



แนวทางในการวางผังออกแบบภูมิทัศน์ เพื่อกักเก็บและระบายน้ำผิวดินในพื้นที่ชุมชนเมือง

โดย

นายณัฐฐิ์ ตันติเลอสนันต์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม

ภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

แนวทางในการวางผังออกแบบภูมิทัศน์
เพื่อกักเก็บและระบายน้ำผิวดินในพื้นที่ชุมชนเมือง

โดย
ณัฐจิร ดันติเลิศอนันต์

การค้นคว้านี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตย์กรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสถาปัตย์กรรม
ภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

LANDSCAPE DESIGN FOR DETAINING AND DRAINING SURFACE RUN-OFF
IN URBAN AREA

By
Nuttee Tantilertanant

An Independent Study Submit in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF LANDSCAPE ARCHITECTURE

Department of Urban Design and Planning

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2011

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้การค้นคว้าอิสระเรื่อง “แนวทางในการวาง
ผังออกแบบภูมิทัศน์ เพื่อกักเก็บและระบายน้ำผิวดินในพื้นที่ชุมชนเมือง” เสนอโดย นายณัฐวัตร
ตันติเลิศอนันต์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ชารัตนวงศ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ
อาจารย์ ดร.สินีนารถ สุกุลรัตน์เมธี

คณะกรรมการตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิโรจน์ อนามบุตร)
...../...../.....

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล)
...../...../.....

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สินีนารถ สุกุลรัตน์เมธี)
...../...../.....

52060204 : สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม

คำสำคัญ : การวางผังออกแบบภูมิทัศน์เพื่อกักเก็บและระบายน้ำผิวดินในพื้นที่ชุมชนเมือง

ณัฐจิร ดันติเลศอนันต์ : แนวทางการวางผังออกแบบภูมิทัศน์เพื่อกักเก็บและระบายน้ำผิวดินในพื้นที่ชุมชนเมือง. อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ : อ.ดร.สินีนารถ สุกุลรัตน์เมธี. 107 หน้า.

ในการศึกษาวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการภูมิทัศน์ เพื่อใช้ในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชุมชนเมือง เพื่อศึกษาองค์ประกอบต่างๆทางภูมิทัศน์ที่สามารถส่งผลกระทบต่อการจัดการระบบระบายน้ำภายในชุมชนเมือง โดยการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาและรวบรวมแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการน้ำ และองค์ประกอบต่างๆเพื่อใช้ในการจัดการน้ำ รวมถึงการศึกษาคำนวณพื้นที่รองรับน้ำเบื้องต้น เพื่อสะดวกแก่การศึกษาและนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคต

โดยผู้ดำเนินการสามารถสรุปการศึกษาครั้งนี้ได้ว่า ผู้ออกแบบสามารถนำวิธีการบางอย่างมาใช้ให้เป็นประโยชน์กับการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม สำหรับการกักเก็บและระบายน้ำผิวดิน รวมไปถึงการใช้บ่อหน่วงน้ำ บ่อกักเก็บน้ำ และบ่อซึมน้ำ หรือการผสมผสานวิธีการต่างๆ ซึ่งได้มีการยกตัวอย่างงานภูมิสถาปัตยกรรมที่มีการผสมผสานวิธีการในการต่างๆเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ที่The Woodlands, Texas และ The Emerald Necklace, Massachusetts

ภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2554

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

52060204 : MAJOR : LANDSCAPE ARCHITECTURE

KEY WORD : LANDSCAPE DESIGN, DETAIN AND DRAIN THE SURFACE RUN-OFF,
URBAN AREA

NUTTEE TANTILERTANANT: LANDSCAPE DESIGN FOR DETAINING AND
DRAINING SURFACE RUN-OFF IN THE URBAN AREA. INDEPENDENT STUDY
ADVISOR : SINEENART SUKOLRATANAMETEE. 107 pp.

The objective of this research is to study the basic principles of landscape planning design for reducing the problem of urban hydrology and to study landscape elements that affecting urban drainage system. This research includes studies of theories, principles and methodologies of hydrology management and landscape elements using to detain and drain surface run-off in urban area.

The result of this study is that there are several methods for utilizing landscape design as ways to detain and drain surface run-off in urban area including using detention pond, retention pond, and infiltration pond and combinations among any of those three methods. Examples of combination methods are those at The Woodlands, Texas and The Emerald Necklace, Massachusetts.

Department of Urban Design and Planning

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2011

Student's signature

Independent Study Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและจัดทำค้นคว้าอิสระฉบับนี้ จะไม่สามารถสำเร็จสมบูรณ์ได้หากไม่ได้คำแนะนำ และความช่วยเหลือที่คอยชี้แนะแนวทางจาก อาจารย์ ดร. สินีนาถ สุกลรัตนเมธี อาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุจิโรจน์ อนุามบุตร ประธานกรรมการ และรองศาสตราจารย์ ดร. ชัยสิทธิ์ คำนกิตติกุล ที่ช่วยให้คำแนะนำ เสนอความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้คำปรึกษามาตลอด ผู้ศึกษามีความทราบซึ่งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว ญาติ พี่น้อง คุณณิศา และเพื่อนฝูงทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและช่วยเหลือตลอดมา ขอบคุณน้องๆทุกคนที่เรียนภูมิสถาปัตยกรรมศาสตร์ด้วยกันมา ที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือและให้กำลังใจในการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ ขอบคุณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ เป็นสถานที่ให้ความรู้ประสิทธิภาพวิชาในด้านต่างๆ ขอบพระคุณ คุณอดัม คุณนนท์ และคุณบุญธรรม ที่ให้คำแนะนำเชิงวิศวกรรม ขอขอบพระคุณท่านผู้แต่งตำราทุกเล่มที่ผู้ศึกษาได้นำมาใช้ประกอบการค้นคว้าอิสระ

สุดท้ายนี้ผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจและนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง หากมีข้อผิดพลาดประการใดทางผู้ศึกษาขอกราบอภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

		หน้า
	บทคัดย่อ.....	ง
	กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
	สารบัญ.....	ช
	สารบัญตาราง.....	ฉ
	สารบัญรูปภาพ.....	ญ
		หน้า
1	บทนำ.....	1
	1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์.....	2
	3 คำถามในการศึกษา.....	3
	4 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
	5 ขั้นตอนการวิจัย.....	3
	6 วิธีการศึกษา.....	4
	7 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา.....	5
2	หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุทกวิทยาเมือง.....	6
	1 ทฤษฎีเกี่ยวกับวัฏจักรของน้ำ.....	6
	2 สาเหตุการเกิดปัญหาน้ำท่วม.....	10
	3 สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำท่วมในเมือง กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร.....	17
	4 แนวความคิดเกี่ยวกับอุทกวิทยาเมือง.....	22
	5 แนวความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาน้ำท่วม.....	24
	6 สรุปเนื้อหาสำคัญ.....	34
3	ภูมิสถาปัตยกรรมภายในเมือง.....	35
	1 ความหมายของภูมิสถาปัตยกรรม.....	35
	2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพื้นที่สีเขียว.....	35
	3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียว (Green Infrastructure).....	38

บทที่	หน้า
4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับภูมิทัศน์ถนน (Streetscape).....	41
5 ความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของภูมิทัศน์เมือง.....	43
6 สรุปเนื้อหาสำคัญ.....	45
4 ภูมิสถาปัตยกรรมที่ช่วยในการชะลอน้ำ	46
1 นิเวศวิทยาเมืองกับการระบายน้ำ	46
2 แนวความคิดเกี่ยวกับนิเวศภูมิทัศน์กับการระบายน้ำภายในเมือง.....	47
3 การประยุกต์ภูมิทัศน์เพื่อชะลอน้ำ.....	48
4 การนำองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมมาใช้ในการชะลอน้ำ.....	51
5 แนวความคิดเกี่ยวกับการวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำในเมือง.....	53
6 การจัดพื้นที่รองรับน้ำด้วยพื้นที่สีเขียว.....	54
7 ข้อเสนอแนะที่เหมาะสมของพื้นที่สีเขียว.....	68
8 สรุปเนื้อหาสำคัญ.....	71
5 การคำนวณพื้นที่หนองน้ำ.....	72
1 การคำนวณน้ำฝนที่ต้องการระบายในพื้นที่.....	72
2 การคำนวณพื้นที่รองรับน้ำ.....	79
3 สรุปเนื้อหาสำคัญ.....	81
6 กรณีศึกษา.....	82
1 กรณีศึกษาที่ 1 The Emerald Necklace	82
2 กรณีศึกษาที่ 2 The Woodlands	88
7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	92
1 ผลที่ได้รับจากการศึกษา.....	92
2 ข้อเสนอแนะ.....	93
บรรณานุกรม.....	95
ภาคผนวก.....	98
ประวัติผู้วิจัย.....	107

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงพื้นที่กักเก็บน้ำและวัฏจักรของน้ำ.....	29
2	แสดงชนิดของพืชและพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกใน Bio-swale.....	32
3	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (Run-off Co-efficient).....	73
4	แสดงตารางปริมาณน้ำฝนและความชื้นเฉลี่ยฝน.....	74

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงวัฏจักรของน้ำ.....	7
2 แสดงลักษณะความสัมพันธ์ของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน	9
3 แสดงตำแหน่งร่องความกดอากาศต่ำ ทิศทางลมมรสุมและทางเดินพายุหมุนเขตร้อน	14
4 แสดงระบบระบายน้ำแบบ Dendritic	25
5 แสดงระบบระบายน้ำแบบขนาน.....	25
6 แสดงระบบระบายน้ำแบบขวาง.....	26
7 แสดงระบบระบายน้ำรูปแบบต่างๆ.....	27
8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำไหลนอง ก่อนและ หลังการเปลี่ยนแปลง ของชุมชนเมือง	31
9 แสดงภาพตัดของ Bio-swale.....	31
10 แสดงภาพตัวอย่าง Bio-swale.....	33
11 แสดงพื้นที่การเกษตรในกรุงเทพมหานคร	37
12 แสดงพื้นที่เชื่อมต่อ (Linkage) ในโครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียวของเมือง.....	39
13 แสดงพื้นที่สาธารณะ (Public Space) ในโครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียวของเมือง.....	40
14 แสดงพื้นที่ธรรมชาติ (Natural Area) ในโครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียวของเมือง.....	41
15 แสดง Layer cake model ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะทางกายภาพ อุทกวิทยา	47
16 ผังรวม The Emerald Necklace.....	50
17 ผังแสดงการระบายน้ำในพื้นที่ของ Woodland, Texas โดยการใช้การหน่วงน้ำแบบ ผสมผสาน.....	51
18 ภาพแสดงการจำแนกประเภทการจัดพื้นที่รับน้ำ ทั้ง 3 ส่วน.....	55
19 ภาพแสดงรายละเอียดการก่อสร้างบ่อหน่วงน้ำ (Detention basin) ตามแนวคิด BMPs	56
20 ภาพแสดงรายละเอียดการก่อสร้างบ่อเก็บกักน้ำ (Retention basin) ตามแนวคิดBMPs	57
21 ภาพแสดงรายละเอียดการก่อสร้างบ่อซึมน้ำ (Infiltration basin) ตามแนวคิดBMPs.....	58
22 ภาพแสดงการวางผังที่พักอาศัยเพื่อการบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยา เปรียบเทียบกับ การวางผังที่พักอาศัยในเมืองทั่วไป.....	60

ภาพที่	หน้า
23 ภาพแสดงการจัดพื้นที่เส้นทางน้ำธรรมชาติเพื่อการรองรับน้ำและสร้างกิจกรรม นันทนาการในเขตพื้นที่พักอาศัย.....	61
24 ภาพแสดงการออกแบบถนนให้สอดคล้องกับเส้นความสูงและใช้วัสดุที่น้ำซึมผ่านได้ เปรียบเทียบกับกรออกแบบถนนในเมืองทั่วไป.....	62
25 รูปตัดแสดงรายละเอียดการออกแบบถนนเพื่อสร้างความชันให้ลำเลียงน้ำสู่พื้นที่รับน้ำ ที่จัดเตรียมไว้.....	63
26 ภาพแสดงการออกแบบถนนในกรณีถนนแบบวงเวียน.....	64
27 ภาพแสดงการวางผังและออกแบบภูมิทัศน์ถนนและทางเท้า ให้ใช้เป็นพื้นที่ที่หน่วงน้ำได้.....	65
28 ภาพแสดงการกำหนดขอบเขตการรับน้ำและใช้ถนนเป็นเส้นทางในการสะสมและ ลำเลียงน้ำ.....	66
29 ภาพแสดงการใช้ช่องว่างระหว่างรถในพื้นที่จอดรถเป็นพื้นที่หน่วงน้ำ.....	67
30 ภาพแสดงการวางผังพื้นที่รับน้ำแบบธรรมชาติในโครงการขนาดใหญ่.....	68
31 ผังและรูปตัดแสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวที่ผนวกกับเส้นทางน้ำธรรมชาติ.....	69
32 แสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวตามเส้นทางทางไหลของน้ำในภูมิทัศน์.....	70
33 ผังแสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวที่ผนวกกับถนนและทางระบายน้ำขนาดถนน.....	71
34 แสดงกราฟความเข้มเฉลี่ยฝน Rainfall Intensity.....	75
35 กราฟหาค่าสัมประสิทธิ์ Monograph.....	77
36 กราฟหาค่าสัมประสิทธิ์ Monograph ที่ใช้ในตัวอย่างที่ 2.....	78
37 แสดงแผนผังของ The Emerald Necklace.....	83
38 แสดง Boston Public Garden พื้นที่ส่วนที่ 2 ใน The Emerald Necklace.....	84
39 แสดง Back Bay Fens พื้นที่ส่วนที่ 3 ใน The Emerald Necklace.....	85
40 แสดง Olmsted Park พื้นที่ส่วนที่ 4 ใน The Emerald Necklace.....	85
41 แสดง Ward Pond ภายใน Olmsted Park พื้นที่รองรับน้ำ.....	86
42 แสดงแนวทางเดินขนานคูกับ River way.....	86
43 แสดงแผนผังของ The Woodlands, Texas.....	89
44 แสดง Riverway ใน The Woodlands, Texas.....	90
45 แสดง Residential Area ใน The Woodlands, Texas.....	90
46 แสดงทางสัญจรภายใน The Woodlands, Texas.....	91
47 แสดงส่วนประกอบของพื้นที่ทางเท้า.....	99

ภาพที่		หน้า
48	แสดงช่องทางเดินสำหรับ 1 และ 2 คนสัญจร	100
49	แสดงความกว้างของพื้นที่สำหรับวางอุปกรณ์ระดับถนน	101
50	แสดงความกว้างของพื้นที่สำหรับปลูกพืชพรรณต่างๆบนทางเท้า	101
51	แสดงขนาดและสัดส่วนของผู้ขี่จักรยานและทางจักรยาน	103
52	แสดงช่องทางจักรยาน (Bike path)	104
53	แสดงช่องทางสำหรับจักรยานบนถนน (Bike lane)	105
54	แสดงช่องทางสำหรับจักรยานริมไหล่ทาง (Wide Outside lane) และช่องทางจักรยาน ร่วมกับพื้นที่ถนน (Shared Roadway)	106

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันกรุงเทพมหานคร เกิดปัญหาอุทกภัยขึ้นบ่อยครั้ง โดยมีสาเหตุหลักอันเนื่องมาจากการขยายตัวของชุมชน การพัฒนาเมืองและการเปลี่ยนแปลงผังเมือง โดยที่ไม่มีการวางแผนที่เหมาะสม การก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างหรืออาคารต่างๆล้วนเป็นการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศโดยรวมของเมือง ซึ่งเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศทางภูมิทัศน์และระบบอุทกวิทยาเมือง

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการขยายตัวของชุมชนเมืองเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพแวดล้อมและลักษณะทางภูมิทัศน์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพ เช่น อาคาร เส้นทางสัญจร หรือความหนาแน่นของชุมชน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้จะส่งผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยาเมืองด้วย

กรุงเทพมหานคร เป็นเมืองที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโดยการขยายตัวของชุมชนเมือง โดยเส้นทางสัญจรหลักได้มีการเปลี่ยนแปลงจากอดีตเป็นอย่างมาก แต่เดิมเป็นการคมนาคมทางน้ำโดยใช้แม่น้ำลำคลองเป็นเส้นทางหลัก ปัจจุบันเป็นการคมนาคมทางบกที่ใช้ถนน แอสฟัลท์ติกคอนกรีต(ถนนลาดยาง)เป็นหลัก โดยการทำถนนแอสฟัลท์ติกคอนกรีต(ถนนลาดยาง) ปกคลุมพื้นดินนั้น ส่งผลทำให้ปริมาณน้ำที่จะไหลซึมลงไปยังใต้ดินไหลมีอัตราการไหลต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ส่งผลให้การระบายน้ำไม่สามารถระบายได้อย่างทันท่วงที นอกจากนี้ปัจจุบันยังมีการเปลี่ยนแปลงระบบการระบายน้ำ โดยมีการเปลี่ยนรูปแบบการระบายน้ำจากระบบคูคลอง กลายเป็นการระบายน้ำโดยใช้ระบบท่อระบายน้ำ เนื่องจากกรุงเทพมหานครเป็นเมืองที่มีอัตราการเพิ่มของจำนวนประชากรสูง ส่งผลให้เกิดความหนาแน่นของชุมชน อีกทั้งมีการก่อสร้างอาคารต่างๆเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นอาคารสำนักงานหรืออาคารที่อยู่อาศัย ส่งผลให้พื้นที่ต่างๆใน กรุงเทพมหานครที่แต่เดิมเป็นพื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่สีเขียว พื้นที่เกษตรกรรม หรือพื้นที่รองรับน้ำนั้น ถูกเติมเต็มไปด้วยชุมชน อาคารที่อยู่อาศัยและอาคารสำนักงานจำนวนมาก และด้วยการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ย่อมส่งผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยาเมืองอย่างชัดเจน

น้ำเป็นสิ่งสำคัญต่อการดำรงชีวิตทุกชีวิตและให้ประโยชน์มากมาย แต่ในทางกลับกันน้ำก็สร้างปัญหาด้วยเช่นกัน ปัญหาที่เกิดจากน้ำเรียกว่า อุทกภัย โดยอุทกภัยเป็นสิ่งที่ปัญหาแก่พื้นที่เมืองและการพัฒนาเมืองแทบทุกเมือง

ตามแนวความคิดของ McHarg (Ian McHarg: 1971) อุทกวิทยาและการระบายน้ำจัดเป็นองค์ประกอบทางธรรมชาติที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางภูมิทัศน์ ในทางกลับกันการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์เองก็มีผลกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางอุทกวิทยาและการระบายน้ำ ในขณะที่ Marsh (William M. Marsh: 2005) กล่าวว่าไว้ว่าอุทกวิทยาและการระบายน้ำนั้นเป็น กระบวนการหนึ่งที่ทำให้ภูมิทัศน์เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน ดังนั้น การออกแบบภูมิทัศน์เมืองอย่างเหมาะสม มีส่วนช่วยในการบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของเมือง อันที่เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของน้ำได้

การจัดการต่างๆ เพื่อป้องกันและบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหาทางระบบอุทกวิทยาเมืองมีมากมายหลายวิธี โดยวิธีหนึ่งคือการจัดการทางภูมิทัศน์ เป็นการจัดการภาพรวมและองค์ประกอบต่างๆทางภูมิสถาปัตยกรรม เพื่อป้องกันและบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้น เช่น การเพิ่มพื้นที่รองรับน้ำหรือการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ซึ่งจะให้น้ำไหลซึมลงสู่พื้นดินและยังช่วยชะลอการไหลของน้ำสู่พื้นที่สาธารณะอีกด้วย

ผู้ที่กระทำการจัดการทางภูมิทัศน์ จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ อันได้แก่เรื่องพฤติกรรมของน้ำที่ส่งผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยาเมือง หรือทฤษฎีแนวคิดต่างๆทั้งทางด้านที่เกี่ยวกับระบบอุทกวิทยาและทางด้านภูมิทัศน์ ผู้ที่จะกระทำการจัดการทางภูมิทัศน์นั้นจะต้องเลือกแนวทางต่างๆมาใช้ในการจัดการปัญหา เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการขยายตัวของชุมชนเมืองในปัจจุบัน

2. ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 2.1 เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและปัญหาทางอุทกวิทยาเมือง
- 2.2 เพื่อศึกษาวิธีการนำองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมมาใช้เพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัย
- 2.3 เพื่อศึกษาการคำนวณชั้นพื้นฐานในการออกแบบพื้นที่พักน้ำ เพื่อที่จะได้เข้าใจและสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. คำถามในการศึกษา

- 3.1 องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม มีผลต่อระบบอุทกวิทยาเมืองอย่างไร

3.2 องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมอะไร ที่สามารถนำมาใช้เพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยได้

4. ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตทางด้านเนื้อหา เป็นการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีการชลอน้ำ และโครงการที่เกี่ยวข้องกับการระบายน้ำ โดยมุ่งเน้นตามหัวข้อต่อไปนี้

- 4.1 ทฤษฎีและแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบอุทกวิทยาเมือง
- 4.2 ทฤษฎีและแนวคิดทางภูมิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับระบบอุทกวิทยา
- 4.3 ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาและการจัดการพื้นที่ตามทฤษฎีและแนวคิดทางภูมิสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวข้องกับการระบายน้ำในเมือง ว่ามีการนำองค์ประกอบใดมาใช้งานบ้าง
- 4.4 ศึกษาการใช้งานองค์ประกอบต่างๆทางภูมิทัศน์ ว่ามีผลกระทบอย่างไรกับระบบอุทกวิทยา
- 4.5 ศึกษาการคำนวณพื้นฐานสำหรับการสร้างพื้นที่กักเก็บและรองรับน้ำ ว่าสามารถนำมาประยุกต์กับการออกแบบได้อย่างไร

5. ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษา แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 5.1 ขึ้นกำหนดปัญหาการวิจัย
 - 5.1.1 กำหนดความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะศึกษาในงานวิจัย
- 5.2 ขึ้นเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 5.2.1 ศึกษารายงานการวิจัย วิทยานิพนธ์ เอกสาร หนังสือ ตำรา บทความ แผนที่ ภาพถ่าย สื่อทางอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา โดยมุ่งประเด็นการศึกษาไปที่การศึกษาทฤษฎีและแนวคิดทางภูมิสถาปัตยกรรม ทฤษฎีทางอุทกวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการระบายน้ำในเมือง ระบบอุทกวิทยาเมืองและระบบน้ำผิวดิน
 - 5.2.2 ศึกษากรณีศึกษาต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยมุ่งประเด็นการศึกษาไปที่การออกแบบ และการนำองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมมาใช้งาน เพื่อบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบอุทกวิทยาเมือง
 - 5.2.3 กำหนดคำจำกัดความนิยามคำศัพท์ โดยการนำคำจำกัดความต่างๆมาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เช่น พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน เป็นต้น

5.2.4 ศึกษาวิธีการคำนวณขั้นพื้นฐานในเชิงวิศวกรรม โดยการทดลองและการนำมาปฏิบัติจริง เพื่อสามารถเข้าใจได้อย่างเต็มที่

5.3 ชั้นวิเคราะห์ข้อมูล

5.3.1 วิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลข้อมูล โดยการนำผลการศึกษาและข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาประเมินและวิเคราะห์ว่าองค์ประกอบใดทางภูมิสถาปัตยกรรม ที่ส่งผลในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยได้อย่างเหมาะสมที่สุด

5.3.2 เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมไว้

5.4 ชั้นสรุปผล

5.4.1 สรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมใดบ้าง ที่มีผลต่อการบรรเทาปัญหาอุทกภัย อภิปรายผลการศึกษาและชี้แจงข้อเสนอแนะ โดยนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาข้อสรุป ผลดีและผลเสีย เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้อื่นที่จะทำการศึกษาต่อไป

5.4.2 เขียนรายงานการวิจัย โดยการนำข้อมูลต่าง ๆ มาเรียบเรียงเป็นเอกสาร

6. วิธีการศึกษา

6.1 ทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

6.1.1 การทบทวนเอกสาร (Literature Review) ได้แก่ ข้อมูลเอกสารวิชาการ รายงานการวิจัย วิทยานิพนธ์ เอกสาร หนังสือ ตำรา บทความ แผนที่ ภาพถ่าย สื่อทางอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา สถิติ เอกสารจากหน่วยงานราชการ และข้อมูลจากสถาบันต่างๆ เช่น สำนักงานสถิติแห่งชาติ กรมอุตุนิยมวิทยา ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1.2 การศึกษากรณีศึกษา (Case Study) ได้แก่ โครงการต่างๆ ที่ผ่านมาในอดีตที่มีการประยุกต์ภูมิทัศน์เมืองเพื่อใช้ในการปรับปรุง แก้ไข หรือบรรเทาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบอุทกวิทยาเมือง

6.1.3 นำองค์ความรู้ที่ได้มาเพื่อลองปฏิบัติ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณพื้นฐานเกี่ยวกับการสร้างพื้นที่กักเก็บและรองรับน้ำในพื้นที่

6.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับมา เปรียบเทียบและเรียบเรียงส่วนต่างๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตอบปัญหาในงานวิจัย

6.3 สรุปข้อมูลและตอบคำถามงานวิจัย โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์รวมกัน เพื่อให้ทราบถึงองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ต่อระบบอุทกวิทยาเมือง

7. ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา

7.1 เข้าใจถึงทฤษฎีและแนวคิดต่างๆเกี่ยวกับอุทกภัยและการระบายน้ำ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อบรรเทาปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้

7.2 เข้าใจถึงทฤษฎีและแนวคิดต่างๆในการนำองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการภูมิทัศน์เมืองเพื่อลดผลกระทบ เมื่อเกิดปัญหาทางอุทกวิทยาเมืองได้

7.3 สามารถนำหลักการคำนวณพื้นฐานสำหรับการคำนวณพื้นที่พักและกักเก็บน้ำมาใช้เพื่อสนับสนุนการออกแบบขั้นพื้นฐานได้

บทที่ 2

หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุทกวิทยาเมือง

ปัญหาน้ำท่วมเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง โดยรัฐบาลและเอกชนต่างก็หาทางจัดการเพื่อแก้ไข และบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหานี้ การศึกษาและเข้าใจถึงพฤติกรรมของน้ำ อันได้แก่ วัฏจักรการหมุนเวียนของน้ำ การเข้าใจถึงปัญหาวาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นได้อย่างไร ระบบอุทกวิทยา เมืองส่งผลกระทบอย่างไรต่อเมือง รวมถึงแนวทางต่างๆที่ใช้ในการบรรเทาปัญหาน้ำท่วม ส่วนแล้วแต่มีส่วนช่วยในการวิเคราะห์ คาดการณ์และบรรเทาถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ในบทนี้จึงอธิบายถึงการศึกษาแนวความคิด ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของน้ำ และปัญหาน้ำท่วม รวมถึงแนวทางต่างๆในการป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานสำคัญดังนี้

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับวัฏจักรของน้ำ

ระบบนิเวศทางธรรมชาติ มีน้ำเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญ พื้นที่71%ส่วนใหญ่ของโลกประกอบไปด้วยน้ำ เนื่องจากน้ำเป็นสสารที่ผสมกลมกลืนไปกับสภาพแวดล้อมต่างๆ อาทิ เช่น น้ำในดิน น้ำในอากาศหรือน้ำในร่างกายของมนุษย์ เนื่องจากน้ำมีระบบการหมุนเวียนตามวัฏจักรของน้ำ ดังนั้นน้ำจะไม่มีการสูญสลายเพียงแต่เปลี่ยนคุณสมบัติของสสารไปเท่านั้น

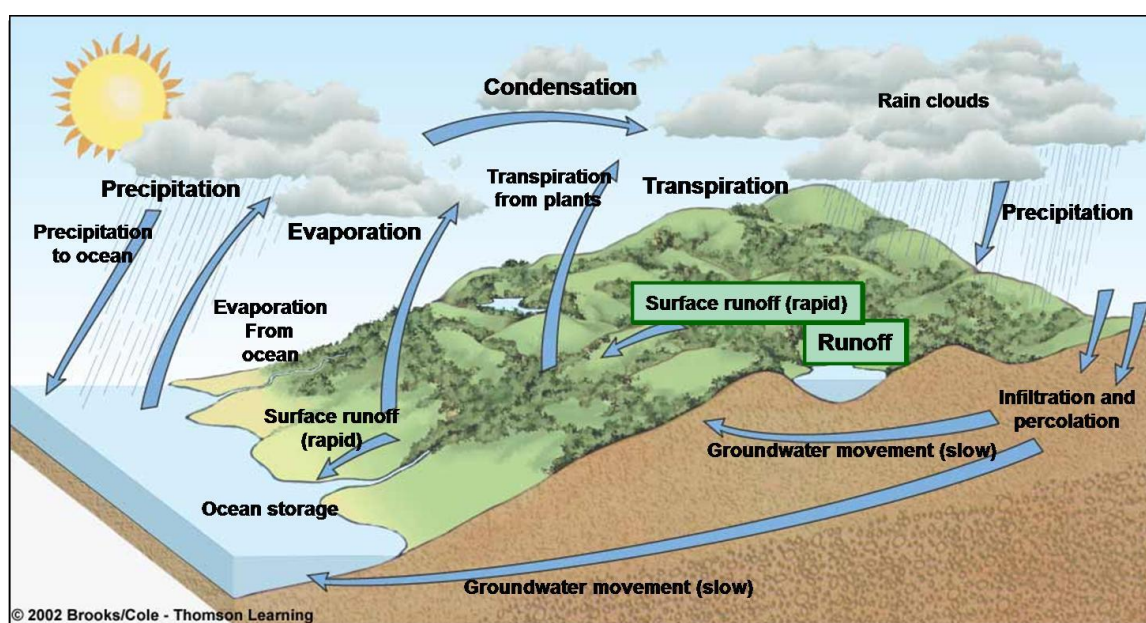
วัฏจักรของน้ำ (Water Cycle) คือการที่น้ำมีระบบการหมุนเวียนอย่างต่อเนื่อง ปริมาณน้ำส่วนใหญ่ในโลกจะเป็นน้ำในมหาสมุทร เมื่อได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์จะทำให้น้ำระเหย กลายเป็นไอน้ำในอากาศและเกิดการควบแน่นก่อเป็นก้อนเมฆบนชั้นบรรยากาศ ก่อนที่จะตกลงมาในสภาพต่างๆ เช่น ฝน ลูกเห็บ หรือหิมะ ซึ่งตกลงมาสู่พื้นโลกโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก น้ำที่ตกลงมานี้จะไหลกลับสู่ทะเล มีบางส่วนจะไหลผ่านไปยังแม่น้ำลำคลองก่อนแล้วจึงไหลออกสู่ทะเลโดยตรง บางส่วนจะไหลซึมลงสู่ชั้นดินกลายเป็นน้ำใต้ดินและถูกดูดซึมโดยพืชพรรณก่อนแล้วจะมีการคายน้ำของพืชพรรณตามธรรมชาติ และน้ำจะกลับเข้าสู่ระบบการหมุนเวียนอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักร(Water Cycle)เช่นนี้ไปตลอด

การไหลของน้ำออกไปสู่ทะเล บางครั้งอาจใช้เวลาไม่มากนัก แต่ในบางครั้งก็ใช้ระยะเวลา นาน น้ำฝนที่ผ่านการควบแน่นแล้วตกลงมาบนผิวโลกจะถูกกักเก็บไว้ชั่วคราวตามธรรมชาติ

ซึ่งการที่น้ำถูกกักเก็บในลักษณะนี้อาจจะทำให้เกิดการกัดเซาะพื้นที่นั้นๆจนเกิดเป็นแม่น้ำ ลำคลอง หรือทะเลสาบได้ หลังจากนั้นน้ำก็จะเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเกิดการระเหยกลับสู่ชั้นบรรยากาศเกิดการควบแน่นและกลั่นตัวเป็นน้ำฝนตกลงสู่พื้นดินอีกครั้ง น้ำฝนในบางส่วนจะซึมลงสู่ชั้นดินและชั้นหิน ซึ่งเป็นที่ที่น้ำจะถูกกักเก็บไว้ชั่วคราว เรียกว่า น้ำใต้ดิน

การละลายแร่ธาตุในชั้นดินและชั้นหินจะถูกละลายโดยน้ำใต้ดินก่อนน้ำจะไหลกลับลงสู่ทะเลหรือแหล่งน้ำอื่นๆพร้อมแร่ธาตุจำนวนมากมาย โดยพืชพรรณตามธรรมชาติจะคอยดูดซึมน้ำใต้ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์นี้ เพื่อไปใช้ในการสร้างอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงและน้ำจะถูกส่งคืนกลับสู่ธรรมชาติโดยกระบวนการคายน้ำนั่นเอง

น้ำเป็นสารที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ทั้ง 3 สถานะ โดยมีรูปแบบสถานะพื้นฐาน คือ สถานะของแข็ง สถานะของเหลวและสถานะก๊าซ ซึ่งน้ำที่มีสถานะเป็นของแข็งจะถูกเรียกว่า “น้ำแข็ง” และน้ำที่มีสถานะเป็นก๊าซจะถูกเรียกว่า “ไอน้ำ”



ภาพที่ 1 แสดงวัฏจักรของน้ำ

ที่มา : Water Cycle. (<http://www.chem.duke.edu/~bonk/Chem8304/read1707.html>)

ตามแนวความคิดและการให้คำจำกัดความของ ผศ.กิริติ ลีวัจนกุล (กิริติ ลีวัจนกุล 2543) สามารถจำแนกระบบน้ำในวัฏจักรของน้ำได้ ดังต่อไปนี้

1.1 น้ำในอากาศ (Precipitation)

ไอน้ำ คือ น้ำที่อยู่ในอากาศหรือเป็นความชื้นในอากาศ โดยไอน้ำในอากาศเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของวัฏจักรของน้ำ เมื่อไอน้ำในอากาศถูกลมพัดไปรวมกันประกอบกับได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ก็จะเปลี่ยนสถานะตกลงมาในรูปแบบต่างๆ เช่น ฝน หิมะ น้ำค้างหรือลูกเห็บ

น้ำในอากาศ จะกลับไปสู่ชั้นบรรยากาศได้ 2 วิธี คือ

1. การระเหย (Evaporation) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนสถานะของน้ำที่เป็นของเหลวและของแข็ง กลายเป็นไอน้ำโดยอาศัยพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์

2. การคายน้ำของพืช (Transpiration) คือ การควบคุมอุณหภูมิของพืช โดยพืชจะคายน้ำออก ทางใบเพื่อไม่ให้อุณหภูมิภายในต้นพืชนั้นสูงเกินไป โดยพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนน้ำในใบไม้ให้กลายเป็นไอน้ำออกสู่อากาศ

1.2 น้ำผิวดิน (Surface Water)

น้ำผิวดิน คือ น้ำที่ไหลอยู่บนผิวดินตามแหล่งน้ำต่างๆหรือทางระบายน้ำบนผิวดิน ซึ่งปริมาณของน้ำประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งปี ความสามารถในการดูดซับน้ำพืชพรรณที่ปกคลุมดิน ความชันของพื้นที่ ลักษณะของทางน้ำและกิจกรรมของมนุษย์

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในเรื่องน้ำผิวดินมีดังนี้

1. ปรากฏการณ์น้ำไหลนอง(Run off) คือ น้ำที่ไหลบนผิวดิน(Over flow) และน้ำที่ไหล ในทางน้ำ(Channel flow)

2. โครงข่ายการระบายน้ำ(Drainage network) หมายถึง สาขาของทางน้ำไหลที่แตกแขนงออกไปยังลุ่มน้ำและต้นบ้นน้ำ โดยต้นน้ำที่ล้อมรอบจะแบ่งลุ่มน้ำออกเป็นส่วนต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยทางน้ำและสาขาของทางน้ำที่ไหลมารวมกัน ดังนั้นองค์ประกอบของ โครงข่ายระบายน้ำ ได้แก่ ร่องน้ำ ลำคลองหรือลำธาร แม่น้ำ ลุ่มน้ำ เป็นต้น

3. ลำดับของลำธารและลุ่มน้ำ (Stream Order and Basins)

4. เส้นทางน้ำ(River Channel) การไหลของกระแสน้ำมีความสัมพันธ์กับการเกิดปรากฏการณ์น้ำไหลนอง ซึ่งปรากฏการณ์น้ำไหลนองยังมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ ความแตกต่างของปริมาณน้ำฝน การละลายของน้ำแข็ง น้ำใต้ดิน ความชื้นในดิน และการไหลซึมลงไปในดินของน้ำ ดังนั้นสิ่งเหล่านี้จึงมีความสัมพันธ์กับเส้นทางน้ำด้วย

สำหรับแหล่งน้ำที่จะไหลมาก่อให้เกิดเป็นทางน้ำมี 4 อย่าง ดังนี้

1. ฝน(Channel precipitation) คือ ฝนที่ตกลงมาในเส้นทางน้ำโดยตรง มีผลต่อการเพิ่มปริมาณการไหลของทางน้ำเล็กน้อย

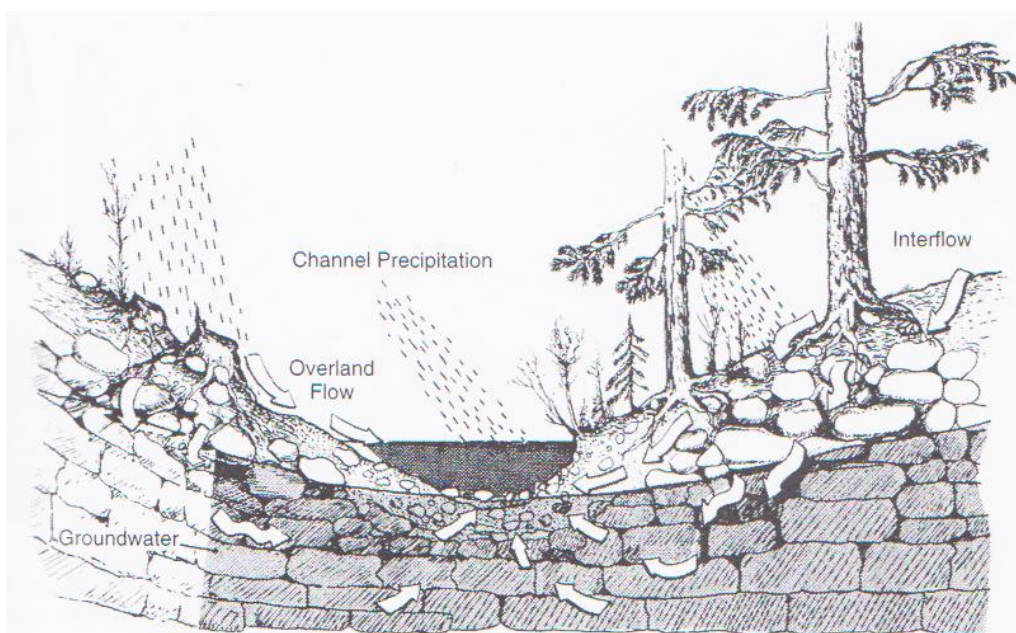
2. น้ำระบายจากผิวดิน(Overland flow) ในพื้นที่ที่มีป่าอุดมสมบูรณ์ปกคลุม น้ำที่ไหลจากผิวดินจะผลต่อการไหลของทางน้ำน้อย ส่วนในพื้นที่เมืองหรือพื้นที่เกษตรกรรม น้ำที่ระบายจากผิวดินเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างมาก เพราะเป็นเส้นทางที่น้ำจะไหลผ่านผิวดินไปสู่แม่น้ำ ลำคลองโดยตรงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างร่องน้ำ และวางท่อระบายน้ำโดยเฉพาะในเขตเมือง

3. น้ำที่ซึมผ่านผิวดิน(Inner flow) คือ น้ำที่ไหลซึมผ่านดินไปสู่แม่น้ำในบริเวณที่อยู่เหนือระดับที่เป็นจุดเปลี่ยนจากน้ำบนดินเป็นน้ำใต้ดิน

4. น้ำใต้ดิน(Ground water) คือ น้ำที่ไหลอยู่ใต้ชั้นดิน โดยเมื่อน้ำบนผิวดินซึมลงมา น้ำจะไหลมายังทางน้ำในบริเวณที่เส้นทางน้ำไหลมาบรรจบกับเส้นทางน้ำใต้ดิน โดยเรียกจุดที่เส้นทางน้ำทั้งสองมาบรรจบกันนี้ว่า Base flow

1.3 น้ำใต้ดิน (Ground Water)

ส่วนหนึ่งของน้ำใต้ดินเป็นน้ำที่เกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นโลกและไหลซึมผ่านชั้นดินและหินลงไปใต้เปลือกโลก โดยระยะที่น้ำจะไหลซึมลงไปจะขึ้นอยู่กับความรุนแรงของน้ำที่ตกลงมาและความโปร่งของชั้นหินทำให้น้ำไหลซึมผ่านลงไปยังที่รองรับน้ำใต้ดิน ซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้จะทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศที่หลากหลายรูปแบบทั่วโลก



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะความสัมพันธ์ของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน

ที่มา : Marsh, William M., LANDSCAPE PLANNING ENVIRONMENTAL APPLICATIONS, 4th Edition, USA.: John Wiley & Sons Inc., 2005

2. สาเหตุการเกิดปัญหาน้ำท่วม

น้ำท่วมเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทั่วไป ในบางพื้นที่ปัญหานี้เกิดขึ้นเป็นประจำ บางพื้นที่เกิดขึ้นได้ยากขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหา โดยสาเหตุของปัญหาน้ำท่วมตามที่ปรากฏอยู่ในวารสารราชบัณฑิตยสถาน ปีที่ 25 ฉบับที่ 3 โดยนายอภิชาติ วงศ์แก้ว (อภิชาติ วงศ์แก้ว 2543: 171) สามารถแบ่งออกตามลักษณะ และรูปแบบของการเกิดได้ 3 ประเภทดังนี้

2.1 น้ำท่วมที่เกิดขึ้นเป็นประจำ

หมายถึง สภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในบริเวณหนึ่งเป็นประจำเกือบทุกปีตามฤดูกาล โดยเกิดขึ้นจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงจนทำให้แหล่งน้ำบริเวณนั้นไม่สามารถรับปริมาณน้ำที่ไหลมารวมกันได้เพียงพอ ซึ่งพื้นที่บริเวณดังกล่าวมักจะเป็นพื้นที่ราบลุ่มใกล้แม่น้ำ

2.1.1 น้ำท่วมเนื่องจากฝนตกหนัก

น้ำฝนเป็นต้นกำเนิดของน้ำตกลงสู่ผิวโลก เมื่อฝนตกจะมีน้ำฝนบางส่วนยังอยู่บนผิวดินและบางส่วนไหลซึมลงไปสะสมอยู่ใต้ดิน และเมื่อมีฝนตกมากขึ้นน้ำฝนจะไม่สามารถซึมลงไปใต้ดินได้ทั้งหมด น้ำจะยังอยู่บนผิวดินจึงก่อให้เกิดน้ำไหลนองไปบนผิวดิน โดยจะมีปริมาณน้ำที่มากหรือน้อยนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณของฝนที่ตกสู่ผิวดินเสมอ จากนั้นน้ำจะไหลลงสู่ที่ลุ่มต่ำและไหลผ่านแม่น้ำลำคลองออกสู่ทะเลต่อไป

ปริมาณฝนที่ตกในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากพายุหมุนที่เกิดในทะเลจีนใต้ ซึ่งเป็นพายุที่พัดมาทางทิศตะวันออกของประเทศ ได้แก่ พายุไต้ฝุ่นพายุโซนร้อนและพายุดีเปรสชัน ตลอดจนฝนที่นำมาโดยพายุหมุนที่เกิดขึ้นในอ่าวเบงกอล

2.1.2 ลักษณะและส่วนประกอบของพื้นที่ลุ่มน้ำ

จำนวนน้ำที่เกิดขึ้นในแม่น้ำโดยทั่วไปจะได้รับอิทธิพลโดยตรงจากสภาพของฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำจะน้อยหรือมากขึ้นอยู่กับระยะเวลา ความแรงของฝนที่ตกลงมาและการแผ่กระจายของฝนที่ตกในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ ปัจจัยหลักที่มีความสำคัญในการทำให้เกิดน้ำท่วมมีดังนี้

2.1.2.1 รูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญในการทำให้เกิดน้ำท่วมมากหรือน้อยแตกต่างกัน ดังนี้

1. ลุ่มน้ำรูปขนนก คือ พื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งมีรูปร่างคล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จะเกิดปัญหาน้ำท่วมหรืออุทกภัยในบริเวณที่ลุ่มไม่มากนัก ทั้งนี้เพราะปริมาณน้ำฝน ที่ตกในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำของแต่ละแควสาขาจะทยอยไหลลงสู่แม่น้ำสายใหญ่ในเวลาที่ไม่พร้อมกัน

2. กลุ่มน้ำรูปกลม คือพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งมีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือเป็นรูปพัด โดยจะมีลำน้ำสาขาไหลลงสู่ลำน้ำสายใหญ่ที่บริเวณใดบริเวณหนึ่งจากโดยรอบเป็นรัศมีของวงกลม พื้นที่ลุ่มน้ำลักษณะนี้น้ำจากแม่น้ำสาขาต่างๆจะไหลมารวมกันที่แม่น้ำสายใหญ่ในเวลาใกล้เคียงกัน จึงทำให้เกิดน้ำท่วมใหญ่ในพื้นที่บริเวณแม่น้ำสาขารอบรับกันเสมอ

3. กลุ่มน้ำรูปขนาน คือพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีลุ่มน้ำสองส่วนรวมกัน มักจะเกิดน้ำท่วมใหญ่ในบริเวณพื้นที่ตอนล่างจากจุดบรรจบของพื้นที่ลุ่มน้ำที่รวมกันของสองส่วนนั้น

2.1.2.2 การเกิดน้ำท่า และการเกิดน้ำท่วมตามลุ่มน้ำต่างๆส่วนมีอิทธิพลโดยตรงเมื่อมีฝนตกหนัก โดยจะมีอิทธิพลต่อสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำ ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวและความกว้างของพื้นที่ลุ่มน้ำโดยเฉลี่ย ระดับความสูง ความลาดชันของลำน้ำ และความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำ รวมทั้งแนวทิศทางของพื้นที่ลุ่มน้ำเสมอ

2.1.2.3 สิ่งที่เป็นปัจจัยที่จะทำให้การไหลซึมของน้ำลงไปในดินมีปริมาณมากหรือน้อย แตกต่างกัน คือ ชนิดของดิน สภาพพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมพื้นที่ ความเสื่อมโทรมของพื้นที่ลุ่มน้ำ ชนิด และขนาดของเมื่อดิน ลักษณะการเกาะรวมตัวและการทับถมของดินตามธรรมชาติ เช่น ดินทราย และกรวดจะสามารถรับน้ำให้ซึมลงไปในดินได้ มากกว่า ดินเหนียว ที่มีเนื้อละเอียด ซึ่งยอมให้น้ำซึมผ่านผิวดินลงไปได้้น้อยมาก ดังนั้นเมื่อฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำที่ผิวดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว น้ำฝน เกือบทั้งหมดก็จะไหลไปบนผิวดินลงสู่ที่ต่ำ น้ำจะไหลลงสู่ลำธารและแม่น้ำทันที จึงเป็นเหตุทำให้เกิดอุทกภัยขึ้นได้โดยง่าย

พืชที่ปกคลุมดินและสภาพการใช้ที่ดินในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำก็เป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปัญหาน้ำท่วมตามที่ต่าง ๆ ไม่น้อย เช่น การบุกรุกถางป่าไม้อันเป็นทรัพยากรหลักในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำหรือในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำโดยปราศจากการควบคุมดูแล ย่อมทำให้ผิวดินส่วนใหญ่ขาดสิ่งปกคลุมในการช่วยดูดซับน้ำหรืออาจทำให้ผิวดินนั้นแน่นขึ้น ซึ่งจะมีผลให้เกิดน้ำไหลบ่าไปบนผิวดินอย่างรวดเร็วจนกัดเซาะพังทลายดินผิวน้ำให้เสื่อมคุณภาพและอาจเกิดปัญหาน้ำท่วมอย่างฉับพลันในบริเวณพื้นที่ลาดชันตอนล่างได้

2.2 น้ำท่วมที่เกิดจากความผิดปกติทางธรรมชาติ

หมายถึง สภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ ที่โดยปกติแหล่งน้ำในบริเวณนั้นสามารถรองรับน้ำได้อย่างเพียงพอในฤดูน้ำหลาก แต่เนื่องจากปรากฏการณ์ผิดปกติทางธรรมชาติ เช่น ปริมาณฝนตกที่เกิดหนึ่งครั้งในรอบหลายๆปีหรือน้ำจากแหล่งน้ำอื่นๆ ไหลเข้าสู่แหล่งน้ำนั้นมากผิดปกติ จนกระทั่งแหล่งน้ำไม่สามารถรับปริมาณน้ำนั้นได้ จึงเกิดสภาพน้ำไหลท่วมบริเวณพื้นที่เหล่านี้ แต่ก็จะไม่พบสภาพเช่นนี้บ่อยนัก

สาเหตุที่ก่อให้เกิดความผิดปกติทางธรรมชาติ สามารถแบ่งได้ ดังนี้

2.2.1 น้ำท่วมจากพายุต่างๆ แบ่งเป็น

2.2.1.1 พายุหมุนโซนร้อน (Tropical Cyclones)

หมายถึง หย่อมความกดอากาศต่ำที่มีกำลังแรง พายุดีเปรสชันที่จะพัฒนาเป็นพายุโซนร้อน พายุไต้ฝุ่นตามลำดับ ความเสียหายที่เกิดจากพายุมาจากสาเหตุใหญ่ 3 ประการ คือ

1. ลมพัดแรง (violent winds)
2. น้ำท่วมเนื่องจากฝนตกหนักมาก (flood due to heavy rainfall)
3. คลื่นพายุพัดถล่ม (storm surge)

2.2.1.2 ร่องมรสุม (intertropical convergence zone)

มีลักษณะเป็นแนวพาดขวางทิศตะวันตก-ตะวันออก ในเขตร้อน ใกล้ๆอิเควเตอร์ร่องมรสุมจะเลื่อนขึ้นลงและพาดผ่านประเทศไทยช้ากว่าแนวโคจรของดวงอาทิตย์ ประมาณ 1 เดือน ความกว้างของร่องมรสุมประมาณ 6-8 องศาละติจูด

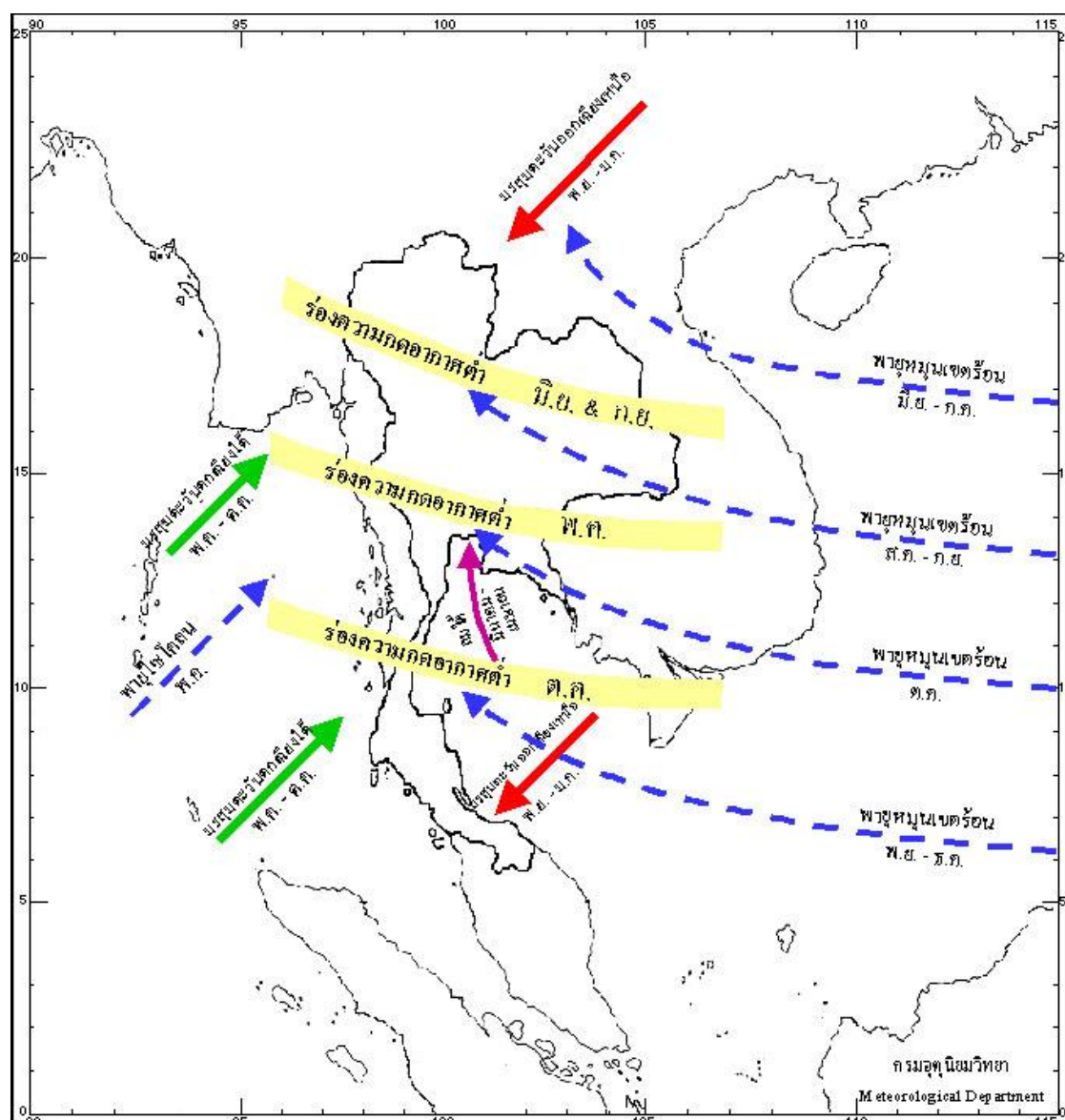
2.2.1.3 ลมมรสุมมีกำลังแรง (strong monsoon)

มรสุม คือลมประจำฤดู ลมมรสุมเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของพื้นดินและพื้นน้ำในฤดูหนาวและฤดูร้อน ในฤดูหนาวอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นทวีปเย็นกว่าอากาศเหนือพื้นมหาสมุทรที่อยู่ใกล้เคียง อากาศเหนือพื้นน้ำจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าและลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบน อากาศเหนือทวีปซึ่งเย็นกว่าจึงไหลไปแทนที่ ทำให้เกิดลมพัดออกจากทวีป พอถึงฤดูร้อนอุณหภูมิของดินภาคพื้นทวีปสูงกว่าน้ำในมหาสมุทร เป็นเหตุให้เกิดลมพัดไปในทิศทางตรงกันข้าม ประเทศไทยจึงอยู่ในอิทธิพลของมรสุมซึ่งมีมรสุม 2 ฤดู คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะพัดฤดูกาลอย่างละประมาณ 6 เดือน

1. มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Southwest Monsoon) เป็นมรสุมที่ก่อให้เกิดอุทกภัยได้ เนื่องมาจากเมื่อมรสุมพัดจากมหาสมุทรอินเดียปะทะเข้าขอบฝั่งตะวันตกของภาคใต้และเมื่อผ่านอ่าวไทยแล้วจะปะทะขอบฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย มรสุมนี้เริ่มต้นตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมและสิ้นสุดลงตอนต้นเดือนตุลาคม ในระยะที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้แรงจัดความเร็วของลมอาจจะสูงถึง 30 น็อต เป็นระยะเวลาหลายวัน คลื่นทางฝั่งตะวันตกของภาคใต้สูงมากเนื่องจากลมแรงจัดประการหนึ่ง อีกประการหนึ่งอ่าวเบงกอลและมหาสมุทรอินเดียมีช่วงระยะที่ลมเคลื่อนที่ไกลมาก คลื่นและลมจึงพัดพาน้ำทะเลในอ่าวเบงกอลมาสะสมทางขอบฝั่งตะวันตกของภาคใต้ตลอดฝั่ง ทำให้ระดับน้ำในทะเลตามขอบฝั่งสูงขึ้นมากจากระดับน้ำทะเลปานกลางในฤดูนี้ และในระยะเดียวกันถ้าเกิดพายุดีเปรสชันขึ้นในอ่าวเบงกอลทางฝั่งตะวันตกของภาคใต้ ซึ่งเกิดจาก

ความกดอากาศต่ำในบริเวณนั้น เมื่อพายุและผลอันเกิดจากฝนที่ตกหนักบนภูเขากับชายฝั่งรวม เข้าด้วยกันแล้ว จะทำให้เกิดระดับน้ำในทะเลและแม่น้ำสูงจนเป็นน้ำท่วมและเกิดอันตรายได้

2. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast monsoon) เริ่มตั้งแต่ปลายเดือนตุลาคมถึงสิ้นเดือนกุมภาพันธ์ ตั้งต้นพัดจากประเทศจีนและไซบีเรียผ่านทะเลจีนใต้ ปะทะขอบฝั่งเวียดนาม ส่วนที่หลุดจากปลายแหลมอินโดจีนจะพัดผ่านอ่าวไทยตอนใต้ปะทะขอบ ฝั่งตะวันออกของภาคใต้หรือฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตั้งแต่ได้สงขลาลงไป มรสุมนี้มีกำลังแรงเป็น ครั้งคราว เมื่อบริเวณความกดอากาศสูงในประเทศจีนมีกำลังแรงขึ้น ลมในทะเลจีนใต้จะมีความเร็ว ถึง 30-35 น็อต (52กม.ถึง64กม.ต่อชั่วโมง) แต่เนื่องด้วยมรสุมนี้ปะทะขอบฝั่งเวียดนามเป็นส่วน ใหญ่ จึงทำให้ลมมรสุมที่พัดผ่านเข้ามาในอ่าวนั้น มีช่วงระยะที่ลมเคลื่อนที่ไม่ได้ไกล จึงไม่ได้รับความ กระแทกกระเทือนมากเพียงแต่คลื่นค่อนข้างใหญ่และระดับน้ำจะสูงกว่าปกติแต่ก็ไม่สูงมากนัก ลมที่พัดแหลมญวนและพัดลงไปทางใต้ตั้งแต่ได้สงขลาลงไปตลอดขอบชายฝั่งตะวันออกของ ภาคใต้จะทำให้เกิดคลื่นใหญ่มากและระดับน้ำสูงจากปกติมากจนอาจจะเกิดเป็นน้ำท่วมได้



ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งร่องความกดอากาศต่ำ ทิศทางลมมรสุมและทางเดินพายุหมุนเขตร้อน
ที่มา : โครงการชลประทานสงขลา. (<http://irrigation.rid.go.th/rid16/sip/songkhaproject/index.php/project-activities-m/general-knowledge-submenu/221-season-in-the-world.html>)

2.2.1.4 พายุฟ้าคะนอง

พายุฝนหรือฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นติดต่อกันเป็นเวลาหลายๆ ชั่วโมง ทำให้มีฝนตกหนักต่อเนื่องกันนานๆ มีปรากฏการณ์หนึ่งที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในบริเวณที่ราบเชิงเขาใกล้ต้นน้ำลำธารในฤดูร้อนและฤดูฝน คือเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและฝนตกหนักในป่าบนภูเขา น้ำฝนที่มีปริมาณมากที่ตกในป่าและบนภูเขาไหลอย่างรุนแรงลงสู่ที่ราบเชิงเขา ทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นในระยะเวลาสั้นๆ น้ำป่าและน้ำจากภูเขาที่ไหลลงสู่ที่ต่ำอย่างรวดเร็วจะทำให้เกิดน้ำท่วมในระยะเวลา

กะทันหันหลังจากฝนตกหนักในช่วงระยะเวลาสั้นเช่นนี้ เรียกว่า น้ำท่วมฉับพลัน (flash flood) แต่ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงหรือมากกว่าเพียงเล็กน้อย เมื่อน้ำได้ไหลลงสู่แหล่งน้ำลำธารเป็นส่วนมากแล้ว ระดับน้ำก็จะเริ่มลดลงอย่างรวดเร็ว ในประเทศไทยจังหวัดที่อยู่ใกล้เคียงกับเทือกเขาสูง เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เคยมีปรากฏการณ์เช่นนี้อยู่เสมอด้วยคลื่นน้ำขนาดใหญ่เคลื่อนที่มาอย่างรวดเร็วมาก โอกาสจะหลบหนีจึงมีน้อย นอกเสียจากจะได้วางแผนไว้ล่วงหน้าอย่างเรียบร้อยแล้ว

2.2.2 น้ำทะเลหนุน (high tide)

ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นจากน้ำขึ้นจากปกติประมาณร้อยละ 20 ซึ่งเป็นเพราะโลกดวงจันทร์และดวงอาทิตย์อยู่ในแนวตรงกันจะรวมแรงดึงดูดให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น น้ำทะเลจะหนุนให้ระดับน้ำในแม่น้ำสูงขึ้นอีกมาก ถ้าเป็นระยะเวลาที่ประจวบระหว่างน้ำป่าและน้ำจากภูเขาไหลลงสู่แม่น้ำ จะทำให้อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำลดลงมากหรืออาจจะหยุดไหล น้ำในแม่น้ำจึงไม่สามารถระบายลงสู่ทะเลได้ ถ้าระยะที่น้ำทะเลหนุนนี้เป็นระยะเวลาที่น้ำในแม่น้ำมีระดับสูงอยู่แล้วย่อมเกิดน้ำล้นตลิ่งท่วมขังบริเวณบ้านเรือนริมฝั่งแม่น้ำได้ แต่ไม่มีกระแสน้ำเชี่ยวเกิดขึ้นด้วยอันตรายจึงมีน้อยมาก เว้นแต่ระยะเวลาที่น้ำล้นตลิ่ง (river flood) จะเนิ่นนานออกไปอีกหลายวัน ความสูญเสียก็อาจเพิ่มขึ้น

2.2.3 แผ่นดินไหวหรือภูเขาไฟระเบิด

เมื่อเกิดแผ่นดินไหวหรือภูเขาไฟบนบกและภูเขาไฟใต้น้ำระเบิด เปลือกของผิวโลกบางส่วนของโลกจะสูงขึ้นบางส่วนจะยุบลง บางส่วนจะได้รับความกระทบกระเทือนต่อเนื่องกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อภูเขาไฟใต้น้ำระเบิดจะทำให้เกิดคลื่นใหญ่ในมหาสมุทรและเกิดน้ำท่วมตามเกาะและเมืองชายฝั่งทะเลได้ ปรากฏการณ์นี้มีบ่อยครั้งในมหาสมุทรแปซิฟิก เช่น เมืองชายทะเลในประเทศญี่ปุ่นและหมู่เกาะฮาวายได้รับภัยอันตราย ซึ่งประเทศไทยก็เคยประสบจากแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นบริเวณเกาะสุมาตราตรงจังหวัดอาเจะห์ สร้างความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินจำนวนมากเมื่อปลายปี 2547 ซึ่งคลื่นใหญ่นั้นมีชื่อเรียกว่า “ซันามิ” เกิดจากแผ่นดินไหวแผ่นดินถล่ม หรือภูเขาไฟระเบิดในพื้นที่ท้องมหาสมุทร และเดินทางข้ามมหาสมุทรแปซิฟิกด้วยความเร็วประมาณ 600-1000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เข้าถล่มชายฝั่งทะเล คลื่นชนิดนี้เป็นภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นเป็นประจำในแถบเมืองต่างๆบริเวณชายฝั่งทะเลในประเทศญี่ปุ่น ลักษณะการเกิดจะเหมือนคลื่นพายุซัดฝั่ง

2.3 น้ำท่วมที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์

การตัดไม้ทำลายป่า การพัฒนาชุมชน การทำลายคันป้องกันน้ำท่วมและการสูบน้ำบาดาลส่งผลให้พื้นที่หลายแห่งได้รับความเสียหายจากอุทกภัยล้วนมาจากการกระทำของมนุษย์ เนื่องจากสภาวะแวดล้อมของพื้นที่บริเวณนั้นๆ มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิม

2.3.1 แผ่นดินทรุด

พื้นที่ในเขตเมืองหรือชุมชนที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นนั้น มักจะประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำอยู่เป็นประจำ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีวิธีการแก้ไขด้วยการสูบน้ำจากแหล่งน้ำบาดาล ขึ้นมาใช้อุปโภคบริโภคและเพื่อการอุตสาหกรรมเป็นปริมาณมากในแต่ละปี วิธีการดังกล่าวเป็นสาเหตุทำให้แรงดันของน้ำในแหล่งน้ำบาดาลที่ระดับลึกนั้นมีค่าลดต่ำลงมาก จากนั้นน้ำในชั้นดินซึ่งทับอยู่บนกรวดทรายที่เป็นแหล่งน้ำบาดาล จะถ่ายเทไหลเข้าไปในชั้นกรวดทรายด้านล่างตามธรรมชาติเมื่อน้ำในช่องว่างของดินสูญหายไปมากขึ้นๆ ชั้นดินดังกล่าวจะค่อยๆ ยุบตัวลงทีละน้อยจนเกิดแผ่นดินทรุด ทำให้ผิวดินเป็นแอ่งมีระดับต่ำกว่าปกติในบริเวณกว้าง เช่น พื้นที่หลายแห่งในเขตกรุงเทพมหานครและจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดน้ำท่วมขังนานหลังจากเกิดฝนตกหนัก เพราะการระบายน้ำออกไปจากพื้นที่ไม่สะดวกเหมือนแต่ก่อน

2.3.2 การขยายตัวของเขตชุมชนและการทำลายระบบระบายน้ำที่มีอยู่ตาม

ธรรมชาติ

พื้นที่ส่วนใหญ่ที่เคยเป็นพื้นที่ที่ประชาชนใช้ทำการเกษตรกรรมนั้น ประกอบด้วยพื้นที่ลุ่มมีแอ่งน้ำ หนอง บึง และลำคลองธรรมชาติ จะรับน้ำเข้าและระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้อย่างสะดวก มีความสมดุลตามสภาพธรรมชาติโดยไม่มีน้ำท่วมขัง ครั้นเมื่อมีการพัฒนาพื้นที่ดังกล่าวให้เป็นชุมชนแหล่งอุตสาหกรรมหรือที่อยู่อาศัย จึงมีการถมดินปรับพื้นที่สร้างถนน สิ่งก่อสร้างต่างๆ ขยายตัวออกไปเป็นบริเวณกว้างเป็นเหตุให้แอ่งน้ำ หนอง บึง และลำคลองธรรมชาติทั้งหลายต้องถูกทำลายหมดไป สาเหตุสำคัญก็คือภายในเขตชุมชนที่สร้างขึ้นใหม่หลายแห่ง มักไม่ได้สร้างระบบการระบายน้ำออกจากพื้นที่ให้เหมาะสม ดังนั้นเมื่อถึงเวลาที่มีฝนตกหนักจึงทำให้เกิดน้ำท่วมขังนานและเกิดความเสียหายตามมา ส่งผลให้วัฏจักรของน้ำไม่สามารถหมุนเวียนไปได้ทัน เนื่องจากมีปริมาณน้ำมากจนเกินไป ทำให้น้ำเอ่อล้นขึ้นมาหรือการที่น้ำไม่สามารถไหลซึมลงไปในดินได้อย่างทั่วถึง ซึ่งทั้งสองประการมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินเหมือนกัน ไม่ว่าจะเป็นการตัดไม้ ถางหญ้า เปลี่ยนวัสดุปกคลุมดิน ล้วนมีผลกระทบต่อปัญหาอุทกภัยทั้งสิ้น

Anne Whiston Spirn ได้กล่าวถึงต้นเหตุของปัญหาน้ำท่วมไว้ในหนังสือ Granite Garden (Anne Whiston Spirn: 1984) ดังนี้ “น้ำไหลลงสู่ที่ต่ำเสมอและนั่นหมายถึง แม่น้ำทุกสาย ไหลลงสู่ทะเล ซึ่งทะเลไม่เคยเต็ม วัฏจักรของน้ำเป็นระบบที่ยิ่งใหญ่ คือ ฝนตกลงมาสู่พื้นดินและถูกดูดซึมลงไปในดิน ดินไม้เค็มโตด้วยน้ำในดินและคายน้ำออกมาเป็นไอ ส่วนที่เหลือไหลลงสู่มหาสมุทรก่อนที่จะระเหยเป็นไอน้ำกลับไปสู่ชั้นบรรยากาศอีกครั้ง แต่เนื่องด้วยการเปลี่ยนแปลงของเมืองทำให้วัฏจักรของน้ำไม่สามารถหมุนเวียนได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากเกิดการ

เปลี่ยนแปลงของผิวดินซึ่งส่งผลต่อการดูดซึมน้ำลงไปในดินจนเกิดสิ่งเรียกว่า น้ำไหลนอง (run-off) จนเกิดเป็นปัญหาน้ำท่วมขึ้นมาได้ ซึ่งการแก้ปัญหามืองก็คือการวางท่อระบายน้ำเป็นช่วงต่างๆของเมืองเพื่อบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งในบางพื้นที่ที่ท่อระบายน้ำที่มีอยู่ก็ไม่สามารถแก้ปัญหาน้ำท่วมดังกล่าวได้ ไม่ว่าจะเป็นเพราะสาเหตุใดก็ตาม เช่น จำนวนไม่เพียงพอ หรือปัญหามลภาวะทางน้ำ ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียที่ปล่อยจากโรงงาน พืชพรรณที่ใช้ในการบำบัดน้ำหรือขยะไปอุดตันท่อ จนเกิดปรากฏการณ์น้ำไหลนองไหลออกจากท่อระบายน้ำ ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการจัดการวางผังที่ดี โดยการกำหนดพื้นที่ต่างๆเพื่อให้ลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น เช่น โรงงานหรือการบำบัดน้ำเสียถูกกำหนดพื้นที่ในบริเวณที่มีระบบการหมุนเวียนน้ำที่เหมาะสมแล้วก็จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำไหลนองขึ้นมา”

ปัจจุบันการคมนาคมทางบกที่ใช้ถนนลาดยางโดยการทำถนนแอสฟัลท์ติกคอนกรีต(ถนนลาดยาง) ปกคลุมพื้นดินนั้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำที่จะไหลซึมลงไปยังใต้ดิน มีปริมาณน้อยกว่าปริมาณน้ำทั้งหมดในพื้นที่นั้นๆ จากการเปลี่ยนแปลงนี้ยังมีผลต่อระบบการระบายน้ำที่เป็นลักษณะหนึ่งของอุทกวิทยา และมีการเปลี่ยนรูปแบบการระบายน้ำจากระบบคลองกลาย เป็น ระบบท่อระบายน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขัง

3. สาเหตุที่ทำให้น้ำท่วมในพื้นที่เมืองกรุงเทพมหานคร

อ้างอิงจากบทความของ อภิชาติ วงศ์แก้ว (อภิชาติ วงศ์แก้ว 2543: 170) เกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้น้ำท่วมกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน สามารถสรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้น้ำท่วมกรุงเทพมหานครเกิดจากปัจจัยหลัก 5 ประการ คือ

3.1 น้ำฝนที่ตกมากผิดปกติ

การที่กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้อุณหภูมิมีปริมาณน้ำฝน โดยเฉลี่ยปีละ 1500 มิลลิเมตร(สถิติจากกรมอุตุนิยมวิทยา) ซึ่งฝนจะตกมากในช่วงเดือนพฤษภาคม จนถึงเดือนตุลาคม และจะตกหนักในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม โดยในช่วงนี้ฝนอาจตกหนักมากถึง 255 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ซึ่งเกินความสามารถในการระบายน้ำ ที่จะระบายน้ำออกได้ทันทั่วทั้งที่ โดยทุกครั้งที่ฝนตกหนักเกิน 200 มิลลิเมตร ติดต่อกันเกิน 1 ชั่วโมง น้ำจะท่วมทันที เนื่องจากระบบระบายน้ำของกรุงเทพจะไม่สามารถรองรับได้ทัน และความสามารถของเครื่องสูบน้ำที่มีอยู่ จำต้องใช้เวลานานอย่างน้อย 20 ชั่วโมง เพื่อจะระบายน้ำที่ท่วมขังได้

การระบายน้ำสู่แม่น้ำลำคลอง และทะเล จะต้องใช้เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่จำนวนมาก เพื่อที่จะระบายน้ำออกให้ได้หมด แต่ต้องใช้เวลาในการระบายน้ำออกหลายชั่วโมง เนื่องจาก

1. บริเวณพื้นที่รองรับน้ำและบึงรับน้ำ มีจำนวนน้อยมาก เพราะถูกถมพื้นที่มาพัฒนาใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่น เป็นที่อยู่อาศัย ปลูกสร้างอาคารพาณิชย์ต่างๆ จึงทำให้ขาดพื้นที่รองรับน้ำ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการพัฒนาพื้นที่รองรับน้ำที่เรียกว่า “แก้มลิง” แต่ด้วยปริมาณที่น้อยเกินไป จึงไม่เพียงพอที่จะรองรับน้ำจำนวนมากได้ อีกทั้งยังอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมอีกด้วย

2. คูคลอง เป็นพื้นที่รองรับน้ำชั่วคราว และเป็นเส้นทางลำเลียงน้ำไปสู่แม่น้ำเจ้าพระยา เพื่อส่งน้ำออกสู่ทะเล ในปัจจุบันมีความตื้นเขิน เนื่องจากไม่ได้รับการเอาใจใส่ดูแล และเตรียมพร้อมในการใช้เป็นพื้นที่รองรับน้ำชั่วคราว ความตื้นเขินของคลอง การถมคลอง การบุกรุกคลองโดย การกระทำต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นฝีมือของมนุษย์ หรือธรรมชาติ ทำให้ปริมาณน้ำที่คลองจะสามารถรองรับได้ลดลงอย่างมาก เป็นสาเหตุให้เกิดภาวะน้ำท่วมขัง เมื่อคลองไม่สามารถรองรับน้ำฝนได้เพียงพอ จะทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมล้นไปยังพื้นที่ใกล้เคียงเสมอ

3. น้ำท่วมขังเป็นแอ่ง มักเกิดขึ้นเมื่อฝนตกหนักจนแผ่นดินทรุดตัว น้ำจะท่วมขังบริเวณพื้นที่ที่มีการทรุดตัว เช่น บริเวณถนนรามคำแหง ลาดพร้าว พระโขนง เป็นต้น การสร้างถนนปิดกั้นเส้นทางไหลของน้ำ หรือมีช่วงเจาะที่เป็นสะพานที่ไม่สมดุลกับเส้นทางน้ำไหล ล้วนก่อให้เกิดเป็นแอ่งขนาดใหญ่ในเมือง ซึ่งการแก้ปัญหาจำเป็นต้องแก้ด้วยการสูบน้ำหรือการเจาะอุโมงค์ เพื่อให้ น้ำลอดออกสู่แม่น้ำอย่างรวดเร็ว วิธีแก้ปัญหาด้วยการสูบน้ำหรือเจาะอุโมงค์นั้น แก้ปัญหาได้ในบางสถานการณ์เท่านั้น เนื่องจากถ้าเกิดภาวะน้ำทะเลหนุนก็จะเกิดปัญหาน้ำท่วมเช่นกัน เพราะน้ำในแม่น้ำจะสูงกว่าพื้นดินริมแม่น้ำ

4. การสร้างเขื่อน เป็นวิธีแก้ปัญหาน้ำท่วมวิธีหนึ่งที่ซึ่งทางกรุงเทพฯ ได้นำมาใช้ แต่กลับสร้างปัญหาโดยทำให้น้ำไหลไปท่วมพื้นที่นอกเขื่อน โดยเฉพาะพื้นที่เกษตรกรรม และชุมชนนอกเขื่อน เช่น บริเวณลาดกระบัง และถนนร่มเกล้า

5. ท่อระบายน้ำข้างถนนไม่เพียงพอ เนื่องจากการคำนวณปริมาณน้ำฝนที่ผิดพลาดทางด้านวิศวกรรมมาตั้งแต่แรก โดยท่อระบายน้ำข้างถนนส่วนใหญ่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.30, 0.60 และ 1 เมตร ซึ่งไม่เพียงพอต่อการระบายน้ำไปสู่คลองต่างๆ อีกทั้งท่อระบายน้ำยังมีปัญหาสกปรกและอุดตัน ประสิทธิภาพของการรับน้ำ การไหล และความลาดเอียง ไม่เหมาะสม บางช่วงมีปัญหาตกท้องช้าง น้ำไม่ไหลไปในทิศทางที่ต้องการ จึงทำให้มีน้ำท่วมขังเป็นประจำ ต้องแก้ด้วยการใช้เครื่องสูบน้ำเข้าช่วย แต่ก็ไม่สามารถแก้ปัญหได้ผลอย่างเต็มที่ เพราะในบางครั้งฝนตกมาก น้ำท่วมล้นท่อ โดยที่เครื่องสูบน้ำก็ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้

3.2 น้ำเหนือหลาก

น้ำเหนือ คือ น้ำจากทิศเหนือของกรุงเทพฯ ไหลผ่านแม่น้ำสายหลักๆ คือ แม่น้ำท่าจีน (รองรับน้ำหลากได้ประมาณ 850-1,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที) แม่น้ำเจ้าพระยา (รองรับน้ำหลากได้ประมาณ 1,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที) และคลองต่างๆที่ไหลผ่านกรุงเทพฯ ซึ่งล้วนแล้วแต่มีประสิทธิภาพในการรองรับน้ำหลากได้เล็กน้อย เมื่อน้ำไหลมาจากทางทิศเหนือมากเกินไปที่แม่น้ำลำคลองเหล่านี้จะรองรับได้ ก็จะเกิดน้ำท่วมเอ่อล้นแม่น้ำ บางปีมีน้ำหลากที่แม่น้ำเจ้าพระยา ช่วงบริเวณสะพานพระราม 6 สูงถึง 5,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จึงทำให้เกิดน้ำเอ่อล้นออกมา และท่วมพื้นที่บริเวณนั้น

การแก้ปัญหาน้ำเหนือหลากนี้ จะต้องเริ่มแก้ปัญหากันในระดับภูมิภาค เคยมีการศึกษาและ เสนอแนะให้จัดการชุดแม่น้ำเจ้าพระยา 2 ชั้น คือ เป็นเส้นทางให้น้ำหลากไหลลงทะเล แต่เป็นเพียงโครงการที่ไม่สามารถนำมาปฏิบัติจริง เนื่องจากราคาการชุดแม่น้ำนั้นสูงมาก จึงถูกระงับไปด้วยปัญหา ทางด้านราคาและระบบการพัฒนาโครงการที่ได้รับเงินสนับสนุนจากเพียงภาครัฐเท่านั้น

3.3 แผ่นดินทรุด

แผ่นดินทรุดเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำในกรุงเทพฯ ส่งผลให้พื้นดินบางแห่งมีระดับความสูง ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล เช่น พื้นที่บริเวณลาดพร้าว พระโขนง รามคำแหง เป็นต้น

ดินในพื้นที่กรุงเทพฯ เกิดการทรุดตัวตลอดเวลา โดยในบางพื้นที่อาจจะมีการทรุดตัวถึง 10 เซนติเมตร/ปี เมื่อเกิดการทรุดตัวก็จะทำให้เกิดพื้นที่เป็นแอ่ง และน้ำจะไหลมารวมกันจนทำให้เกิดน้ำขังเมื่อเวลาฝนตก

การแก้ปัญหาด้วยการชุดแอ่งน้ำให้ลึกลงเพื่อรองรับน้ำฝนได้ชั่วคราวนั้น จำเป็นต้องอาศัยเครื่องสูบน้ำ เพื่อเร่งระบายน้ำออกไป อีกหนึ่งวิธีแก้ไขปัญหาน้ำท่วมประเภทนี้ คือ การแก้ด้วยระบบผังเมือง และการใช้ที่ดิน คือ ให้สร้างบึงรับน้ำ และสวนสาธารณะที่มีบึงน้ำ โดยใช้อัตราส่วนพื้นที่รับน้ำ ประมาณ 5-10 ของที่ดิน และให้มีการใช้ที่ดินที่มีความหนาแน่นน้อย ใช้ระบบอาคารที่มีได้สูง เช่นเดียวกับบ้านทรงไทยสมัยโบราณ ส่วนการแก้ปัญหาด้วยการถมที่ดิน จะได้ผลเพียงช่วงเวลาสั้นๆเท่านั้น

3.4 น้ำทะเลหนุน

น้ำทะเลหนุนเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่ส่งผลต่อปัญหาน้ำท่วมในกรุงเทพฯ ซึ่งภายในหนึ่งวัน จะเกิดปรากฏการณ์ขึ้น 2 ครั้ง ในฤดูแล้งน้ำทะเลจะหนุนขึ้นมาสูง เพราะน้ำในแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล มีน้อย ส่งผลให้น้ำเค็มจะขึ้นมาถึงจังหวัดนนทบุรี หรือทางใต้ของจังหวัดปทุมธานี น้ำจากแม่น้ำที่จะทำหน้าที่ดันน้ำเค็มกลับสู่ทะเลมีน้อยมาก เนื่องจากมีการถมที่ดิน ถม

คลอง ในฤดูน้ำหลาก(สิงหาคม-ตุลาคม) น้ำจะไหลมาจากทิศเหนือเป็นจำนวนมาก เมื่อน้ำทั้ง2มาบรรจบกัน ก็จะเกิดภาวะน้ำหนุนขึ้นมา ทำให้น้ำในแม่น้ำล้นตลิ่ง

มีการแก้ปัญหาน้ำทะเลหนุนด้วยการสร้างเขื่อนดินตามพื้นที่ริมแม่น้ำเจ้าพระยา การยกถนนริมแม่น้ำให้สูงขึ้น เพื่อกันไม่ให้น้ำหนุนและน้ำหลากที่เกิดขึ้นล้นตลิ่ง เข้าท่วมพื้นที่ริมแม่น้ำ ซึ่งการแก้ปัญหานี้สามารถบรรเทาปัญหาได้เพียงเล็กน้อย

3.5 การพัฒนาเมือง

การพัฒนาเมืองที่ไม่ได้วางแผนอย่างรอบคอบ เป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมในกรุงเทพฯ เป็นประจำทุกปี ไม่ว่าจะเป็นเกิดจากสาเหตุใดที่กล่าวถึงในข้างต้นก็ตาม ซึ่งนับวันปัญหาน้ำท่วม จะยิ่งทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น ปีละหลายครั้ง และแก้ไขยาก เพราะการพัฒนาเมืองอย่างไม่เข้าใจระบบนิเวศ ไม่ได้มองการพัฒนาในภาพรวมและในภาพกว้าง มองเฉพาะจุด หรือพัฒนาทีละเรื่อง ปัญหาจึงเกิดขึ้นซ้ำซาก และขยายวงกว้างออกไป

สาเหตุของการพัฒนาเมืองกรุงเทพฯ ที่ทำให้เกิดน้ำท่วมสรุปได้ดังนี้

3.5.1 ปัญหาที่เกิดจากการทำถนน กันทางน้ำไหล

ในช่วงแรกของกรุงรัตนโกสินทร์ ได้มีการขยายและปรับปรุงคูเมืองเดิม การขุดคลองรอบกรุง การขุดคลองโดยนำแบบอย่างมาจากอยุธยา มีการขุดคลองเพื่อเชื่อมต่อคูเมืองเดิมและคลองรอบกรุง ในสมัยสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้มีการขยายคูคลองเก่า และขุดขึ้นอีกหลายแห่ง เพื่อเชื่อมต่อคลองเหล่านี้ สำหรับเป็นระบบคมนาคม ต่อมาได้เริ่มตัดถนนเจริญกรุง และในสมัยพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้มีการตัดถนนขึ้นอีกหลายแห่ง เพื่อใช้ในการสัญจรทางบก แต่ยังคงรักษาการสัญจรทางน้ำไว้ เห็นได้จากการสร้างสะพานต่างๆข้ามคลอง มีทางให้เรือลอดผ่านสะพานได้ ในการสร้างถนนนั้นมักจะมีคลองขนานไปกับถนน ผลที่ได้รับจากการขุดดินมาทำถนน ก่อให้เกิดประโยชน์หลายอย่าง เช่น เกิดคูพักน้ำ และเส้นทางการระบายน้ำในยามที่เกิดภาวะน้ำท่วม

ต่อมาในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 มีจำนวนรถยนต์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในกรุงเทพฯ ทำให้มีการตัดถนนขึ้นเป็นจำนวนมาก หลังจากปี พ.ศ. 2500 จำนวนรถยนต์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงมีการตัดถนนเพิ่มขึ้น รวมถึงการขยายถนนโดยการถมคลองข้างถนนเป็นจำนวนมาก โดยไม่ได้คำนึงถึงหน้าที่รองรับน้ำชั่วคราวของคลองเหล่านั้น มีการฝังท่อระบายน้ำเพื่อระบายน้ำแทน ซึ่งการสร้างถนน ขยายถนนล้วนส่งผลให้น้ำระบายได้ช้าลง และคลองต่างๆที่ทำหน้าที่รองรับน้ำฝนชั่วคราว ไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ เมื่อฝนตกหนัก น้ำฝนจะล้นท่อระบายน้ำที่สร้างมาแทนที่คลองต่างๆนี้

ในสมัยเศรษฐกิจเฟื่องฟู (พ.ศ. 2505) มีการขยายถนนหลัก จากกรุงเทพฯ ไปยังจังหวัดรอบๆ ซึ่งถนนที่สร้างเหล่านี้ล้วนเป็นถนนในแนวตะวันตก-ตะวันออก ซึ่งส่งผลให้เกิด

เป็นสภาพเขื่อนกั้นน้ำที่ไหลจากเหนือลงใต้เพื่อที่จะไหลออกสู่ทะเล เส้นทางน้ำไหลไม่เพียงพอ จึงก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำ นอกจากนี้ถนนเล็กๆยังขวางเส้นทางไหลของน้ำ ซึ่งส่งผลให้เกิดน้ำท่วมเป็นหย่อมๆ ทั่วกรุงเทพฯ

3.5.2 ปัญหาที่เกิดจากการถมที่ดิน น้ำจึงไหลไปในพื้นที่ที่ต่ำกว่า

กรุงเทพฯ มีอาคารมากมายกระจายตัวอยู่ทั่วเมือง การจะสร้างอาคารในพื้นที่ต่ำ จึงต้องมีการถมที่ดินเพื่อให้พ้นจากภาวะน้ำท่วม ขุดดินข้างๆมาถมเพื่อเตรียมที่สร้างอาคาร ถ้าบริเวณข้างเคียงมีพื้นที่ที่เป็นพื้นที่รองรับน้ำชั่วคราว ก็จะบรรเทาปัญหาน้ำท่วมได้ แต่ราคาที่ดินในเมืองนั้นสูงขึ้นเรื่อยๆ จึงมีการนำดินจากพื้นที่อื่นมาถมบ่อรับน้ำที่มีอยู่เพื่อใช้งาน ดังนั้นเมื่อฝนตกลงมาปริมาณมาก น้ำระบายออกสู่ภายนอกไม่ทัน จึงเกิดปัญหาน้ำท่วมขึ้น

ปัญหาการถมดินเพื่อพัฒนาที่ดินในกรุงเทพฯ ให้พ้นจากการท่วมของน้ำ เป็นปัญหาที่ใหญ่ เมื่อมีพื้นที่บริเวณใดเกิดพื้นดินทรุดตัวลง น้ำจะไหลไปรวมกันอยู่ที่บริเวณนั้น นอกจากนี้ การถมดินยังเป็นการปิดกั้นเส้นทางไหลของน้ำ จึงก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังในบริเวณเหล่านั้น

3.5.3 ปัญหาที่เกิดจากการถมคลอง และบ่อกักคลอง ทำให้ทางไหลของน้ำแคบและตื้นเขิน

การถมคลองเพื่อขยายถนน การสร้างทางระบายน้ำหรือท่อระบายน้ำอย่างไม่เพียงพอ ทำให้น้ำท่วมจนถนนมีสภาพคล้ายคลอง เนื่องจากคลองทำหน้าที่เป็นพื้นที่รองรับน้ำชั่วคราว ทำให้แก้ปัญหาน้ำท่วมจากหลายๆสาเหตุได้ แต่การทดแทนคลองด้วยท่อระบายน้ำขนาดเล็กนั้นไม่เพียงพอ เพราะท่อระบายน้ำไม่สามารถให้น้ำซึมลงไปในดินได้เหมือนคลอง และไม่สามารถให้น้ำระเหยได้มากพอ นอกจากนั้นสภาพดินอ่อนจะทำให้ท่อทรุด ท่อหัก แตก และทำให้ทิศทางไหลของน้ำไม่อยู่ในแนวทางและระดับที่ต้องการ เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาน้ำท่วมถนน

การบ่อกักคลองโดยการสร้างอาคารล้ำเข้าไปในน้ำ ทำให้น้ำขนาดเล็กลง การทิ้งขยะ การระบายน้ำเสีย ล้วนแต่ทำให้คลองตื้นเขิน ซึ่งทำให้คลองที่เหลื่ออยู่ เสียประสิทธิภาพของการรองรับน้ำชั่วคราวไปเป็นจำนวนมาก

3.5.4 ปัญหาน้ำท่วมที่เกิดจากการใช้ที่ดิน และความหนาแน่นของการใช้ที่ดิน

การใช้ที่ดินในผังเมืองรวม กำหนดแต่ชนิดของการใช้ประโยชน์ที่ดิน แต่ไม่ได้กำหนดการใช้ที่ดินให้สอดคล้องกับสภาพของน้ำฝนที่ตกลงมา สภาพของการไหลของน้ำ การใช้ที่ดินจึงขยายเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ ไม่มีช่องว่างหรือพื้นที่เก็บกัก หรือรองรับน้ำให้สมดุลกับสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะปัญหาน้ำท่วม

เมื่อพื้นที่ถูกถม เพื่อสร้างอาคารอย่างหนาแน่นภายในเมือง พื้นที่พังกน้ำจึงหายไป กลายเป็นสภาพ การเป็นอยู่อย่างหนาแน่นและแออัดแทนที่ ไม่มีความสมดุลจากปัญหาของการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เป็นพื้นที่รองรับน้ำ

4. แนวความคิดเกี่ยวกับอุทกวิทยาเมือง

การศึกษากระบวนการทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของเมือง โดยได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงชนบทของเมือง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เมือง ย่อมมีผลกระทบต่อลักษณะอุทกวิทยาเมืองด้วย

การเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่ของพื้นที่เมืองเป็นการเปลี่ยนแปลงของน้ำผิวดิน โดยเปลี่ยนแปลงเพิ่มจากโครงข่ายการระบายน้ำปกติ กลายเป็นระบบท่อระบายน้ำ ทำให้เส้นทางหมุนเวียนของน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงไป โดยจากเดิมที่น้ำสามารถไหลไปสู่โครงข่ายระบายน้ำตามธรรมชาติ ได้โดยตรง กลายเป็นไหลลงสู่ท่อระบายน้ำ น้ำบางส่วนจะไหลลงสู่แหล่งน้ำปกติและไหลซึมลงดิน ซึ่งทำให้ สัดส่วนต่างๆของน้ำในวัฏจักรเกิดการเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อ การกักเก็บน้ำในการอุปโภคบริโภคภายในเมือง และการหน่วงน้ำเพื่อรักษาสมดุลของระบบอีกด้วย ซึ่งการกักเก็บน้ำทั้ง 2 ระบบนี้ ส่งผลต่อภูมิอากาศของเมืองด้วยเช่นกัน เนื่องจากการกักเก็บน้ำนี้ ทำให้มีปริมาณน้ำที่จะระเหย สู่บรรยากาศมากกว่าปกติ ทำให้เมืองมีความชื้นเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด มีผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของเมืองนั่นเอง

การเปลี่ยนแปลงลักษณะของชุมชนเมือง ส่งผลต่อพื้นที่รับน้ำของชุมชนเมืองนั้นๆ ซึ่งสภาพความเป็นเมืองมีอิทธิพลอย่างมากต่อกระบวนการทางอุทกวิทยา ที่เกิดจากการเพิ่มความหนาแน่นของอาคารในพื้นที่เมือง หรือการใช้ที่ดิน ซึ่งประเด็นการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมีผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยา โดยการเพิ่มความหนาแน่นของสภาพเมือง การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน และการระบายน้ำ

Anne Whiston Spirm (Anne Whiston Spirm: 1984) ได้กล่าวอีกว่า “กิจกรรมของเมือง ความหนาแน่นของเมือง วัสดุที่บ้น้ำที่ถูกสร้างขึ้น รวมถึงรูปแบบการตั้งถิ่นฐาน สิ่งต่างๆเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับโครงข่ายระบายน้ำตามธรรมชาติ และการออกแบบการระบายน้ำ การป้องกันน้ำท่วม ที่เป็นผลมาจากลักษณะของระบบของน้ำภายในเมือง พื้นที่ไหลซึมของน้ำลดลง เนื่องจากพื้นผิวดินเปลี่ยนแปลงไป และมีการสร้างท่อระบายน้ำขึ้นมาแทน ซึ่งส่งผลกระทบต่อความรุนแรงของอุทกภัยที่เกิดขึ้น”

สภาพเมืองที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งวัสดุปกคลุมพื้นดิน พื้นที่สีเขียว และโครงข่ายระบายน้ำที่ไม่ได้เป็นไปตามธรรมชาติ ส่งผลให้ต้องมีการออกแบบระบบระบายน้ำใหม่ และการป้องกัน

ปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการพัฒนาขึ้นของเมือง โดยเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงน้ำภายในเมือง หรือ ระบบต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น การเดินเงินของทางน้ำไหล ไม่ว่าจะเกิดตามธรรมชาติ หรือ จากน้ำมือมนุษย์ จะก่อให้เกิดปัญหาต่างๆขึ้น เช่น น้ำเสีย น้ำท่วม เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบต่างๆไม่ว่าจะเป็น พื้นที่รองรับน้ำในระดับภูมิภาค หรือแม่น้ำ ลำคลองต่างๆ ดังนั้นจึงควรตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา เข้าใจถึงที่มาของปัญหา และมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์เพื่อที่จะหาแนวทางป้องกัน และแก้ไขได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมพื้นดิน เช่น จากสนามหญ้าเป็นพื้นที่คอนกรีต ในพื้นที่เมืองเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเมือง หรือมีการเปลี่ยนแปลงภูมิประเทศจากน้ำมือมนุษย์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาตามมาด้วย โดยเกิดขึ้นจากการเพิ่มปริมาณของอาคาร ซึ่งส่งผลให้เกิดพื้นที่ผิวที่รับน้ำมากขึ้น และทางน้ำเก่าถูกเปลี่ยนไป ซึ่งมีผลกระทบต่ออุทกวิทยา คือทำให้เกิด ปรากฏการณ์น้ำไหลนอง (Run off) เพิ่มขึ้น ความเร็วในการไหลของน้ำเพิ่มมากขึ้น รวมถึงช่วงเวลาในการไหลของน้ำไหลนองเร็วขึ้นด้วย จึงส่งผลให้เกิดปัญหาในการควบคุมปริมาณน้ำ

ตามแนวคิดของ William M. Marsh (William M. Marsh: 2005) สามารถสรุปได้ว่า น้ำที่ไหลไปบนผิวดินจะมีการถ่ายเทไป ใน 3 รูปแบบ ดังนี้

1. น้ำส่วนหนึ่งถ่ายเทโดยการไหลซึม คือการที่น้ำบนผิวดินไหลซึมลงไปในดิน
2. น้ำอีกส่วนถูกกักเก็บไว้บนผิวดิน โดยน้ำจะถูกขังบนผิวดินในแอ่งน้ำหรือหลุม ต่างๆ
3. ส่วนที่เหลือจะเป็นน้ำที่ไหลไปตามผิวดิน Overland flow ซึ่งจะไหลผ่านผิวดินจนไปเชื่อมต่อกับแม่น้ำ

ในภูมิประเทศที่มีพืชพรรณปกคลุมหนาแน่น จะมีอัตราในการไหลซึมของน้ำในอัตราที่สูง ทำให้น้ำที่ไหลบนผิวดินมีปริมาณน้อย ในขณะที่ภูมิทัศน์สมัยใหม่ ที่พื้นที่การเกษตรถูกแทนที่ด้วยสิ่งปลูกสร้าง จะมีผลโดยตรงกับปริมาณน้ำที่ไหลตามผิวดินส่งผลให้อัตราการไหลของน้ำมีความรุนแรงสูง

5. แนวความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา น้ำท่วม

ปัญหาน้ำท่วมเกิดจากหลากหลายสาเหตุ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ หรือการเปลี่ยนแปลงด้วยน้ำมือมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงตามสภาพภูมิประเทศตามธรรมชาติ ดังนั้นการแก้ปัญหา น้ำท่วมจึงต้องแก้ตามสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

5.1 การแก้ปัญหาที่เกิดจากสภาพภูมิประเทศ โดยการวางแผนผังเมืองที่เหมาะสม

การที่พื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมเกิดจากสภาพภูมิประเทศที่เป็นพื้นที่ต่ำหรือพื้นที่ลุ่มน้ำ ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงต้องมีการวางแผนล่วงหน้าโดยการจัดการและแก้ไขผังเมืองใหม่เพื่อใช้ประโยชน์ในพื้นที่ต่างๆอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงพื้นที่รับน้ำ และขอบเขตของพื้นที่ดังกล่าว การแก้ปัญหาวิธีนี้จำเป็นต้องใช้เวลาในการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงโดยคนในพื้นที่ที่ต้องทราบถึงปัญหาและสาเหตุของปัญหาก่อน เพื่อเข้าใจและยอมรับถึงปัญหาที่ประสบ อีกทั้งเพื่อการได้รับความร่วมมือจากคนในพื้นที่ เพื่อการแก้ปัญหอย่างจริงจัง

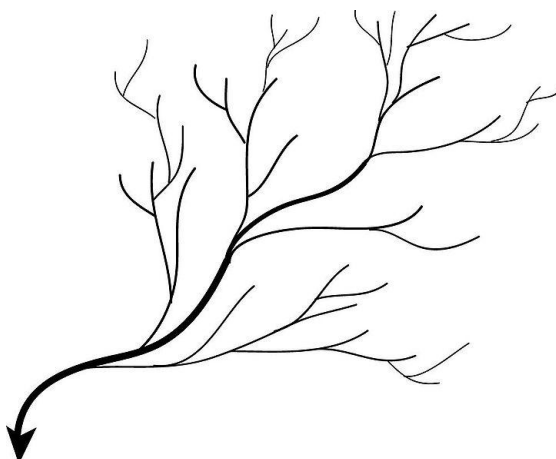
5.2 การแก้ปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อมอื่นๆ โดยการวางแผนเพื่อการชะลอน้ำ

ปัญหาน้ำท่วมเกิดจากการที่วัฏจักรของน้ำไม่สามารถหมุนเวียนได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นวิธีการป้องกัน และแก้ไขปัญหาคือการเติมเต็มส่วนที่ขาดหายให้กับวัฏจักรการหมุนเวียนนั้น และดังที่กล่าวมาข้างต้น ไม่ว่าการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายระบายน้ำหรือการเปลี่ยนวัสดุผิวดินก็ตาม ล้วนเป็นอุปสรรคที่เกิดขึ้นต่อการหมุนเวียนของน้ำในระบบ เพราะเป็นการเพิ่มความเร็วในการเปลี่ยนถ่ายจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่ขั้นตอนต่อไป ดังนั้นการแก้ปัญหาคือการชะลอความเร็วของน้ำในระบบให้มีระยะเวลานานขึ้นก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนถ่ายขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการกักเก็บ การหน่วง หรือการระบายน้ำที่ท่วม โดยมีหลักการต่างๆดังนี้

5.2.1 การจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ และระบบระบายน้ำธรรมชาติ (Watershed and Natural drainage system)

พื้นที่ลุ่มน้ำ หมายถึง พื้นที่ตามธรรมชาติ ที่ทำหน้าที่รองรับน้ำที่ตกหรือไหลลงมา รวมตัวกัน ก่อนที่จะระเหย หรือไหลออกไปยังพื้นที่รับน้ำอื่นๆตามเส้นทางต่างๆ และพื้นที่ลุ่มน้ำยังหมายถึง พื้นที่รองรับน้ำที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้นด้วย เช่น ลานจอดรถ ทางระบายน้ำ หรือพื้นที่บนหลังคา การจัดการระบบระบายน้ำธรรมชาติ ขึ้นอยู่กับลักษณะทางภูมิประเทศ ซึ่งสามารถแบ่งระบบระบายน้ำธรรมชาติออกเป็นลักษณะต่างๆ ดังนี้

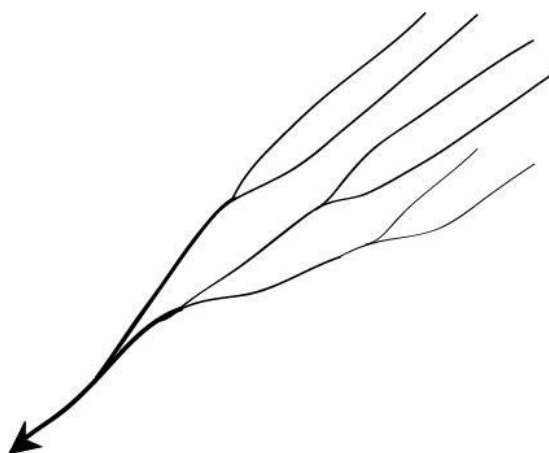
5.2.1.1 ระบบระบายน้ำแบบ Dendritic (Dendritic drainage system) เป็นรูปแบบของการระบายน้ำที่มีลักษณะคล้ายกับต้นไม้ที่มีกิ่งก้านสาขาเป็นลำธาร รวมตัวกันเป็นแม่น้ำที่ใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ การระบายน้ำระบบนี้จะใช้ระบายน้ำไปตามแม่น้ำที่ลาดไปตามลักษณะภูมิประเทศ



ภาพที่ 4 แสดงระบบระบายน้ำแบบ Dendritic

ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/Drainage_system_%28geomorphology%29). (http://en.wikipedia.org/wiki/Drainage_system_%28geomorphology%29)

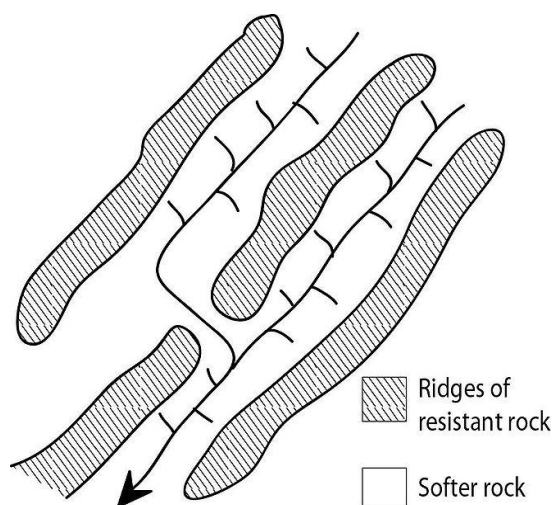
5.2.1.2 ระบบระบายน้ำแบบขนาน (Parallel drainage system) เป็นรูปแบบการระบายน้ำ รูปแบบหนึ่งของแม่น้ำที่เกิดจากเส้นทางระบายน้ำขนานไปกับพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ซึ่งด้วยความลาดชันนี้ ทำให้ทิศทางในการไหลของแม่น้ำจะเป็นไปในทิศทาง เดียวกันหมด



ภาพที่ 5 แสดงระบบระบายน้ำแบบขนาน

ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/Drainage_system_%28geomorphology%29). (http://en.wikipedia.org/wiki/Drainage_system_%28geomorphology%29)

5.2.1.3 ระบบระบายน้ำแบบขวาง (Trellis drainage system) เป็นระบบระบายน้ำที่ใช้ตามสัณฐานทั่วไป ซึ่งลำธารขนาดเล็กไหลลงจากเนินด้านข้างของภูเขา และไปรวมตัวกันที่แม่น้ำก่อนที่จะไหลผ่านหุบเขา โดยลำธารขนาดเล็กจะมาบรรจบกับแม่น้ำสายหลัก ทำมุมประมาณ 90 องศา ขวางแม่น้ำสายหลัก ระบบระบายน้ำแบบขวาง มักพบในแอ่งที่ว่างระหว่างเขา เช่น เทือกเขา Appalachain ในทวีปอเมริกาเหนือ



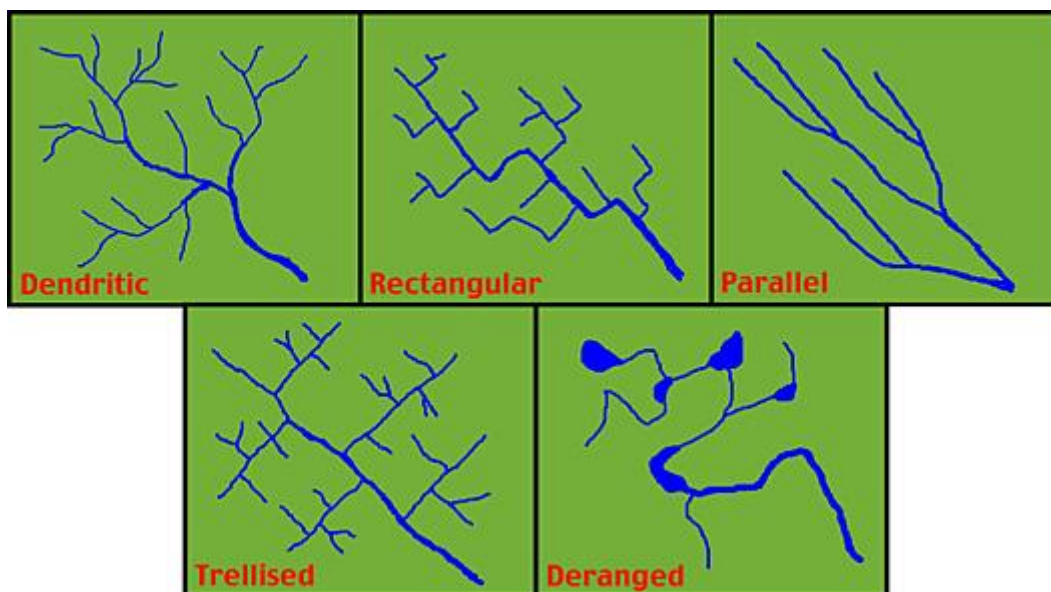
ภาพที่ 6 แสดงระบบระบายน้ำแบบขวาง

ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/Drainage_system_%28geomorphology%29). (http://en.wikipedia.org/wiki/Drainage_system_%28geomorphology%29)

5.2.1.4 ระบบระบายน้ำแบบสี่เหลี่ยม (Rectangular drainage system) เป็นระบบระบายน้ำที่เกิดขึ้นบนเนินหิน เพื่อป้องกันการกัดเซาะ ก่อนจะแตกตัวเป็น 2 ทิศทาง บริเวณมุมที่แยกออกเป็น 2 ทางนั้น จะมีความต้านทานต่อการกัดเซาะน้อย ซึ่งส่งผลให้เส้นทางน้ำไหลมีลักษณะเป็นเส้นตรงทำมุมตัดกับแม่น้ำสายหลัก

5.2.1.5 ระบบระบายน้ำแบบรัศมี (Radial drainage system) เป็นระบบระบายน้ำที่มีรัศมีแผ่ออกจากจุดศูนย์กลางที่อยู่สูงที่สุด คล้ายกับเส้นทางการไหลของลาวาภูเขาไฟ

5.2.1.6 ระบบระบายน้ำแบบสับสน (Deranged drainage system) เป็นระบบระบายน้ำที่ไม่มีรูปแบบสอดคล้องกันกับแม่น้ำและทะเลสาบ มักเกิดขึ้นในบริเวณที่มีความยุ่งเหยิงทาง ธรณีวิทยา เช่น Canadian Shield



ภาพที่ 7 แสดงระบบระบายน้ำรูปแบบต่างๆ

ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/Drainage_system_%28geomorphology%29). (http://en.wikipedia.org/wiki/Drainage_system_%28geomorphology%29)

5.2.2 หลักการเกี่ยวกับการกักเก็บ และหนองน้ำ

น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำตามแรงโน้มถ่วงของโลก และจะรวมตัวกันจนเกิดเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำพื้นฐาน ซึ่งหมายถึงแม่น้ำสายต่างๆ หรือน้ำที่ไหลซึมลงไปในดินแล้วจะถูกกักเก็บโดยอัตโนมิติ ซึ่งถือว่าอยู่ในวัฏจักรของระบบการหมุนเวียนของน้ำด้วย แต่ในกรณีของปัญหาอุทกวิทยานั้น เนื่องจากปัญหาอุทกภัยเกิดจากการที่น้ำไหลมารวมตัวกันเป็นจำนวนมากอย่างรวดเร็ว เพราะมีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาพื้นที่เมือง โดยเฉพาะสิ่งปกคลุมพื้นดิน จนเกิดปรากฏการณ์ Run off คือ น้ำฝนที่ตกลงมาไม่สามารถไหลซึมผ่านแอสฟัลต์ติกคอนกรีตลงไปได้ และพื้นผิวของแอสฟัลต์ติกคอนกรีตก็ไม่สามารถหน่วงหรือชะลอการไหลของน้ำได้เช่นกัน ทำให้น้ำไม่ได้รับการระบายอย่างทันท่วงที และเริ่มไหลไปรวมกันในพื้นที่ที่ต่ำกว่า จนเกิดเป็นปัญหาอุทกภัย ดังนั้นการสร้างพื้นที่หน่วงน้ำ หรือกักเก็บน้ำ คือการสร้างพื้นที่ที่สามารถหน่วงน้ำไว้ก่อนที่จะระบายไปยังพื้นที่อื่นๆ จึงมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาอุทกภัยอย่างมาก ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะของพื้นที่กักเก็บน้ำได้ดังนี้

5.2.2.1 Depression storage คือการกักเก็บน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ที่บริเวณผิวดิน โดยไม่สามารถระบายออกได้ต้องปล่อยให้น้ำไหลซึมลงไปในดิน หรือระเหยไปเองตามธรรมชาติ

5.2.2.2 Channel storage คือการกักเก็บน้ำไว้ในพื้นที่ที่เป็นแม่น้ำเดิมอยู่แล้ว ซึ่งรวมถึงพื้นที่ริมตลิ่งของแม่น้ำดังกล่าวด้วย

5.2.2.3 Detention และ Retention storage คือการสร้างพื้นที่กักเก็บและ
 หนองน้ำในพื้นที่ต่างๆ เพื่อชะลอการไหลของน้ำก่อนที่จะไปยังพื้นที่อื่นๆ

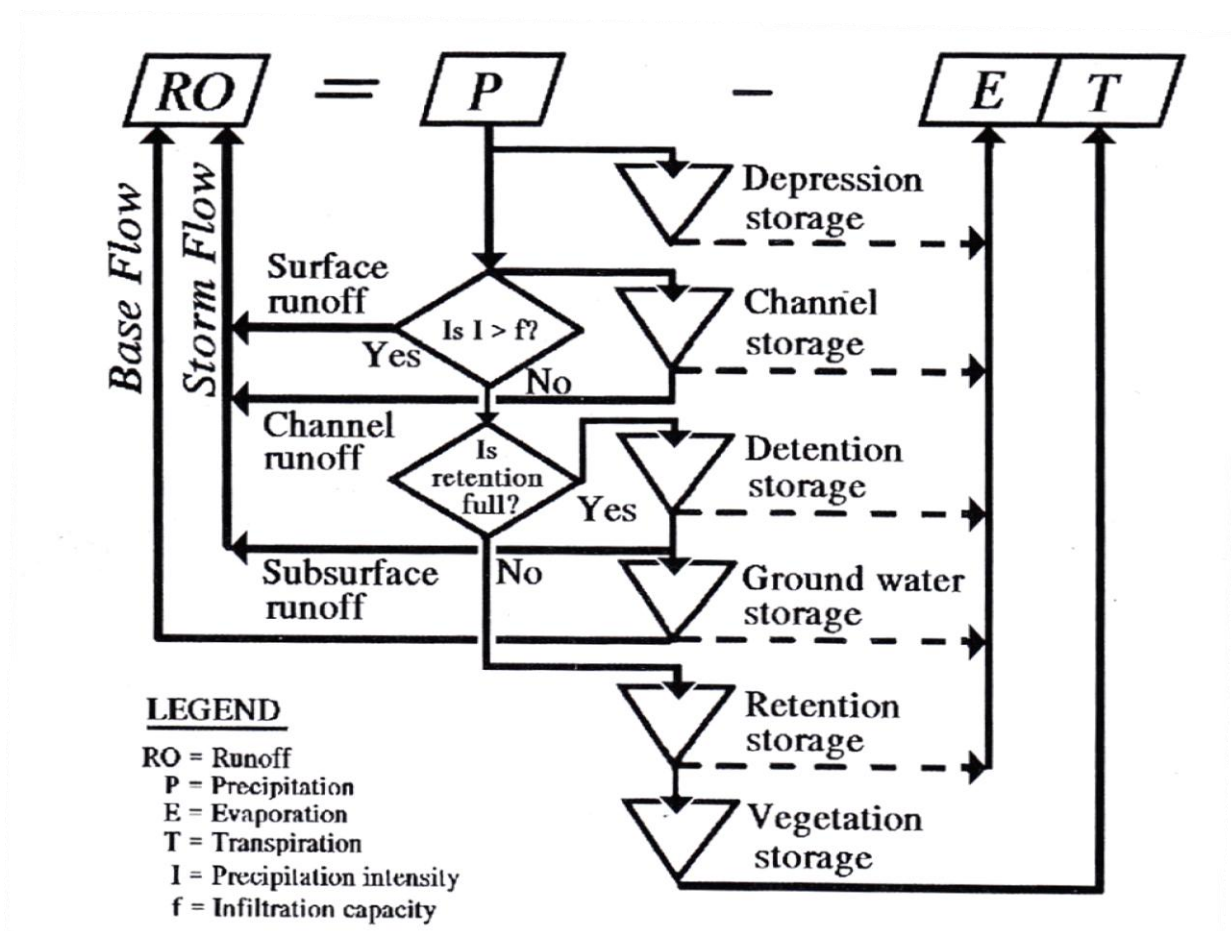
5.2.2.4 Ground water storage คือ พื้นที่กักเก็บและหนองน้ำผิวดิน

5.2.2.5 Vegetation storage คือ การใช้พืชพรรณในการชะลอการไหลและ
 กักเก็บน้ำ

พื้นที่กักเก็บน้ำ เป็นพื้นที่ที่สามารถประยุกต์เข้ากับพื้นที่ว่างในเมืองใน
 ปัจจุบันได้ ไม่ว่าจะเป็นหลังคา ลานอเนกประสงค์ ลานจอดรถ หรือสวนสาธารณะ ซึ่งทั้งหมดล้วน
 ถูกออกแบบมาเพื่อสามารถกักเก็บน้ำตามธรรมชาติได้ และยังช่วยในการลดปริมาณน้ำไหลนอง
 (Run off) ได้อีกด้วย ซึ่งสิ่งสำคัญสำหรับการป้องกันปัญหาน้ำท่วมคือการลดทอนสาเหตุที่ก่อให้เกิด
 ปัญหา และชะลอ หรือรองรับน้ำไว้ ก่อนที่จะปล่อยให้ไหลเข้าสู่พื้นที่เมืองต่อไป

การสร้างพื้นที่กักเก็บน้ำสำหรับชุมชนเมืองขนาดใหญ่ เราสามารถนำพื้นที่
 นันทนาการในเมือง เช่น สวนสาธารณะ มาประยุกต์ให้เป็นพื้นที่รองรับน้ำได้ เนื่องจาก
 สวนสาธารณะ เป็นเสมือนพื้นที่รองรับน้ำธรรมชาติที่คอยดักน้ำที่ไหลเอ่อล้นตามบริบทของเมือง
 และยังถูกประยุกต์เพื่อใช้ ในการบำบัดน้ำอีกด้วย แนวคิดดังกล่าวถูกประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย
 ในช่วงศตวรรษที่ 19 ถึงต้นศตวรรษที่ 20 โดยสวนสาธารณะมักจะถูกสร้างขึ้นเพื่อเชื่อมต่อกับ
 โครงข่ายของแม่น้ำ สายหลักๆตามธรรมชาติ และพื้นที่ประเภททะเลสาบ ซึ่งเหมาะแก่การใช้งานใน
 การรองรับน้ำของเมือง

มีภูมิสถาปนิกจำนวนมากที่นำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้ในงานออกแบบ เช่น
 ที่สวนสาธารณะของเมืองบอสตัน Emerald Necklace เป็นต้น ซึ่งงานออกแบบครั้งนั้นไม่ได้ถูก
 ออกแบบมาเพื่อนันทนาการเพียงอย่างเดียว แต่ถูกออกแบบเพื่อใช้ในการควบคุมและแก้ไขปัญหา
 น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในเมืองบอสตันด้วย โดยใช้โครงข่ายการระบายน้ำ ที่เรียกว่า River way และ
 ความสามารถในการรองรับน้ำของสวนสาธารณะเป็นตัวถ่ายเทน้ำ ไปยังทะเลที่บริเวณอ่าว Boston
 Harbor ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในภูมิภาค



ตารางที่ 1 แสดงพื้นที่กักเก็บน้ำและวัฏจักรของน้ำ

ที่มา : Black, Peter E., Watershed Hydrology. Second Edition, New York, USA: Lewis Publishers., 1996.

โดยหลักการแล้วคำว่าพื้นที่กักเก็บน้ำนี้ หมายถึง พื้นที่ที่มีอยู่และพร้อมใช้งาน ดังนั้นถ้าพื้นที่ดังกล่าวมีการใช้งานอะไรบางอย่าง นอกเหนือจากหน้าที่การกักเก็บก็จะไม่สามารถนับเป็นพื้นที่พร้อมใช้งานได้

การกักเก็บน้ำ คือ การหน่วงน้ำในระบบการหมุนเวียนของวัฏจักรของน้ำ โดยความสัมพันธ์ของน้ำในพื้นที่กักเก็บและน้ำที่หมุนเวียนในช่วงเวลาที่น้ำเข้าและออกจากพื้นที่จะต้องมีความสัมพันธ์ ดังนี้

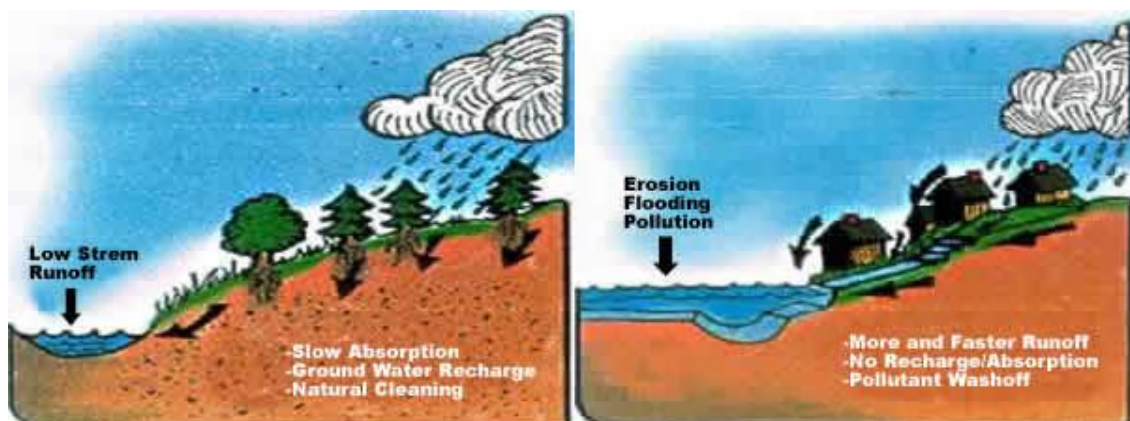
$$\text{Output} = (\text{Se} - \text{Sb}) + \text{Input}$$

โดยที่ Se คือปริมาณน้ำที่ถูกกักเก็บหลังจากผ่านช่วงเวลาที่น้ำออกจากพื้นที่กักเก็บไปแล้ว และ Sb คือปริมาณน้ำที่อยู่ในพื้นที่กักเก็บเดิมก่อนจะเริ่มกระบวนการหน่วงน้ำ ซึ่งถ้าปริมาณน้ำทั้งสองมีค่าเท่ากัน นั่นหมายความว่า ปริมาณน้ำเข้าและออกมีค่าเท่ากันด้วย

5.2.3 หลักการเกี่ยวกับการระบายน้ำ

William M. Marsh ได้กล่าวในหนังสือ Landscape Planning Environmental Applications (William M. Marsh: 2005) โดยสรุปได้ว่า “ในพื้นที่ที่ได้รับการพัฒนานั้นได้รับผลกระทบอย่างชัดเจน จากโครงข่ายการระบายน้ำและลุ่มน้ำ การตัดไม้ทำลายป่า การเกษตรกรรม ทำให้เกิดการพังทลายของดิน และการเปลี่ยนแปลงของเส้นทางไหลของน้ำ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ขยายไปถึงระบบโครงข่ายการระบายน้ำ เนื่องจากการเพิ่มของลำน้ำ และมีการเพิ่มความหนาแน่นของการระบายน้ำมากขึ้น ผลดังกล่าวทำให้ทางน้ำหลักมีระยะเวลาในการนำพาน้ำที่สั้นลง เนื่องจากระยะทางของน้ำที่ไหลบนพื้นดินได้ลดจำนวนลง ปริมาณที่ไหลออกจึงเพิ่มมากขึ้น การไหลของน้ำ ความถี่ของการไหล รวมถึงการพังทลายของพื้นดินเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งคุณภาพน้ำก็ลดลงสภาพ เมื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงรูปร่างและความหนาแน่นของโครงข่ายระบายน้ำ สิ่งหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงคือ การวางพื้นที่โดยตัดเส้นทางไหลของน้ำตามธรรมชาติ หรือการย้ายเส้นทางไหลตามโครงข่ายไปเป็นท่อระบายน้ำ ผลกระทบทางโครงข่ายของเมือง คือการเพิ่มปริมาณของทางน้ำและความหนาแน่นของการระบายน้ำทั้งระบบ สิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นพร้อมกับการไหลซึมของน้ำที่ลดลงในพื้นที่เมือง ทำให้เกิดปริมาณน้ำผิวดินและการนำพาน้ำในเวลาทีลดลงด้วย”

จากภาพที่ 7 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ที่มีสภาพเดิมตามธรรมชาติ กับพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากที่เป็นอยู่เดิมจนกลายเป็นพื้นที่เมือง ซึ่งลักษณะทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ พื้นที่ที่ปกคลุมไปด้วยพืชพรรณจะมีการไหลของน้ำบนพื้นที่อย่างช้าๆ มีการกักขังบน พื้นผิวซึ่งช่วยในการไหลซึมได้อย่างดี มีผลให้เกิดปรากฏการณ์น้ำไหลนองต่ำ อีกทั้งช่องทางน้ำตามธรรมชาติยังเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำที่มีขนาดใหญ่ สามารถรองรับน้ำได้เป็น ปริมาณมากอีกด้วย ในขณะที่พื้นที่ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวเมืองทำให้น้ำที่ไหลบนพื้นผิวมีอัตราการไหลอย่างรวดเร็ว และยังไม่สามารถไหลซึมลงไปในดินได้ ซึ่งมีผลให้เกิดปรากฏการณ์น้ำไหลนองได้โดยง่าย และท่อระบายน้ำที่ถูกนำมาแทนที่พื้นที่กักเก็บน้ำตามธรรมชาติ ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณน้ำที่รองรับไว้ได้อีกด้วยเช่นกัน

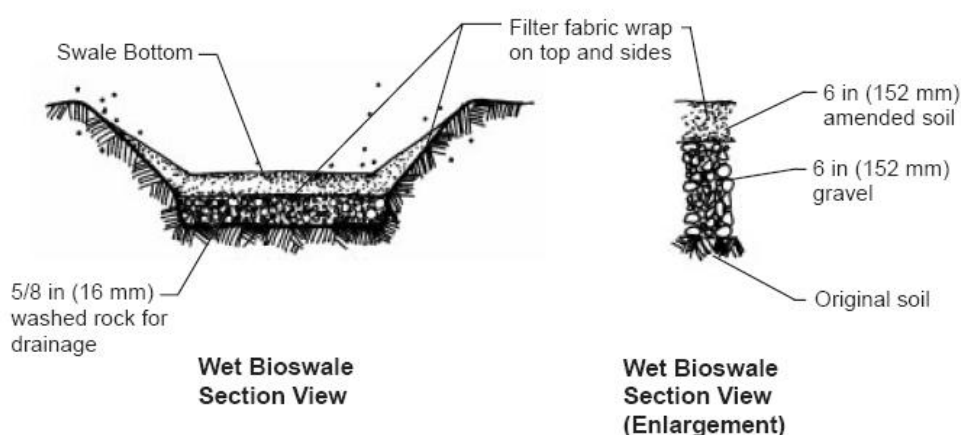


ภาพที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำไหลนอง ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงของชุมชนเมือง

ที่มา : City run-off. (<http://www.cityofmenasha-wi.gov>)

5.2.4 หลักการเกี่ยวกับการระบายน้ำระบบ Bio-swale

บริบทของเมืองในปัจจุบัน พื้นที่ผิวของพื้นทางสัญจรถูกปกคลุมด้วยแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ทำให้เกิดปรากฏการณ์ Run-off จึงมีการใช้ธรรมชาติเข้ามาช่วยในการระบายน้ำ เช่นการออกแบบสร้างจุดกักเก็บและระบายน้ำขนาดเล็ก เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมีการสร้างพื้นที่รับน้ำที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณ ที่สามารถทนต่อน้ำท่วมขังและมีปริมาณการดูดซึมน้ำสูง (ตารางที่ 2) แต่ทฤษฎีนี้เหมาะสมในการบรรเทาปัญหาในพื้นที่ที่จำกัดและมีขนาดเล็ก ขนาดของพื้นที่ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ คือ พื้นที่ประมาณ 20,234 ตารางเมตร (5 เอเคอร์)



ภาพที่ 9 แสดงภาพตัดของ Bio-swale

ที่มา : Surface Water Design Manual. (<http://www.kingcounty.gov/environment/waterandland/stormwater/documents/surface-water-design-manual.aspx>)

RECOMMENDED PLANTS FOR WET BIOFILTRATION SWALES (for King County, Washington Area)		
Common Name	Scientific Name	Spacing (on center)
Short awn Foxtail	<i>Alopecurus aequalis</i>	Seed
Water Foxtail	<i>Alopecurus geniculatus</i>	Seed
Spike Rush	<i>Eleocharis spp.</i>	4 in (102 mm)
Slough Sedge*	<i>Carex obnupta</i>	6 in (152 mm) or seed
Sawbreak Sedge	<i>Carex stipata</i>	6 in (152 mm)
Sedge	<i>Carex spp.</i>	6 in (152 mm)
Western Mannagrass	<i>Glyceria occidentalis</i>	Seed
Velvetgrass	<i>Holcus mollis</i>	Seed
Slender Rush	<i>Juncus tenuis</i>	6 in (152 mm)
Water Parsley*	<i>Oenanthe sarmentosa</i>	6 in (152 mm)
Harstem Bulrush	<i>Scirpus acutus</i>	6 in (152 mm)
Small-fruited Bulrush	<i>Scirpus microcarpus</i>	12 in (305 mm)
* Good choice for swales with significant periods of flow, such as those downstream of a Level 2 or 3 detention facility. <u>Note:</u> Cattail (<i>Typha latifolia</i>) is not appropriate for most wet swales because of its very dense and clumping growth habit which prevents water from filtering through the clump.		

ตารางที่ 2 แสดงชนิดของพืชและพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกใน Bio-swale

ที่มา : Surface Water Design Manual. (<http://www.kingcounty.gov/environment/waterandland/stormwater/documents/surface-water-design-manual.aspx>)

พื้นที่ที่สร้าง Bio-swale จะต้องมีการขุดแนวร่องทางน้ำไว้ เพื่อเป็นจุดพักน้ำ เมื่อน้ำไหลไปรวมกันที่พื้นที่ที่เตรียมไว้ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณ น้ำจะสามารถไหลซึมกลับลงไปในดินได้ อีกทั้งยังสามารถสร้างความร่มรื่นให้กับทางสัญจร และยังส่งผลดีต่อระบบนิเวศขนาดเล็กอีกด้วย



ภาพที่ 10 แสดงภาพตัวอย่าง Bio-swale

ที่มา : Bio-swale. (<http://www.portlandonline.com/shared/cfm/image.cfm?id=96962>)

5.2.5 หลักการเกี่ยวกับระบบระบายน้ำอุโมงค์ยักษ์

เป็นการระบายน้ำด้วยการใช้ท่อส่งน้ำขนาดใหญ่ใต้พื้นดิน ที่สามารถระบายน้ำในพื้นที่ท่วมขังได้มากกว่าอุโมงค์ระบายน้ำทั่วไป ที่ระบายน้ำได้เพียง 90 ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) /วินาที เป็น 240 ลบ.ม./วินาที โดยจะระบายน้ำที่ท่วมขังไปยังแม่น้ำหรือพื้นที่ที่เตรียมไว้สำหรับรองรับน้ำ ก่อนจะระบายออกไปยังอ่าวหรือทะเล ซึ่งทางกรุงเทพมหานครได้มีการหยิบเอาทฤษฎีนี้มาใช้เป็นแผนพัฒนาเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในปัจจุบัน โดยแบ่งเป็น 4 อุโมงค์ ในพื้นที่ต่างๆที่ประสบปัญหาบ่อยครั้ง ดังนี้

1. อุโมงค์พระราม 9 – รามคำแหง เริ่มต้นตั้งแต่คลองลาดพร้าว เชื่อมคลองแสนแสบ และไหลลงสู่เจ้าพระยา
2. อุโมงค์รัชดาภิเษก – สุทธิสาร เริ่มต้นตั้งแต่ถนนรัชดาภิเษก ตัด ถนนสุทธิสาร สิ้นสุดที่แม่น้ำเจ้าพระยา
3. อุโมงค์คอนเมือง ครอบคลุมพื้นที่ จตุจักร หลักสี่ บางเขน คอนเมือง และบางส่วนของเขตสายไหม
4. อุโมงค์สวนหลวง ร.9 หรือ อุโมงค์บึงหนองบอน – เจ้าพระยา เป็นอุโมงค์ที่ปรับขยายพื้นที่โครงการบึงหนองบอน – คลองประเวศบุรีรมย์เดิม ให้ระบายน้ำลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาเลย โดยครอบคลุมพื้นที่ ประเวศ พระโขนง บางนา และสวนหลวง โดยสถานีอุโมงค์จะสิ้นสุดที่แม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณโรงบำบัดน้ำเสียคลองเตย

6. สรุปเนื้อหาสำคัญ

สาเหตุในการเกิดปัญหาทางอุทกวิทยาภายในเมือง มีหลากหลายสาเหตุ โดยสาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำท่วม สามารถสรุปสาเหตุออกมาได้เป็น 2 สาเหตุหลักๆ คือ ปัญหาที่เกิดจากธรรมชาติ และ ปัญหาที่เกิดจากมนุษย์

ปัญหาน้ำท่วมที่เกิดจากธรรมชาติ สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ เกิดขึ้นเป็นประจำ เช่น ตามฤดูกาล และเกิดขึ้นจากความผิดปกติทางธรรมชาติ ในขณะที่ปัญหาที่เกิดจากฝีมือของมนุษย์ เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเพราะมีการวางแผนและจัดการอย่างไม่เหมาะสม เช่น การปรับเปลี่ยนพื้นผิว การขาดพื้นที่สำหรับรองรับน้ำ หรือการวางผังพื้นที่ของเมืองอย่างไม่เหมาะสม ซึ่งล้วนแล้วแต่ทำให้เมืองประสบปัญหาน้ำท่วมอยู่เป็นประจำ

แนวทางการแก้ปัญหาน้ำท่วมจะสามารถจำแนกได้ตามสาเหตุที่เกิดปัญหา โดยปัญหาที่เกิดจากธรรมชาติที่เกิดขึ้นเป็นประจำ ควรใช้การวางแผนในการจัดการผังเมืองอย่างเหมาะสม และในกรณีที่เป็นปัญหาน้ำท่วมในเมืองเนื่องจากการกระทำของมนุษย์ ควรจัดการด้วยวิธีการวางแผนเพื่อทำการชะลอน้ำ โดยการจัดการด้วยวิธีดังกล่าว เป็นการเพิ่มระยะเวลาและชะลอความเร็วของน้ำในระบบให้มีระยะเวลานานขึ้นก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนถ่ายขึ้นตอนตามที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งวิธีการจัดการนี้จำเป็นต้องมีการวางแผนเพื่อนำองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ต่างๆ มาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการชะลอน้ำในระบบ

บทที่ 3

ภูมิสถาปัตยกรรม ภายในเมือง

การจัดการทางภูมิทัศน์เป็นหนึ่งในวิธีการที่ใช้ในการป้องกัน และบรรเทาปัญหาน้ำท่วม เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการทางภูมิทัศน์ ผู้ศึกษาจะต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับภูมิสถาปัตยกรรม ภายในเมืองควบคู่ไปด้วย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการตัดสินใจเลือกแนวทางต่างๆ ที่ จะใช้ในการลดผลกระทบจากปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

โดยคำว่าภูมิสถาปัตยกรรม หมายถึง “ศิลปะของการออกแบบ การวางแผน และการจัดการแผ่นดิน ทั้งในพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่ในเมือง โดยใช้ความรู้ทางวัฒนธรรมและทาง วิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดการอนุรักษ์ทรัพยากร ดูแลรักษาสภาพแวดล้อม เพื่อสนองต่อประโยชน์ การใช้สอย และความรื่นรมย์” ที่มาจาก <http://www.land.arch.chula.ac.th>

ในบทนี้จะเป็นการรวบรวมหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับภูมิสถาปัตยกรรมเบื้องต้น ที่มีผลเกี่ยวเนื่องกับระบบอุทกวิทยาเมือง ดังนี้

1. ความหมายของภูมิสถาปัตยกรรม

John L. Motloch ได้กล่าวถึงความหมายของภูมิทัศน์ และภูมิสถาปัตยกรรมไว้ใน หนังสือ Introduction to landscape design โดยสามารถสรุปออกมาได้ว่า “ภูมิทัศน์ เป็นสิ่งที่ ประกอบขึ้นจากสภาพแวดล้อมต่างๆ ไม่ใช่เพียงแค่ว่าเราสามารถรับรู้ได้ทางสายตาเท่านั้น แต่รวม ทุกอย่างที่เราสามารถสัมผัสและรับรู้ได้ โดยมุมมองของภูมิทัศน์นั้น แตกต่างกันตามมุมมองของผู้ รับรู้ ในขณะที่ภูมิสถาปัตยกรรม คือศาสตร์ของการผสมผสานระหว่างศิลปะและวิทยาศาสตร์ สำหรับการจัดการการวางแผนและการออกแบบทั้งภูมิสถาปัตยกรรมทางกายภาพ ทางวัฒนธรรม วงจรชีวิตทางธรรมชาติ ป่าไม้ การเจริญเติบโตของเมือง รวมไปถึง ระบบนิเวศ คุณภาพชีวิต และ ความยั่งยืนด้วย”

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพื้นที่สีเขียว

พื้นที่สีเขียวในที่นี้ หมายถึงพื้นที่สีเขียวในเมืองที่เป็นพื้นที่ว่างนอกเหนือจากพื้นที่ปลูก สร้างอาคาร รวมถึงพื้นที่ว่างที่มีต้นไม้และพืชพรรณต่างๆเจริญเติบโตอยู่เป็นองค์ประกอบหลัก

พื้นที่เกษตรกรรม สวนสาธารณะ และพื้นที่ว่างที่มีศักยภาพเพียงพอในการพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียว และสามารถได้รับการบำรุงรักษาให้คงอยู่อย่างยั่งยืน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.1 พื้นที่สีเขียว ประเภทพื้นที่เกษตรกรรม

พื้นที่เกษตรกรรม เป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญประชาชนเป็นอย่างมาก พื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่รอยต่อระหว่างเมืองและชนบท เป็นพื้นที่ที่เมืองมีโอกาสที่จะขยายตัวรุกเข้าไปในพื้นที่ยกเว้นสูง ไม่ว่าจะเป็นเพราะการขยายตัวของเมือง การปรับปรุงระบบการคมนาคมขนส่ง การเพิ่มขึ้นของประชากร การลงทุนและขยายตัวของอุตสาหกรรม เป็นต้น

พื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่เขตชานเมืองเป็นองค์ประกอบหนึ่งของภูมิทัศน์เมือง เป็นพื้นที่ที่สามารถจะพัฒนาและเชื่อมโยงกับพื้นที่สีเขียวภายในเมือง เพื่อป้องกันไม่ให้ถูกทำลายจากการพัฒนาเมือง อีกทั้งยังเป็นการรักษาและอนุรักษ์ธรรมชาติ รวมถึงเป็นการสร้างเอกลักษณ์ที่โดดเด่นเฉพาะตัว และส่งเสริมความร่มรื่นความน่าอยู่ของเมืองอีกทางหนึ่งด้วย

ซึ่งกรุงเทพมหานครยังคงมี พื้นที่เกษตรกรรมอยู่ “โดยพื้นที่เกษตรกรรมภายในกรุงเทพมหานครมีปริมาณลดลงมาเป็นลำดับ ผลสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2538 ระบุว่า กรุงเทพมหานครมีพื้นที่เพื่อการเกษตร 367,763 ไร่ ในปี พ.ศ. 2543 พื้นที่เกษตรได้ลดลงเหลือ 304,198 ไร่ และในปี พ.ศ. 2545 ได้ลดลงเหลือ 231,148.125 ไร่ โดยอัตราการลดลงประมาณ 3-4% ต่อปี ซึ่งพื้นที่เกษตรทั้งฝั่งตะวันออก - ตะวันตก จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกัน

การทำเกษตรกรรมในพื้นที่กรุงเทพมหานครนั้น จะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยทางตะวันออก ได้แก่ พื้นที่ในเขตหนองจอก เขตคลองสามวา เขตลาดกระบัง เขตสายไหม และเขตสะพานสูง จะเป็นพื้นที่ทำนา ทำไร่ ส่วนพื้นที่ทางด้านตะวันตก ได้แก่ พื้นที่เขตทวีวัฒนา เขตตลิ่งชัน เขตหนองแขม เขตทุ่งครุ เป็นพื้นที่แปลงผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ สวนผลไม้ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเป็นพื้นที่บ่อปลา นาทุ่ง ในเขตบางขุนเทียน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม จะเป็นไปตามแนวโน้มการพัฒนาเมืองที่เกิดขึ้น และพื้นที่ถือครองการเกษตรจะมีความสัมพันธ์ที่แปรผกผันกับสภาพทางเศรษฐกิจและมูลค่าของที่ดินในแต่ละบริเวณ ”

ที่มาจากศูนย์ข้อมูลกรุงเทพ (<http://203.155.220.118/info/NowBMA/frame.asp>)



ภาพที่ 11 แสดงพื้นที่การเกษตรในกรุงเทพมหานคร

ที่มา : กรมข่าวทหารอากาศ. (<http://www.intell.rtaf.mi.th/newsdetail.asp?id=49544>)

2.2 พื้นที่สีเขียว ประเภทพื้นที่สวนสาธารณะ

สวนสาธารณะ หมายถึง บริเวณสาธารณะที่เป็นพื้นที่สีเขียวที่มีการจัดการภูมิทัศน์ให้เกิดความร่มรื่นและสวยงาม จัดขึ้นเพื่อเป็นพื้นที่สำหรับพักผ่อนหย่อนใจคลายความเครียด เป็นพื้นที่สำหรับออกกำลังกาย เล่นกีฬา การพักผ่อนหย่อนใจ สำหรับประชาชนทุกเพศทุกวัยตามชุมชนและเมืองต่างๆ

พื้นที่สีเขียวประเภทสวนสาธารณะนี้มีความสำคัญกับชุมชนและเมืองเป็นอย่างมาก นอกจากเป็นสถานที่สำหรับใช้ในการพักผ่อนหย่อนใจแล้ว ยังช่วยในการรักษาสภาพแวดล้อมของเมือง ส่งเสริมให้เกิดความน่าอยู่ สุนทรียภาพและภูมิทัศน์ของเมืองอีกด้วย

2.3 พื้นที่สีเขียว ประเภทพื้นที่ว่างอื่นๆ

พื้นที่ว่าง หมายถึง บริเวณที่ว่างที่ล้อมรอบวัตถุ ซึ่งอาจมีขอบเขตหรือไม่มีขอบเขตก็ได้ นอกจากนี้ยังเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการปลูกสร้างบนพื้นดินนั้นๆ โดยเป็นพื้นที่ว่างที่เป็นพื้นที่สีเขียวที่มีต้นไม้และพืชพรรณต่างๆเป็นส่วนประกอบสำคัญ เช่น ป่า สนามหญ้า รวมถึงพื้นที่ว่างที่มีวัชพื

พื้นที่ปิดทับ เช่น ลานอเนกประสงค์ ลานจอดรถ เป็นต้น โดยสามารถแบ่งพื้นที่ว่างออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ ดังนี้

- 2.3.1 พื้นที่แหล่งวัดอุทิศ ได้แก่ ป่าไม้ ทุ่งหญ้า เหมืองแร่ ทะเลสาบ แม่น้ำ
 - 2.3.2 พื้นที่ควบคุมน้ำท่วมและการระบายน้ำ ได้แก่ พื้นที่ราบลุ่มที่เป็นพื้นที่รับน้ำ เพื่อป้องกันปัญหาน้ำท่วม ทางระบายน้ำ คูคลอง รวมถึง บริเวณที่มีการควบคุมการพังทลายของดิน
 - 2.3.3 พื้นที่สำหรับสาธารณูปโภคของเมือง ได้แก่ คลองประปา เขื่อน อ่างเก็บน้ำ รวมถึงพื้นที่บริเวณโรงกำจัดขยะและน้ำเสีย
 - 2.3.4 พื้นที่สงวนและอนุรักษ์ ได้แก่ พื้นที่บริเวณที่มีกฎหมายคุ้มครองสัตว์ป่า พื้นที่ที่สงวนไว้สำหรับเมือง พื้นที่บริเวณโบราณสถาน
 - 2.3.5 พื้นที่สีเขียว ได้แก่ พื้นที่ป่าทั้งหมด พื้นที่ธรรมชาติ วนอุทยาน รวมถึงพื้นที่สวนสาธารณะในเมืองระดับต่างๆ พื้นที่พักผ่อนหย่อนใจ พื้นที่ว่างที่เกิดจากการพัฒนาเมือง
 - 2.3.6 พื้นที่โล่งว่าง ได้แก่ เขตทางของถนน คลอง แม่น้ำ ทางรถไฟ สนามบิน ลานจอดรถ และบริเวณที่จัดทำไว้เพื่อเป็นพื้นที่ว่างสำหรับรักษาสภาพแวดล้อมไว้
- ดังนั้นพื้นที่ว่างประเภทต่างๆ ล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญของชุมชนเมือง ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ว่าง หรือเป็นพื้นที่สีเขียวที่มีพืชพรรณ เช่น หญ้าหรือต้นไม้ปกคลุมอยู่ และส่วนประกอบอื่นนอกจากพืชพรรณ เช่น บึงน้ำ อนุสาวรีย์ ลานลาดแข็ง ซึ่งพื้นที่ว่างต่าง ๆ นี้ สามารถพัฒนาและใช้เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ และเป็นพื้นที่กิจกรรมนันทนาการของเมือง นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมและภูมิทัศน์เมืองได้ทั้งสิ้น

3. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียว (Green Infrastructure)

โครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียว เป็นแนวความคิดของการพัฒนาเมืองในยุคปัจจุบัน ซึ่งมีองค์ประกอบหลายส่วน ตั้งแต่พื้นที่สวนสาธารณะ รวมไปถึงพื้นที่โล่งและพื้นที่ธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ คูคลอง ถนน ทางเท้า อนุสาวรีย์ เป็นต้น โดยสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะมีต้นไม้เป็นองค์ประกอบหลัก โครงสร้างสาธารณูปโภคของเมือง ไม่ได้เป็นเพียงรูปลักษณะภายนอกที่แสดงให้เห็นพื้นที่สีเขียวในเมือง แต่รวมถึงการทำให้เมืองเกิดกระบวนการธรรมชาติ เพื่อสิ่งแวดล้อมของความเป็นอยู่ที่ดีในสังคมเมือง โดยคุณค่าของโครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียวของเมือง จะสร้างความร่มรื่นและสวยงามให้แก่เมือง สร้างความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่โล่ง คุณภาพชีวิต และการพัฒนาทางด้านการเศรษฐกิจของเมือง อีกทั้งยังช่วยลดมลพิษ ช่วยในการประหยัดพลังงาน ช่วยลดความร้อนภายในเมือง รวมไปถึงการลดการพังทลายของดินอีกด้วย ซึ่งสามารถแบ่งโครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียวออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

3.1 พื้นที่เชื่อมต่อ (Linkage)

หมายถึง พื้นที่สีเขียวตามแนวทางสัญจร ถนนทั่วไป หรือภูมิทัศน์ตามเส้นทางที่เชื่อมต่อระหว่างเมือง ชุมชน หมู่บ้านต่างๆ โดยทำหน้าที่เป็นแนวเส้นทางสีเขียวของเมือง ให้ร่มเงา ลดมลพิษ ลดความดังของเสียง ชะลอการไหลของน้ำ และทำให้อุณหภูมิภายในเมืองลดลง



ภาพที่ 12 แสดงพื้นที่เชื่อมต่อ (Linkage) ในโครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียวของเมือง
ที่มา : พื้นที่เชื่อมต่อในโครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียวของเมือง <http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=jae-hom47&group=9>

3.2 พื้นที่สาธารณะ (Public Space)

หมายถึง พื้นที่สาธารณะต่างๆที่อยู่ภายในเมือง ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่นันทนาการ ลานอเนกประสงค์ หรือสวนสาธารณะ เป็นพื้นที่ที่ใช้เป็นศูนย์กลางของชุมชน เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ และใช้ในการจัดกิจกรรมต่างๆ รวมถึงใช้เป็นจุดเชื่อมโยงกับระบบขนส่งสาธารณะอีกด้วย พื้นที่สาธารณะเหล่านี้ มักเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณการใช้งานสูง เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องทำการดูแลรักษาอยู่ตลอด เพื่อที่จะทำให้พื้นที่เหล่านี้ สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยาวนาน



ภาพที่ 13 แสดงพื้นที่สาธารณะ (Public Space) ในโครงสร้างสาธาณูปโภคสีเขียวของเมือง
ที่มา : พื้นที่สาธารณะ. (http://ca5305600145.blogspot.com/2010_08_01_archive.html)

3.3 พื้นที่ธรรมชาติ (Natural Area)

หมายถึงพื้นที่ป่า หรือ พื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งเป็นโครงสร้างสาธาณูปโภคสีเขียวที่มีขนาดใหญ่ของเมืองทั่วไป เป็นพื้นที่ที่ทุกคนสามารถเข้าไปใช้งานได้ เช่น อุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน หรือเป็นพื้นที่ตามธรรมชาติที่ไม่สามารถเข้าไปใช้งานได้และมีการอนุรักษ์ไว้ด้วย เช่น ป่าสงวน เป็นต้น พื้นที่ธรรมชาติเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการบำรุงรักษาให้คงสภาพของธรรมชาติเดิมไว้ให้ได้มากที่สุด โดยต้องมีการป้องกันการบุกรุกหรือเปลี่ยนแปลงพื้นที่ธรรมชาติให้เป็นสิ่งปลูกสร้างต่างๆเพื่อที่จะรักษาแหล่งผลิตออกซิเจนขนาดใหญ่สำหรับเมืองและยังทำให้โครงสร้างสาธาณูปโภคสีเขียวของเมืองมีความสมบูรณ์อีกด้วย



ภาพที่ 14 แสดงพื้นที่ธรรมชาติ (Natural Area) ในโครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียวของเมือง
ที่มา : พื้นที่ธรรมชาติ. (http://www.thailand2booking.com/chiangmai/travel_09.htm)

4. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับภูมิทัศน์ถนน (Streetscape)

จากที่ได้กล่าวไปข้างต้นเห็นได้ว่าภูมิทัศน์ที่เกิดขึ้นในเมืองนั้น ได้กล่าวถึงพื้นที่เชื่อมต่อ (Linkage) ซึ่งเป็นพื้นที่สีเขียวตามแนวถนนของเมือง โดยพื้นที่เชื่อมต่อเหล่านี้เรียกว่าเป็น แนวภูมิทัศน์ของถนน คือพื้นที่สีเขียวที่เกิดขึ้นจากมนุษย์โดยมีการออกแบบและจัดการภูมิทัศน์เพื่อใช้เป็นพื้นที่สีเขียวตามแนวการเชื่อมต่อของเมือง

ดังนั้นภูมิทัศน์ถนน หมายถึง สภาพแวดล้อมที่อยู่รอบๆสามารถมองเห็นและรับรู้ได้บริเวณเส้นทางสัญจร รวมไปถึงพื้นที่ว่างสาธารณะบริเวณหน้าอาคารบ้านเรือน หรือพื้นที่ว่างตามทางสัญจรที่อยู่ระหว่างอาคาร พื้นผิวถนน ทางเดินเท้า ต้นไม้ตามทางสัญจร อุปกรณ์ประดับถนน (Street Furniture) และสิ่งต่างๆที่สามารถมองเห็นได้ในแนวถนน

การออกแบบและจัดการภูมิทัศน์ถนนที่ดีนั้น จะช่วยให้ที่ดินมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น เป็นการเพิ่มพื้นที่สาธารณะสำหรับพักผ่อนหย่อนใจ อีกทั้งยังเป็นการสร้างเอกลักษณ์เฉพาะตัวให้กับเมือง

อีกด้วย โดยลักษณะของภูมิทัศน์ถนนที่ดี จะต้องมียุทธศาสตร์ที่น่าจดจำ มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมของพื้นที่ และจะต้องเอื้อประโยชน์ต่อผู้สัญจรในทุกประเภท ทั้งทางถนนและทางเดินเท้า โดยจะต้องมีสภาพแวดล้อมที่สบายและปลอดภัย

การออกแบบภูมิทัศน์ถนน เป็นการออกแบบภูมิทัศน์เมืองประเภทหนึ่ง ซึ่งต้องสัมพันธ์กับวิถีชีวิต และการใช้งานของที่ดินที่เกิดขึ้นตลอดแนวถนน ตลอดจนประเภทของถนนในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นการวางแผนการพัฒนาเมืองใหญ่ มักมีการแบ่งประเภทถนนออกตามเกณฑ์ต่างๆ ตามรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการพัฒนาพื้นที่สีเขียวริมถนนสายหลักตามกฎกระทรวงผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร(2549) ได้ดังนี้

4.1 ถนนหลัก (Main Street)

เป็นถนนที่อยู่ในบริเวณศูนย์กลางของเมือง ย่าน หรือชุมชน และเป็นตัวแทนของภาพลักษณ์ของชุมชน หรือย่าน เพื่อการรองรับกิจกรรมทางสังคม วัฒนธรรม ประเพณี และอาจมีสถานที่สำคัญของเมืองหรือชุมชนอยู่ด้วย ถนนมักมีพื้นที่ผิวการจราจรที่เพียงพอต่อการสัญจร มีกิจกรรมในการใช้งานของสองข้างทางมาก และมีอุปกรณ์ประดับถนนครบครัน เช่น ศาลาคอยรถประจำทาง เสาไฟฟ้าส่องสว่าง เป็นต้น

4.2 ถนนที่พักอาศัย (Residential Street)

เป็นถนนขนาดเล็กที่รองรับการสัญจรในหมู่บ้าน หรือชุมชน อาจจะเป็นถนนในหมู่บ้าน หรือตรอก ซอยต่างๆ สำหรับการสัญจรของถนนประเภทนี้ มักให้ความสำคัญกับทางเดินเท้า ทางจักรยาน ร่มเงาจากต้นไม้ ถนน และความปลอดภัยเป็นหลัก

4.3 ถนนพาณิชยกรรม (Commercial Street)

เป็นถนนที่มีกิจกรรมทางการค้า และธุรกิจเป็นหลักในแนวถนน โดยแบ่งเป็นร้านค้าปลีกขนาดเล็ก ไปจนถึงอาคารค้าปลีกขนาดใหญ่ หรือห้างสรรพสินค้า ซึ่งลักษณะรูปแบบภูมิทัศน์ถนนขึ้นอยู่กับขนาดของธุรกิจ หากเป็นการค้าขนาดเล็ก อาจเน้นการสัญจรทางเท้าระหว่างร้านค้า แต่ถ้าเป็นการค้าขนาดใหญ่ เช่น อาคารพาณิชยกรรม หรือห้างสรรพสินค้า อาจเน้นการรองรับคนและยานพาหนะที่ใช้สัญจร จำนวนมาก ที่ใช้ในการเดินทางจากย่านต่างๆ ตามขนาดรัศมีของการให้บริการของย่านการค้าอื่นๆ

4.4 ถนนที่มีการใช้งานหลากหลาย (Mixed-use Street)

เป็นถนนที่มีการใช้งานของสองข้างทางที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นบ้านพักอาศัย อาคารพาณิชยกรรม อาคารสำนักงาน ปะปนกันอยู่ ภูมิทัศน์ต้องตอบสนองความต้องการที่หลากหลายในการใช้งานของแนวถนนนั้นๆ เช่น ความต้องการที่จอดรถ สถานีจอดรถขนส่ง

มวลชน ในบริเวณที่เป็นแหล่งพาณิชยกรรม หรือสำนักงาน และความสงบและเป็นส่วนตัวในบริเวณที่เป็นแหล่งที่พักอาศัย

4.5 ถนนอุตสาหกรรม (Industrial Street)

เป็นถนนที่ผ่านย่านอุตสาหกรรม อาจมีที่พักอาศัยปะปนอยู่บ้าง มักรองรับการใช้งานค่อนข้างหนัก มีผิวการจราจรกว้างเพื่อรองรับการสัญจรของรถบรรทุกขนาดใหญ่ ไม่เน้นการสัญจรประเภททางเดินเท้าเท่ากับถนนประเภทอื่นๆ

4.6 ถนนชานเมือง (Suburban Street)

เป็นถนนแถบชานเมือง หรือย่านที่มีพื้นที่เกษตรกรรมที่รองรับการใช้งานที่เบาบาง ส่วนใหญ่การใช้ที่ดินตลอดสองข้างทางมักเป็นที่อยู่อาศัยที่มีความหนาแน่นน้อย เป็นพื้นที่เปิดโล่งหรือเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่ยังไม่ได้รับการพัฒนา ถนนประเภทนี้มีการใช้งานโดยการเดินเท้าน้อย ยกเว้นบริเวณที่ใกล้กับย่านชุมชนหรือย่านพาณิชยกรรม”

การออกแบบภูมิทัศน์ถนน ยังรวมไปถึงการออกแบบพื้นผิวของถนน พื้นที่ทางเท้า วัสดุพืชพรรณที่มีความเหมาะสมในการจัดภูมิทัศน์ถนน รูปลักษณะของอาคารที่อยู่บริเวณถนน และการปลูกพืชพรรณริมทางเท้า เพื่อให้เกิดความรื่นรมย์ น่าสัญจรไปมา และสร้างเอกลักษณ์เฉพาะตัวให้กับเมืองหรือย่านนั้นๆ นอกจากนี้รูปแบบของอุปกรณ์ประดับถนน ต้องมีรูปแบบการใช้งานที่เหมาะสม มีความทนทาน ง่ายต่อการดูแลรักษาอีกด้วย

5. ความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของภูมิทัศน์เมือง

John Ormsbee Simonds ได้กล่าวถึงภูมิทัศน์ไว้ใน A Manual of Site Planning and Design (John Ormsbee Simonds: 1983) โดยสามารถสรุปได้ว่า “ลักษณะทางภูมิทัศน์ หมายถึง ความกลมกลืน หรือความเป็นเอกภาพ ระหว่างองค์ประกอบของภูมิทัศน์ โดยในแต่ละภูมิทัศน์ย่อมมีลักษณะทางภูมิทัศน์เฉพาะเป็นของตนเอง และหากองค์ประกอบในภูมิทัศน์มีความกลมกลืนและมีเอกภาพสูง ก็จะก่อให้เกิดลักษณะทางภูมิทัศน์ที่ชัดเจน โดยลักษณะทางภูมิทัศน์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะภูมิทัศน์แบบธรรมชาติ และลักษณะภูมิทัศน์แบบที่เกิดขึ้นจากมนุษย์ สำหรับการศึกษาเป็นการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางภูมิทัศน์เมือง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นลักษณะภูมิทัศน์ที่เกิดขึ้นจากมนุษย์เป็นส่วนใหญ่”

สามารถจำแนกองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ ออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

5.1 พืชพรรณ (Vegetation)

พืชพรรณต่างๆ เป็นองค์ประกอบหลักของภูมิทัศน์ที่เห็นได้ทั่วไป โดยจำแนกออกเป็น 4 ชนิดหลักๆ ดังนี้

5.1.1 ไม้ต้น (Tree) เป็นไม้ยืนต้นที่มีลำต้น (trunk) แข็งแรงเป็นพวกที่มีเนื้อไม้แตกกิ่งก้านสาขาในระดับที่สูงจากพื้นดินค่อนข้างมาก จะมีลำต้นเดี่ยว เว้นแต่มีจากการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโต

5.1.2 ไม้พุ่ม (Shrub) เป็นไม้ที่มีลำต้นแข็งแรง มักจะมีลำต้นขนาดเล็กหลาย ๆ ลำแตกกิ่งก้านสาขาในระดับที่ใกล้ผิวดิน ไม่สูงเหมือนไม้ต้นส่วนใหญ่เป็นพวกที่มีเนื้อไม้

5.1.3 ไม้คลุมดิน (Ground cover) เป็นพืชที่มีลำต้นเตี้ยใกล้ดิน หรือที่เรียกว่า low growing plant ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะมีความสูงไม่เกิน 30 เซนติเมตร มีการเจริญเติบโตที่แผ่ไปทางด้านข้างมากกว่าการเจริญเติบโตในทางสูง

5.1.4 ไม้เลื้อย (Climbers) เป็นพืชที่มีลำต้นอ่อนไม่อาจตั้งตรงได้ด้วยตัวเอง ต้องอาศัยการพาดพิงกับต้นไม้อื่นๆหรือเกาะเกี่ยวกับหลัก ไม้เลื้อยมี 2 แบบคือพวกที่ไม่มีเนื้อไม้ และพวกที่มีเนื้อไม้

5.2 อุปกรณ์ประดับถนน (Street Furniture)

สิ่งก่อสร้างต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุหรือชิ้นส่วนของอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนถนนและทางเท้า เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆกันโดยสิ่งสำคัญในการออกแบบอุปกรณ์ประดับถนน คือความปลอดภัยของเส้นทางสัญจรเป็นหลักเช่น ทางเท้า พุ่มบาท ม้านั่ง ตู้ไปรษณีย์ ตู้โทรศัพท์ เสาไฟฟ้า เสาไฟส่องสว่าง ป้ายต่างๆ ป้ายรถเมล์ ถึงขยะสาธารณะ น้ำพุ และอนุสาวรีย์ต่างๆ เป็นต้น

5.3 สิ่งก่อสร้างประเภทอาคาร (Building)

หมายถึง สิ่งก่อสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น ในรูปของโรงเรียน ร้าน หรือรูปแบบอย่างอื่นสำหรับใช้สอย ซึ่งในกฎหมายควบคุมอาคารได้ให้คำจำกัดความไว้ดังนี้

“พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 เป็นกฎหมายแม่บท ที่เกี่ยวข้องแก่งานอาคารในประเทศไทย ได้ให้คำนิยาม และวิเคราะห์ศัพท์ คำว่า อาคาร เพิ่มเติมจาก ตึก บ้าน เรือน โรง ร้าน แพร คลังสินค้า สำนักงาน และสิ่งที่สร้างขึ้นอย่างอื่น ซึ่งบุคคลอาจเข้าอยู่ หรือเข้าใช้สอยได้ โดยให้รวมถึงสิ่งก่อสร้างต่อไปนี้อย่างรวมอยู่ในความหมายของอาคารด้วย

1. อัฒจันทร์
2. เชื้อนอน สะพาน อุโมงค์ ทาง หรือท่อระบายน้ำ อุโมงค์ คานเรือ ท่าเรือ ท่าจอดเรือ ท่าแพ หรือประตู่
3. ป้าย หรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติด หรือตั้งป้าย
4. พื้น ที่ หรือสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นที่ยอดรถ ที่กลับรถ และทางเข้าออก ของรถสำหรับอาคาร
5. และสิ่งที่สร้างขึ้นอย่างอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง”

5.4 วัสดุปกคลุม (Land cover)

สิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เมือง หมายถึง วัสดุและวิธีการก่อสร้างที่เปลี่ยนแปลง ลักษณะและคุณสมบัติเดิมของดินให้เปลี่ยนแปลงไป หรือบดบังผิวดินเดิมทำให้ดินไม่สามารถทำหน้าที่เดิมตามธรรมชาติได้ สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

5.4.1 วัสดุประเภทพื้นผิวทึบน้ำ

หมายถึง วัสดุปกคลุมผิวดินเช่น พื้นกระเบื้อง พื้นในส่วนที่สร้างอาคาร พื้นลาดแข็ง หรือพื้นปูนซีเมนต์ เป็นต้น ที่มีผลทำให้น้ำไม่สามารถไหลซึมผ่านตัววัสดุลงไปได้

5.4.2 วัสดุประเภทพื้นผิวที่น้ำซึมผ่านได้

หมายถึง วัสดุปกคลุมดินที่น้ำสามารถไหลซึมผ่านลงไปสู่ดินได้ เช่น สนามหญ้า พื้นที่ที่ปูด้วยบล็อกปลูกหญ้า (Turf block) เป็นต้น

6. สรุปเนื้อหาสำคัญ

งานภูมิสถาปัตยกรรม คือการวางแผนและออกแบบภูมิทัศน์ ทั้งทางกายภาพ สังคม วัฒนธรรม วิถีชีวิต สภาพแวดล้อม ระบบนิเวศต่างๆ ให้เป็นไปอย่างยั่งยืน ซึ่งการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม จะต้องเข้าใจถึงพื้นฐานและจุดประสงค์ของงานชิ้นนั้นๆ ด้วย

การจัดการภูมิทัศน์ ครอบคลุมไปถึงการจัดการพื้นที่สีเขียวต่างๆ ภายในเมืองด้วย ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ที่เกษตรกรรม พื้นที่ว่างระหว่างอาคาร พื้นที่สวนสาธารณะ พื้นที่ริมทางเท้า หรือพื้นที่ว่างที่มีพืชพรรณปกคลุม

องค์ประกอบของพื้นที่สีเขียวต่างๆ ล้วนมีศักยภาพในการนำมาประยุกต์โดยจำเป็นต้องเข้าใจถึงพื้นฐานและหลักการขององค์ประกอบเหล่านั้นก่อน จึงนำมาใช้ในการระล่อน้ำตามแนวคิด และหลักการ ที่กล่าวมาในบทก่อนหน้า

บทที่ 4

ภูมิสถาปัตยกรรมที่ช่วยในการชะลอน้ำ

1. นิเวศวิทยาเมืองกับการระบายน้ำ

ในอดีตการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเมืองกับธรรมชาติไม่ได้ให้ความสำคัญกับระบบนิเวศวิทยาเท่าที่ควร แต่ในปัจจุบันเป็นแนวทางการศึกษาที่ได้รับความสนใจจากทุกสาขาวิชา เนื่องจากในอดีตมุ่งแต่ความเจริญก้าวหน้าของเมือง ใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่มีการจัดการที่เหมาะสม รวมไปถึงมีการเติบโตของเมืองอย่างรวดเร็ว ทั้งหมดนี้เป็นสาเหตุให้เกิดมลภาวะจำนวนมากในเมือง ซึ่งปัญหาเหล่านี้มากเกินกว่าที่กระบวนการทางธรรมชาติจะรองรับความก้าวหน้าได้ ดังนั้นจึงกลายเป็นปัญหาสำคัญของเมืองทั้งหลาย และลูกหลานจนกลายเป็นปัญหาหลักของโลกอีกด้วย

นิเวศวิทยาเมือง คือการศึกษาเมืองด้วยหลักการทางนิเวศวิทยา เพื่อศึกษารูปแบบจากปฏิสัมพันธ์ต่างๆในระบบเมือง ให้ทราบถึงสาเหตุและรูปแบบของระบบนิเวศที่สูญเสียไป เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งเป็นการป้องกันยับยั้งปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นให้เบาบางลงอีกด้วย

เมืองเป็นผลผลิตที่มีความซับซ้อนทางความคิดของมนุษย์ ถนนและเส้นทางต่างๆที่ซับซ้อนนั้นก็เกิดจากการออกแบบของมนุษย์ และยังเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะทางจิตใจของผู้อาศัยในเมืองนั้นๆด้วย เมืองเป็นสิ่งที่ใช้ประโยชน์จากอาหาร เชื้อเพลิง วัตถุดิบจำนวนมากมหาศาล จึงทำให้เมืองเป็นเหมือนสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ โดยการขยายตัวของเมืองตามยุคต่างๆขยายตัวตามเส้นทางสัญจรเป็นหลัก การสร้างสาธารณูปโภคเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ที่อยู่อาศัยในเมืองนั้นมีส่วนทำให้ระบบการระบายน้ำของเมืองเปลี่ยนไป เส้นทางคมนาคมที่ซับซ้อนขึ้นเป็นโครงข่ายทำให้ระบบระบายน้ำมีความหนาแน่นตามไปด้วย เพราะการพัฒนาเส้นทางคมนาคมจะต้องมีการวางท่อระบายน้ำเพื่อรองรับน้ำจากถนน

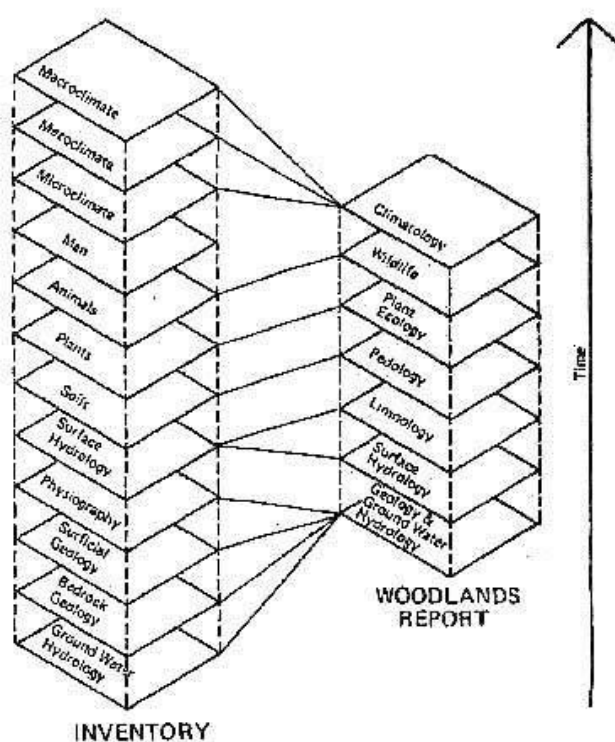
น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดของเมือง และถูกนำมาใช้อย่างผิดวิธีมากที่สุดด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ผิดพลาดระหว่างเมืองและระบบทางธรรมชาติ เมืองหลายแห่งนำน้ำมาจากแหล่งน้ำที่ไกลออกไปจากตัวเมือง เพื่อทดแทนน้ำจากแหล่งที่สูบน้ำขึ้นมาจนเกินไป หรือมีการปนเปื้อนของมลภาวะจนทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ในการบริโภคได้

2. แนวความคิดเกี่ยวกับนิเวศภูมิทัศน์ กับการระบายน้ำในเมือง

การเกิดและการพัฒนาเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์เป็นกระบวนการทางธรรมชาติ และการกระทำของมนุษย์ เกิดจากการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยต่างๆในภูมิทัศน์ โดยกระบวนการทางธรรมชาตินั้นมีระบบอุทกวิทยาเป็นตัวแปรสำคัญตัวแปรหนึ่งที่ก่อให้เกิดกระบวนการย่อยอีก 3 ชนิด คือ

1. กระบวนการทางธรณีสัณฐานวิทยา เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเป็นระยะเวลานาน
2. แบบแผนการรวมกลุ่มกันของปัจจัยทางภูมิทัศน์

3. การถูกรบกวนของระบบนิเวศในภูมิทัศน์ในเวลาอันสั้น โดยมีน้ำเป็นตัวการหนึ่งที่รบกวนระบบนิเวศ การระบายน้ำที่มีการไหลของกระแสที่รุนแรง ก่อให้เกิดการพังทลายของหน้าดิน เกิดน้ำท่วมและน้ำป่าไหลหลากได้ ซึ่งส่งผลให้ระบบนิเวศบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมและจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ใหม่ในเวลาต่อมา



ภาพที่ 15 แสดง Layer cake model ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะทางกายภาพ อุทกวิทยา
ที่มา : McHarg, Ian L. Design with Nature. Philadelphia, USA: the Falcon Press, 1971.

การระบายน้ำเป็นส่วนหนึ่งตามธรรมชาติของระบบนิเวศภูมิทัศน์ โดยที่การระบายน้ำเป็นปัจจัยทางธรรมชาติของนิเวศภูมิทัศน์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของระบบระบายน้ำได้ถูกรบกวนจาก

ปัจจัยต่างๆที่เกิดขึ้นด้วยน้ำมือมนุษย์ จนทำให้พฤติกรรมของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมทั้งเป็นการระบายน้ำตามธรรมชาติ มาเป็นการระบายน้ำในเมือง

3. การประยุกต์ภูมิทัศน์เพื่อชะลอน้ำ

ตามแนวคิดและหลักการต่างๆที่กล่าวถึงในบทก่อนหน้า แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการประยุกต์ใช้ภูมิสถาปัตยกรรม เพื่อบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้น เนื่องด้วยปัญหาต่างๆเกิดขึ้นจากการขบวนการหมุนเวียนของน้ำตามวัฏจักรไม่สามารถทำได้ตามปกติ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงของวัสดุที่ปิดผิวดิน ทำให้น้ำไม่สามารถไหลซึมลงไปได้ หรือปริมาณที่ระบายน้ำที่ไม่สามารถรองรับกับปริมาณน้ำที่ล้นได้อย่างเพียงพอ จึงทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขึ้น ดังนั้นการชะลอน้ำในระบบจึงเป็นทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว เช่น การนำพื้นที่สวนสาธารณะมาเป็นพื้นที่รองรับน้ำ หรือการนำไหลทางมาเป็นพื้นที่กักเก็บและไหลซึมของน้ำ เป็นต้น วิธีการต่างๆล้วนถูกประยุกต์ใช้โดยผ่านการออกแบบและวางแผนโดยการกลับไปพิจารณาธรรมชาติอีกครั้ง เป็นการประยุกต์ภูมิทัศน์ต่างๆมาตอบปัญหาที่เกิดขึ้น

3.1 การวางแผนการจัดการเพื่อควบคุมปัญหาน้ำท่วม

การจัดการน้ำภายในที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องครอบคลุมปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อเมือง ไม่ว่าจะเป็นระบบระบายน้ำ การควบคุมปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในเมือง ปริมาณน้ำสำหรับอุปโภคบริโภค การสำรองน้ำ และการบำบัดน้ำ

ลักษณะการหมุนเวียนน้ำมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามแต่ละเมือง โดยเป็นไปตามลักษณะทางภูมิประเทศ ลักษณะทางสภาพอากาศ ลักษณะทางธรณีวิทยา มลภาวะ และลักษณะของเมือง ดังนั้นแต่ละเมืองจำเป็นต้องเข้าใจถึงปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อ เพื่อจัดการวางแผนเพื่อรองรับปัญหาที่จะเกิดขึ้นและมีการควบคุมปัญหาที่จะเกิดขึ้นอย่างรัดกุม

โดยแผนการจัดการที่ใช้ในการแก้ปัญหาน้ำท่วม และกักเก็บน้ำภายในเมือง มีดังนี้

3.1.1 สร้างพื้นที่สีเขียว สร้างสวนสาธารณะ หรือภูมิทัศน์อื่นๆเพื่อเป็นพื้นที่รองรับน้ำในกรณีที่เกิดปัญหาน้ำท่วม

3.1.2 กำหนดตำแหน่งพื้นที่เสี่ยงต่อปัญหาน้ำท่วม พื้นที่ประสบปัญหามลภาวะ ให้เมืองได้ รับรู้เพื่อการลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นภายในเมือง

3.1.3 กำหนดพื้นที่ให้โรงงานต่างๆที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนมลพิษต่างๆให้อยู่นอกพื้นที่ที่อาจเกิดน้ำท่วม เพื่อให้เมื่อเกิดน้ำท่วมสารพิษที่ปนเปื้อนออกมาจะได้ไม่ส่งผลกระทบต่อคน และต้องมีการกำหนดพื้นที่สำคัญสำหรับทรัพยากรน้ำ

3.1.4 กำหนดและวางแผนการปรับปรุงเมืองหากเกิดปัญหาน้ำท่วมใหญ่ขึ้น

3.1.5 สร้างและกำหนดขอบเขตสำหรับอาคารต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอาคารสำนักงาน หรือที่อยู่อาศัย ในพื้นที่ที่ปลอดภัยจากปัญหาน้ำท่วม

3.1.6 ดูแลจัดการพื้นที่สำคัญสำหรับทรัพยากรน้ำที่ใช้สำหรับการอุปโภคบริโภค ภายในเมือง

3.2 การใช้ประโยชน์จากระบบระบายน้ำธรรมชาติ

วัฏจักรของน้ำเป็นกระบวนการทางธรรมชาติที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ การระเหย กลายสภาพเป็นไอน้ำในอากาศ เกิดการควบแน่น รวมตัวเป็นก้อนเมฆบนชั้นบรรยากาศ ก่อนที่จะกลายเป็นฝนตกลงมาสู่พื้นโลกโดยอาศัยจากแรงดึงดูดของโลก น้ำที่ตกลงมานี้จะไหลกลับสู่ทะเลโดยตรง โดยบางส่วนจะไหลไปยังแม่น้ำ ลำคลอง แล้วจึงไหลออกสู่ทะเลเช่นกัน และบางส่วนจะไหลซึมลงสู่ดินจนกลายเป็นน้ำใต้ดิน หรือถูกดูดซึมโดยพืชพรรณก่อนที่จะกลับเข้าสู่ระบบ โดยการคายน้ำของพืชพรรณตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นวัฏจักรหมุนเวียนแบบนี้ไปเรื่อยๆ

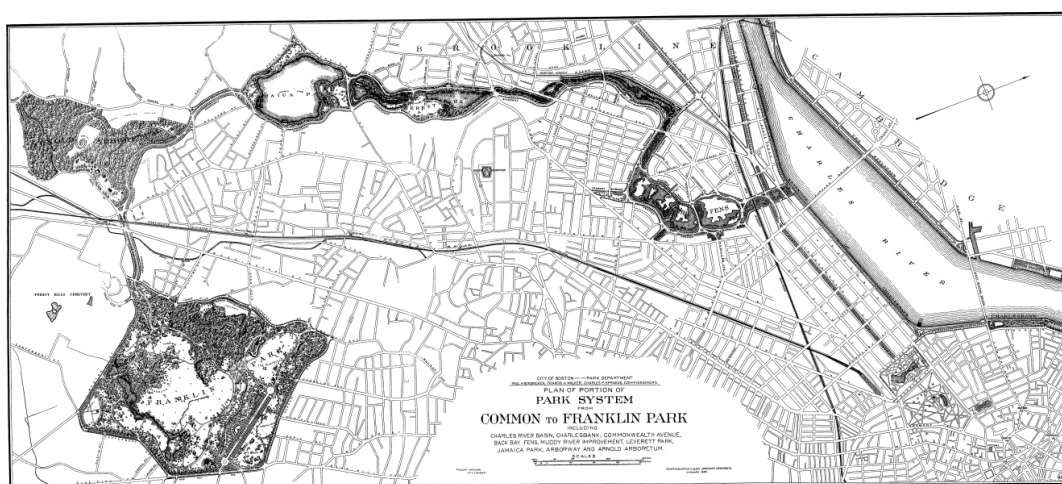
ขั้นตอนการดูดซึมและหมุนเวียนของน้ำ ถือเป็นระบบของการระบายน้ำตามธรรมชาติ ดังนั้นการนำระบบการระบายน้ำมาใช้ประโยชน์ คือการนำธรรมชาติมาช่วยบรรเทาปัญหาของเมืองที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้พื้นที่สีเขียวเพื่อกักเก็บน้ำ และดูดซึมน้ำ การใช้แม่น้ำลำคลองในการช่วยลำเลียงน้ำที่เอ่อล้นออกไปยังทะเล หรือการใช้พืชพรรณมาชะลอการไหลของน้ำ เป็นต้น

การใช้พื้นที่สีเขียว ไม่ว่าจะเป็นสวนสาธารณะ หรือกระเบียดต้นไม้ หรือแม้กระทั่งบนหลังคาซึ่งใช้ได้ทั้งขนาดใหญ่และเล็ก ก็สามารถใช้ในการระบายน้ำทางธรรมชาติได้ การสร้างพื้นที่สีเขียวให้กับเมือง มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการให้ความร่มรื่นและยังสามารถช่วยในการชะลอน้ำไม่ให้ไหลออกไปสู่พื้นที่สาธารณะของเมืองได้เร็วจนเกินไปอีกด้วย ดังนั้นเมื่อสามารถกักเก็บน้ำในระบบให้อยู่ในพื้นที่สีเขียวเพียงช่วงเวลาหนึ่งๆ น้ำในพื้นที่นั้นๆก็จะเกิดการไหลซึมลงไปในดิน และถูกดูดซึมโดยพืชพรรณต่างๆ ตามกระบวนการตามธรรมชาติต่อไป

การลำเลียงน้ำ โดยใช้แม่น้ำลำคลองเป็นการใช้เส้นทางทางธรรมชาติที่จะขนถ่ายน้ำในพื้นที่สาธารณะไปยังพื้นที่รองรับน้ำที่ใหญ่ที่สุดคือทะเล เพื่อให้กระบวนการทางธรรมชาติทำงานต่อไป ดังนั้น การนำเส้นทางลำเลียงน้ำเหล่านี้มาใช้ จะต้องคำนึงถึงการเชื่อมต่อของโครงข่ายระบายน้ำของเมืองด้วย ดังนั้นจำเป็นต้องมีการจัดการโดยใช้การออกแบบและวางแผนเพื่อใช้งานระบบการลำเลียงน้ำให้มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมและไม่ส่งผลกระทบในทางลบอีกด้วย

การนำระบบระบายน้ำในธรรมชาติมาใช้ประโยชน์นั้น จำเป็นต้องใช้ความสามารถในการจัดการการออกแบบและวางแผน เพื่อให้ได้รับผลที่คุ้มค่าทั้งในเรื่องผลลัพธ์ที่ตามมา และสุนทรียภาพจากพื้นที่สีเขียว นอกจากนี้การใช้ประโยชน์จากระบบระบายน้ำตามธรรมชาติ ถูกนำมา

ประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ที่ Boston ในงานออกแบบ Emerald Necklace ของ Fredrick Law Olmsted ที่นำระบบของสวนสาธารณะที่เป็นโครงข่ายเชื่อมต่อกัน โดยเริ่มจากพื้นที่ในตัวเมือง เชื่อมไปยังพื้นที่ชานเมือง โดยวิธีการก็นำสวนสาธารณะมาเชื่อมต่อกับสวนตามเส้นทางสาธารณะ Park way และการลำเลียงน้ำของเส้นทางน้ำ River way มาใช้บรรเทาปัญหาน้ำท่วมภายในเมือง ซึ่งผลงานนี้ถูกยกเป็นตัวอย่างของระบบระบายน้ำที่โดดเด่นของโลกอีกด้วย



National Park Service Frederick Law Olmsted National Historic Site

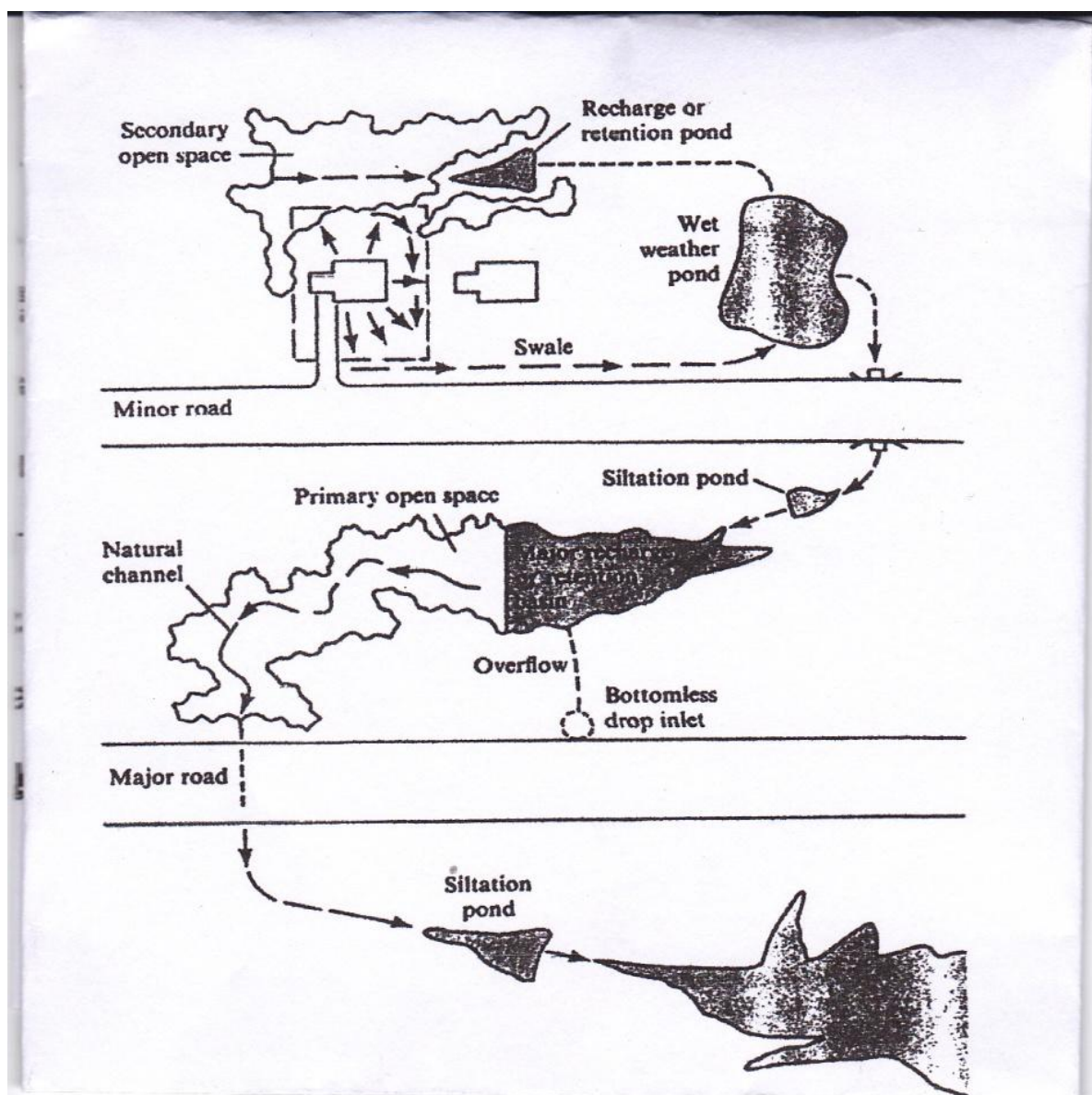
OLMSTED ARCHIVES

99 Warren Street, Brookline, Massachusetts 02146

ภาพที่ 16 ผังรวม The Emerald Necklace

ที่มา : [Wikipedia](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4b/Olmsted_historic_map_Boston.png). (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4b/Olmsted_historic_map_Boston.png)

เมือง Woodland, Texas เป็นเมืองที่มีการออกแบบและมีการจัดการระบบระบายน้ำ โดยใช้การระบายน้ำตามธรรมชาติที่มีอยู่ในพื้นที่เป็นตัวช่วยควบคุมปริมาณน้ำไหลนอง (Run off) ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ในโครงการใช้การหน่วงน้ำแบบผสมผสานกันระหว่างการกักเก็บน้ำโดยใช้บ่อน้ำ การกักเก็บโดยใช้ต้นไม้ การเพิ่มการไหลซึมทางผิวดิน โดยเฉพาะบริเวณที่ดินมีคุณสมบัติในการดูดซึมที่ดี และการใช้ประโยชน์ของทางน้ำ ที่มีตามธรรมชาติ



ภาพที่ 17 แสดงการระบายน้ำในพื้นที่ของ Woodland, Texas โดยการใช้น้ำแบบผสมผสาน

ที่มา : McHarg, Ian L. Design with Nature. Philadelphia, USA: the Falcon Press, 1971.

4. การนำองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมมาใช้ในการชะลอน้ำ

องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมมีหลากหลายองค์ประกอบดังที่ได้อธิบายไปแล้วในบทก่อนหน้า ดังนั้นวิธีการเลือกใช้องค์ประกอบต่างๆ เพื่อช่วยบรรเทาและชะลอน้ำ จำเป็นต้องเข้าใจถึงศักยภาพขององค์ประกอบต่างๆ เพื่อนำมาเลือกใช้และเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ของเมือง โดยวิถีชีวิตและเศรษฐกิจของเมืองยังคงสามารถดำเนินไปได้อย่างไม่เสียหาย

หลักการการนำองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมมาใช้ในการชะลอน้ำ มีดังนี้

4.1 การศึกษาภาพรวมของเมือง

ผู้ออกแบบจะต้องทำการศึกษาภาพรวมทั้งหมดของเมือง เพื่อกำหนดการใช้ที่ดินในผังเมืองรวม และกำหนดการใช้ที่ดินให้มีความสอดคล้องกับสภาพของน้ำฝนและปริมาณที่ตกลงมา สภาพของการไหลของน้ำเพื่อที่จะให้เมืองมีพื้นที่เก็บกักน้ำ เพื่อที่จะสามารถรองรับน้ำให้เกิดความสมดุลกับสภาพแวดล้อม สำหรับรองรับปัญหาน้ำท่วมที่จะเกิดขึ้นตามมา

4.2 การเลือกพื้นที่ และศึกษาพื้นที่

การเลือกพื้นที่ที่ประสบปัญหาและการทำการศึกษจะทำให้เข้าใจถึงปัญหา เนื่องจากปัญหาทางอุทกวิทยาในแต่ละพื้นที่นั้นเกิดจากหลายปัจจัยที่แตกต่างกัน ผู้ออกแบบจะต้องเข้าใจถึงพื้นที่และปัญหาดังกล่าวก่อนจึงจะเลือกวิธีการ

4.3 การเลือกวิธีการเพื่อใช้ในการบรรเทาปัญหา

เมื่อผู้ออกแบบเข้าใจถึงพื้นที่และปัญหาของพื้นที่ จะต้องตัดสินใจเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับปัญหาดังกล่าว การเลือกวิธีการจำเป็นต้องสอดคล้องกับวิถีชีวิตของผู้อยู่อาศัย สังคม และเศรษฐกิจ รวมไปถึงสอดคล้องกับศักยภาพและลักษณะของพื้นที่ให้มากที่สุดด้วย เช่น พื้นที่เศรษฐกิจของเมือง มีอาคารสูงเรียงตัวกันอย่างหนาแน่น มีอัตราค่าที่ดินสูง ถ้าเปลี่ยนแปลงโดยการสร้างสวนสาธารณะไปไว้กลางพื้นที่ จะทำให้เศรษฐกิจของเมืองสูญเสียไป และจะสร้างปัญหาอื่นๆ ให้เมืองแทน ดังนั้นควรใช้พื้นที่เชื่อมต่อสีเขียว (Linkage) ภายในพื้นที่กับพื้นที่รองรับน้ำใกล้เคียง เช่น สวนสาธารณะ หรือริมแม่น้ำ ให้เป็นประโยชน์ ด้วยระบบ Bio-swale เพื่อชะลอการไหลของน้ำและถ่ายเทไปยังพื้นที่รองรับน้ำเดิมของเมือง

4.4 การเลือกองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อใช้ในการบรรเทาปัญหา

การเลือกองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม จำเป็นต้องเลือกให้เหมาะสมกับวิธีการและภาพรวมของพื้นที่ ซึ่งหากทำในลักษณะเดียวกันทั้งเมืองจะเป็นการสร้างเอกลักษณ์ให้กับเมืองอีกทางหนึ่งด้วย

การเลือกองค์ประกอบต่างๆ จะต้องคำนึงดังนี้

4.4.1 พืชพรรณ (Vegetation)

พืชพรรณต่างๆ เป็นองค์ประกอบหลักที่มีความสำคัญของภูมิทัศน์ที่ถูกนำมาใช้งาน การเลือกจะต้องเหมาะสมกับลักษณะทางนิเวศวิทยา ซึ่งล้วนมีศักยภาพของพืชพรรณแต่ละชนิด ไม่ว่าจะเป็นอัตราการดูดซับน้ำ ความทนทานต่อสภาพอากาศ ความทนทานต่อสภาพน้ำขัง และลักษณะทางกายภาพของพืชพรรณนั้นๆ เช่น หากเป็นไม้ต้น บางชนิดมีพุ่มพุ่มและรากที่แข็งแรง อาจจะส่งผลกระทบต่อกายภาพ หรือโครงข่ายระบายน้ำของเมืองได้ ในขณะที่ไม้พุ่มหรือ

พืชคลุมดิน หากมีสภาพที่ไม่สามารถทนทานต่อสภาพน้ำขัง การนำมาใช้เพื่อช่วยดูดซับน้ำในพื้นที่รองรับน้ำอาจจะทำให้เกิดการตายของพืชพรรณนั้นๆเกิดขึ้นได้

4.4.2 อุปกรณ์ประดับถนน (Street Furniture)

การสร้างอุปกรณ์ประดับถนน ครอบคลุมถึงการออกแบบทางเท้าและฟุตบาท รวมถึงการออกแบบท่อระบายน้ำ ซึ่งการนำมาใช้จำเป็นต้องคำนวณความต้องการของพื้นที่ให้เหมาะสม เช่น พื้นที่ที่มีความกว้างของฟุตบาทเพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลง เพื่อเป็นพื้นที่เชื่อมต่อสีเขียวหรือไม่ หรือพื้นที่ที่มีความต้องการท่อระบายน้ำมากน้อยแค่ไหน

4.4.3 สิ่งก่อสร้าง ประเภทอาคาร (Building)

อาคารต่างๆล้วนเป็นองค์ประกอบหลักของเมืองซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยาเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถรองรับน้ำ ชะลอการไหลของน้ำ และ ปล่อยให้น้ำไหลซึมกลับลงไปในดินได้ ดังนั้น การออกแบบและก่อสร้างควรคำนึงถึง พื้นที่รองรับน้ำก่อนจะปล่อยน้ำในพื้นที่ไหลออกมายังพื้นที่สาธารณะ เช่น พื้นที่หลังคา หรือลานจอดรถ เป็นพื้นที่ที่สามารถรองรับน้ำภายในพื้นที่ได้ก่อนที่จะระบายออกสู่พื้นที่สาธารณะ เป็นต้น

4.4.4 วัสดุปกคลุม (Land cover)

การเลือกวัสดุปกคลุมดิน ควรเลือกใช้ให้เหมาะสม ไม่มากหรือน้อยเกินไป ไม่ควรใช้วัสดุที่ปิดกั้นการไหลซึมของน้ำ แต่ควรปล่อยให้พื้นที่บางส่วนลงเหลือ สำหรับการไหลซึมของน้ำได้บ้าง วัสดุที่ปล่อยให้ น้ำไหลซึมจำเป็นต้องถูกจัดวางอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ก่อให้เกิดการกีดขวางการเดินทางในกรณีที่ฝนตก เนื่องจากดินอาจจะทำให้การสัญจรลำบาก ดังนั้นการจัดสัดส่วนของพื้นที่เส้นทางสัญจร กับพื้นที่สำหรับระบายน้ำควรแบ่งแยกออกให้ชัดเจน

5. การวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำในเมือง

แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำในเมือง มีแนวทางที่หลากหลาย ทั้งแนวทางที่เน้นการนันทนาการเป็นหลัก หรือแนวทางที่เน้นการจัดการเชิงวิศวกรรม Fletcher (Tim Fletcher: 2005) ได้กล่าวถึงแนวความคิดที่ว่าด้วย Water Sensitive Urban Design โดยสรุปได้ว่าแนวความคิดนี้เกิดมาจากการวิจัยทางด้านการวางแผนภูมิทัศน์จากประเทศออสเตรเลีย และได้รับการนำมาใช้ปฏิบัติงานจริงที่เมืองซิดนีย์ เป็นแนวคิดที่เกี่ยวกับการวางแผน วางผังและออกแบบรายละเอียดองค์ประกอบต่างๆในภูมิทัศน์เมืองเพื่อช่วยจัดการทรัพยากรน้ำด้วยการใช้วัสดุและองค์ประกอบทางธรรมชาติเข้ามาช่วย เช่น การวางผังให้สอดคล้อง และ ตอบรับกับระบบทางอุทกวิทยา และเป็นแนวคิดที่ใช้ประโยชน์จากเส้นทางในหลายๆบทบาท เช่น ความสามารถของถนนที่สามารถใช้เป็นพื้นที่สีเขียวเพื่อการพักผ่อน โดยแนวคิด Water Sensitive Urban Design นี้ ได้เสนอ

ทางเลือกที่จะใช้ระบบต่างๆ ในองค์ประกอบของภูมิทัศน์ให้มีบทบาทเพื่อการบรรเทาผลกระทบจากทางอุทกวิทยาได้ โดยมีเป้าหมายดังต่อไปนี้

1. ดูแลและปกป้องระบบนิเวศทางธรรมชาติเดิมที่มีอยู่ให้มีความสอดคล้องกับการพัฒนาเมือง
2. ผนวกบทบาทเพื่อการบรรเทาอุทกภัยเข้ากับระบบต่างๆ ในภูมิทัศน์ รวมถึงมุมมองต่างๆ ของเมืองและการนันทนาการ ให้สอดคล้องกับการพัฒนาเมือง
3. คงคุณภาพน้ำให้มีความสมดุลจากการพัฒนาเมือง
4. ลดปริมาณน้ำไหลนอง (Run-off) และอัตราการไหลของแม่น้ำ (Peak flow)
5. ประหยัดค่าใช้จ่ายการพัฒนาเมืองจากการลดการสร้างระบบระบายน้ำ

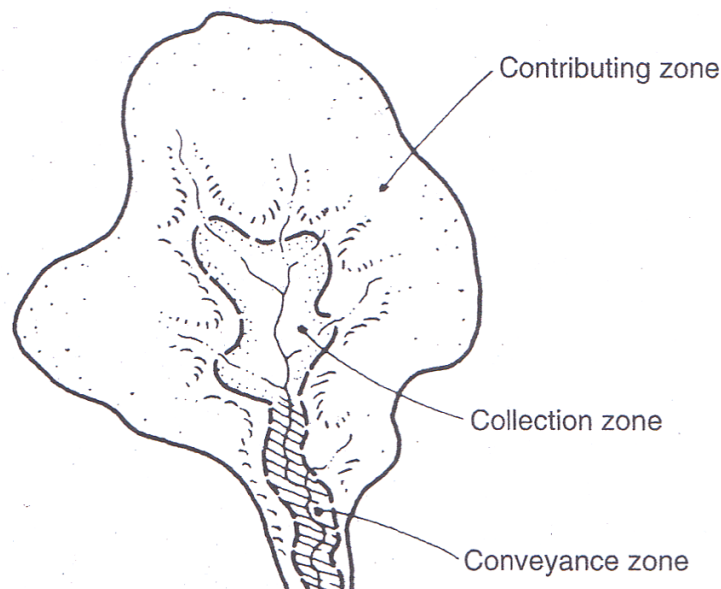
แนวความคิดเส้นทางสีเขียว (Greenway) เป็นการผนวกพื้นที่สีเขียวเข้ากับระบบเส้นทางการสัญจรภายในเมือง เพื่อใช้รองรับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากมลพิษและการพัฒนาเมือง ดังนั้นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเข้าไปนั้นจะสร้างให้เกิดมุมมองที่ดีและสวยงาม ร่มรื่น ทั้งยังใช้ประโยชน์ในการสัญจรไปได้ในตัว จึงทำให้เกิดโครงข่ายสีเขียวภายในเมือง แนวความคิดดังกล่าวได้ส่งผลให้เกิดแนวทางการบรรเทาปัญหาอุทกวิทยาเมืองด้วย เส้นทางน้ำ (Blue way) โดยเริ่มมองบทบาทของพื้นที่สีเขียวที่เพิ่มเติมขึ้นมา เพื่อใช้ลดผลกระทบทางอุทกวิทยา ซึ่งสอดคล้องกับ แนวความคิด Water Sensitive Urban Design หากแต่แนวคิด Blue way นั้น จะให้ความสำคัญในเชิงของนันทนาการและการสัญจรที่รื่นรมย์มากกว่า อีกทั้งยังถูกใช้ในการสร้างภาพลักษณ์ของเมืองว่ามีสภาพแวดล้อมที่ดี แต่แนวความคิดนี้ยังไม่มีการศึกษาในเชิงวิทยาศาสตร์ว่าสามารถลดผลกระทบได้จริงหรือไม่ จึงเป็นเพียงการศึกษาโครงข่ายการสัญจรและองค์ประกอบในรูปแบบต่างๆ ในภูมิทัศน์ที่จะมีศักยภาพที่สามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับเมืองได้เท่านั้น

6. การจัดการพื้นที่รองรับน้ำด้วยพื้นที่สีเขียว

การจัดการเชิงปฏิบัติในพื้นที่รับน้ำ เพื่อรองรับการไหลนองของน้ำที่จะเกิดขึ้น ตามแนวความคิด ของ Marsh (William M. Marsh: 2005) ได้แบ่งการจัดพื้นที่รับน้ำออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. Contributing zone คือ พื้นที่ส่วนแจกจ่ายน้ำที่มาจากฝนโดยตรง ไปสู่ขั้นตอนต่างๆ ทั้งการไหลซึมลงดิน หรือไหลบนผิวดินไปสู่แม่น้ำลำคลองต่างๆ ไปจนถึงพื้นที่รองรับน้ำที่ใหญ่ที่สุดคือ ทะเล
2. Collective zone คือพื้นที่ส่วนสะสมน้ำผิวดิน เพื่อรวบรวมจากการไหลตามความชันของภูมิทัศน์ไปยังพื้นที่ส่วนที่ 3

3. Conveyance zone คือพื้นที่ส่วนรองรับ ซึ่งประกอบไปด้วยเส้นทางน้ำในภูมิทัศน์ที่เป็นเส้นทางรองรับและลำเลียงน้ำผิวดินที่รองรับน้ำนั้น



ภาพที่ 18 ภาพแสดงการจำแนกประเภทการจัดพื้นที่รับน้ำ ทั้ง 3 ส่วน

ที่มา : Marsh, William M. Landscape Planning: Environmental Application. Forth Edition, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2005.

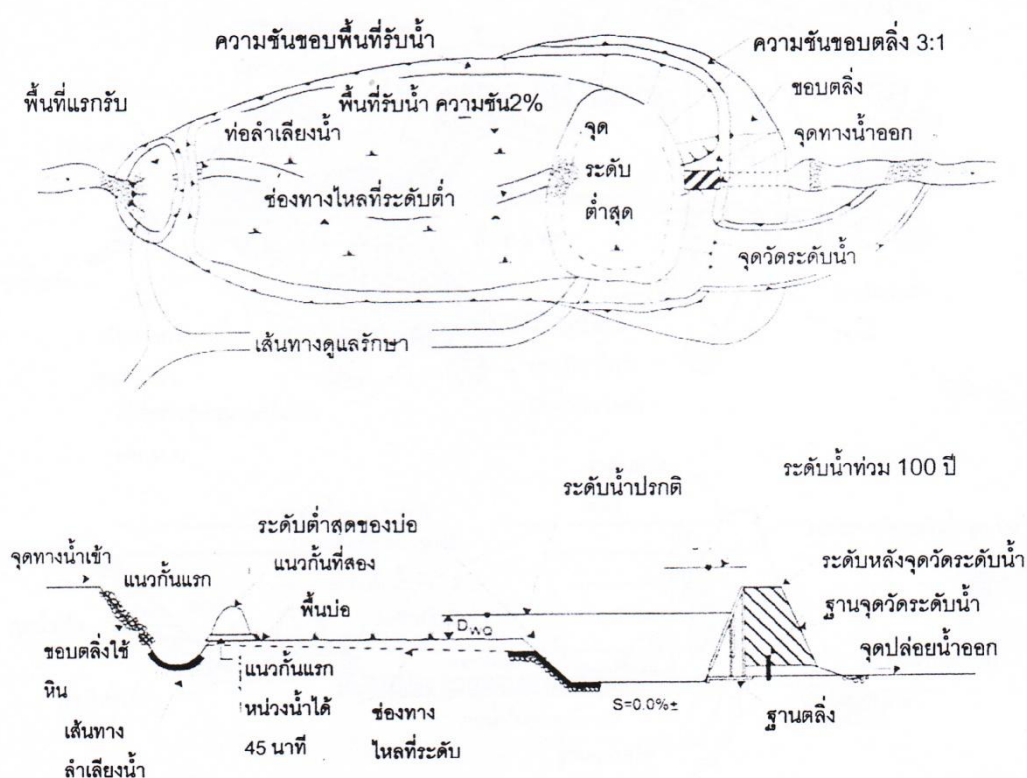
การรองรับน้ำตามกระบวนการทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์ในแต่ละพื้นที่นี้ การที่คำนึงถึงการเก็บรักษขององค์ประกอบต่างๆ ให้ใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ จะทำให้ระบบ กระบวนการ และระบบนิเวศ ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ และแสดงออกมาทางองค์ประกอบต่างๆ ในภูมิทัศน์ ซึ่งตามแนวความคิดของ Marsh (William M. Marsh: 2005) เรียกว่า Best Management Practices หรือ BMPs โดย BMPs นี้ได้นำเสนอถึงการศึกษาคู่มือของพื้นที่ต่างๆ เหล่านี้ เป็นพื้นที่รองรับผลกระทบทางอุทกวิทยา หรือใช้เป็นพื้นที่เพื่อการลำเลียงน้ำออกจากตัวเมืองได้ อีกทั้งยังสามารถใช้พื้นที่เหล่านี้เพื่อประโยชน์ในการสัญจร และการนันทนาการได้ ซึ่งสามารถสรุปถึงบทบาทสำคัญในเชิงโครงสร้างของกระบวนการทางอุทกวิทยา ได้ดังนี้

6.1 บ่อหน่วงน้ำ (Detention pond)

เป็นส่วนที่มีความสามารถกักขังน้ำไว้ได้ช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นจึงสามารถใช้เป็นพื้นที่เพื่อการนันทนาการได้ในช่วงเวลาที่ไม่มีกรรองรับน้ำ โดยมากจะมีการประยุกต์พื้นที่ให้เป็นสวนสาธารณะ ซึ่งใช้เป็นพื้นที่สำหรับพักผ่อนหย่อนใจ และมักจะอยู่ตามขอบของเขตพื้นที่ชุมชน เนื่องจากสามารถประยุกต์ใช้เป็นจุดเชื่อมโยงกับระบบขนส่งสาธารณะได้อีกด้วย

บ่อหน่วงน้ำ มีลักษณะเป็นพื้นที่รับน้ำที่ช่วยในการชะลอน้ำก่อนเข้าสู่พื้นที่เขตชุมชนแบ่งพื้นที่รับน้ำออกเป็น 2 ช่วง คือช่วงที่เป็นพื้นที่แรกกับ กับพื้นที่รองรับน้ำ โดยพื้นที่แรก

รับจะทำหน้าที่หน่วงน้ำที่ไหลเข้ามาในพื้นที่เป็นระยะเวลาหนึ่ง ก่อนจะเริ่มระบายออกไปยังพื้นที่รับน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่า ซึ่งพื้นที่แรกรับนี้ ในภาวะปกติสามารถใช้งานเป็นพื้นที่เพื่อการนันทนาการได้ เช่น สวนสาธารณะ ส่วนในพื้นที่รองรับน้ำจะมีขนาดกว้างและลึกกว่าพื้นที่แรกรับ เพื่อรองรับน้ำที่ไหลเข้าสู่พื้นที่เขตชุมชน เพื่อลดปัญหาน้ำท่วมที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ (ภาพที่ 19)



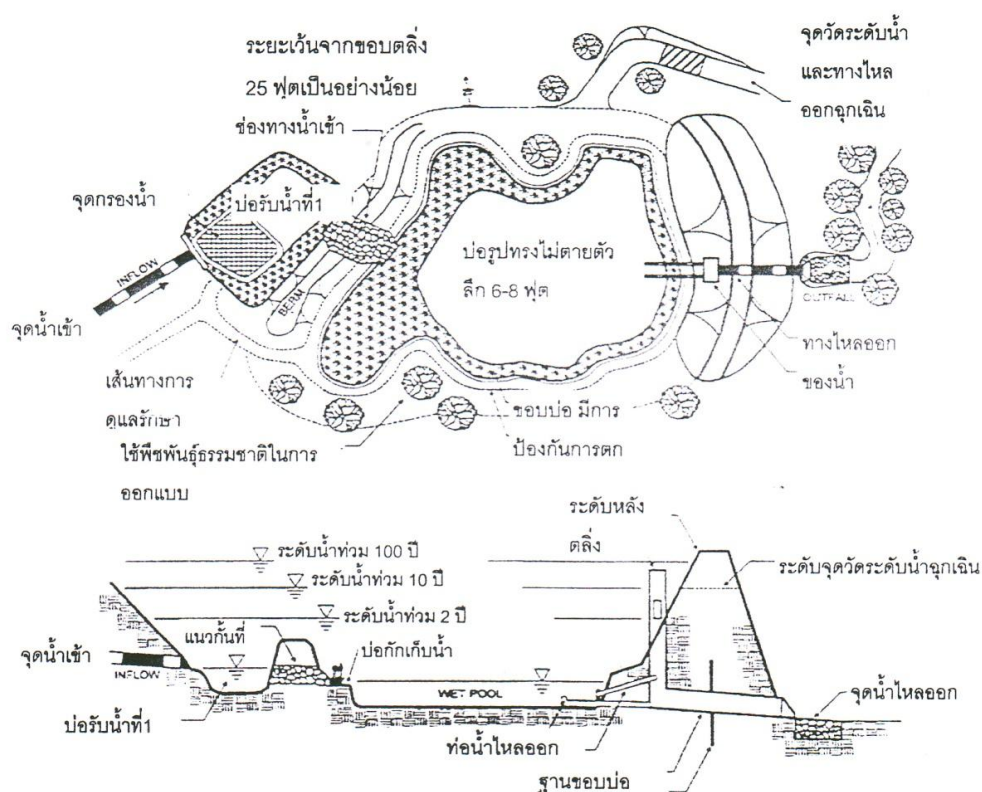
ภาพที่ 19 ภาพแสดงรายละเอียดการก่อสร้างบ่อหน่วงน้ำ (Detention basin) ตามแนวคิด BMPs

ที่มา : Clar, Micheal L., Billy J. Barfield and Thomas P. O'Connor. Stormwater Best Management Practice Design Guide. Ohio, USA: National risk management research laboratory. Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, 2004.

6.2 บ่อกักเก็บน้ำ (Retention pond)

เป็นพื้นที่เพื่อการกักเก็บ และกระจายการรองรับน้ำที่ เข้ามาในพื้นที่ชุมชน และเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีน้ำขังตลอด จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการจัดการน้ำที่เหมาะสม เพื่อรักษาคุณภาพน้ำให้มีคุณภาพที่ดี ซึ่งโดยปกติบ่อกักเก็บน้ำจะอยู่ในรูปแบบของบึงน้ำขนาดกลางที่อยู่ใกล้แหล่งชุมชน โดยมีพื้นที่สีเขียวอยู่ล้อมรอบบึงน้ำ เพื่อรองรับน้ำในกรณีที่มีน้ำมากกว่าปกติ

บ่อกักเก็บน้ำเป็นพื้นที่ที่มีน้ำขังทั้งช่วงเวลาปกติ และช่วงที่มีปัญหาน้ำท่วม ดังนั้น การรักษาและปรับปรุงคุณภาพของน้ำจึงเป็นเรื่องสำคัญสำหรับพื้นที่สำหรับการรองรับน้ำประเภทนี้ พื้นที่จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ พื้นที่แรกรับ กับพื้นที่รับน้ำที่มีน้ำขังอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นบ่อน้ำที่มีลักษณะเป็นบ่อน้ำรูปทรงไม่ตายตัว เชื่อมต่อกันโดยท่อที่มีการบำบัดน้ำก่อนจากพื้นที่แรกรับไปสู่พื้นที่รับน้ำ

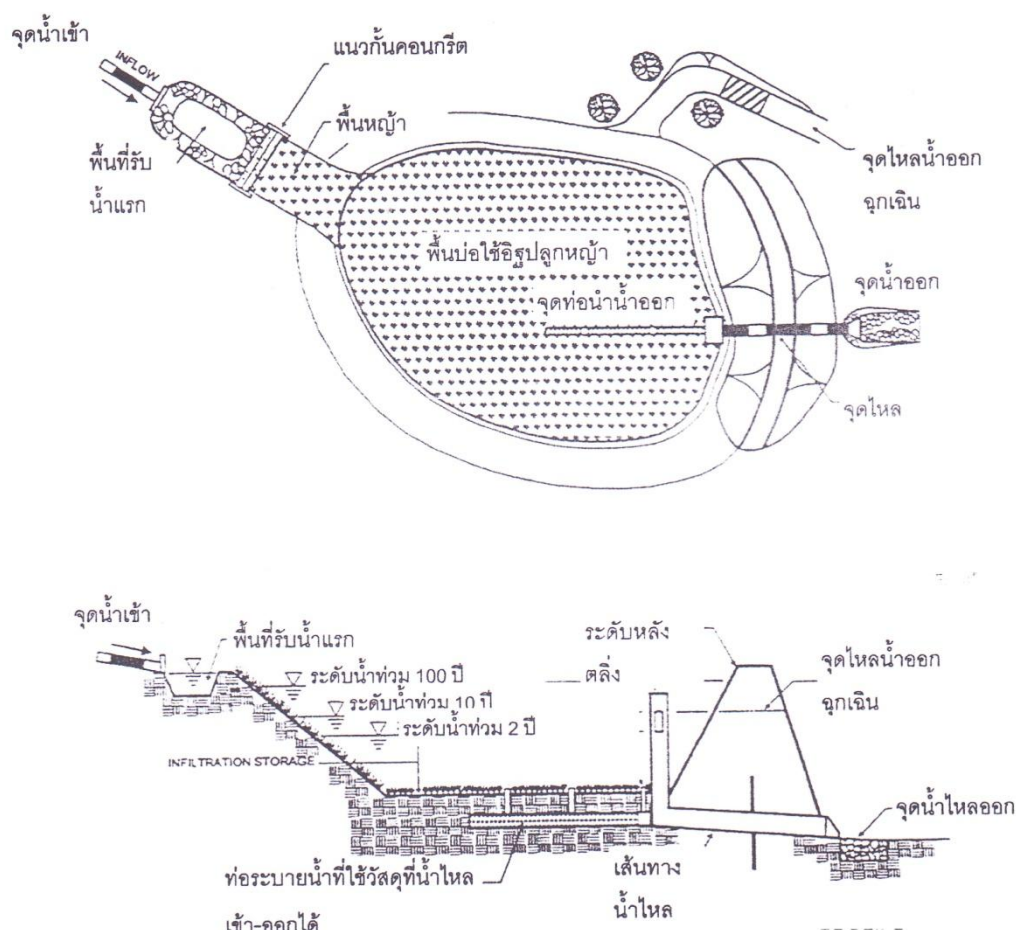


ภาพที่ 20 ภาพแสดงรายละเอียดการก่อสร้างบ่อเก็บกักน้ำ (Retention basin) ตามแนวคิดBMPs
ที่มา : Clar, Micheal L., Billy J. Barfield and Thomas P. O'Connor. Stormwater Best Management Practice Design Guide. Ohio, USA: National risk management research laboratory. Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, 2004.

6.3 บ่อซึมน้ำ (Infiltration pond)

มีลักษณะเป็นบ่อพักน้ำขนาดใหญ่ สำหรับพักน้ำ รองรับน้ำ และน้ำสามารถซึมผ่านลงไปในดินได้ด้วยการใช้วัสดุธรรมชาติและอาจมีการจัดทำระบบระบายน้ำใต้ดิน ผสมผสานกับการใช้พืชพันธุ์เพื่อการบำบัดคุณภาพของน้ำก่อนที่จะปล่อยน้ำสู่เส้นทางน้ำสาธารณะต่อไป พืช

พันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่รับน้ำประเภทนี้จะต้องมีความทนทานต่อสภาพน้ำขังได้สูงและมีอัตราการดูดซึมน้ำได้ดี



ภาพที่ 21 ภาพแสดงรายละเอียดการก่อสร้างบ่อซึมน้ำ (Infiltration basin) ตามแนวคิดBMPs

ที่มา : Clar, Micheal L., Billy J. Barfield and Thomas P. O'Connor. Stormwater Best Management Practice Design Guide. Ohio, USA: National risk management research laboratory. Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, 2004.

Tim Fletcher (Tim Fletcher: 2005) ได้กล่าวถึงเรื่องการออกแบบพื้นที่รองรับน้ำที่เหมาะสม ไว้ใน Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Storm water โดยสรุปได้ว่า “การออกแบบรายละเอียด มีแนวคิดที่แจ่มแจ้งรายละเอียดเพื่อเป็นแนวทางเพื่อการออกแบบที่เหมาะสม คือ การใช้แนวคิดเรื่อง *Water Sensitive Urban Design* ซึ่งเป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนามาเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำในเมือง โดยหน่วยงานด้านการวางแผนจากประเทศออสเตรเลีย ได้แสดง

การออกแบบเมืองตามแนวความคิดดังกล่าว เพื่อให้การออกแบบเมืองสอดคล้องกับองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ คือ การแบ่งพื้นที่สีเขียวเพื่อการรองรับน้ำตามประเภทการใช้ที่ดิน” โดยแบ่งประเภทการออกแบบตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้เป็น 2 ประเภท คือ

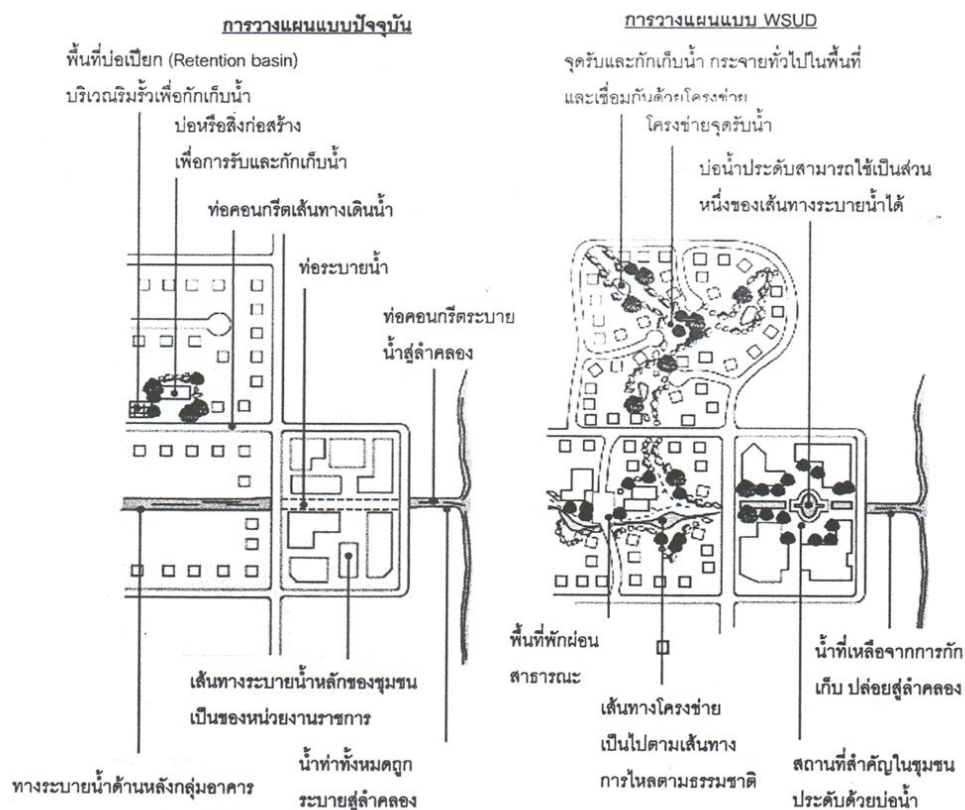
1. รายละเอียดการออกแบบในเขตที่พักอาศัย ซึ่งเป็นเขตพื้นที่ที่ใช้ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยเป็นหลัก โดยรายละเอียดการออกแบบภูมิทัศน์เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยมีดังนี้

1.1 สร้างโครงข่ายพื้นที่สีเขียวสาธารณะให้เกิดขึ้น เพื่อเชื่อมระหว่างพื้นที่สีเขียวอื่นๆ เพื่อสร้างให้เกิดกิจกรรมนันทนาการและการพักผ่อนแบบโครงข่าย ให้สามารถสร้างเส้นทางรองรับน้ำจากฝนตกหนักได้ ซึ่งการนำภูมิทัศน์ถนนมาเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย จะทำให้ช่วยชะลอและระบายน้ำในระบบบางส่วนได้(ภาพที่ 23)

1.2 วางผังที่อยู่อาศัยให้สอดคล้องกับระบบโครงข่ายธรรมชาติ วางตัวอาคารให้มีพื้นที่รับน้ำจากกลุ่มอาคารหรือตัวอาคารเอง และสร้างเส้นทางรวบรวมปริมาณน้ำเหล่านี้สู่ เส้นทางน้ำธรรมชาติ (ภาพที่ 24)

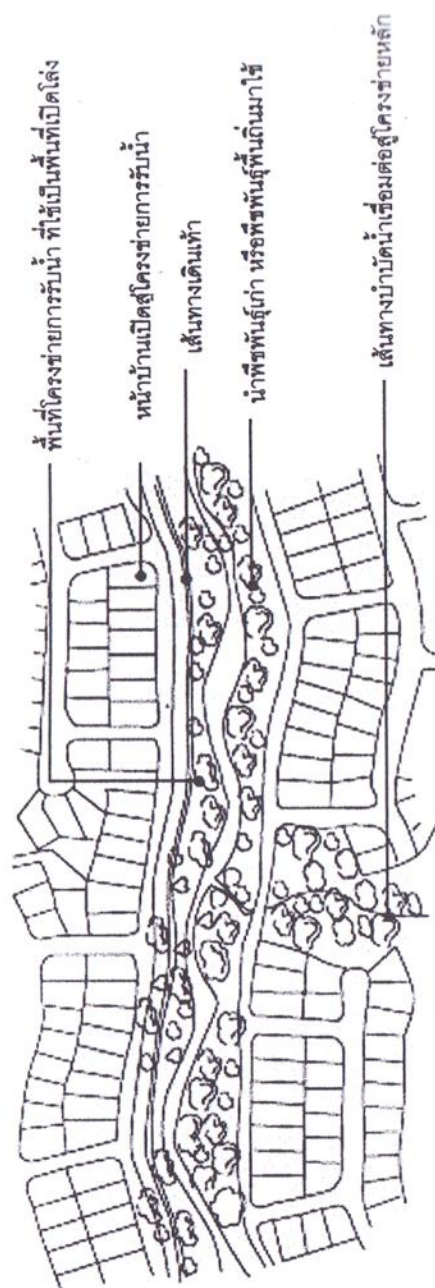
1.3 วางผังเส้นทางถนน ให้สอดคล้องกับเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ และเปิดโอกาสให้มีพื้นที่ที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ เพื่อใช้ระบบถนนเป็นพื้นที่รองรับน้ำและลำเลียงน้ำไปในตัว (ภาพที่ 25 - 26)

1.4 วางผังและออกแบบภูมิทัศน์ถนนและทางเท้าให้สามารถใช้เป็นพื้นที่หน่วงน้ำได้ตามเส้นทาง และใช้วัสดุปูพื้นที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้เท่าที่จำเป็น (ภาพที่ 27 - 28)



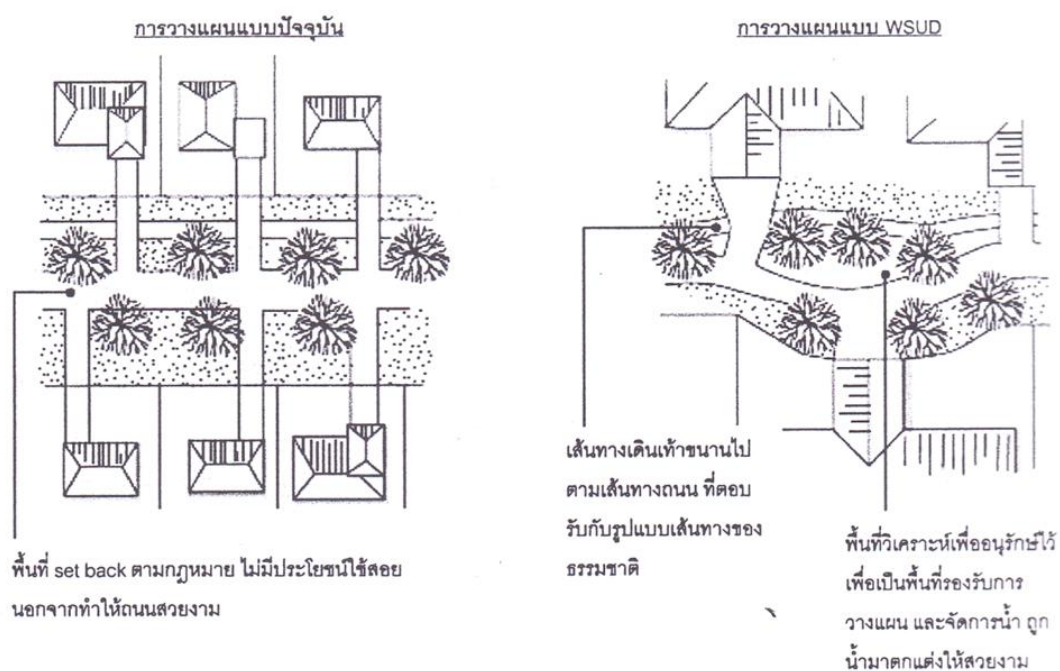
ภาพที่ 22 ภาพแสดงการวางแผนผังที่พักออาศัยเพื่อการบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยา เปรียบเทียบกับการวางแผนผังที่พักออาศัยในเมืองทั่วไป

ที่มา : Fletcher, Tim and Ana Deletic. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing, 2005.



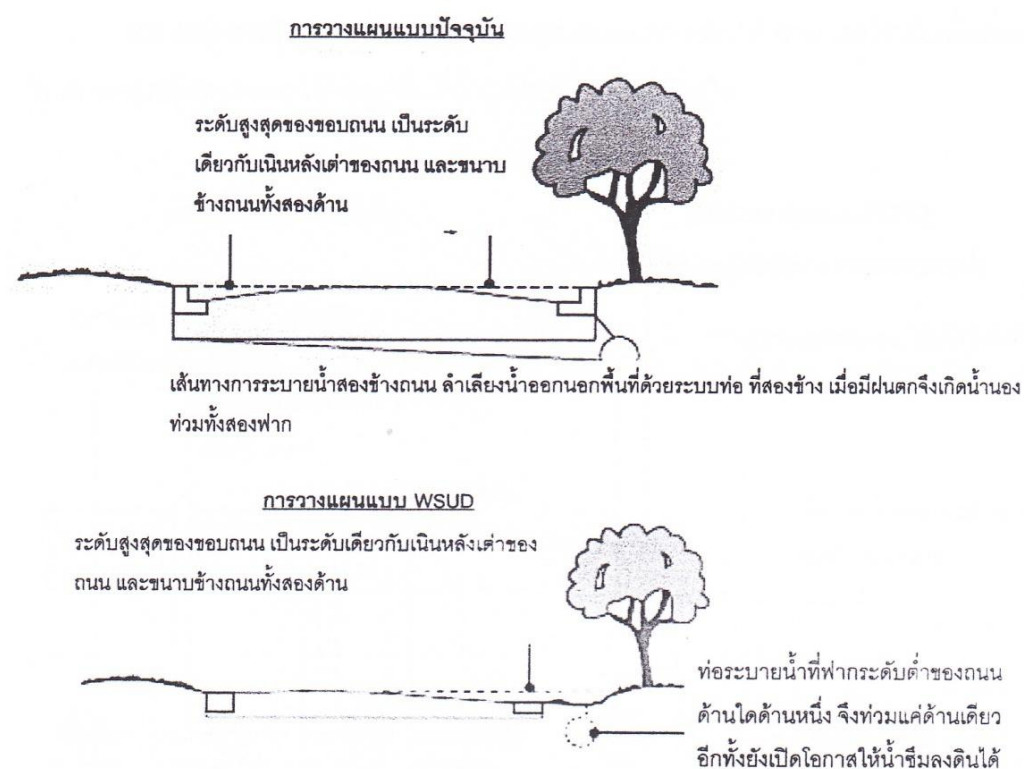
ภาพที่ 23 ภาพแสดงการจัดพื้นที่เส้นทางน้ำธรรมชาติเพื่อการรองรับน้ำและสร้างกิจกรรมนันทนาการ ในเขตพื้นที่พักอาศัย

ที่มา : Fletcher, Tim and Ana Deletic. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing, 2005.



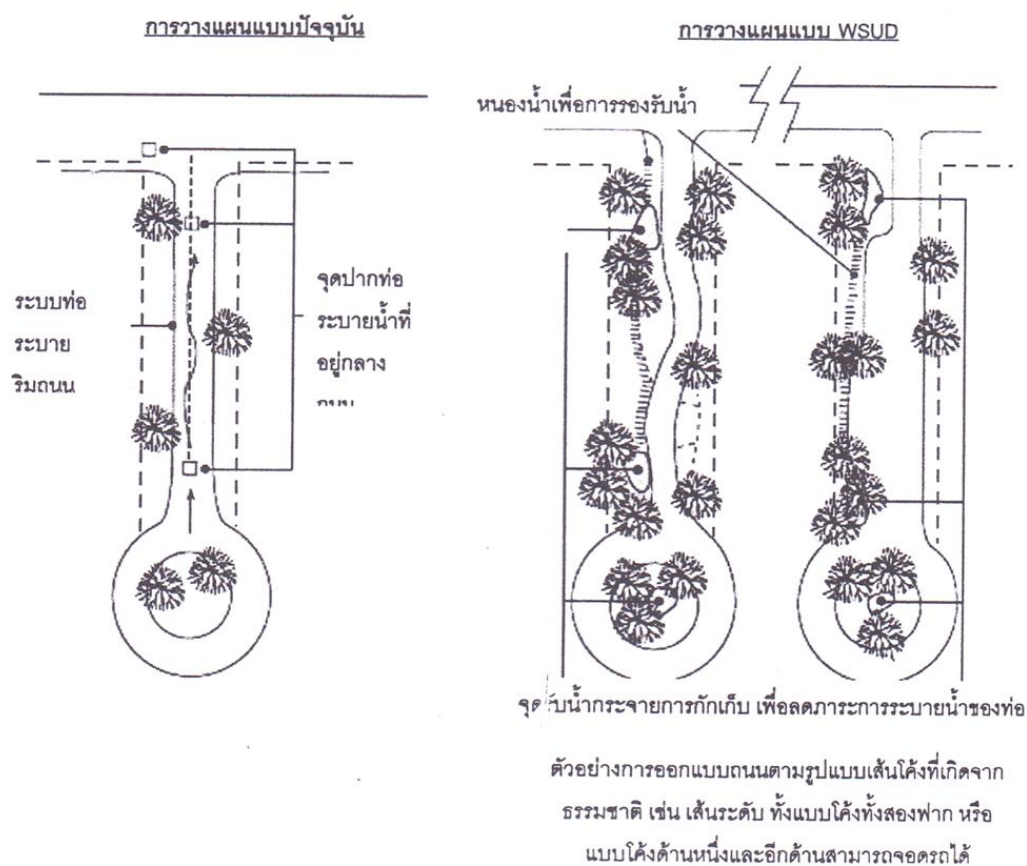
ภาพที่ 24 ภาพแสดงการออกแบบถนนให้สอดคล้องกับเส้นความสูงและใช้วัสดุที่น้ำซึมผ่านได้
เปรียบเทียบกับ การออกแบบถนนในเมืองทั่วไป

ที่มา : Fletcher, Tim and Ana Deletic. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing, 2005.



ภาพที่ 25 รูปตัดแสดงรายละเอียดการออกแบบถนนเพื่อสร้างความชันให้ลำเลียงน้ำสู่พื้นที่รับน้ำที่จัดเตรียมไว้

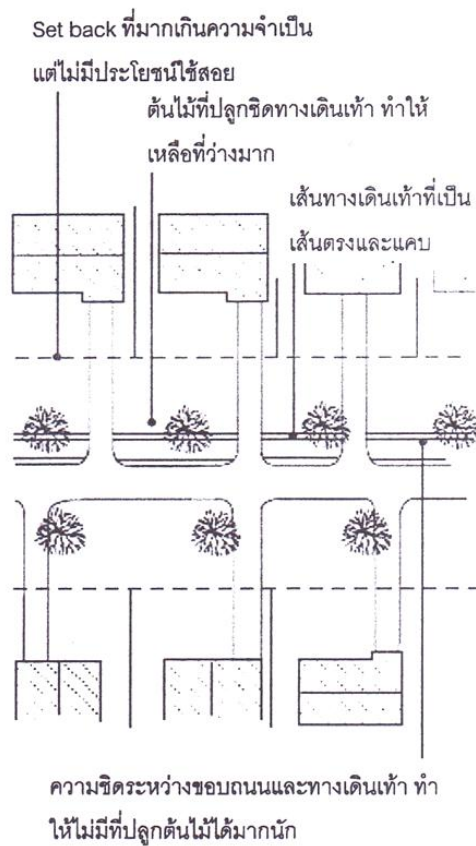
ที่มา : Fletcher, Tim and Ana Deletic. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing, 2005.



ภาพที่ 26 ภาพแสดงการออกแบบถนนในกรณีถนนแบบวงเวียน

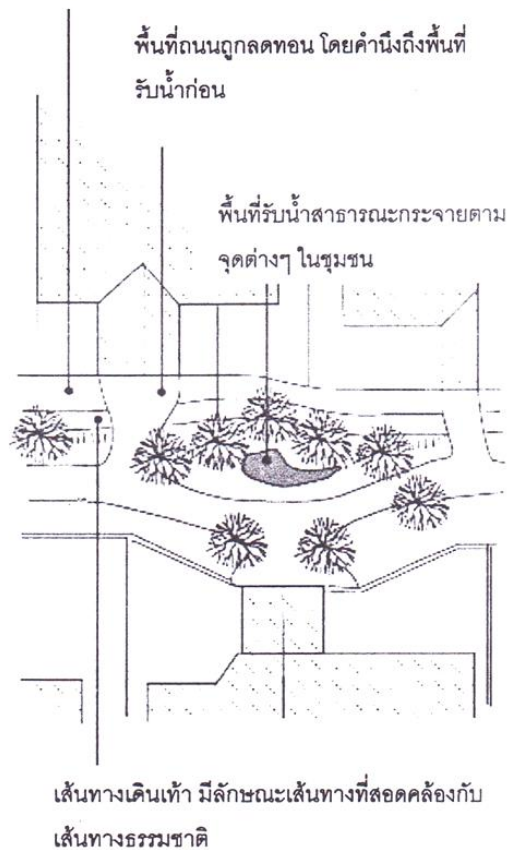
ที่มา : Fletcher, Tim and Ana Deletic. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing, 2005.

การวางแผนแบบปัจจุบัน

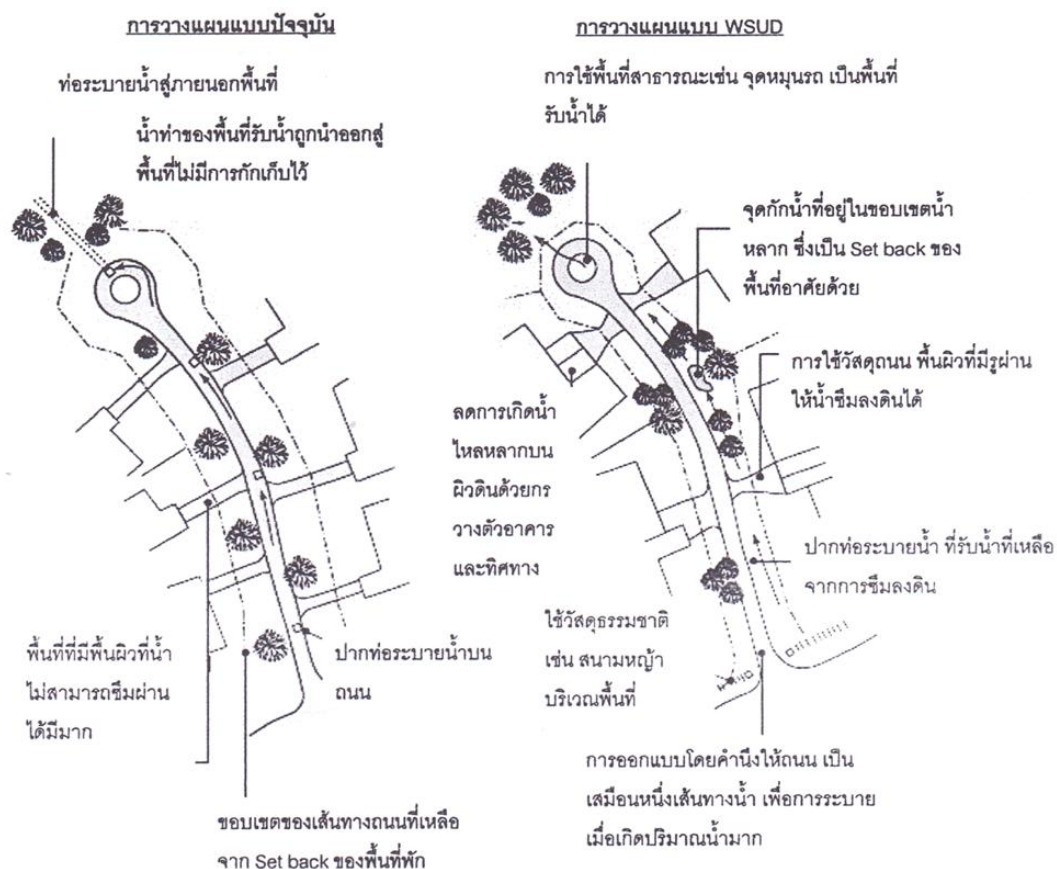


การวางแผนแบบ WSUD

พื้นที่ที่อนุรักษ์ไว้เพื่อการวางแผนการรับน้ำ



ภาพที่ 27 ภาพแสดงการวางแผนผังและออกแบบภูมิทัศน์ถนนและทางเท้า ให้ใช้เป็นพื้นที่หน่วงน้ำได้
ที่มา : Fletcher, Tim and Ana Deletic. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing, 2005.



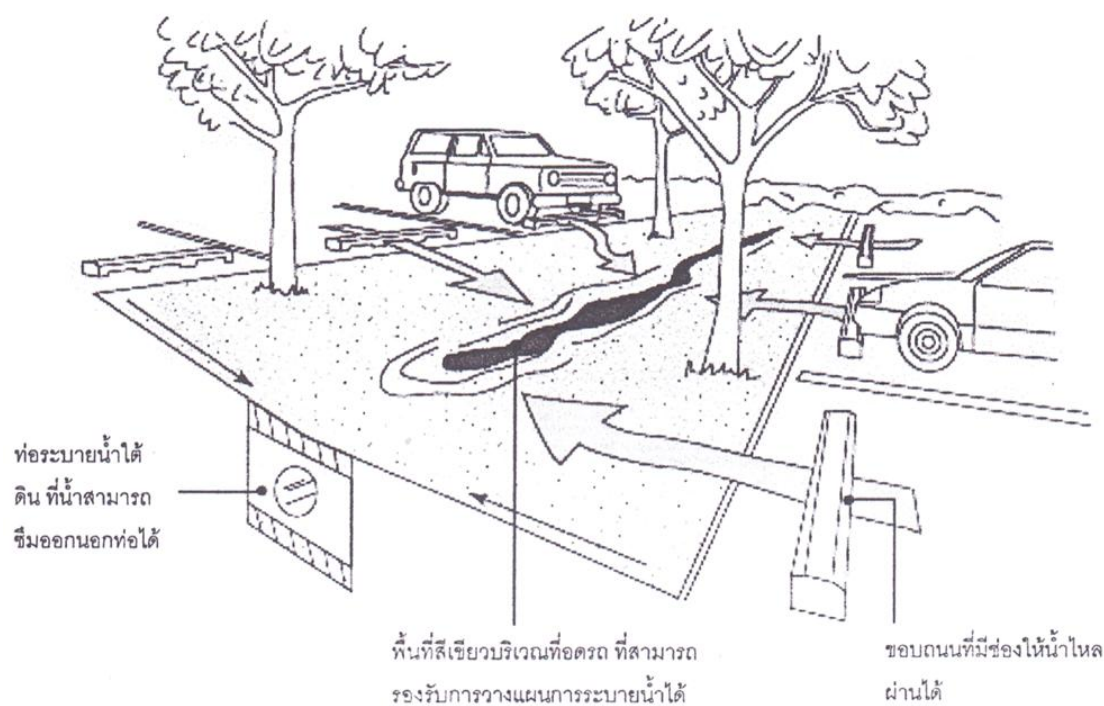
ภาพที่ 28 ภาพแสดงการกำหนดขอบเขตการรับน้ำและใช้ถนนเป็นเส้นทางในการสะสมและลำเลียงน้ำ

ที่มา : Fletcher, Tim and Ana Deletic. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing, 2005.

2. รายละเอียดการออกแบบในเขตค้าขายชุมชนค้าขายและอุตสาหกรรม เนื่องจากพื้นที่ในเขตค้าขาย ที่ดินส่วนมากมีมูลค่าที่สูง เพราะฉะนั้นพื้นที่ส่วนใหญ่จะถูกจัดไว้เพื่อการใช้สอยในกิจการส่วนตั้มากกว่าที่จะเป็นพื้นที่สาธารณะ พื้นที่จึงถูกจัดให้เป็นพื้นที่สาธารณะเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การออกแบบเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัย จึงจำเป็นต้องใช้ประโยชน์จากพื้นที่เหล่านี้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ดังนี้

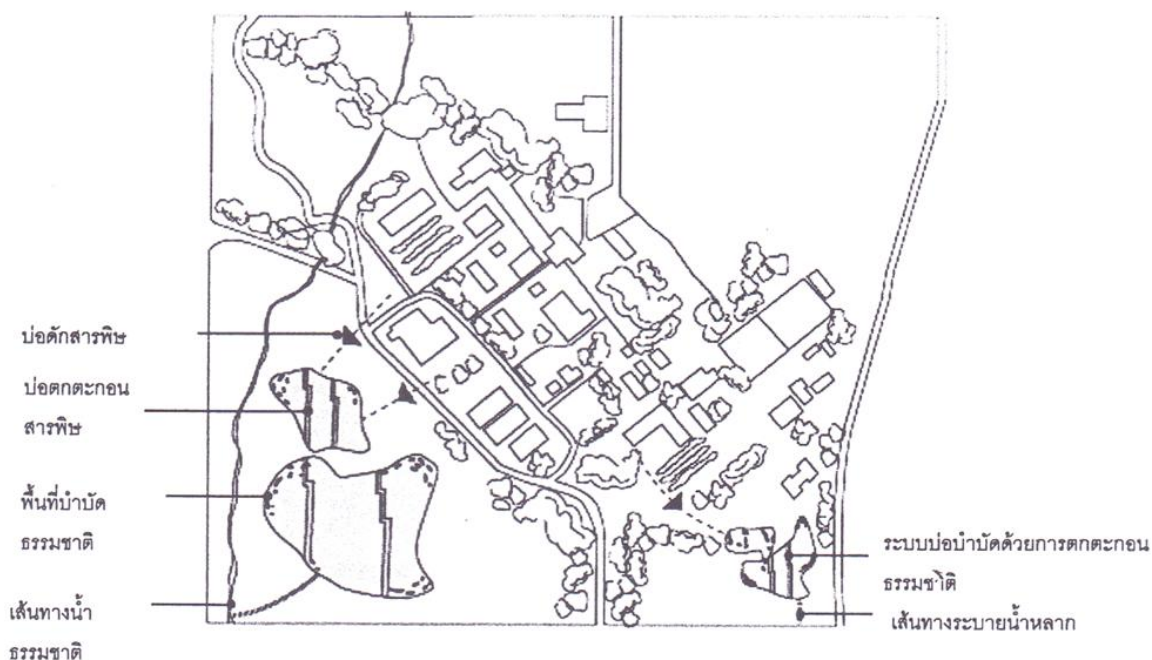
2.1 ใช้ประโยชน์จากพื้นที่จอดรถเพื่อเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำชั่วคราว เพราะเป็นพื้นที่สาธารณะที่มีขนาดใหญ่ในเขตค้าขาย การออกแบบเริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์หาจุดเหมาะสมต่อการใช้งานและสามารถเป็นจุดรองรับน้ำของทั้งเขตได้ และสามารถกำหนดวัสดุที่เปิดโอกาสให้น้ำไหลซึมลงดินได้

2.2 จัดเตรียมพื้นที่หน่วงน้ำในโครงการที่มีขนาดใหญ่ เป็นพื้นที่ที่ใช้เป็นการกักเก็บน้ำชั่วคราวเพื่อการลำเลียงออกสู่พื้นที่



ภาพที่ 29 ภาพแสดงการใช้ช่องว่างระหว่างรถในพื้นที่จอดรถเป็นพื้นที่หน่วงน้ำ

ที่มา : Fletcher, Tim and Ana Deletic. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing, 2005.



ภาพที่ 30 ภาพแสดงการวางผังพื้นที่รับน้ำแบบธรรมชาติในโครงการขนาดใหญ่

ที่มา : Fletcher, Tim and Ana Deletic. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing, 2005.

ซึ่งทั้ง 2 ประเภทจำเป็นต้องมีการจัดการ การวางแผน และออกแบบอย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดความสมดุล นอกจากนี้พื้นที่และองค์ประกอบต่างๆทางภูมิสถาปัตยกรรม ที่นำมาประยุกต์ใช้ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถช่วยชะลอน้ำในระบบได้อย่างเต็มที่ โดยการจัดการผัง และเลือกองค์ประกอบแต่ละชนิดจะต้องใช้ความเข้าใจถึงศักยภาพพื้นที่ และความเหมาะสมด้วย ไม่ว่าจะเป็นโครงข่ายที่เป็นภูมิทัศน์ถนน หรือพื้นที่นันทนาการอย่างสวนสาธารณะว่ามีประสิทธิภาพพอในการประยุกต์ใช้เป็นพื้นที่รองรับน้ำ หรือระบายน้ำหรือไม่

7. ข้อเสนอแนะที่เหมาะสมของพื้นที่สีเขียว

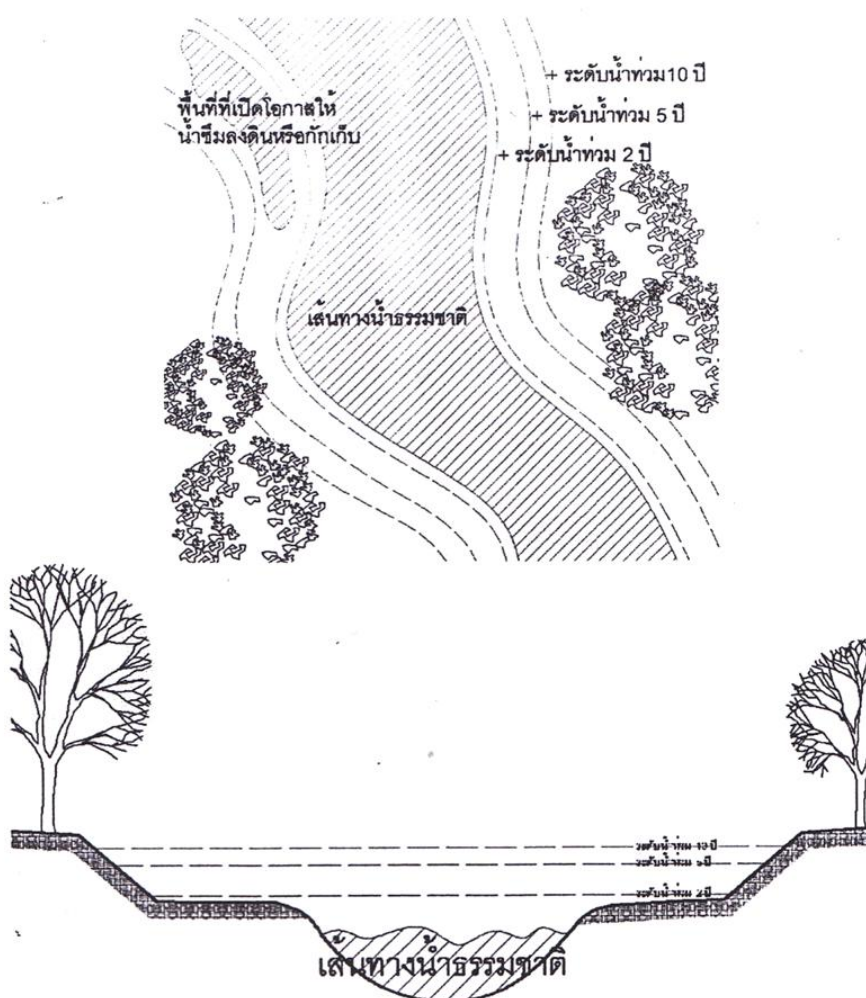
นอกเหนือจากการวางผังโดยวิธีของ WSUD และการคำนึงถึงจุดรองรับกระบวนการต่างๆตามวิธีของ BMPs แล้ว ยังมีเรื่องบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญที่สุดในการออกแบบและการวางผังพื้นที่ในเขตชุมชนเมือง ที่จะต้องคำนึงถึงกระบวนการทางอุทกวิทยาด้วย โดยการเก็บรักษาและสร้างสมดุลของหน้าที่ที่ปรากฏอยู่เดิมให้คงอยู่ในภูมิทัศน์ เพื่อเป็นการรักษากระบวนการและหลีกเลี่ยงผลกระทบที่ส่งผลต่อเมือง ดังนั้นข้อเสนอแนะและรายละเอียดสำหรับการออกแบบจึง

จำเป็นต้องเป็นข้อเสนอแนะที่เหมาะสมของพื้นที่สีเขียวโดยสอดคล้องกับหน้าที่และคุณสมบัติที่ได้จากการสังเคราะห์ ดังนี้

7.1 เส้นทางสีเขียวที่ผนวกกับองค์ประกอบทางธรรมชาติ

7.1.1 เส้นทางน้ำธรรมชาติ

เส้นทางสีเขียวเป็นเส้นทางน้ำตามธรรมชาติที่ถูกออกแบบให้มีระดับต่ำกว่าพื้นที่ปกติ เพื่อเป็นขยายขอบเขตของเส้นทางน้ำธรรมชาติ ในกรณีที่เกิดน้ำท่วมล้นตลิ่ง และสามารถใช้งานเป็นเส้นทางสีเขียวได้โดยไม่เกิดผลกระทบในช่วงเวลาปกติ

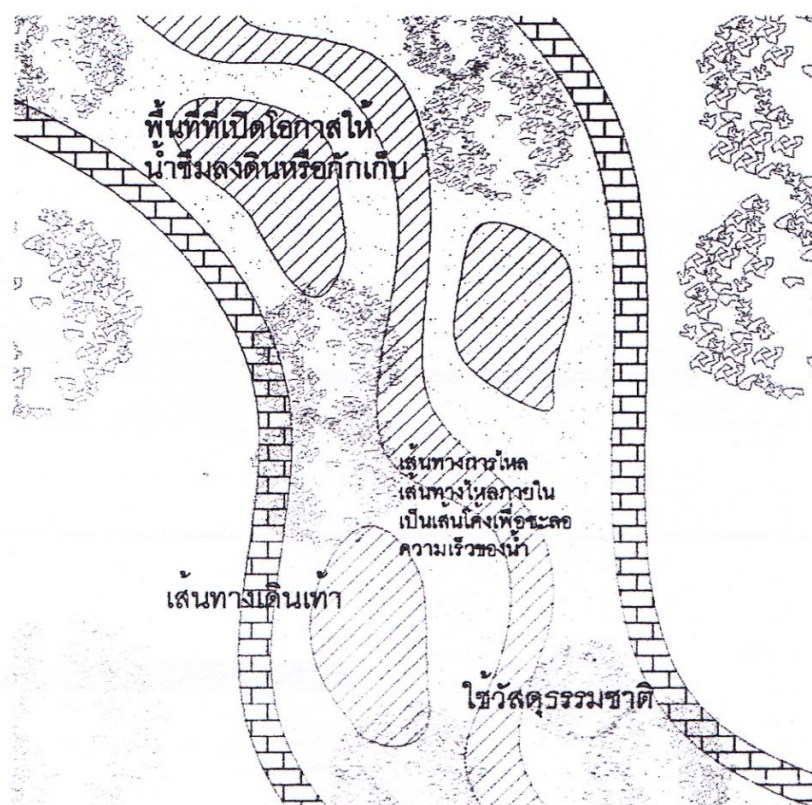


ภาพที่ 31 ฟังก์ชันและรูปตัดแสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวที่ผนวกกับเส้นทางน้ำธรรมชาติ

ที่มา : Clar, Micheal L., Billy J. Barfield and Thomas P. O'Connor. Stormwater Best Management Practice Design Guide. Ohio, USA: National risk management research laboratory. Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, 2004.

7.1.2 เส้นทางไหลของน้ำ

การประยุกต์พื้นที่สีเขียวเข้ากับเส้นทางไหลของน้ำตามธรรมชาติจะต้องเลือกวัสดุให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ โดยใช้วัสดุธรรมชาติหรือวัสดุที่น้ำสามารถไหลซึมผ่านลงไปได้สะดวก



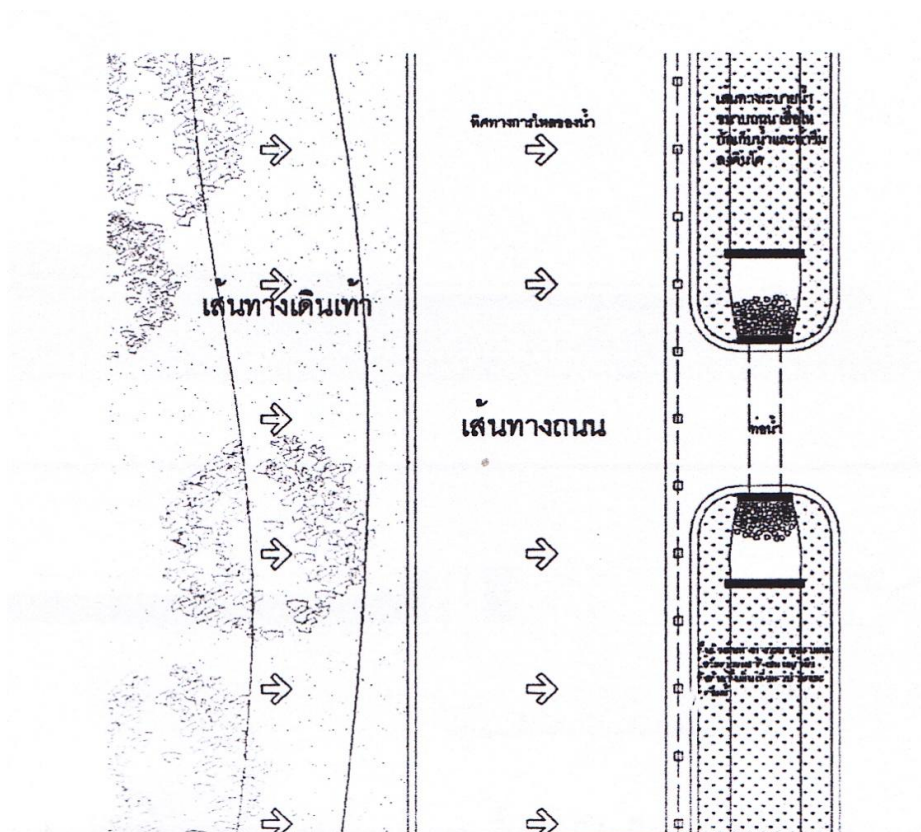
ภาพที่ 32 แสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวตามเส้นทางไหลของน้ำในภูมิทัศน์

ที่มา : Clar, Micheal L., Billy J. Barfield and Thomas P. O'Connor. Stormwater Best Management Practice Design Guide. Ohio, USA: National risk management research laboratory. Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, 2004.

7.1 เส้นทางสีเขียวที่ผนวกเข้ากับองค์ประกอบที่มนุษย์สร้างขึ้น

7.2.1 ถนนและทางระบายน้ำบนถนน

เส้นทางสีเขียวที่ผนวกเข้ากับถนน จะมีลักษณะลาดเอียงเทไปยังตำแหน่งของท่อระบายน้ำ



ภาพที่ 33 แสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวที่ผนวกกับถนนและทางระบายน้ำขนาดถนน
ที่มา : Clar, Micheal L., Billy J. Barfield and Thomas P. O'Connor. Stormwater Best Management Practice Design Guide. Ohio, USA: National risk management research laboratory. Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, 2004.

8. สรุปเนื้อหาสำคัญ

องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมต่างๆ ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบภูมิทัศน์ ถนน การออกแบบพื้นที่สีเขียวต่างๆ ล้วนมีประโยชน์ต่อการนำมาประยุกต์เพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วม ผู้ออกแบบต้องเข้าใจถึงศักยภาพของพื้นที่ที่จะถูกนำมาออกแบบ และองค์ประกอบที่จะนำมาใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น การนำภูมิทัศน์ถนนและการสร้างบ่อระบายน้ำขนาดเล็ก (Bio-swale) มาประยุกต์ใช้เป็นโครงข่ายสีเขียวเพื่อถ่ายเทน้ำไปตามเส้นทาง อีกทั้งยังช่วยชะลอและดูดซับน้ำ ในพื้นที่สาธารณะก่อนจะระบายไปยังพื้นที่พังกน้ำขนาดใหญ่ เช่น สวนสาธารณะที่เป็นพื้นที่สีเขียวของชุมชน โดยพื้นที่ซึ่งจะทำหน้าที่รองรับและกักเก็บน้ำฝนที่ตกลงมาก่อนจะไหลเข้าสู่พื้นที่ชุมชน

บทที่ 5

การคำนวณพื้นที่หนองน้ำ

การออกแบบและประยุกต์ใช้พื้นที่ทางภูมิสถาปัตยกรรม ผู้ออกแบบจำเป็นต้องเข้าใจถึงการวางแผนในการใช้พื้นที่ต่างๆ ในบทนี้จึงเป็นการนำความรู้เชิงวิศวกรรมมาประกอบเพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถเข้าใจถึงหลักการและการคำนวณหาปริมาณพื้นที่คร่าวๆ รวมถึงสามารถคาดคะเนระยะเวลาของการหนองน้ำของพื้นที่ดังกล่าวได้ โดยอ้างอิงมาจาก คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ : 2549) เพื่อผู้ออกแบบสามารถนำไปใช้ประโยชน์กับงานออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1. การคำนวณปริมาณน้ำฝนที่ต้องการระบายในพื้นที่

ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง จะไหลซึมลงไปในดินบางส่วน และบางส่วนจะไหลไปยังพื้นที่สาธารณะ เช่น ถนนสาธารณะ ท่อระบายน้ำสาธารณะ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ เช่น การก่อสร้างอาคาร หรือการเปลี่ยนวัสดุปกคลุมผิวดิน จะทำให้น้ำไม่สามารถไหลซึมลงดินได้ตามปกติ อีกทั้งยังทำให้ระยะเวลาในการไหลไปยังพื้นที่สาธารณะเร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นการหาปริมาณน้ำฝนที่ต้องการระบายในพื้นที่ จึงเป็นการคำนวณหาปริมาณของฝนที่ตกในโครงการนั้นๆ ทั้งก่อนและหลังการพัฒนาพื้นที่ โดยการสร้างพื้นที่รองรับน้ำนั้นมีจุดประสงค์คือการหน่วงน้ำก่อนที่จะไหลออกสู่พื้นที่สาธารณะให้ได้ระยะเวลาตามที่กำหนด ซึ่งจะต้องสามารถคำนวณความแตกต่างของปริมาณน้ำที่พื้นที่ใหม่หลังการเปลี่ยนแปลง ที่สามารถรองรับน้ำได้ก่อนที่จะระบายออกสู่พื้นที่อื่นต่อไป โดยมีปริมาณน้ำฝนที่ต้องระบายออกสู่พื้นที่สาธารณะ น้อยกว่าหรือเท่ากับปริมาณน้ำฝนที่ต้องระบายเดิม หลักการนี้เรียกว่า หลักการ Zero Discharge (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ : 2549) โดยสูตรการคำนวณเป็นดังนี้

$$Q = CiA$$

โดยที่ Q คือ ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการระบาย มีหน่วยเป็น m^3/s

C คือ สัมประสิทธิ์การไหลนอง (Run-off Co-efficient) ดูตารางที่ 1

i คือ ความเข้มเฉลี่ยของฝน มีหน่วยเป็น mm/hr

A คือ พื้นที่รับน้ำฝน มีหน่วยเป็น m^2

ซึ่งตามสูตรคำนวณนี้ ถือว่าเป็นสูตรคำนวณเบื้องต้น เพื่อหาปริมาณน้ำ โดยค่า C ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง เป็นค่าตัวแปรที่ตายตัว ซึ่งสามารถสรุปค่าตัวแปรต่างๆได้ ดังนี้

ลักษณะพื้นที่ผิว			สัมประสิทธิ์การไหลนอง		
สวนปูพื้น					
	ยางมะตอยหรือคอนกรีต			0.70 - 0.95	
	อิฐหรืออิฐตัวหนอน			0.70 - 0.85	
หลังคา				0.75 - 0.95	
สนาม,ดินทราย					
	เรียบ - ลาด 2%			0.05 -0.10	
	ลาด 2 - 7%			0.10 -0.15	
	ชัน,ลาด 7% ขึ้นไป			0.15 -0.20	
สนาม,ดินแน่น					
	เรียบ - ลาด 2%			0.16	
	ลาด 2 - 7%			0.18 -0.22	
	ชัน,ลาด 7% ขึ้นไป			0.25 -0.35	

ตารางที่ 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (Run-off Co-efficient)

ที่มา : ธงชัย พรรณสวัสดิ์. คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสีย และน้ำฝน. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2549.

ในขณะที่ค่า i สามารถหาค่าได้จากกราฟแสดงความเข้มเฉลี่ยของฝนในแต่ละพื้นที่ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 34) ซึ่งการเลือกปีที่ต้องการจะนำมาคำนวณ จะต้องขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการลงทุนกับระบบสาธารณูปโภคที่โครงการนั้นๆต้องการ เช่น หากต้องการลงทุนกับระบบสาธารณูปโภคเป็นระยะ 25 ปี จะสามารถใช้ค่าเฉลี่ย ของค่าเฉลี่ยความเข้มฝน 25ปี เป็นต้น

Average Value of Frequency Analysis of Maximum Rainfall for Each Period in Central Part

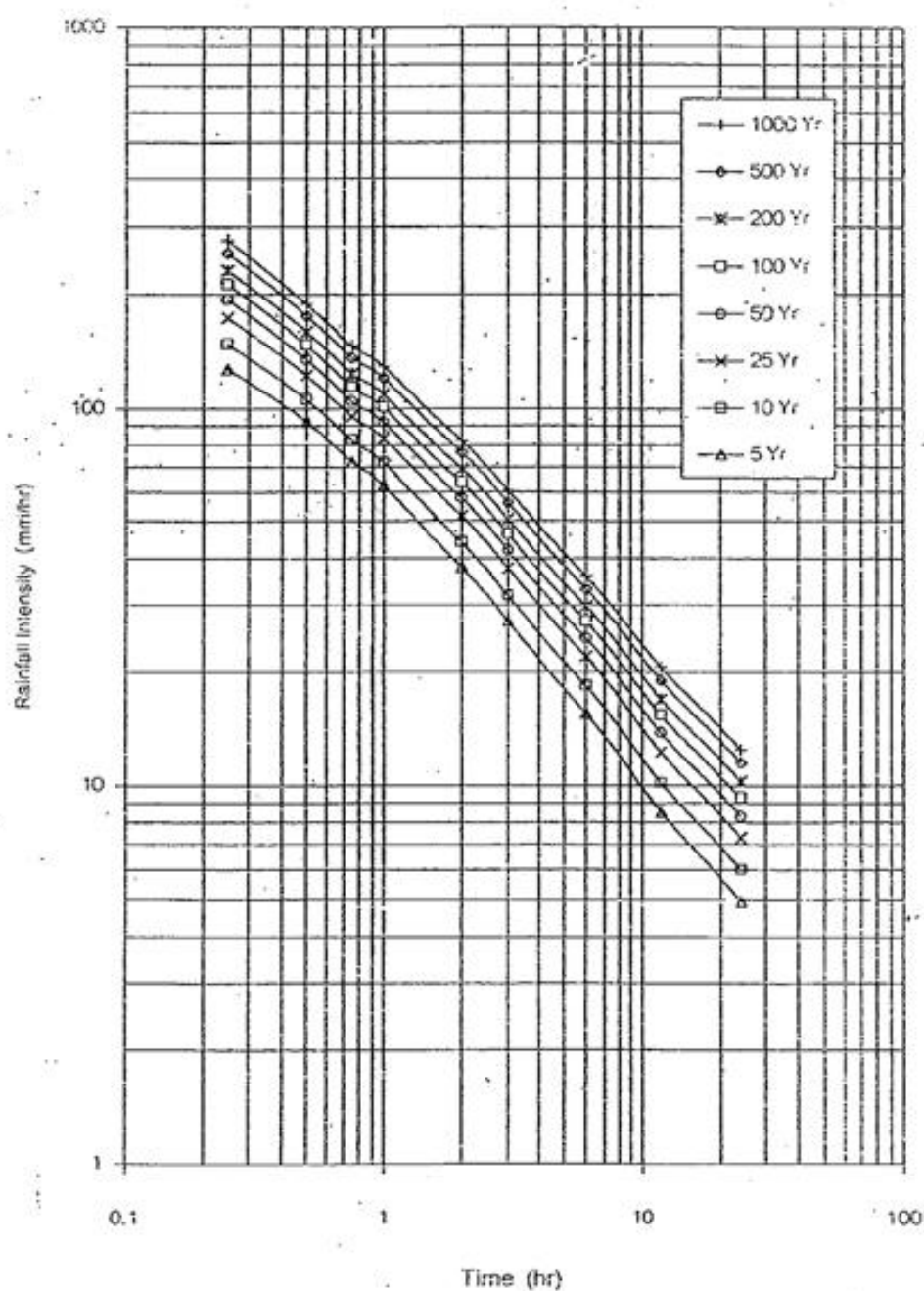
Time (hr)	Rainfall Amount (mm)								
	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	24.1	31.9	37.0	43.5	48.3	53.2	57.9	64.1	68.9
0.5	36.3	46.3	52.9	61.3	67.5	73.7	79.8	87.9	94.0
0.75	42.6	54.2	61.9	71.5	78.8	85.9	93.0	102.4	109.5
1	48.4	62.4	71.7	83.5	92.2	100.8	109.4	120.8	129.3
2	56.8	75.6	88.0	103.6	115.2	126.8	138.3	153.4	164.9
3	61.8	81.9	95.7	113.1	126.1	138.9	151.7	168.7	181.3
6	68.2	93.7	110.6	132.0	147.9	163.6	179.4	200.0	215.7
12	71.9	102.2	122.3	147.6	166.4	185.1	203.7	228.3	246.9
24	81.0	119.0	144.2	175.0	199.6	223.0	246.3	277.1	300.4

Time (hr)	Rainfall Intensity (mm/hr)								
	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	96.3	127.4	148.0	173.9	193.3	212.6	231.4	256.6	275.5
0.5	72.6	92.6	105.9	122.6	135.0	147.4	159.7	175.8	188.0
0.75	56.8	72.2	82.5	95.4	105.0	114.5	124.0	136.5	145.9
1	48.4	62.4	71.7	83.5	92.2	100.8	109.4	120.8	129.3
2	28.4	37.8	44.0	51.8	57.6	63.4	69.1	76.7	82.4
3	20.6	27.3	31.9	37.7	42.0	46.3	50.6	56.2	60.4
6	11.4	15.6	18.4	22.0	24.6	27.3	29.9	33.3	35.9
12	6.0	8.5	10.2	12.3	13.9	15.4	17.0	19.0	20.6
24	3.4	5.0	6.0	7.3	8.3	9.3	10.3	11.5	12.5

ตารางที่ 4 แสดงตารางปริมาณน้ำฝนและความเข้มเฉลี่ยฝน

ที่มา : พิสิษฐ บำเพ็ญกิจ. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ฝนของภาคต่างๆในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน, 2542.

Rainfall Intensity-Duration-Frequency Average Curve of
Central Part



ภาพที่ 34 แสดงกราฟความเข้มเฉลี่ยฝน Rainfall Intensity

ที่มา : พิสิษฐ บำเพ็ญกิจ, ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ฝนของภาคต่างๆใน
ประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร: สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน, 2542.

ตัวอย่างที่ 1 พื้นที่ A มีขนาด 3,000 ตารางเมตร โดยพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นดินแน่น ความลาดประมาณ 1% และมีอัตราการซึมเฉลี่ยของน้ำฝนอยู่ที่ 90 mm/hr เมื่อทำการพัฒนาพื้นที่เป็นลานอเนกประสงค์ โดยมีอัตราส่วนของพื้นผิวคือ พื้นคอนกรีต 1,500 ตารางเมตร ดินแน่น 1,500 ตารางเมตร ความแตกต่างของปริมาณน้ำฝนที่ต้องระบายก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงคือ

ก่อนการเปลี่ยนแปลง

$$Q = CiA$$

$$Q = 0.278 CiA \times 10^{-6}$$

(0.278 เป็นตัวเลขที่มาจากการแปลงหน่วยจาก mm/hr x m² ให้เป็น m³/s)

$$Q = 0.16 \times 0.278 \times 90 \text{ mm/hr} \times 3000 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.16 \times 2.25 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 3000 \text{ m}^2$$

$$Q = 1080 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \text{ หรือเท่ากับ } 10,800,000 \text{ mm}^3/\text{s}$$

เพราะฉะนั้น อัตราการระบายน้ำฝนก่อนการเปลี่ยนแปลง คือ 10,800,000 ลูกบาศก์เมตร ต่อวินาที

หลังการเปลี่ยนแปลง

$$Q = CiA$$

A พื้นที่ดินแน่น

$$Q = (0.16 \times 0.278 \times 90 \text{ mm/hr} \times 1,500 \text{ m}^2)$$

$$Q = 0.16 \times 2.25 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 1,500 \text{ m}^2$$

$$Q = 540 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

B พื้นที่พื้นคอนกรีต

$$Q = (0.7 \times 0.278 \times 90 \text{ mm/hr} \times 1,500 \text{ m}^2)$$

$$Q = 0.7 \times 2.25 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 1,500 \text{ m}^2$$

$$Q = 2,362.5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

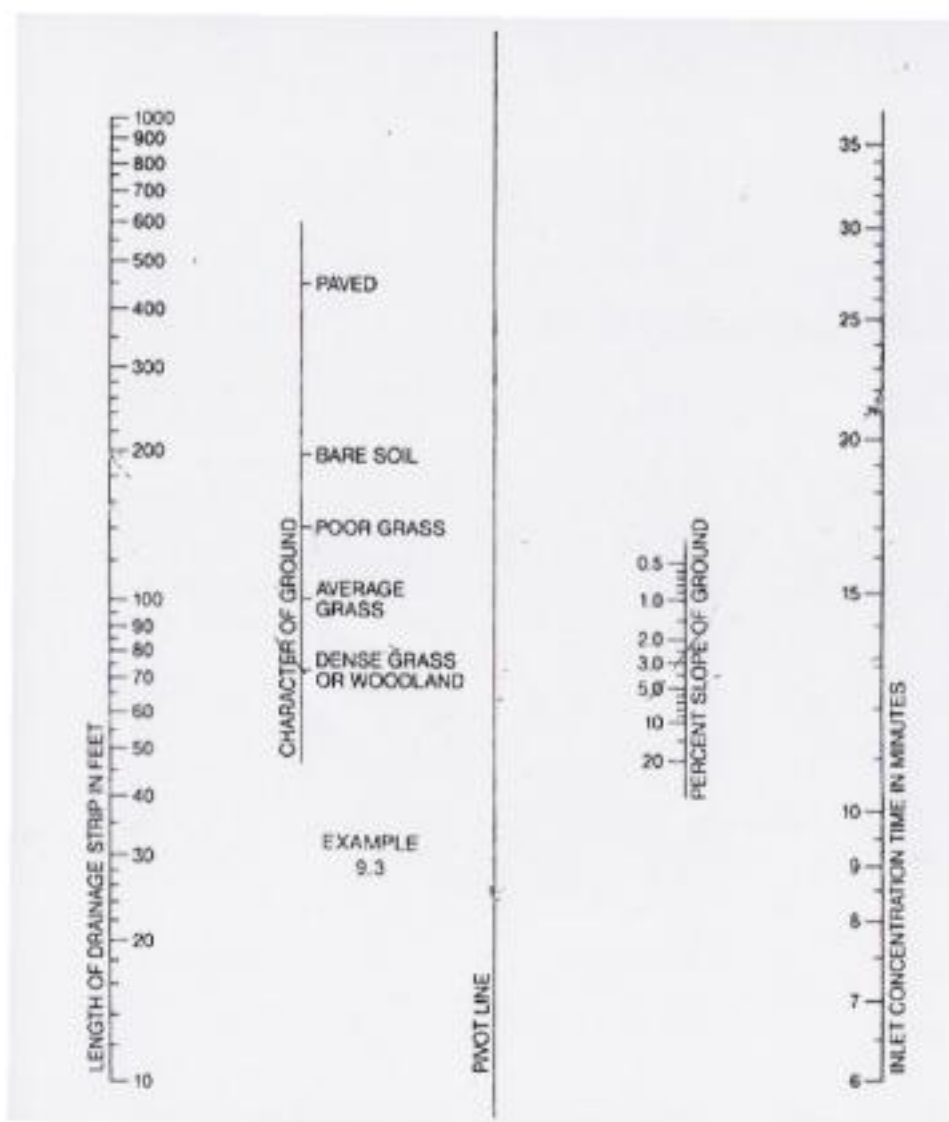
ดังนั้น A+B

$$Q_{\text{รวม}} = (540 + 2,362.5) \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{รวม}} = 2902.5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \text{ หรือเท่ากับ } 29,025,000 \text{ mm}^3/\text{s}$$

เพราะฉะนั้น อัตราการระบายน้ำฝนก่อนการเปลี่ยนแปลง คือ 29,025,000 ลูกบาศก์เมตร ต่อวินาที

จากการคำนวณแสดงให้เห็นว่า พื้นที่A หลังจากทำการเปลี่ยนแปลงแล้ว จะมีการระบายน้ำออกในอัตราส่วนที่มากกว่าก่อนการเปลี่ยนแปลง ประมาณ 18,175,000 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ต่อวินาที ดังนั้นจึงจะต้องมีการออกแบบพื้นที่หนองน้ำและท่อระบายน้ำเพื่อหนองน้ำฝนที่ตกลงมาให้อยู่ในพื้นที่A ตามหลักการ Zero Discharge



ภาพที่ 35 กราฟหาค่าสัมประสิทธิ์ Monograph

ที่มา : ธงชัย พรรณสวัสดิ์, คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสีย และน้ำฝน, พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2549.

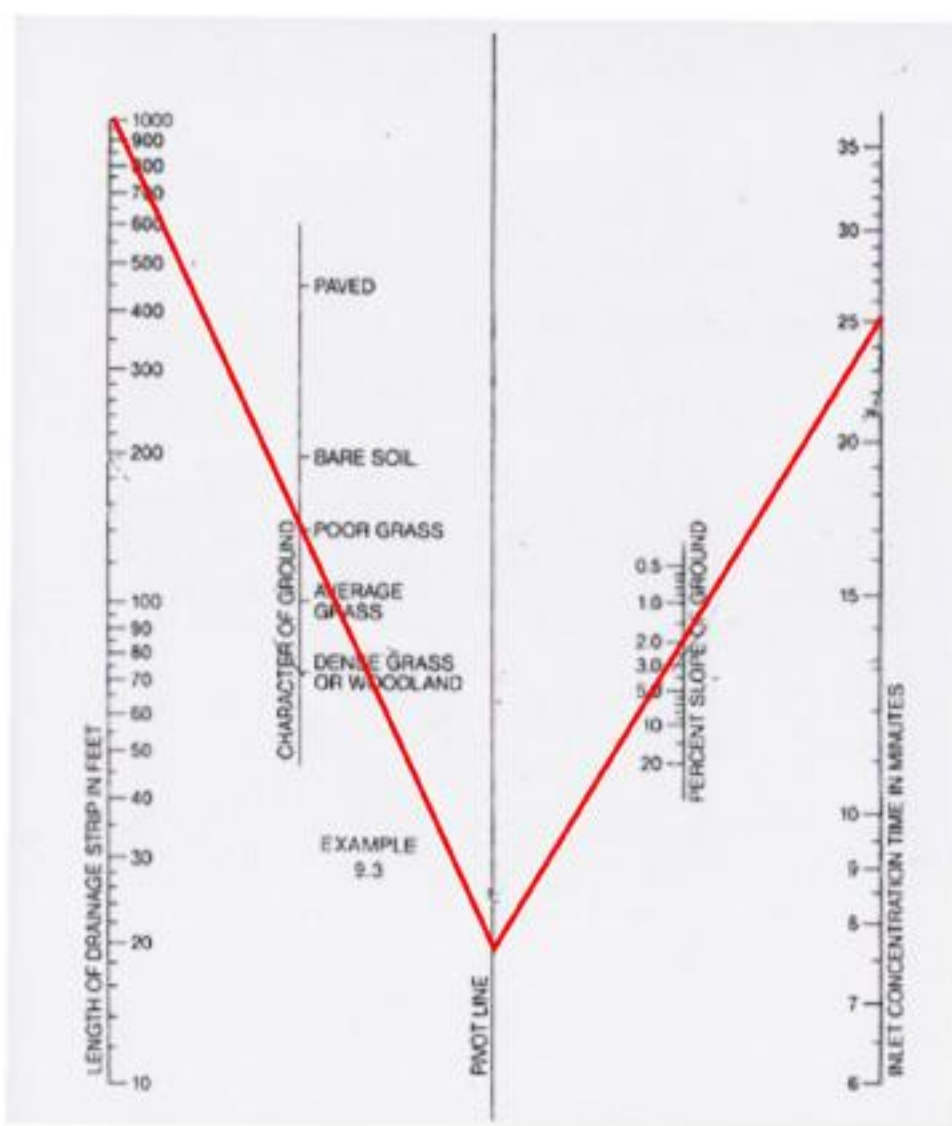
นอกจากนี้ ยังสามารถหาค่า C ได้จาก Monograph (ภาพที่ 35) ซึ่งต้องทำการลากเส้นเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ ซึ่งถือว่าเป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด โดยมีการคำนวณถึงระยะเวลาในการไหลของน้ำจากจุดที่ห่างที่สุด (ในที่นี้หมายถึง จุดที่ใช้ระยะเวลาในการไหลนานที่สุด) จากบ่อพักถึงบ่อพักน้ำ ว่ามีระยะทางเท่าไร และใช้ระยะเวลาเท่าไร ซึ่งในตาราง Monograph มีการใช้หน่วยเป็นฟุต ซึ่งเราจะต้องแปลงหน่วยก่อนจึงจะสามารถนำมาใช้ได้ และใช้ระยะเวลาไหลเท่าไรด้วย โดยเรียกเป็นค่า t_c แทน โดยนำไปแทนที่ค่าสัมประสิทธิ์เดิม(C)โดยตรง

และจะต้องหาความเข้มข้นของฝน โดยเป็นตัวแปรซึ่งบอกถึงปริมาณน้ำฝนที่ตกจากจุดที่ห่างที่สุดจากบ่อพัก ถึงบ่อพักน้ำ ว่ามีปริมาณเท่าไร โดยสามารถหาค่า i ได้จากสูตรต่อไปนี้

$$i = [7600/(tc+40)]-34$$

โดยที่ tc คือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (Run-off Co-efficient) ที่ได้จาก Monograph มีหน่วยเป็น minutes

i คือ ความเข้มข้นของฝน มีหน่วยเป็น mm/hr หาได้จากการแทนค่าตามสูตร



ภาพที่ 36 กราฟหาค่าสัมประสิทธิ์ Monograph ที่ใช้ในตัวอย่างที่ 2

ที่มา : ประยุกต์จากธงชัย พรรณสวัสดิ์. คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสีย และน้ำฝน. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2549.

ตัวอย่างที่ 2 ระยะทางเดิมที่ระบายน้ำออกนอกพื้นที่ที่ยาวที่สุดประมาณ 305 เมตร ค่า Slope ดินเดิม 2% พื้นเดิมเป็นลักษณะเป็นพื้นที่ว่างเปล่าปกคลุมด้วยหญ้าเก่า ซึ่งกราฟ Monograph ใช้หน่วยฟุต ในการคำนวณ เพราะฉะนั้นจะต้องแปลงหน่วยระยะทางให้เป็นฟุต ตามอัตราส่วน 1 เมตร มีค่า เท่ากับ 3.28 ฟุต จะได้ระยะทาง 1,000 ฟุต หลังจากนั้นนำไปหาค่า tc

ดังนั้นจาก Monograph จะได้ค่า tc เท่ากับ 25 นาที (ภาพที่ 44) จะได้ค่าความซึมฝนเป็นดังนี้

จากสูตร

$$i = [7,600/(tc+40)]-34$$

$$i = [7,600/(25+40)]-34$$

$$i = 82.92 \text{ mm/hr}$$

เพราะฉะนั้นความซึมเฉลี่ยน้ำฝน มีค่าเท่ากับ 82.92 มิลลิเมตร ต่อชั่วโมง

2. การคำนวณพื้นที่รองรับน้ำ

การสร้างพื้นที่รองรับน้ำ สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ การสร้างท่อ ระบายน้ำ โดยให้น้ำไหลในท่อ กับการสร้างพื้นที่เปิดโล่ง เช่น ลานจอดรถ สวน หรือบ่อพักน้ำ เพื่อรองรับน้ำและปล่อยให้น้ำบางส่วนไหลซึมลงไปในดิน โดยการเลือกใช้พื้นที่รองรับน้ำทั้ง 2 ประเภท ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายๆอย่าง เช่น สภาพพื้นที่ มีมากพอต่อการสร้างพื้นที่เปิดโล่ง หรือไม่ มีเงินลงทุนต่อการสร้างหรือไม่ ซึ่งจะต้องคำนวณด้วยว่า จะต้องการให้น้ำเป็นระยะเวลา เท่าไหร่ ก่อนที่จะระบายน้ำออกไปภายนอก ซึ่งจะต้องดูจากบริบทภายนอกว่ามีความอ่อนไหวต่อ ปัญหาทางอุทกภัยมากน้อยเพียงใด โดยการสร้างพื้นที่รองรับน้ำประเภทต่างๆ จะต้องคำนวณดังนี้

2.1 การคำนวณขนาดท่อระบายน้ำแบบไหลไม่เต็มท่อ

ท่อระบายน้ำ มีหน้าที่เพื่อใช้ในการระบายน้ำ และให้น้ำที่อยู่ในท่อไปใน ขณะเดียวกัน โดยสูตรคำนวณนี้ เรียกว่า Manning's formula (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ : 2549) สามารถ สรุปได้ดังนี้

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$Q = V \times A$$

$$R = A/P$$

$$D = (3.12Qn/S^{0.5})^{0.375}$$

โดยที่ Q คือ ปริมาณน้ำฝนที่ระบายผ่านท่อ โดยไหลไม่เต็มท่อ มีหน่วยเป็น m^3/s

n คือ สัมประสิทธิ์พื้นผิวของ Manning สำหรับท่อน้ำมีค่าเท่ากับ 0.013

S คือ ค่าความลาดชันของท่อระบายน้ำ

V คือ ความเร็วเฉลี่ยที่น้ำไหลในท่อ มีหน่วยเป็น m/s โดยจะต้องไม่น้อยกว่า 0.6 m/s

A คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อระบายน้ำ มีหน่วยเป็น m^2

r คือ รัศมีภายในของท่อระบายน้ำ มีหน่วยเป็น m

D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อระบายน้ำ มีหน่วยเป็น m

P คือ เส้นขอบเปียก คือเส้นขอบท่อที่สัมผัสน้ำ มีหน่วยเป็น m

R คือ Hydraulic radius หมายถึง รัศมีของเส้นขอบเปียก มีหน่วยเป็น m

ซึ่งตามสูตรคำนวณนี้ ถือว่าเป็นสูตรคำนวณเบื้องต้น เพื่อหาขนาดของท่อระบายน้ำ ปริมาณน้ำฝนที่ไหลผ่านท่อ และหาความเร็วของน้ำที่ไหลในท่อ

ตัวอย่างที่ 3 พื้นที่รับน้ำฝนขนาด $1,001 m^2$ ความยาวเส้นท่อ คือ 100 m ความลาดเอียงของท่อ 1:750 ขนาดท่อ 0.6 เมตร

สามารถหาปริมาณน้ำฝนได้ดังนี้

$$Q = CiA$$

$$Q = 0.278 CiA \times 10^{-6}$$

$$Q = 0.01753 m^3/s$$

สามารถหาเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อได้ดังนี้

$$D = (3.12Qn/S^{0.5})^{0.375}$$

$$D = 0.231 m$$

สามารถหาความเร็วเฉลี่ยที่น้ำไหลในท่อได้ดังนี้ คิดในกรณีน้ำเต็มท่อ $R = D$

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V = 0.397/0.013 \times (0.231)^{2/3} \times 0.00133^{1/2}$$

$$V = 0.792 m/s$$

สามารถหาพื้นที่หน้าตัดของท่อระบายน้ำ คิดในกรณีน้ำเต็มท่อ

$$A = \pi d^2/4$$

$$A = 22/7 \times 0.6^2 /4$$

$$A = 0.283 m^2$$

สามารถหาอัตราการไหลเต็มท่อ (Q_{full}) ได้ดังนี้

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.792 \times 0.283$$

$$Q = 0.22393 m^3/s$$

ดังนั้น สามารถหาปริมาณน้ำที่สามารถหน่วงในท่อได้ดังนี้

$$Q_{รวม} = 0.22393 \times 100$$

$$Q_{รวม} = 22.393 \text{ m}^3$$

2.2 การคำนวณหาพื้นที่บ่อพักน้ำ

2.2.1 บ่อพักน้ำปกติ คือพื้นที่สำหรับหน่วงน้ำฝนที่ตกลงมา เพื่อชะลอการไหลของน้ำออกจากพื้นที่โครงการไปสู่พื้นที่สาธารณะรอบข้าง ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก การนำปริมาณน้ำที่ต้องการระบายออกจากพื้นที่หลังการปรับปรุง หักลบด้วยปริมาณน้ำที่ต้องการระบายออกจากพื้นที่ก่อนการปรับปรุง และปริมาณน้ำที่ท่อระบายน้ำสามารถกักเก็บไว้ได้ จะได้ปริมาณน้ำที่บ่อพักน้ำจำเป็นต้องรองรับได้

เมื่อได้ปริมาณน้ำที่ยังเหลืออยู่ หมายถึงปริมาณน้ำขั้นต่ำที่สุดที่บ่อพักน้ำควรรองรับได้ เมื่อผู้ออกแบบทราบถึงปริมาณแล้วก็จะสามารถคำนวณพื้นที่บ่อพักได้ตามสูตรหาปริมาตรทั่วไป เช่น $\text{Width} \times \text{Length} \times \text{Depth} = \text{ปริมาตรความจุบ่อทรงเหลี่ยม}$ โดยมีหน่วยเป็น m^3

2.2.2 บ่อพักน้ำประเภท Free board คือ บ่อพักน้ำที่มีน้ำขังอยู่ตลอดเวลา การหาปริมาตรน้ำในบ่อ Free board คือการหาปริมาตรน้ำที่บ่อสามารถจุได้ทั้งหมด หักออกด้วยปริมาณน้ำที่เป็นระดับเดิมที่บ่อมีอยู่ จะเป็นปริมาณน้ำที่บ่อสามารถรับน้ำได้เพิ่มสำหรับบ่อ Free board

3. สรุปเนื้อหาสำคัญ

การออกแบบพื้นที่รองรับน้ำ และการคำนวณ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆองค์ประกอบ ผู้ออกแบบจะต้องศึกษาก่อนว่า การเปลี่ยนแปลง ส่งผลกระทบต่อภาพรวมของภูมิภาคหรือไม่อย่างไร เนื่องจากปัจจัยของบริบทรอบข้าง เป็นสิ่งสำคัญต่อการตัดสินใจได้ว่า ปริมาณของน้ำที่เราต้องการจะหน่วงหรือระบายออกมีมากหรือน้อยเพียงใด ใช้ระยะเวลาเท่าไร อีกทั้งยังช่วยในการออกแบบเบื้องต้นได้ว่า ควรจะจัดการพื้นที่อย่างไร ก่อนที่จะไปประยุกต์การออกแบบเข้ากับการคำนวณเชิงวิศวกรรม (การคำนวณท่อระบายน้ำ) ซึ่งจะช่วยให้ขนาดของท่อระบายน้ำมีขนาดเล็กลง ซึ่งอาจจะส่งผลต่อทัศนียภาพของภูมิทัศน์ด้วย

บทที่ 6

กรณีศึกษา

ในการศึกษาวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการนำองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมมาใช้เพื่อการบรรเทาปัญหาทางอุทกวิทยาเมือง

การเลือกกรณีศึกษา จึงต้องเป็นการเลือกกรณีศึกษาที่มีความสอดคล้องกับการบรรเทาปัญหาทางอุทกวิทยาเมืองโดยการใช้องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม เพื่อใช้เป็นแนวทางและการสนับสนุนแนวความคิดที่ต้องการ โดยมีข้อกำหนดในการเลือกกรณีศึกษา ดังนี้

1. จะต้องเป็นโครงการที่มีการก่อสร้างจริง และการก่อสร้างสำเร็จลงไปแล้ว
2. จะต้องเป็นโครงการที่ใช้องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม เพื่อบรรเทาปัญหาทางอุทกวิทยาเมือง

1. กรณีศึกษาที่ 1

1.1 ข้อมูลพื้นฐาน

ชื่อโครงการ: The Emerald Necklace

สถานที่ตั้ง: เมืองบอสตัน, บรูคลิน และ แมซซาชูเซต ประเทศสหรัฐอเมริกา

ขนาด: 1,100 เอเคอร์ (ประมาณ 4.5 ตารางกิโลเมตร)

ออกแบบโดย: Frederick Law Olmsted

ปีที่เริ่มก่อสร้าง: คริสตศักราช 1878

ปีที่โครงการเสร็จ: คริสตศักราช 1989

ประวัติความเป็นมา:

โครงการนี้เริ่มต้นจากความต้องการของภาครัฐ ที่จะบรรเทาปัญหาทางอุทกวิทยาเมือง ในพื้นที่ Back Bay และ Fens ด้วยสาเหตุที่พื้นที่ของเมืองเกิดจากการถมที่ จึงทำให้พื้นที่เมืองที่ถมขึ้น ประสบปัญหาอุทกภัยบ่อยครั้ง

ในปีค.ศ. 1880 Frederick Law Olmsted ได้เสนอให้นำ Muddy River ที่ไหลเชื่อมต่อจาก Jamaica Pond ที่ไหลผ่าน Fens เข้าไปรวมอยู่ในโครงการด้วย เพื่อใช้เป็นแนวเส้นทางการระบายน้ำไปสู่ Charles River ซึ่งแนวความคิดของ Olmsted คือการเชื่อมต่อสวนของเมืองด้วยแนว Parkway และ River way เชื่อมกับพื้นที่พักผ่อนขนาดเล็กจำนวนมาก

จากภาพที่ 37 แสดงให้เห็นว่าผังของ The Emerald Necklace เริ่มต้นที่ Downtown Crossing ใกล้เมืองบอสตัน เชื่อมตามเส้นทางตามแนวเขตรหว่างบอสตันและบรู๊คลิน ก่อนจะเลี้ยวเข้าสู่ Back Bay และ The Fens แล้วเชื่อมต่อกับ River way ผ่าน Olmsted Park และ Jamaica Pond ก่อนจะเชื่อมเข้ากับพื้นที่ของ Arnold Arboretum ตามแนวการเชื่อมต่อของ Muddy River แล้วเลี้ยวหักลงมาที่ Franklin Park และไปจบที่ Boston Harbor



ภาพที่ 38 แสดง Boston Public Garden พื้นที่ส่วนที่ 2 ใน The Emerald Necklace

ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/Emerald_Necklace) (http://en.wikipedia.org/wiki/Emerald_Necklace)



ภาพที่ 39 แสดง Back Bay Fens พื้นที่ส่วนที่ 3 ใน The Emerald Necklace
ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/Emerald_Necklace) (http://en.wikipedia.org/wiki/Emerald_Necklace)



ภาพที่ 40 แสดง Olmsted Park พื้นที่ส่วนที่ 4 ใน The Emerald Necklace
ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/Emerald_Necklace) (http://en.wikipedia.org/wiki/Emerald_Necklace)



ภาพที่ 41 แสดง Ward Pond ภายใน Olmsted Park พื้นที่รองรับน้ำ

ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/Emerald_Necklace) (http://en.wikipedia.org/wiki/Emerald_Necklace)



ภาพที่ 42 แสดงแนวทางเดินขนานคูกับ River way

ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/Emerald_Necklace) (http://en.wikipedia.org/wiki/Emerald_Necklace)

1.2 แนวความคิดและองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมที่นำมาใช้

1.2.1 พื้นที่สวนสาธารณะ และสวนรุกขชาติ การสร้างพื้นที่กักเก็บน้ำสำหรับชุมชนเมืองขนาดใหญ่ เราสามารถนำพื้นที่นันทนาการในเมือง เช่น สวนสาธารณะ มาประยุกต์ให้เป็นพื้นที่รองรับน้ำได้ เนื่องจากสวนสาธารณะเป็นเสมือนพื้นที่รองรับน้ำธรรมชาติที่คอยดักน้ำที่ไหลเอ่อล้นตามบริบทของเมือง และยังถูกประยุกต์เพื่อใช้ในการบำบัดน้ำอีกด้วย เนื่องจากสวนสาธารณะมักจะถูกสร้างขึ้นเพื่อเชื่อมต่อกับโครงข่ายของแม่น้ำสายหลักๆตาม ธรรมชาติ และพื้นที่ประเภททะเลสาบ จึงเหมาะแก่การใช้งานในการรองรับน้ำของเมือง

1.2.2 Parkway และ River way เป็นการนำองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม มาเป็นแนวการเชื่อมต่อสวนสาธารณะต่างๆของเมือง ซึ่งสามารถทำให้ช่วยเพิ่มพื้นที่ในการชะลอการไหลของน้ำ และยังส่งผลต่อระบบนิเวศอีกด้วย เนื่องจากแนวเส้นทางสีเขียว (Green Corridor) จะทำหน้าที่เปรียบเสมือนแนวทางเดิน หรือเส้นทางอพยพของสัตว์ขนาดเล็กต่างๆ

1.2.3 พื้นที่รองรับน้ำและโครงข่ายระบายน้ำ ตามแนวความคิดของ Frederick Law Olmsted ในการเชื่อมต่อพื้นที่รองรับน้ำขนาดใหญ่ต่างๆเข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นสวนสาธารณะ สวนรุกขชาติ หรือบึงน้ำขนาดเล็ก อย่าง Jamaica Pond ด้วยแนว Parkway และ River way ส่งผลให้โครงข่ายระบายน้ำของเมือง สามารถเชื่อมต่อกันกับพื้นที่รองรับน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีปลายทางที่อ่าวของเมืองบอสตัน ดังนั้นโครงข่ายการระบายน้ำและการเชื่อมต่อของพื้นที่รองรับน้ำนี้ จะช่วยรองรับปัญหาน้ำท่วมภายในเมือง ก่อนที่จะไหลออกไปสู่ทะเลในท้ายที่สุด

2. กรณีศึกษาที่ 2

2.1 ข้อมูลพื้นฐาน

ชื่อโครงการ: The Woodlands

สถานที่ตั้ง: เท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา

ขนาด: 15,000 เอเคอร์ (ประมาณ 60 ตารางกิโลเมตร)

ออกแบบโดย: WMRT (David A. Wallace, Ian L. McHarg, William H. Robert and Thomas A. Todd)

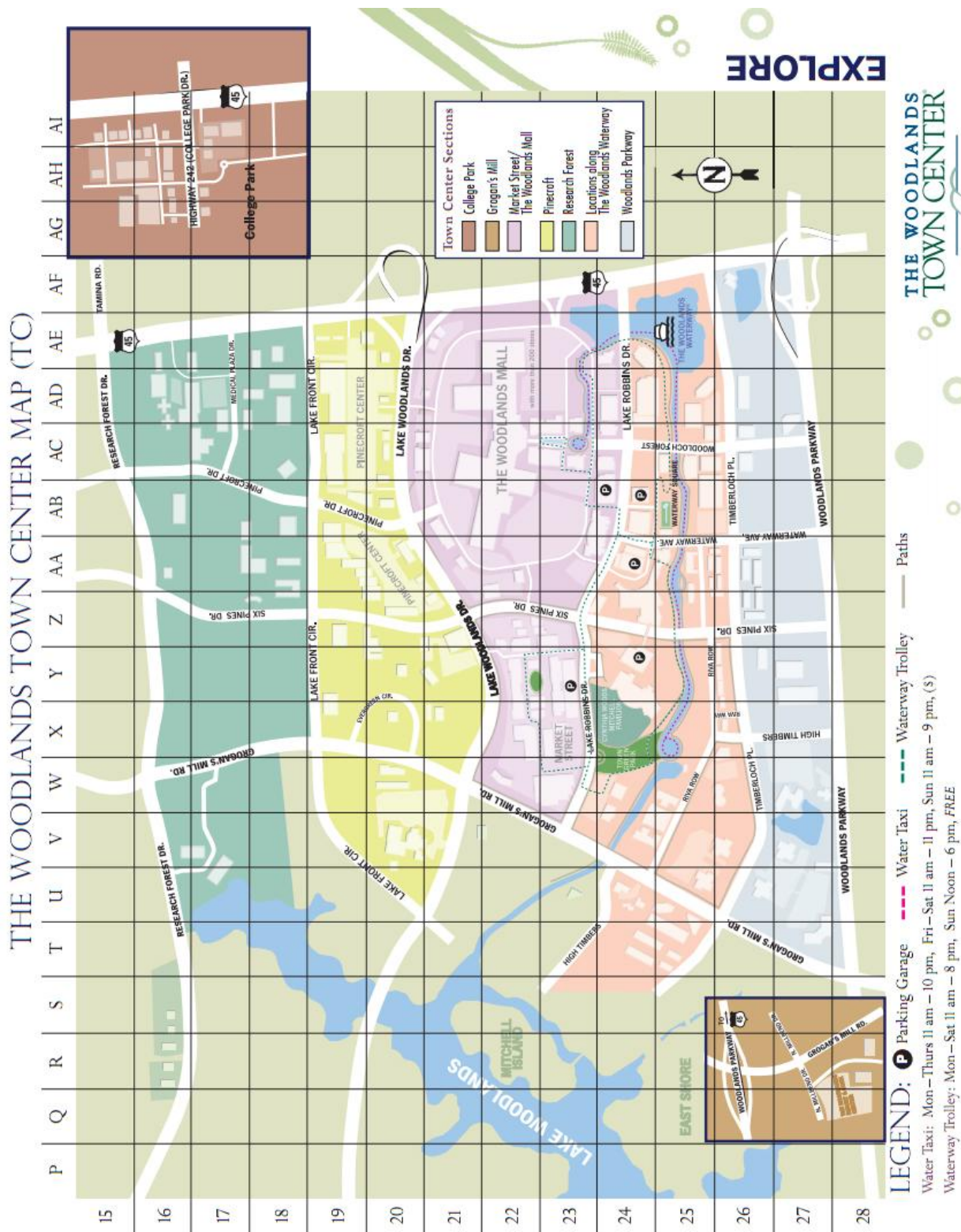
ปีที่เริ่มวางแผนก่อสร้าง: คริสตศักราช 1960

ปีที่โครงการเสร็จ: คริสตศักราช 1974

ประวัติความเป็นมา:

โครงการนี้เริ่มต้นจาก George Mitchell นักธุรกิจน้ำมันของเท็กซัส เริ่มสนใจในการพัฒนาเมือง และเริ่มคำนึงถึงสังคมและสภาพแวดล้อม จึงเริ่มทำโครงการ New Communities Program, Title VII of the Housing and Urban Development Act of 1970 ขึ้น เพื่อศึกษาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นภายในพื้นที่ และได้ตัดสินใจจ้างบริษัท WMRT ซึ่งมี Ian L. McHarg เข้ามาทำการออกแบบโครงการนี้ และได้พบว่าการพัฒนาเมืองจะทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบการระบายน้ำภายในเมือง เนื่องจากพื้นที่สำหรับให้น้ำซึมลงดินน้อยลง และจะส่งผลกระทบต่อเมือง Houston ทางตอนใต้

Ian McHarg มองว่าระบบอุทกวิทยาเป็นกุญแจสำคัญของระบบนิเวศ และจากการศึกษายังพบอีกว่า ระบบระบายน้ำและการกักเก็บน้ำใต้ดินของพื้นที่ในวูดแลนด์ เป็นระบบธรรมชาติที่มีความสำคัญ ดังนั้นการออกแบบโครงการจึงทำเพื่อตอบสนองต่อระบบดังกล่าวและเพื่อรักษาและปรับปรุงคุณภาพน้ำของพื้นที่อีกด้วย โดย McHarg เชื่อว่าระบบอุทกวิทยาเมืองของ Woodlands นั้นเหมาะสมอยู่แล้ว ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ภายในเมืองจะต้องทำในปริมาณที่น้อยที่สุด และทำการวิเคราะห์ สภาพพื้นที่และศักยภาพของพื้นที่ ทำให้พบว่า พื้นที่ในแต่ละส่วน มีศักยภาพในการพัฒนา สูงหรือต่ำเพียงใด แล้วนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ให้สัมพันธ์กับ facility ของเมือง ยกตัวอย่างเช่น โรงพยาบาล หรือที่พักอาศัยหนาแน่น จะทำการลดปริมาณพื้นที่ลาดแจ้งให้น้อยที่สุด



ภาพที่ 43 แสดงแผนผังของ The Woodlands, Texas

ที่มา : The Woodlands, Texas (<http://www.thewoodlandscvb.com/map.asp>)



ภาพที่ 44 แสดง Riverway ใน The Woodlands, Texas

ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Woodlands,_Texas) (http://en.wikipedia.org/wiki/The_Woodlands,_Texas)



ภาพที่ 45 แสดง Residential Area ใน The Woodlands, Texas

ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Woodlands,_Texas) (http://en.wikipedia.org/wiki/The_Woodlands,_Texas)



ภาพที่ 46 แสดงทางสัญจรภายใน The Woodlands, Texas

ที่มา : [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Woodlands,_Texas) (http://en.wikipedia.org/wiki/The_Woodlands,_Texas)

2.2 แนวความคิดและองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมที่นำมาใช้:

2.2.1 การนำการศึกษา การวิเคราะห์พื้นที่ เพื่อให้ผู้ออกแบบเข้าใจถึงศักยภาพของพื้นที่ ลักษณะ และความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนพื้นที่ รวมถึงสามารถคาดคะเนถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

2.2.2 มีการวางแผนพัฒนาเมืองและภูมิภาคอย่างมีประสิทธิภาพ ทางผู้ออกแบบได้ศึกษาถึงภาพรวมของพื้นที่ ว่าการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ Woodlands จะส่งผลกระทบอะไรต่อภูมิภาค และมีการวางแผนจัดสรรพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม กับศักยภาพของพื้นที่ดังกล่าว

2.2.3 การปรับเปลี่ยนพื้นที่ธรรมชาติที่มีการปรับเปลี่ยนเท่าที่จำเป็น ทำให้เมืองสามารถรักษาสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงที่สุดกับธรรมชาติ โดยสามารถรองรับและระบายน้ำได้ดีอยู่แล้ว

บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูล ขั้นตอนในการศึกษา การวิเคราะห์รวมไปถึงแนวความคิดต่างๆที่ใช้ ซึ่งได้อธิบายรายละเอียดไว้ตั้งแต่บทที่ 1 ถึง 6 การวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นข้อเสนอแนะ และเสนอแนวความคิดเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ ดังนั้นในการนำวิจัยนี้ไปใช้ในการศึกษาต่อ หรือเป็นข้อมูลในการจัดทำโครงการต่างๆในอนาคต ควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมในรายละเอียดต่างๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

การออกแบบและวางผัง เพื่อการชะลอน้ำจำเป็นต้องมีการวางแผน และการดำเนินงานที่เหมาะสมอย่างเป็นระบบ โดยการวางแผนและการดำเนินงานที่ดีจะช่วยให้โครงการประสบความสำเร็จ และขับเคลื่อนไปสู่ความอยู่อย่างยั่งยืน ซึ่งไม่เพียงแต่สามารถช่วยให้บรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ยังสามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวและปรับปรุงภูมิทัศน์ของเมืองให้มีเอกลักษณ์เฉพาะที่มากขึ้นอีกด้วย

1. ผลที่ได้รับจากการศึกษา

1.1 จากการศึกษาทำให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม ที่มีผลต่อระบบอุทกวิทยาเมือง ซึ่งองค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยาเมือง สามารถแยกเป็นองค์ประกอบระดับภูมิภาค และองค์ประกอบทางกายภาพ ซึ่งองค์ประกอบระดับภูมิภาค ถือเป็นการจัดการออกแบบและวางผังเมือง การจัดการต่อระบบผังเมือง สามารถกำหนดและใช้ประโยชน์พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถจัดสรรและกำหนดประโยชน์และหน้าที่ใช้สอยของผังเมืองรวม เพื่อตอบสนองต่อระบบทางอุทกวิทยาเมืองได้อย่างเหมาะสม ตัวอย่างเช่น The Woodlands, Texas ซึ่งมีการวิเคราะห์ในระดับภูมิภาค เพื่อจะได้สามารถคาดการณ์ถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลง และเพื่อสามารถนำศักยภาพที่มีของพื้นที่มาใช้ประโยชน์ได้อย่างดี ที่ส่งผลต่อกระบวนการทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในระบบการหมุนเวียนของน้ำ พบว่าการเติบโตขึ้นของเมืองเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางภูมิทัศน์ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อระบบอุทกวิทยา เนื่องจากการขยายตัวของเมืองเพื่อรองรับกิจกรรมที่มากขึ้นของเมืองโดยไม่สอดคล้องกับศักยภาพ และเส้นทางต่างๆที่มีอยู่เดิมตามธรรมชาติ ทำให้เกิดปัญหาในการระบายน้ำขึ้น

1.2 จากการศึกษาความสัมพันธ์ของภูมิทัศน์เมืองและระบบทางอุทกวิทยา ทำให้ทราบสาเหตุของปัญหาระหว่างน้ำและเมือง ว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ คือ เส้นทางน้ำจะไหลจากที่สูงลงที่ต่ำ เมื่อเส้นทางน้ำไหลผ่านเมือง จะทำให้การดูดซึมน้อยลง และน้ำจะมีการไหลที่เร็วขึ้น จึงควรมีการกำหนด คุณลักษณะของพื้นที่สีเขียว ให้มีหน้าที่ในการรองรับปรากฏการณ์ทางอุทกวิทยาที่ต่างกันไป เช่น การใช้พื้นที่สีเขียวเป็นพื้นที่ชะลอน้ำก่อนที่จะไหลเข้าสู่ตัวเมือง หรือใช้ในการเป็นพื้นที่รวบรวมน้ำและให้น้ำไหลซึมลงสู่พื้นดินได้

1.3 จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ ทำให้พบว่า กระบวนการธรรมชาติกับการออกแบบภูมิทัศน์มีความสำคัญและมีผลกระทบถึงกันเสมอ กระบวนการและวิธีการเพื่อการวางแผนภูมิทัศน์ อีกทั้งการพัฒนาและการอนุรักษ์ เป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาภูมิทัศน์ให้เป็นไปตามเป้าหมาย โดยเป้าหมายของการศึกษานี้ คือการสร้างความสะดวกคล่องนี้ให้เกิดขึ้น

1.4 จากการศึกษาทฤษฎีการคำนวณพื้นที่พักน้ำ ทำให้เข้าใจถึงพื้นฐานการคำนวณเบื้องต้นที่สามารถนำมาประยุกต์เพื่อใช้ในการออกแบบ โดยสอดคล้องกับทฤษฎีอื่นๆ ที่กล่าวมาข้างต้นได้ โดยจะต้องคำนึงถึงบริบทรอบข้างเป็นสำคัญ เพื่อที่จะบรรเทาปัญหาทางอุทกวิทยาเมืองได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะ

การศึกษาเพื่อหาหลักการในการวางแผนออกแบบภูมิทัศน์ เพื่อแก้ปัญหาและระบายน้ำผิวดินนี้ เป็นการวางแผนภูมิทัศน์ในการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ที่ปรากฏในภูมิทัศน์ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยในการวิเคราะห์ต่างๆ เพื่อสร้างเหตุผลในการตัดสินใจ สำหรับการวางแผนและพัฒนาสู่การออกแบบต่อไป

จากการศึกษาตามขั้นตอนและวิธีการวิจัยนี้ จึงสามารถสรุปข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการศึกษาต่ออย่างได้ดังนี้

2.1 สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้อง ในการดำเนินการต่างๆ เช่น การหาความเหมาะสมต่อการสร้างโครงการ หรือการวางแผนผังเมืองในอนาคต โดยการนำการศึกษาครั้งนี้มาสร้างเหตุผลในการตัดสินใจร่วม

2.2 ในการศึกษาองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ ประกอบไปด้วยกระบวนการทางธรรมชาติ ซึ่งการศึกษานี้กล่าวถึงกระบวนการทางอุทกวิทยา และที่นอกเหนือจากนี้ยังมี ธรณีวิทยา บรรยากาศ รวมไปถึงระบบนิเวศด้วย จากปัจจัยที่หลากหลายของแต่ละกระบวนการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางภูมิทัศน์ จึงควรมีการศึกษาอื่นๆ นอกเหนือจากกระบวนการทางอุทกวิทยา ซึ่ง

สอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบภูมิทัศน์ให้สอดคล้องกับธรรมชาติ จะทำให้การออกแบบเป็นไปในแนวทางที่ถูกต้องและนำไปสู่ความยั่งยืนแก่ภูมิทัศน์สืบต่อไป

2.3 สามารถนำหลักการคำนวณพื้นฐานเชิงวิศวกรรมเบื้องต้นนี้ ไปสนับสนุนการสอนเพื่อให้ผู้ที่ทำการศึกษาต่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานออกแบบ และเพื่อพัฒนางานออกแบบให้สามารถแสดงศักยภาพของงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมข่าวทหารอากาศ[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 7 กุมภาพันธ์ 2554 เข้าถึงได้จาก

<http://www.intell.rtaf.mi.th/newsdetail.asp?id=49544>

กองจัดการคุณภาพน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต. HYDROLOGICAL YEARBOOK WATER YEAR

2006. กรุงเทพมหานคร: การไฟฟ้าฝ่ายผลิต, 2549.

กิริติ ลีจันกุล. อุทกวิทยา(HYDROLOGY). กรุงเทพมหานคร: หจก.สยามสเตรชเนอริชัพพลายส์, 2543.

โครงการชลประทานสงขลา[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2554 เข้าถึงได้จาก

<http://irrigation.rid.go.th/rid16/sip/songkhaproject/index.php/project-activities-m/general-knowledge-submenu/221-season-in-the-world.html>

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสีย และน้ำฝน. พิมพ์ครั้งที่ 5

กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2549.

ประกอบ วิโรจน์บุญ. อุทกวิทยาของน้ำผิวดิน. ขอนแก่น: คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2539.

พิสิษฐ บำเพ็ญกิจ. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ฝนของภาคต่างๆในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน, 2542.

พื้นที่เชื่อมต่อในโครงสร้างสาธารณูปโภคสีเขียวของเมือง[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2554

เข้าถึงได้จาก <http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=jae-hom47&group=9>

พื้นที่ธรรมชาติ[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2554 เข้าถึงได้จาก

http://www.thailand2booking.com/chiangmai/travel_09.html

พื้นที่สาธารณะ[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2554 เข้าถึงได้จาก

http://ca5305600145.blogspot.com/2010_08_01_archive.html

ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 11 กุมภาพันธ์ 2554 เข้าถึงได้จาก

<http://www.land.arch.chula.ac.th/thai/index.html>

ศูนย์ข้อมูลกรุงเทพมหานคร[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2554 เข้าถึงได้จาก

<http://203.155.220.118/info/NowBMA/frame.asp>

สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร, รายงานฉบับสมบูรณ์แผนแม่บทพื้นที่สีเขียวของกรุงเทพมหานคร.

กรุงเทพมหานคร: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

อภิชาติ วงศ์แก้ว. “น้ำท่วมกรุงเทพมหานครและแนวทางแก้ไข.” ใน วารสารราชบัณฑิตยสถาน ปีที่ 25, 170-196. กรุงเทพมหานคร, 2543.

ภาษาต่างประเทศ

American Planning Association. The American Planning Association (APA). USA: American Planning Association, 2006.

Bio-swale [Online]. Accessed 22 December 2010. Available from <http://www.portlandonline.com/shared/cfm/image.cfm?id=96962>

Black, Peter E., Watershed Hydrology. Second Edition, New York, USA: Lewis Publishers., 1996.

City run-off [Online]. Accessed 4 January 2011. Available from <http://www.cityofmenasha-wi.gov>

Clar, Micheal L., Billy J. Barfield and Thomas P. O'Connor. Stormwater Best Management Practice Design Guide. Ohio, USA: National risk management research laboratory. Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, 2004.

Damm, Thomas and Luna B. Leopold. Water in Environmental Planning. New York, USA: W.H. Freeman and Company, 1998.

Fletcher, Tim and Ana Deletic. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing, 2005.

Harris, W. Charles and Nicholas T. Dines. Time-Saver Standards for Landscape Architecture. International Edition, Singapore: McGraw-Hill, Inc., 1995.

Marsh, William M. Landscape: An Introduction to Physical Geography. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 1980.

Marsh, William M. Landscape Planning: Environmental Application. Forth Edition, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2005.

McHarg, Ian L. Design with Nature. Philadelphia, USA: the Falcon Press, 1971.

Spirn, Anne Whiston. The Granite Garden: Urban Nature and Human Design. New York, USA: Basic Books, 1984.

Stormwater Service [Online]. Accessed 22 December 2010. Available from

<http://www.kingcounty.gov/environment/waterandland/stormwater/documents/surface-water-design-manual.aspx>

The Emerald Necklace [Online]. Accessed 16 March 2011. Available from

<http://www.emeraldnecklace.org/>

The Woodlands, Texas [Online]. Accessed 16 March 2011. Available from

<http://www.thewoodlandscvb.com/map.asp>

Wikipedia [Online]. Accessed 10 December 2010. Available from <http://en.wikipedia.org/wiki/>

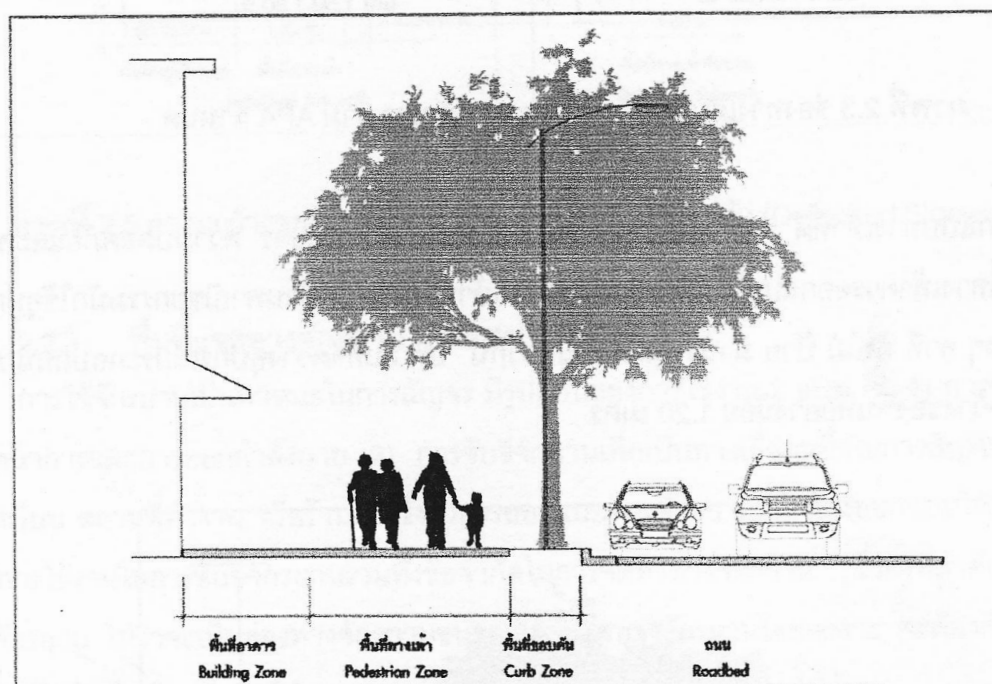
ภาคผนวก

การออกแบบภูมิทัศน์ถนน

การออกแบบภูมิทัศน์ถนนจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการออกแบบ ตามที่ปรากฏใน The American Planning Association (APA) ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่และขนาดทางเท้า (Sidewalk zones and Dimension)

พื้นที่ทางเท้า ประกอบด้วยส่วนต่างๆที่เป็นหลัก 3 ส่วน คือ ส่วนพื้นที่หน้าอาคาร (Building zone) ส่วนพื้นที่ทางเดินเท้า (Pedestrian zone) และส่วนพื้นที่ขอบถนน (Curb zone) ดังนั้นการออกแบบทางเท้าที่ดีจำเป็นต้องกำหนดแนวทางสัญจรหรือพื้นที่ทางเดินเท้าที่อยู่ตรงกลาง และไม่มีสิ่งกีดขวางบนเส้นทางเดินเท้า นอกจากนี้ควรมีการจัดองค์ประกอบภูมิทัศน์ถนนต่างๆ เช่น อุปกรณ์ประดับถนน (Street Furniture) หรือพืชพรรณสำหรับภูมิทัศน์ถนน (Street Plants) ที่จัดวางอย่างเป็นสัดส่วนบนพื้นที่ทางเท้าในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ที่สัญจร



ภาพที่ 47 แสดงส่วนประกอบของพื้นที่ทางเท้า

ที่มา : American Planning Association. The American Planning Association (APA).

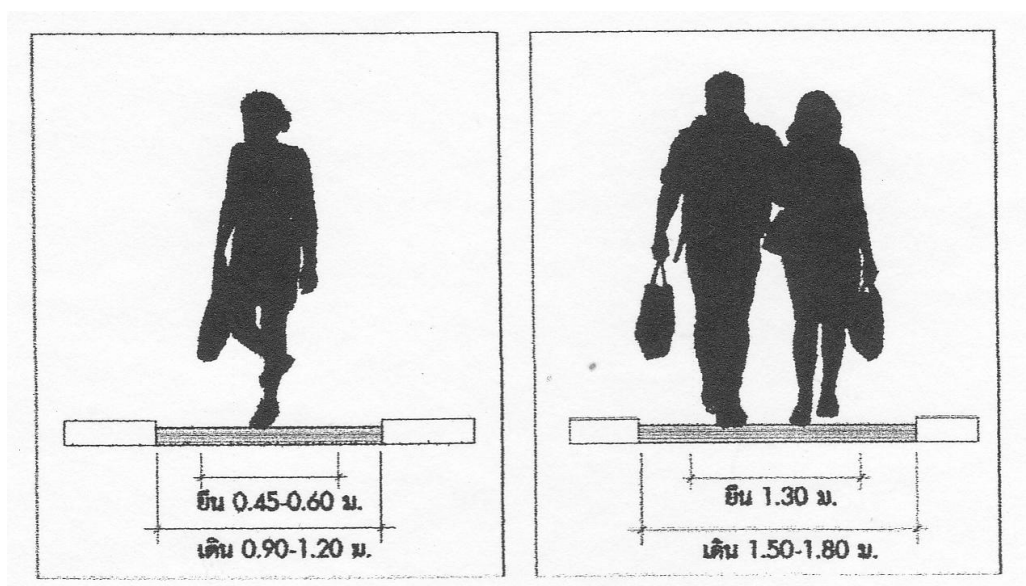
USA: American Planning Association. 2006.

2. หลักเกณฑ์มาตรฐานความกว้างของช่องทางเดิน

APA ได้กำหนดมาตรฐานความกว้างของช่องทางเดินเฉลี่ยสำหรับ 1 คนยืน ประมาณ 0.45-0.60 เมตร และความกว้างสำหรับช่องทางเดินอย่างน้อย 0.90-1.20 เมตร สำหรับคนสัญจร 1

คน และช่องทางเดินที่เหมาะสมสำหรับการสัญจร 2 คน อยู่ที่ 1.50-1.80 เมตร โดยไม่มีสิ่งกีดขวางช่องทางเดิน

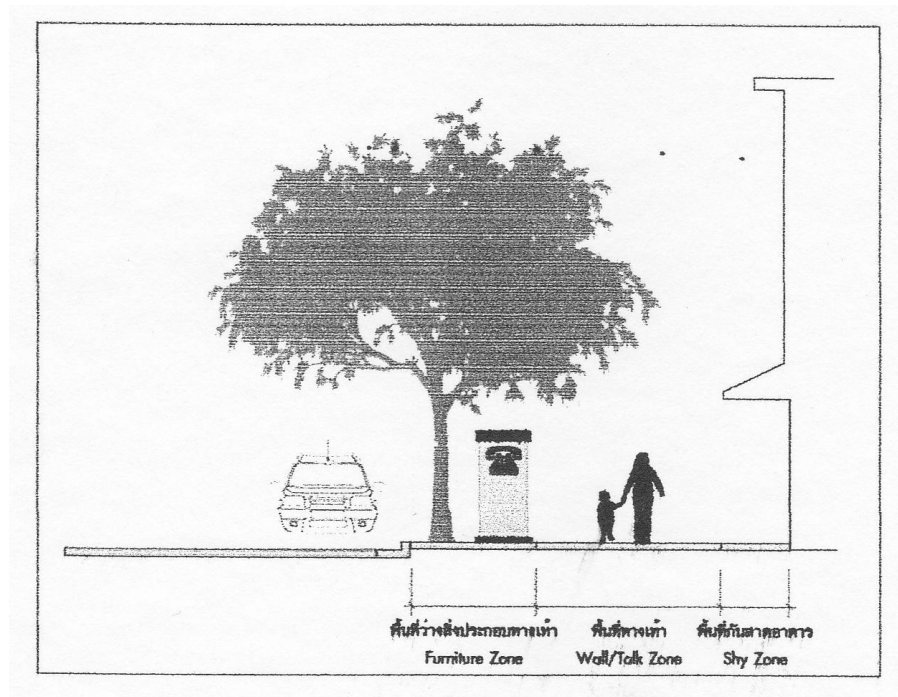
การออกแบบทางเท้าที่ดี จะต้องคำนึงถึงความสะดวกสบายและความปลอดภัยในการสัญจร ในย่านพาณิชยกรรมต่างๆ พื้นที่ทางเท้าควรออกแบบให้มีแนวที่กั้นระหว่างทางเท้ากับตัวถนน โดยใช้อุปกรณ์ประดับถนน หรือพืชพรรณต่างๆ เป็นแนวสำหรับกั้น ซึ่งบริเวณสำหรับจัดวางอุปกรณ์ประดับถนนต่างๆ APA ได้กำหนดความกว้างของพื้นที่นี้ อย่างน้อย 1.20 เมตร ส่วนพื้นที่ที่เป็นย่านที่พักอาศัย ควรมีพื้นที่สำหรับปลูกต้นไม้หรือจัดภูมิทัศน์ในระยะถาวร ซึ่งพืชพรรณที่ใช้ควรมีทรงพุ่มที่สามารถให้ร่มเงาสำหรับทั้งพื้นที่ถนนและทางเดินเท้า ความกว้างของทางเดินเท้าที่ใช้สำหรับปลูกพืชพรรณต่างๆ APA ได้กำหนดความกว้างไว้อย่างน้อย 1.80 เมตร เพื่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ในอนาคต



ภาพที่ 48 แสดงช่องทางเดินสำหรับ 1 และ 2 คนสัญจร

ที่มา : American Planning Association. The American Planning Association (APA).

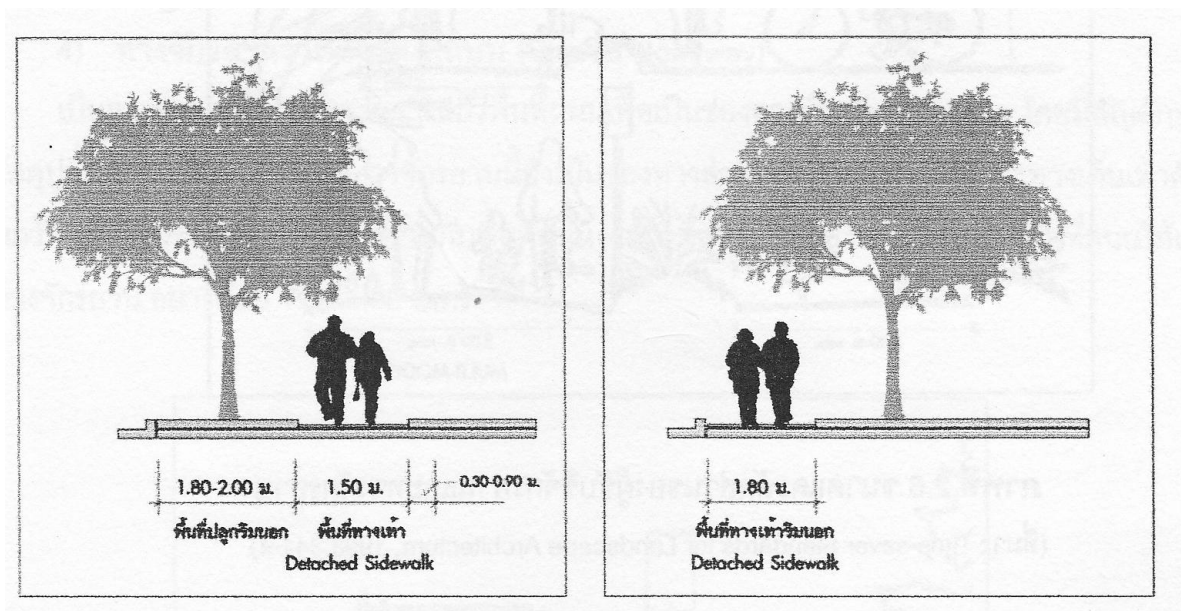
USA: American Planning Association. 2006.



ภาพที่ 49 แสดงความกว้างของพื้นที่สำหรับวางอุปกรณ์ประดับถนน

ที่มา : American Planning Association. The American Planning Association (APA).

USA: American Planning Association. 2006.



ภาพที่ 50 แสดงความกว้างของพื้นที่สำหรับปลูกพืชพรรณต่างๆบนทางเท้า

ที่มา : American Planning Association. The American Planning Association (APA).

USA: American Planning Association. 2006.

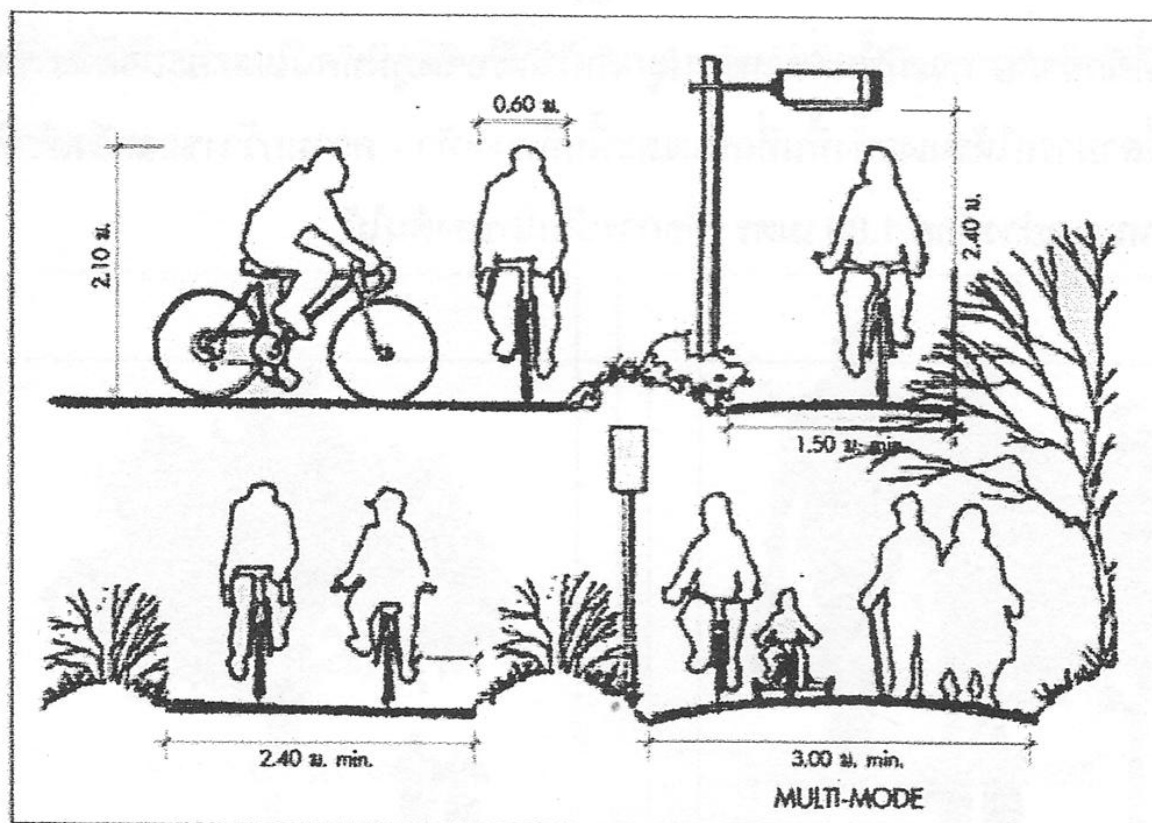
3. พื้นที่และทางจักรยาน (Bikeway)

The American Association of state Highway and transportation Officials (AASHTO) ได้ระบุเกี่ยวกับการใช้จักรยานเป็นพาหนะไว้ใน Time-server Standards for Landscape Architecture) ไว้ว่า "การใช้จักรยานเป็นพาหนะในการสัญจร มีรูปแบบของการใช้งาน 2 แบบ คือ

1. การใช้งานจักรยานเพื่อการนันทนาการและการออกกำลังกาย
2. การใช้งานจักรยานเพื่อเป็นทางเลือกในการสัญจรเพื่อเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ "

ในการออกแบบทางสัญจรสำหรับผู้ขับขี่จักรยานที่ดี ต้องออกแบบให้เหมาะสมกับรูปแบบการใช้งาน รวมถึงข้อจำกัดในการทำทางสำหรับจักรยานด้วย ซึ่งสิ่งที่สำคัญที่สุดในการทำทางจักรยาน ก็จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ขับขี่เป็นหลักสำคัญ โดยปัจจัยที่กำหนดความกว้างของทางจักรยานที่จำเป็นต่อการออกแบบประกอบไปด้วย

1. ขนาดและสัดส่วนเฉพาะของจักรยาน และผู้ขับขี่จักรยาน
2. การใช้ทางจักรยานที่มีการใช้งานหลากหลาย เช่น เป็นพื้นที่ทางเดินเท้าหรือลู่วิ่งสำหรับออกกำลังกายรวมอยู่ด้วย
3. ช่องว่างระหว่างการสัญจรสวนทาง และระยะห่างระหว่างอุปสรรคข้างทาง เช่น แนวพุ่มไม้หรือป้ายต่างๆ
4. การวางแผนปริมาณในการใช้จักรยานในพื้นที่ที่ทำการออกแบบ เพื่อสามารถทำทางจักรยานให้สามารถรองรับได้อย่างเหมาะสม



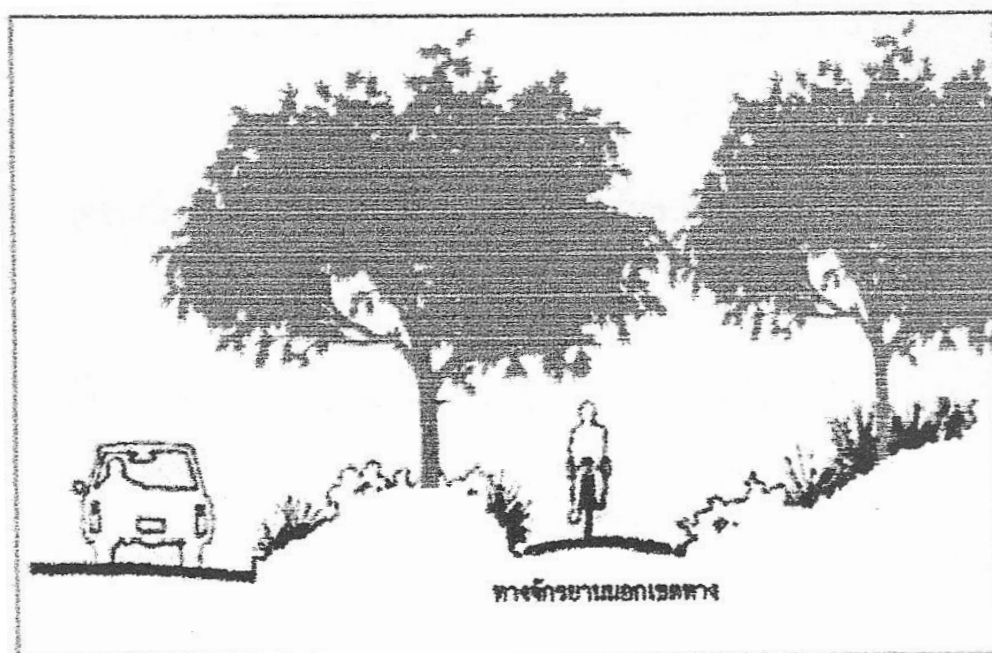
ภาพที่ 51 แสดงขนาดและสัดส่วนของผู้ขี่จักรยานและทางจักรยาน

ที่มา : Harris, W. Charles and Nicholas T. Dines. Time-Saver Standards for Landscape Architecture. International Edition, Singapore: McGraw-Hill, Inc., 1995.

The American Association of state Highway and transportation Officials (ASHTO) ยังได้กำหนดรูปแบบของทางจักรยานไว้เป็น 4 แบบ ดังนี้

1. ทางสำหรับจักรยาน (Bike path)

เป็นการกำหนดรูปแบบทางสำหรับจักรยานโดยเฉพาะและแยกออกเป็นสัดส่วน โดยจะเป็นทางโล่งที่ไม่มีต้นไม้ปกคลุมหรือเป็นทางที่มีต้นไม้ปกคลุม ซึ่งจะรวมอยู่ในพื้นที่เขตทางหรือนอกเขตทางก็ได้ มีความกว้างของทางจักรยานอย่างน้อย 2.40-3.40 เมตร

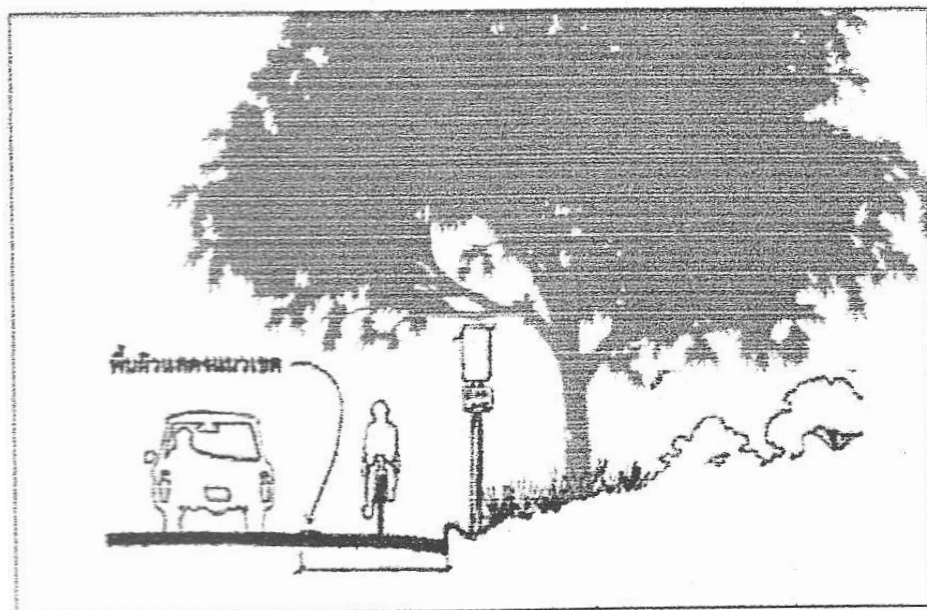


ภาพที่ 52 แสดงช่องทางจักรยาน (Bike path)

ที่มา : Harris, W. Charles and Nicholas T. Dines. Time-Saver Standards for Landscape Architecture. International Edition, Singapore: McGraw-Hill, Inc., 1995.

2. ช่องทางสำหรับจักรยานบนถนน (Bike lane)

ช่องทางสำหรับจักรยานบนถนนเป็นทางสำหรับจักรยานโดยเฉพาะ เป็นช่องทางสำหรับจักรยานที่ต่อเนื่องกับถนน มีการแสดงแนวขอบทางหรือวัสดุปูพื้นแสดงแนวเขตช่องทางจักรยานอย่างชัดเจนเพื่อความปลอดภัยของผู้สัญจร ความกว้างของช่องทางอย่างน้อย 1.50-1.80 เมตร



ภาพที่ 53 แสดงช่องทางสำหรับจักรยานบนถนน (Bike lane)

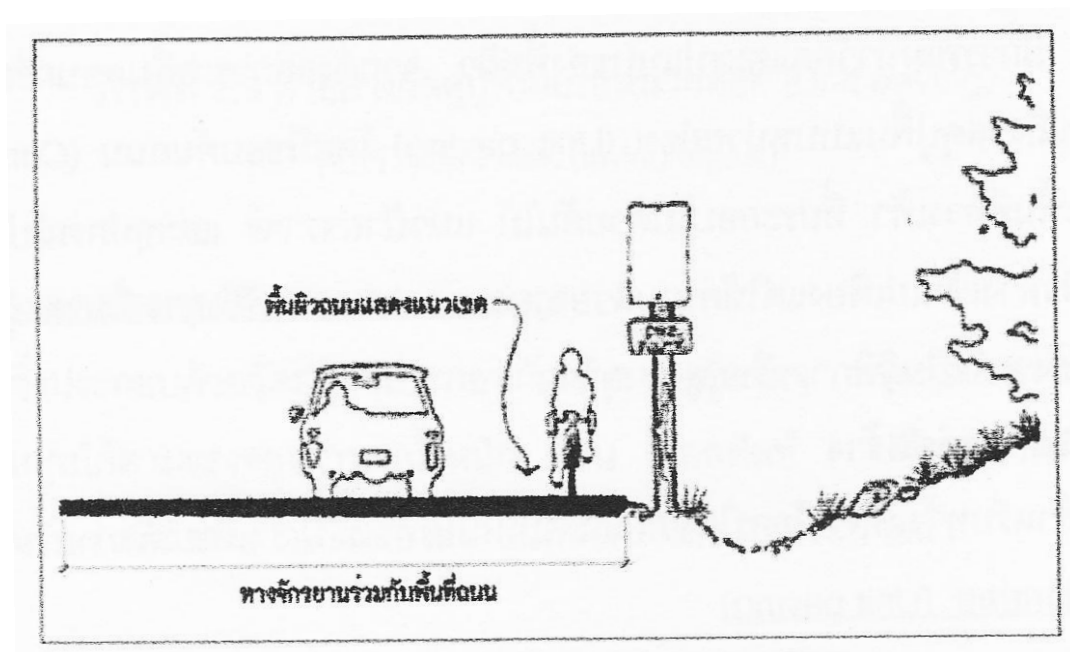
ที่มา : Harris, W. Charles and Nicholas T. Dines. Time-Saver Standards for Landscape Architecture. International Edition, Singapore: McGraw-Hill, Inc., 1995.

3. ช่องทางจักรยานริมไหล่ทาง (Wide Outside lane)

เป็นการทำช่องทางจักรยานบริเวณริมไหล่ทางโดยการขยายพื้นที่ไหล่ทางออกไปเพื่อการสัญจรอย่างสะดวกและปลอดภัย ซึ่งนอกจากเป็นช่องทางจักรยานแล้วยังเป็นช่องทางสำหรับจักรยานยนต์รวมอยู่ด้วย โดยไม่มีสิ่งแสดงถึงแนวเขตช่องทางจักรยานแต่จะเป็นพื้นที่ที่ขยายออกไปจากถนนสัญจรหลัก โดยมีความกว้างมาตรฐานจากแนวเขตถนนอย่างน้อย 4.20 เมตร

4. ทางจักรยานร่วมกับพื้นที่ถนน (Shared Roadway)

เป็นการทำทางจักรยานจากการแบ่งพื้นที่ถนน เพื่อเป็นช่องทางสำหรับจักรยาน โดยมีสัญลักษณ์บ่งบอกถึงทางจักรยานหรือวัสดุปูพื้นบ่งบอกถึงเส้นทาง ซึ่งช่องทางจักรยานนี้ยังเป็นช่องทางสำหรับจักรยานยนต์หรือทางเดินเท้าอีกด้วย ความกว้างของช่องทางโดยปกติจะใช้ร่วมกับพื้นที่ถนน แต่ถ้ามีปริมาณการใช้จักรยานสูง อาจแบ่งพื้นที่ถนนให้เป็นช่องทางจักรยานอย่างน้อย 1.50-1.80 เมตร



ภาพที่ 54 แสดงช่องทางสำหรับจักรยานริมไหล่ทาง (Wide Outside lane) และช่องทางจักรยานร่วมกับพื้นที่ถนน (Shared Roadway)

ที่มา : Harris, W. Charles and Nicholas T. Dines. Time-Saver Standards for Landscape Architecture. International Edition, Singapore: McGraw-Hill, Inc., 1995.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล	ณัฐจิร ดันติเลิศอนันต์
วัน เดือน ปีเกิด	9 เมษายน 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
ที่อยู่	753 ถนนอ่อนนุช แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250
เบอร์โทรศัพท์	(087) – 562 – 0609, 02 – 329 – 1416
E-mail	nutt_ar4@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	
2548	สำเร็จการศึกษาปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร บัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขา สถาปัตยกรรมหลัก มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
2552	ศึกษาต่อระดับปริญญาโทบริหารบัณฑิต หลักสูตรภูมิ ภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาค วิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร