการและผังเมือง

ผลงานทางวิชาการ

บทความวิชาการเรื่อง การประเมินผลกระทบของพื้นที่ซึมน้ำผ่านได้และพื้นผิวซึมน้ำผ่านเพื่อลดการไหลนองของน้ำฝนในโครงการอาคารพักอาศัยรวมพื้นที่กรุงเทพมหานคร นำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 11. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. วันที่ 25 พฤษภาคม 2563.

ประสบการณ์ทำงาน	พ.ศ. 2555: พนักงานภูมิสถาปนิก กรมโยธาธิการและผังเมือง พ.ศ. 2553: ภูมิสถาปนิก บริษัท สิบแปดสิบเก้า จำกัด