



การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว
กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา

โดย

นางสาวโสภิตา ปิตนุ้ย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การผังเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการผังเมือง
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว
กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา

โดย

นางสาวโสภิตา ปิตนุ้ย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การผังเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการผังเมือง
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

AN ANALYSIS OF THE SUITABLE AREA OF THE BLUE-GREEN
INFRASTRUCTURE IN THE SONGKHLA LAKE SUB-BASIN

BY

MISS SOPITA PIDNUY



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

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวโสภิตา ปิตนุ้ย

เรื่อง

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว
กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การผังเมืองมหาบัณฑิต

เมื่อวันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2563

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุธี อนันต์สุขสมศรี)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิจ ตันติศิริินทร์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานัส ศรีวินิช)

คณบดี



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาสาฬห์ สุวรรณฤทธิ์)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา
ชื่อผู้เขียน	นางสาวโสภิตา ปิณฑุ์
ชื่อปริญญา	การผังเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	การผังเมือง สถาปัตยกรรมและการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิจ ดันติศิริรินทร์
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

ปัจจุบันอุทกภัยเป็นภัยธรรมชาติที่ทำให้เกิดอันตรายและความเสียหายทั้งทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจและสังคมซึ่งอุทกภัยเกิดได้เกือบทุกพื้นที่โดยเฉพาะพื้นที่ชายฝั่งทะเล พื้นที่ราบและบริเวณที่ไม่มีทางระบายน้ำออกมากพอสำหรับพื้นที่นั้น ในอดีตการเกิดอุทกภัยมีสาเหตุจากธรรมชาติแต่ในปัจจุบันอุทกภัยส่วนใหญ่มีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างกีดขวางลำน้ำ การเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของน้ำด้วยสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ การใช้ทรัพยากรน้ำและป่าไม้เกินขีดความสามารถในการจัดการของธรรมชาติ ทำให้วัฏจักรของน้ำสูญเสียสมดุลและมีแนวโน้มที่จะเกิดอุทกภัยขึ้นบ่อยครั้งและทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนป้องกันอย่างเหมาะสมโดยแนวคิดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว เป็นหนึ่งในแนวคิดการพัฒนาพื้นที่ที่สามารถบรรเทาภาวะภัยได้

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินและสีเขียว (Blue-Green Infrastructure) (2) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว (3) เสนอแนะมาตรการการพัฒนาพื้นที่ที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว โดยมีพื้นที่ในลุ่มแม่น้ำย่อยทะเลสาบสงขลาเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาอุทกภัยบ่อยครั้ง โดยการศึกษาวิเคราะห์หาเกณฑ์ในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมจะศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมและใช้วิธีการบวนการตัดสินใจเชิงลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP) ในการคำนวณค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย จากนั้นจึงนำพื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว มาศึกษาความเป็นไปได้ของพื้นที่โดยนำมาเปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2561 และนำมาจัดทำโครงการเพื่อช่วยบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา

ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสื่อน้ำเงิน-สีเขียวนั้น จะอยู่ที่ทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นบริเวณการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ และอยู่ใกล้กับบริเวณแหล่งน้ำ โดยพื้นที่เหมาะแก่การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสื่อน้ำเงินมีพื้นที่ร้อยละ 11.37 ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่เหมาะแก่การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวนั้นมีพื้นที่ร้อยละ 23.78 ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนามี ดังนี้ (1) พื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ พื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาคือบริเวณ คลองระบายน้ำ ร.1 และคลองระบายน้ำ ร.3 (2) พื้นที่ช่องทางน้ำหลาก พื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาคือบริเวณ คลองอู่ตะเภา (3) พื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาคือบริเวณ ป่าชายเลน ตำบลหัวเขา (4) พื้นที่หลัก พื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาคือบริเวณพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรมในอำเภอสะเตา (5) พื้นที่ตั้ง พื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาคือบริเวณสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ และสวนประวัติศาสตร์พลเอกเปรม ติณสูลานนท์ สงขลา (6) พื้นที่เชื่อมต่อ พื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาคือบริเวณ ทางหลวงชนบทหมายเลข 4145 ถนนเพชรเกษม ถนนกาญจนวนิช และทางหลวงชนบทหมายเลข 408 และได้เสนอโครงการเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดจากอุทกภัย โดยการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสื่อน้ำเงิน-สีเขียวนั้น เพื่อบรรเทาอุทกภัยภายในพื้นที่ในอนาคตได้

คำสำคัญ: โครงสร้างพื้นฐานสื่อน้ำเงิน-สีเขียวนั้น, อุทกภัย, ถุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา

Thesis Title	AN ANALYSIS OF THE SUITABLE AREA OF THE BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE IN THE SONGKHLA LAKE SUB-BASIN
Author	Miss Sopita Pidnuy
Degree	Master of Urban Environmental Planning and Development
Major Field/Faculty/University	Urban Environmental Planning and Development Architecture and Planning Thammasat University
Thesis Advisor	Assistant Professor Nij Tontisirin, Ph.D.
Academic Years	2019

ABSTRACT

Flooding is one of the natural disasters that can cause damages to properties physically, economically, and socially. Floods can frequently occur in the waterfront, flat lands, or poor drainage areas. In the past, floods may occur from natural causes; today, floods tend to occur because of man-made interventions, for example, constructions that block water drainage paths, overuse of water and natural resources that disrupts water cycle, and deforestation. As a result, the incidence of flood has occurred more frequently with higher intensity. Therefore, it is essential to plan for flood prevention in the high-risk areas. The blue and green infrastructure is one of the new concepts in physical development to alleviate flood disasters.

This study aims to (1) examine suitable areas for the development of the blue and green infrastructure for flood prevention, (2) analyze the feasibility of the development of the blue and green infrastructure, and (3) propose development guideline for such infrastructures. The study area is the Songkhla Lake Sub-basin because the area has been frequently flooded. The study employs multi-criteria decision making and identifies criteria for suitable areas and appropriate weighting

schemes through interviewing of experts. Weights of each factor is calculated using Analysis Hierarchy Process. The suitable areas are then overlaid with land use plans to assess the feasibility for the development of the blue-green infrastructure and to propose development guidelines.

The results show that suitable areas for blue and green infrastructure are in the west of the study areas, which are agricultural lands, forests, and water bodies. Suitable areas for the blue infrastructure development accounts for 11.37 percent of the total land area while suitable areas for the green infrastructure development accounts for 23.78 percent. The most suitable areas for the development are as follows: (1) Rama I and Rama III drainage canals for large watercourse, (2) U-Tapao canal for stormwater channel, (3) mangrove forests in Hua Kao for Wetland, (4) agricultural lands in Sadao district for hub development, (5) public parks in Hat Yai District and General Prem Tinsulanonda Historical Park in Songkhla for site development, and (6) rural road number 4145, Petchkasem Road, Kanchanawanit Road, and rural road number 408 for link development. The design guidelines can be applied to physical development of the blue and green infrastructure for flood disaster alleviation in the future.

Keywords: Blue and green infrastructure, Flood, Songkhla Lake Sub-basin

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากการชี้แนะและความกรุณาที่เป็นประโยชน์จากคณะกรรมการและที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุธี อนันสุขสมศรี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานัส ศรีวณิช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาสละเวลามาเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิจิตันติศิริรินทร์ กรรมการสอบและที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบ ชี้แนะ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณคุณอาจารย์ พี่ ๆ และเพื่อน ๆ สำนักพิมพ์ประเทศและฝั่งภาคทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาและเอื้อเฟื้อข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่คอยสนับสนุน ให้กำลังใจและช่วยเหลือทุกอย่าง และท้ายที่สุดนี้ ขอขอบคุณนายนิธิวัฒน์ จันทน์ ที่คอยให้กำลังใจในยามท้อแท้และช่วยสร้างสีสันตลอดการทำวิทยานิพนธ์

หากผลการศึกษานี้มีข้อบกพร่องประการใด ผู้ศึกษาขอน้อมรับไว้เพื่อปรับปรุงและแก้ไขในการศึกษาครั้งต่อไป

นางสาวโสภิตา ปิตนุ้ย

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	6
1.3 คำถามการวิจัย	6
1.4 สมมติฐานการวิจัย	6
1.5 ขอบเขตการวิจัย	6
1.5.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา	6
1.5.2 ขอบเขตด้านพื้นที่	7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
1.7 นิยามและคำสำคัญ	8
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดอุทกภัย	10
2.1.1 ความหมายและลักษณะของอุทกภัย	10
2.1.2 สาเหตุของการเกิดน้ำท่วม	12
2.1.3 ความเสียหายจากอุทกภัย	14
2.1.4 การวิเคราะห์สภาพอุทกภัย	15
2.2 การรับมือต่ออุทกภัย	17
2.2.1 แนวทางการรับมือและแก้ไขปัญหาอุทกภัย	17
2.2.2 แนวคิดการแก้ไขปัญหาอุทกภัยอย่างยั่งยืน	19
2.3 แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน	21
2.3.1 องค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน	22

2.3.2 แนวทางในการพัฒนาโครงสร้างสีน้ำเงิน	23
2.4 แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว	23
2.4.1 ความหมายของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว	23
2.4.2 ที่มาและความสำคัญของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว	26
2.4.3 ประโยชน์ของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว	31
2.4.4 องค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว	32
2.5 การประยุกต์ใช้แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวในประเทศไทย	41
2.5.1 การเชื่อมต่อ (Connectivity)	41
2.5.2 การบริการโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure Service)	41
2.5.3 ประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม (Environmental benefit)	41
2.5.4 ความงามดึงดูดของเมือง (Urban attractiveness)	41
2.5.5 ความเป็นไปได้ (Possibility)	42
2.5.6 การอนุรักษ์วัฒนธรรม (Cultural Preservation)	42
2.5.7 การมีส่วนร่วมของภาคเอกชน (Private Sector Corporation)	42
2.6 มาตรการและแนวทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว ในต่างประเทศ	42
2.7 แนวคิดการตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์ (Multi-criteria decision analysis: MCDA)	45
2.7.1 การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting: SAW)	46
2.7.2 กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP)	48
2.7.3 TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution)	49
2.7.4 การเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการศึกษาของ SWA, AHP และ TOPSIS	51
2.8 แนวคิดการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)	52
2.8.1 หลักการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process)	52
2.8.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย AHP	56

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	57
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	63
3.1 กรอบวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	63
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล	64
3.2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)	64
3.2.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)	64
3.3 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	65
3.3.1 การเลือกปัจจัยและเกณฑ์พิจารณาการหาพื้นที่เหมาะสม ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน	65
3.3.2 การเลือกปัจจัยและเกณฑ์พิจารณาการหาพื้นที่เหมาะสม ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว	68
3.3.3 การกำหนดค่า	72
3.3.4 การจัดทำแผนที่	83
3.3.5 การศึกษาความเป็นไปได้ของพื้นที่	84
3.3.6 การเสนอแนะแนวทางการพัฒนาพื้นที่	84
บทที่ 4 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	85
4.1 การใช้ประโยชน์ที่ดิน	85
4.1.1 พื้นที่เมือง	85
4.1.2 พื้นที่ป่าไม้	85
4.1.3 พื้นที่สีเขียว	85
4.1.4 พื้นที่เกษตรกรรม	85
4.1.5 พื้นที่น้ำ	86
4.2 ลักษณะของคลอง	88
4.2.1 คลองรตภูมิ	88
4.2.2 คลองอู่ตะเภา	88
4.3 การระบายน้ำของคลอง	91

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	131
6.1 สรุปผลการวิจัย	131
6.1.1 การพัฒนาพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large watercourses)	132
6.1.2 การพัฒนาพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel)	132
6.1.3 การพัฒนาพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)	132
6.1.4 การพัฒนาเป็นพื้นที่หลัก (Hub)	132
6.1.5 การพัฒนาพื้นที่ตั้ง (Site)	133
6.1.6 การพัฒนาพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)	133
6.2 ข้อเสนอแนะ	133
6.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	135
รายการอ้างอิง	137
ภาคผนวก	142
ประวัติผู้เขียน	150

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 พัฒนาการวางแผนอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่ธรรมชาติ	27
2.2 สเกลในการเปรียบเทียบความสำคัญหรือความชอบของสิ่งของ (Pairwise Comparison Scale)	55
3.1 สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)	73
3.2 สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel)	74
3.3 สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)	75
3.4 สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่หลัก (Hub)	75
3.5 สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ตั้ง (Site)	76
3.6 สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)	77
3.7 การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)	78
3.8 การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel)	79
3.9 การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)	79
3.10 การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยของพื้นที่หลัก (Hub)	80
3.11 การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่ตั้ง (Site)	81
3.12 การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)	82
4.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ รายอำเภอฯ กลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	86
4.2 การใช้ประโยชน์อาคารกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	92
4.3 กลุ่มชุดดินที่พบในกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	98
5.1 การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)	106
5.2 การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel)	107
5.3 การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)	108

5.4	การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่หลัก (Hub)	109
5.5	การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่ตั้ง (Site)	110
5.6	การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)	111



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ผลผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคใต้และจังหวัดสงขลา (GPP)	2
1.2 พื้นที่น้ำท่วมใน พ.ศ. 2560	3
1.3 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา	7
2.1 ระบบโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว	32
2.2 กรอบออกแบบพื้นที่แบบโพรงใต้ดิน (Underground Chambers)	34
2.3 การออกแบบบ่อแห้ง (Dry Wells)	34
2.4 ระบบการกักเก็บน้ำแบบใช้พืชพรรณ (Bioretention)	35
2.5 การออกแบบการกักเก็บด้วยพืช (Bioretention Cells)	35
2.6 การกักเก็บน้ำด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำ (Stormwater wetland)	36
2.7 ถังเก็บน้ำฝน (Rain Barrels)	36
2.8 ระบบการพัฒนาพื้นที่แบบหลุมต้นไม้ (Bioswales)	37
2.9 การกักเก็บน้ำด้วยกระถางพืช (Stormwater Planters)	39
2.10 การใช้ช่องต้นไม้เป็นตัวกรองน้ำ (Tree Filters)	39
2.11 การออกแบบการใช้ต้นไม้เป็นตัวกรองน้ำ	40
2.12 ตัวอย่างขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย	47
2.13 ตัวอย่างขั้นตอนการคำนวณด้วยวิธี TOPSIS	50
2.14 โครงสร้างของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process)	54
3.1 กรอบการวิจัย	63
3.2 แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทท้ายกฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2559	84
4.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	87
4.2 สภาพภูมิประเทศและลำน้ำของพื้นที่คลองรัตภูมิ ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	89
4.3 สภาพภูมิประเทศและลำน้ำของพื้นที่คลองอยู่ตะเกา ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	90
4.4 ลักษณะความลาดชันของลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	93

4.5	พื้นที่ลุ่มน้ำในลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	96
4.6	แหล่งน้ำผิวดินของลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	97
4.7	กลุ่มชุดดินและการระบายน้ำของดินในลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	101
4.8	ตัวอย่างทางหลวงในลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	102
4.9	โครงข่ายทางหลวงในลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	103
5.1	การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)	112
5.2	พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)	113
5.3	การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel)	114
5.4	พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel)	114
5.5	การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)	115
5.6	พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)	116
5.7	การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่หลัก (Hub)	117
5.8	พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่หลัก (Hub)	117
5.9	การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ตั้ง (Site)	118
5.10	พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ตั้ง (Site)	119
5.11	การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)	120
5.12	พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)	120
5.13	พื้นที่กั้นออกในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา	121
5.14	พื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว	122
5.15	การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่	124
5.16	การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก	125
5.17	การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่ชุ่มน้ำ	126
5.18	การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่หลัก	127
5.19	การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่ตั้ง	128
5.20	การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่เชื่อมต่อ	129
5.21	พื้นที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว	130
6.1	พื้นที่เหมาะสมในการพัฒนาตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว	131

- 6.2 การออกแบบพื้นที่ริมคลองอุต๊ะเกาะเพื่อการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย
ตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว 134
- 6.3 รูปแบบพื้นที่หน้าตัดพื้นที่ริมคลองอุต๊ะเกาะเพื่อการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย 135



บทที่ 1

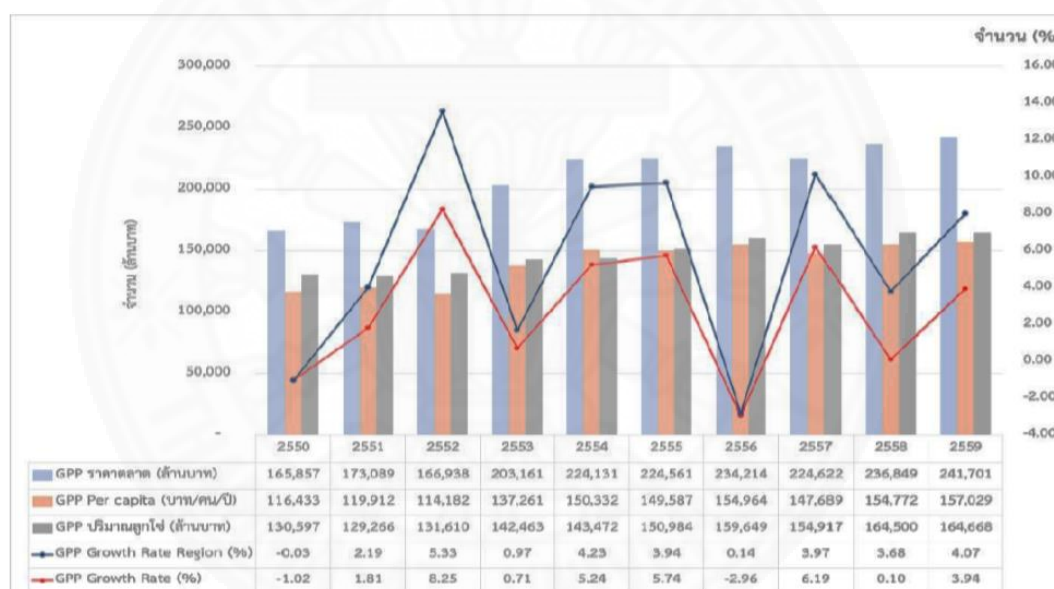
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

“อุทกภัย” เป็นภัยธรรมชาติที่ทำให้เกิดอันตรายซึ่งเกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้ง และเกิดได้เกือบทุกพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่ชายฝั่งทะเล พื้นที่ราบ และบริเวณที่ราบน้ำล้นตลิ่งหรือไม่มีทางระบายน้ำออกมากพอ สำหรับพื้นที่นั้น ในอดีตนั้นเราคิดและเข้าใจการเกิดอุทกภัยว่ามีสาเหตุจากธรรมชาติ แต่ในปัจจุบัน นักวิชาการที่ศึกษาอุทกภัยส่วนใหญ่กล่าวว่าแท้จริงแล้วอุทกภัยในปัจจุบันมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างกีดขวางลำธาร การเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของน้ำด้วยสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ การใช้ทรัพยากรน้ำ และป่าไม้เกินขีดความสามารถในการจัดการของธรรมชาติ เป็นต้น ทำให้วัฏจักรของน้ำสูญเสียสมดุลจึงเกิดภาวะน้ำท่วมสลับกับภัยแล้งอยู่บ่อยครั้ง โดยสาเหตุของการเกิดอุทกภัยหรือภัยอันตรายที่เกิดจากน้ำท่วมนั้นส่วนหนึ่งเกิดจากภัยธรรมชาติและการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ (กรมทรัพยากรน้ำ, 2550)

สำหรับเมืองหาดใหญ่ เป็นเมืองที่ใหญ่ที่สุดในจังหวัดสงขลา เป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจของภาคใต้ตอนล่าง โดยเป็นศูนย์กลางการรับส่งสินค้าจากประเทศเพื่อนบ้านที่กระจายไปสู่ภาคต่าง ๆ ของประเทศ ในขณะเดียวกันก็เป็นแหล่งรวมสินค้าทางการเกษตรและส่งออกต่างประเทศ อำเภอหาดใหญ่ มีชื่อเสียงเกี่ยวกับสินค้าจากต่างประเทศที่มีราคาถูกจนมีสถานที่ซื้อขายสินค้าที่ขึ้นชื่อและที่สำคัญอำเภอหาดใหญ่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญและธุรกิจต่อเนื่องเป็นอีกจำนวนมาก โดยเฉพาะธุรกิจบริการ เช่น สวนสาธารณะหาดใหญ่ โรงแรมการคมนาคม และร้านอาหาร เป็นต้น โดยจังหวัดสงขลา มีผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดสงขลาใน พ.ศ. 2559 มีมูลค่า เท่ากับ 241,701 ล้านบาท ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดต่อคนเท่ากับ 157,029 คน/ ปี เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2558 ซึ่งมีรายได้เฉลี่ย 154,772 บาทต่อปี เป็นอันดับที่ 22 ของประเทศ เป็นอันดับที่ 6 ของภาคใต้ และเป็นอันดับที่ 3 ของกลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ซึ่งจำแนกตามสาขาการผลิตที่สำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ อุตสาหกรรม (ร้อยละของ GPP อยู่ที่ 20.01) เกษตรกรรม การล่าสัตว์ และการป่าไม้ (ร้อยละของ GPP อยู่ที่ 14.63) การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน (ร้อยละของ GPP อยู่ที่ 12.57) การขายส่ง การขายปลีก การซ่อมแซมยานยนต์ จักรยานยนต์ (ร้อยละของ GPP อยู่ที่ 11.52) และการศึกษา (ร้อยละของ GPP อยู่ที่ 8.08) ดังภาพที่ 1.1

โดยเมืองหาดใหญ่เป็นเมืองที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นชุมชนเมืองที่มีบทบาทเป็นเมืองศูนย์กลางทางเศรษฐกิจขนาดมหึมาซึ่งการบริหารจัดการปกครองและการศึกษาที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และเป็นที่ยอมรับว่าเป็นชุมชนศูนย์กลางความเจริญทั้งในระดับภูมิภาคครอบคลุมทางภาคใต้ตอนล่างและประเทศเพื่อนบ้านโดยรอบและมีความเป็นเมืองที่มีลักษณะเป็นเมืองศูนย์กลางเดี่ยวโดยมีศูนย์กลางการพาณิชย์กรรมและการบริการเกาะกลุ่มกันหนาแน่นสูงมากบริเวณพื้นที่ทางด้านตะวันออกของสถานีรถไฟหาดใหญ่และถนนนิพัทธ์อุทิศสาย 1, 2 และ 3 ในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการนันทนาการอาจต้องมีการขยายเพิ่มเติมตามมาตรการเพิ่มขึ้นของประชากร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสะดวกสบายและการเข้าถึงของผู้มาใช้บริการด้วย



ภาพที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคใต้และจังหวัดสงขลา (GPP), โดย กองบัญชีประชาชาติ สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562.

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในส่วนของอำเภอหาดใหญ่ ซึ่งเป็นเมืองใหญ่ในจังหวัดสงขลาแล้ว พบว่า มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มแอ่งกระทะ ล้อมรอบด้วยภูเขา ตัวเมืองหาดใหญ่อยู่ไม่ไกลจากเขตชายแดนและทะเลอ่าวไทยมีคลองอู่ตะเภาไหลผ่านตัวเมืองหาดใหญ่ยังมีคลองในพื้นที่โดยลักษณะภูมิประเทศของอำเภอหาดใหญ่ทำให้เกิดปัญหาอุทกภัยอยู่เสมอ เนื่องจากกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาที่มีลักษณะพื้นที่เป็นที่ลุ่มต่ำ ทำให้เกิดน้ำหลากในช่วงฤดูฝนมวลน้ำจะไหลบ่าลงสู่พื้นที่ต่ำกลางน้ำก่อนจะไหลรวมสู่ท้ายน้ำและไหลออก ทะเลสาบสงขลาต่อไป ซึ่งอำเภอหาดใหญ่เป็นพื้นที่ที่



ภาพที่ 1.2 พื้นที่น้ำท่วมใน พ.ศ. 2560, โดย ผู้วิจัย, 2562.

โดยใน พ.ศ. 2543 ประสบภัยพิบัติครั้งมโหฬารประเมินความสูญเสียทางเศรษฐกิจประมาณนับหมื่นล้านบาท ระดับน้ำสูงประมาณ 2-3 เมตร พ.ศ. 2548 ประสบภัยพิบัติอีกครั้งจากฝนตกหนักหลายวัน น้ำจากคลองอู่ตะเภาไหลล้นตลิ่ง ทำให้ทางฝั่งซีกซ้าย (ทิศตะวันตก) ของหาดใหญ่ มีระดับน้ำสูงประมาณ 1 เมตร พ.ศ. 2553 มีความเสียหายต่อระบบเศรษฐกิจนับหมื่นล้าน มีตัวเลขผู้เสียชีวิตอย่างเป็นทางการ 35 คน แต่ตัวเลขไม่เป็นทางการสูงถึง 233 คน เกิดจากน้ำฝนที่ตกมากกว่า 300 มิลลิเมตรต่อวัน น้ำไหลบ่าจากเทือกเขาสันกาลาศิริติดพรมแดนไทยมาเลเซีย ซึ่งปกติจะระบายผ่านคลองอู่ตะเภาผ่านเขต อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ไหลออกสู่อ่าวไทยบริเวณทะเลสาบสงขลา เกิดมีปัญหาเพราะระบบระบายน้ำไม่ดี คูคลองตื้นเขิน ระดับน้ำสูงประมาณ 2-3 เมตร และใน พ.ศ. 2560 เกิดภัยพิบัติน้ำท่วมมีระดับน้ำสูงถึง 1-2 เมตร

นอกจากนี้ การประสพภัยพิบัติด้านอุทกภัยในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลามีความถี่มากขึ้น เมื่อพิจารณาย้อนหลังระยะเวลา 20 ปี พบว่ามี เหตุการณ์ภัยพิบัติด้านอุทกภัย จำนวน 6 ครั้ง และโดยเฉลี่ยการประสพภัยพิบัติด้านอุทกภัยจะเกิดขึ้นทุก ๆ 3-4 ปี อย่างไรก็ตาม สถานการณ์ท่วมในอดีตได้ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมหาศาลทั้งด้านชีวิต สังคม และเศรษฐกิจต่อประชาชน และตัวเมืองหาดใหญ่อย่างคาดไม่ถึง นอกจากอำเภอหาดใหญ่แล้ว ยังมีอำเภออื่น ๆ ของจังหวัดสงขลาที่ได้รับความเสียหายไม่น้อยไปกว่ากัน ความรุนแรงของเหตุการณ์น้ำท่วมยังมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอีกทุกปี ดังนั้น การสร้างแบบอย่างของการบริหารจัดการการป้องกันและแก้ไขปัญหา น้ำท่วมที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน รวมถึงการสร้างทัศนียภาพให้สวยงามเพื่อพัฒนาพื้นที่ของเทศบาลนครหาดใหญ่โดยมีมีประสิทธิภาพเนื่องจากพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ไม่มีพื้นที่สีเขียวสำหรับประชาชน โดยสาเหตุหลักของปัญหาน้ำท่วมที่สืบเนื่องมาจาก น้ำในลุ่มน้ำอุตะเกษามีปริมาณมาก (ฝนตกหนัก) และหาดใหญ่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ลุ่มต่ำ ระดับพื้นดินสูงกว่าระดับทะเลปานกลางประมาณ 7 เมตร มีความลาดชันน้อย น้ำจึงระบายลงทะเลสาบได้ช้าจึงเป็นแนวทางที่สำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวในอนาคตได้

เมื่อพิจารณาในเชิงพื้นที่แหล่งเก็บกักน้ำในจังหวัดสงขลา จะพบว่ามีลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นลุ่มน้ำแห่งเดียวของประเทศไทย ที่มีระบบทะเลสาบแบบลากูน (Lagoon) ขนาดใหญ่ เป็นแอ่งรองรับน้ำจืด (น้ำฝน น้ำจืดจากคลอง และน้ำหลากจากแผ่นดิน) โดยมีน้ำเค็มจากทะเลไหลเข้ามาผสมผสาน พื้นที่ประมาณ 8,484.35 ตารางกิโลเมตร ความยาวจากเหนือจรดใต้ประมาณ 150 กิโลเมตร และจากตะวันออกจรดตะวันตกประมาณ 65 กิโลเมตร เป็นแผ่นดิน (รวมเกาะ) ประมาณ 7,652.81 ตารางกิโลเมตร และเป็นพื้นที่ทะเลสาบประมาณ 831.54 ตารางกิโลเมตร โดยมีความหลากหลายทางชีวภาพ รวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัยที่อุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตมากมายทั้งสัตว์น้ำ และพืชพรรณธรรมชาติ อันเป็นแหล่งประกอบอาชีพทำมาหากินที่สำคัญของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ทำให้ในช่วงที่ผ่านมา มีการใช้ประโยชน์พื้นที่และทรัพยากรต่าง ๆ ในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาที่เกินศักยภาพ ขาดความสมดุล ส่งผลให้วิถีชีวิตของประชาชนในพื้นที่ตกต่ำมีฐานะยากจน ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อให้เกิดปัญหาหลายประการ ได้แก่ (1) ปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะพื้นที่ต้นน้ำและการลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพ (2) การตื้นเขินของทะเลสาบ คู คลองสายต่าง ๆ และเกิดน้ำท่วมฉับพลัน และ (3) ปัญหาน้ำท่วม การขาดแคลนน้ำ และคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมรวมทั้งปัญหาความขัดแย้งการใช้น้ำระหว่างชุมชน ดังนั้น เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ และแก้ไขปัญหาความตื้นเขินของทะเลสาบสงขลา ควรมีการนำแนวทางในการพัฒนาเชิงพื้นที่อย่างยั่งยืนนอกเหนือจากเชิงวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้ในพื้นที่ โดยให้

ความสำคัญของพื้นที่สีเขียวนั้นหนทางการช่วยให้คุณภาพชีวิตของคนเมืองดีขึ้น เนื่องจากชุมชนใช้ประโยชน์ในพื้นที่สีเขียวนั้นหนทางการเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจประกอบกิจกรรมด้านพัฒนาการและการออกกำลังกาย ซึ่งคุณภาพของพื้นที่สีเขียวนั้นหนการมีความสำคัญเนื่องจากพื้นที่สีเขียวในสถานการณ์ที่มีคุณภาพจะสอดคล้องกับความต้องการของชุมชนและสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของคนเมืองได้ นอกจากนี้พื้นที่สีเขียวยังเป็นองค์ประกอบสำคัญของสิ่งแวดล้อมเมือง เนื่องจากมีประโยชน์ต่อเมืองหลายด้าน ทั้งด้านเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมซึ่งพื้นที่สีเขียวสามารถลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองด้วยพื้นที่สีเขียวช่วยกรองรังสีความร้อนและการคายน้ำของพืชมีส่วนช่วยลดอุณหภูมิที่เกิดจากแสงอาทิตย์

แนวทางในการพัฒนาเชิงพื้นที่อย่างยั่งยืนนอกเหนือจากเชิงวิศวกรรมเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากการพัฒนาเมืองในปัจจุบันประกอบไปด้วยการพัฒนาในหลายด้านให้มีความเชื่อมโยงกันไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สังคม โครงข่ายคมนาคมขนส่ง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พื้นที่ศิลปวัฒนธรรม รวมไปถึงการพัฒนาด้านกายภาพ การพัฒนาเมืองนั้นจึงจำเป็นต้องมีการรอบการพัฒนาหรือการวางแผนการพัฒนา เพื่อให้การพัฒนาเมืองนั้นมีเป้าหมาย ในปัจจุบันสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญอย่างยิ่งในการตระหนักถึงโดยเฉพาะแนวทางการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืน โดยแนวทางที่น่าสนใจได้แก่ “แนวทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน - สีเขียว (Blue- Green Infrastructure)”

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน - สีเขียว (Blue- Green Infrastructure) เป็นแนวทางใหม่สำหรับการแก้ปัญหาค่าความท้าทายในเมืองและภูมิอากาศโดยการสร้างด้วยธรรมชาติ รวมถึงการจัดการปัญหาอุทกภัยที่ยั่งยืน การมีน้ำในคลองที่น้ำสะอาดและดินที่ดีต่อสุขภาพ การพักผ่อนหย่อนใจและการให้ร่มเงาและที่พักพิงในและรอบ ๆ เมือง นอกจากนี้โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว ยังทำหน้าที่เป็นกรอบทางนิเวศวิทยาสำหรับสังคมเศรษฐกิจและสุขภาพสิ่งแวดล้อมของสิ่งแวดล้อมด้วย

แนวทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว (Blue-Green Infrastructure) จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการศึกษาข้อมูลและนำมาทดลองปรับใช้กับพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ เนื่องจากทำให้มีความสมดุลระหว่างการพัฒนากับการอนุรักษ์ เพื่อสวัสดิการและคุณภาพชีวิตของประชากรในท้องถิ่น ซึ่งได้มีการขุดลอกคูคลองเพื่อให้สามารถระบายได้มากขึ้น เพื่อลดความสูญเสียทั้งชีวิต และทรัพย์สินจากการเกิดอุทกภัยและผลกระทบด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อการขยายตัวบทบาททางด้านเศรษฐกิจ และสังคมเมือง และปัญหาที่พบในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ คือ ไม่มีพื้นที่สีเขียวอยู่ภายในพื้นที่เมือง ซึ่งประชาชนในพื้นที่ต้องขับรถออกไปข้างนอกเมืองเพื่อพักผ่อนหย่อนใจและทำกิจกรรมนันทนาการต่าง ๆ ดังนั้นจึงควรเพิ่มพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ให้มากขึ้น เพื่อให้

สามารถซึมผ่านได้ง่ายซึ่งจะสามารถเป็นส่วนช่วยในการบรรเทาอุทกภัยภายในพื้นที่และยังช่วยรักษาภูมิทัศน์ของเมืองให้คนในเมืองมีพื้นที่สีเขียว ทั้งยังส่งเสริมแนวทางในการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณเทศบาลนครหาดใหญ่ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินและสีเขียว (Blue-Green Infrastructure) ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว (Blue-Green Infrastructure) ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา
3. เสนอแนะมาตรการการพัฒนาพื้นที่ที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว (Blue-Green Infrastructure)

1.3 คำถามการวิจัย

พื้นที่ใดในกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลามีความเหมาะสมในการพัฒนาเมืองให้เป็นโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินและสีเขียว (Blue-Green Infrastructure) และถ้าเหมาะสมควรอยู่บริเวณใด

1.4 สมมติฐานการวิจัย

แนวความคิดการพัฒนาของโครงสร้างพื้นฐานน้ำเงินและสีเขียว (Blue-Green Infrastructure) จะสามารถนำมาช่วยพัฒนาพื้นที่ในเมืองได้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

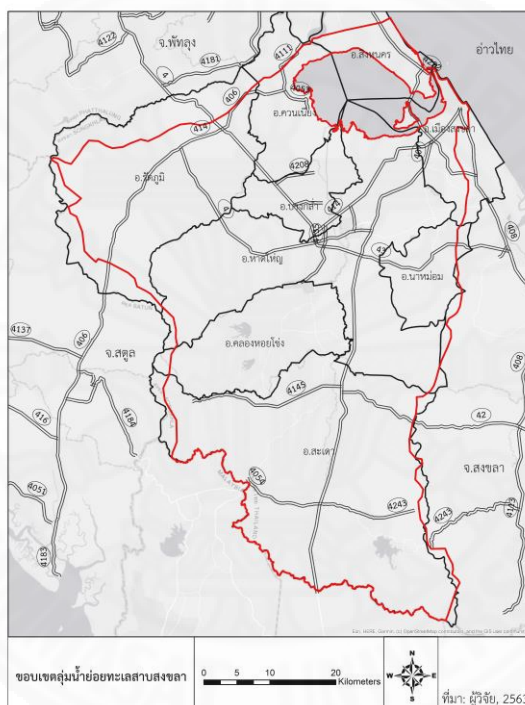
1.5.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาพื้นที่ในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยเพื่อบรรเทาไม่ให้เกิดความเสียหายในพื้นที่ โดยศึกษาวิธีการพัฒนาพื้นที่ตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว (Blue-Green

Infrastructure) เพื่อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาเพื่อลดการเกิดปัญหาอุทกภัย และส่งเสริมให้มีพื้นที่สีเขียวในเมืองมากขึ้น

1.5.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา เป็นลุ่มน้ำแห่งเดียวของประเทศไทย ที่มีระบบทะเลสาบแบบลากูน (Lagoon) ขนาดใหญ่ เป็นแอ่งรองรับน้ำจืด (น้ำฝน น้ำจืดจากคลอง และน้ำหลากจากแผ่นดิน) โดยมีน้ำเค็มจากทะเลไหลเข้ามาผสมกัน



ภาพที่ 1.3 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา, โดย ผู้วิจัย, 2562.

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้วิจัยมีความคาดหวังว่าหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องในการวางแผนผังเมืองทั้งภาครัฐและเอกชน ในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ และจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดแผนการป้องกันแก้ไข และบรรเทาปัญหาการเกิดอุทกภัย และมีพื้นที่สีเขียวในอำเภอหาดใหญ่มากขึ้น และจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้สามารถพัฒนาเมืองให้มีความเจริญมากยิ่งขึ้น

1.7 นิยามและคำสำคัญ

โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน (Blue Infrastructure) หมายถึง พื้นที่แหล่งน้ำที่เชื่อมโยงถึงกันเป็นเครือข่าย ซึ่งเป็นสิ่งที่จะช่วยฟื้นฟูและจัดการในด้านทรัพยากรน้ำ โดยการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินต้องมีการออกแบบเพื่อช่วยจัดการพื้นที่แหล่งน้ำให้ดีขึ้นและให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมในเมือง

โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure) หมายถึง เครือข่ายความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องถึงกันของพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เปิดโล่งอื่น ๆ ที่ทำหน้าที่รักษาคุณค่าและประโยชน์ใช้สอยของระบบนิเวศอันมีผลอย่างกว้างขวางต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และการคงอยู่ของสัตว์พื้นถิ่น

พื้นที่สีเขียว (Green space) หมายถึง พื้นที่กลางแจ้ง และกึ่งกลางแจ้งที่มีขอบเขตที่ดินทั้งหมดหรือบางส่วนปกคลุมด้วยพรรณพืชบนดินที่ขึ้นน้ำได้หรืออาจมีสิ่งก่อสร้างอยู่ด้วย ทั้งในพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและนอกเขตเมือง อาจเป็นพื้นที่สาธารณะหรือเอกชนที่สาธารณชนสามารถเข้าไปใช้ประโยชน์ได้ ประกอบด้วยพื้นที่สีเขียวเพื่อนันทนาการและความงามทางภูมิทัศน์ พื้นที่อรรถประโยชน์ และพื้นที่สาธารณูปการ พื้นที่แนวกันชน พื้นที่สีเขียวในสถาบันต่าง ๆ พื้นที่ธรรมชาติและกึ่งธรรมชาติอันเป็นถิ่นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุ่มน้ำ รวมถึงพื้นที่ชายหาด พื้นที่ริมน้ำ พื้นที่ที่เป็นริ้วาวตามแนวเส้นทางคมนาคมทางบก ทางน้ำ และแนวสาธารณูปการต่าง ๆ หรือพื้นที่อื่น ๆ เช่น พื้นที่สีเขียวที่ปล่อยรกร้าง พื้นที่สีเขียวที่ถูกรบกวนสภาพธรรมชาติ และพื้นที่สีเขียวที่มีการใช้ประโยชน์ผสมผสานกัน

อุทกภัย (Disaster) หมายถึง ภัยที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีน้ำเป็นสาเหตุ อาจจะเป็นน้ำท่วม น้ำป่า หรืออื่น ๆ โดยปกติ อุทกภัยเกิดจากฝนตกหนักต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน บางครั้งทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม อาจมีสาเหตุจากพายุ หมุนเขตร้อนลมมรสุมมีกำลังแรง ร่องความกดอากาศต่ำมีกำลังแรง อากาศแปรปรวน น้ำทะเลหนุน แผ่นดินไหว เขื่อนพัง ทำให้เกิดอุทกภัยได้เสมอ

น้ำท่วม (Flood) หมายถึง เป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติ ที่เกิดจากการมีน้ำปริมาณมากในพื้นที่ โดยมีสาเหตุสำคัญมาจากน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ที่มีปริมาณมากและตกลงอย่างต่อเนื่อง การมีสิ่งก่อสร้างกีดขวางและปิดกั้นทางไหลของน้ำ

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว กรณีศึกษา กลุ่มแม่น้ำย่อยทะเลสาบสงขลา ผู้วิจัยได้ศึกษาและทบทวนวรรณกรรม แนวความคิด ทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจพื้นฐาน และนำมาปรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกรอบแนวคิด การวิเคราะห์ และสรุปผลการศึกษา โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลแนวความคิด ทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดอุทกภัย

2.1.1 ความหมายและลักษณะของอุทกภัย

2.1.2 สาเหตุของการเกิดอุทกภัย

2.1.3 ความเสียหายจากอุทกภัย

2.1.4 การวิเคราะห์สภาพอุทกภัย

2.2 การรับมือต่ออุทกภัย

2.2.1 แนวทางการรับมือและแก้ปัญหาอุทกภัย

2.2.2 แนวคิดการแก้ไขปัญหาอุทกภัยอย่างยั่งยืน

2.3 แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

2.3.1 ความหมายของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

2.3.2 ที่มาและความสำคัญของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

2.3.3 ประโยชน์ของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

2.3.4 องค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

2.4 แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

2.4.1 ความหมายของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

2.4.2 ที่มาและความสำคัญของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

2.4.3 ประโยชน์ของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

2.4.4 องค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

2.5 การประยุกต์ใช้แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวในประเทศไทย

2.6 มาตรการและแนวทางในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียวในต่างประเทศ

2.7 แนวคิด Multi-criteria decision analysis (MCDA)

2.8 แนวคิดการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดอุทกภัย

อุทกภัยเป็นภัยที่เกิดจากน้ำท่วมโดยเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติหรือจากการกระทำของมนุษย์ดังจะเห็นได้จากความหมายของอุทกภัยและประเภทการเกิดอุทกภัย

2.1.1 ความหมายและลักษณะของอุทกภัย

Brooks et al. (1991, น.74 – 77) กล่าวว่า อุทกภัยเป็นเหตุการณ์ของการไหลของกระแสน้ำที่รุนแรงและมีความแรงมากจนเป็นสาเหตุของการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน หรืออาจกล่าวได้ว่าอุทกภัยเป็นปริมาณน้ำที่ไหลล้นตลิ่งซึ่งมากเกินกว่าแม่น้ำลำธารจะกักเก็บไว้ได้อุทกภัยส่วนใหญ่เกิดบริเวณตอนล่างของลำน้ำ ซึ่งมีการเคลื่อนที่ของน้ำจากบริเวณที่สูงของพื้นที่ลุ่มน้ำลงมาท่วมพื้นที่ตอนล่าง

Petak and Atkisson (1982, น.37 – 38) ได้กล่าวถึง สภาพของพื้นที่ราบน้ำท่วม เป็นพื้นที่ราบที่มีน้ำผ่าน เมื่อกระแสน้ำมีความแรงและระดับสูงกว่าระดับตลิ่งซึ่งเป็นระดับกักเก็บน้ำของลำน้ำ น้ำจะล้นแผ่ขยายท่วมที่ราบเกิดเป็นอุทกภัย ซึ่งปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดปรากฏการณ์เช่นนี้ได้แก่ ปริมาณการตกของฝน และปริมาณการไหลบ่าของน้ำ ซึ่งเหตุการณ์เช่นนี้ จะเกิดในช่วงฤดูน้ำหลากในแต่ละปี

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานได้ให้ความหมายของคำว่า “อุทกภัย” (Flood Disaster) หมายถึง ภัยอันตรายที่เกิดจากน้ำท่วม ส่วนกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย ตามแผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ พ.ศ. 2558 ได้ให้ความหมายของคำว่า “อุทกภัย” และได้จำแนกลักษณะการเกิดอุทกภัยไว้ดังนี้ (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554, 2554)

(1) น้ำท่วมขัง/ น้ำล้นตลิ่ง หมายถึง สภาวะน้ำท่วมหรือสภาวะน้ำล้นตลิ่งที่เกิดขึ้นเนื่องจาก ระบบระบายน้ำไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้การระบายน้ำเป็นไปไม่ได้ช้า ซึ่งเป็นผลจากการเกิดฝนตกหนัก ในบริเวณนั้น ๆ เป็นเวลานานติดต่อกันหลายวัน โดยจะเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบลุ่มริมแม่น้ำ และชุมชนเมืองใหญ่ ๆ และน้ำท่วมขังส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณท้ายน้ำและแผ่ขยายเป็นบริเวณกว้างจึงทำให้ไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน

(2) น้ำท่วมฉับพลัน หมายถึง สภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลัน ในพื้นที่เนื่องจากฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ ซึ่งมีความชันมากและมีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำหรือต้านน้ำน้อย เช่น บริเวณต้นน้ำ ซึ่งมีความชันของพื้นที่ ๆ ป่าถูกทำลายทำให้เก็บกักน้ำหรือการต้านน้ำน้อยลง

หรืออาจเกิดจากสาเหตุอื่น ๆ เช่น เชื้อน หรืออ่างเก็บน้ำพังทลายน้ำท่วมฉับพลันมักเกิดขึ้นหลังจากฝนตกหนักและมักเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบระหว่างหุบเขาซึ่งอาจจะไม่มีฝนตกหนักในบริเวณนั้นมาก่อนเลยแต่มีฝนตกหนักมากบริเวณต้นน้ำ ทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันมีความรุนแรงและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากโอกาสที่จะป้องกันและหลบหนีจึงมีน้อย

กรมอุตุนิยมวิทยา (2558) และสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2558, อ้างถึงใน พิมพ์สินัดคนตรี, พองฝน ปานจิ้น, รัตนภรณ์ ขาวเรือง, เสาวนีย์ จินสีคง และ อรพิน โคจิจุล, 2556) กล่าวไปในทิศทางเดียวกันว่า อุทกภัย เกิดจากการรวมตัวกันของคำสองคำคือ คำว่า อุทก ที่แปลว่า น้ำ และคำว่า ภัย ที่แปลว่าอันตราย จึงสรุปได้ว่า อุทกภัย หมายถึง ภัยและอันตรายที่เกิดจากสภาวะน้ำท่วมหรือน้ำท่วมฉับพลัน ระดับน้ำในทะเลและแม่น้ำหนุนสูงมาก และฝนตกติดต่อกันเป็นเวลานานจนน้ำล้นตลิ่งไหลเข้าท่วมพื้นที่ต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) น้ำท่วมขัง น้ำล้นตลิ่ง มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป มักเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำและบริเวณชุมชนเมืองใหญ่ ๆ ซึ่งเกิดจากฝนตกหนัก ณ บริเวณนั้น ๆ ติดต่อกันเป็นเวลาหลายวันหรือเกิดจากสภาวะน้ำล้นตลิ่ง น้ำท่วมขัง ส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณท้ายน้ำและมีลักษณะแผ่เป็นบริเวณกว้างเนื่องจากไม่สามารถระบายได้

(2) น้ำท่วมฉับพลัน เป็นสภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันในพื้นที่ เนื่องจากฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ซึ่งมีความชันมาก และมีคุณสมบัติในการกักเก็บหรือการต้านน้ำน้อย เช่น บริเวณต้นน้ำ ซึ่งมีความชันของพื้นที่มาก พื้นที่ป่าถูกทำลายไปทำให้การกักเก็บหรือการต้านน้ำลดน้อยลง บริเวณพื้นที่ถนนและสนามบิน เป็นต้น

นอกจากนี้ พระราชบัญญัติป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พ.ศ. 2550 มาตรา 4 บัญญัติไว้ว่า “สาธารณภัย หมายความว่า อัคคีภัย วาตภัย อุทกภัย ภัยแล้ง โรคระบาดในมนุษย์ โรคระบาดสัตว์น้ำ โรคระบาดสัตว์ การระบาดของศัตรูพืช ตลอดจนภัยต่าง ๆ อันมีผลกระทบต่อสาธารณสุข ไม่ว่าเกิดจากธรรมชาติ มีผู้ทำให้เกิดขึ้น อุบัติเหตุ หรือเหตุอื่นใด ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิต ร่างกายของประชาชนหรือความเสียหายแก่ทรัพย์สินของประชาชนหรือของรัฐ” จากบทบัญญัติดังกล่าวอุทกภัย จึงหมายถึง ภัยสาธารณที่เกิดจากน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิตและร่างกายของประชาชน หรือเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินของประชาชนหรือของรัฐ

โดย อภินันท์ เพชรโชติ (2553) ได้สรุปลักษณะการเกิดอุทกภัยในประเทศไทยว่าสามารถจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

(1) น้ำท่วมขัง (Drainage Floods) เป็นสภาวะน้ำท่วมที่เกิดจากระบบระบายน้ำไม่มีประสิทธิภาพ มักเกิดบริเวณที่ราบลุ่มและชุมชนเมืองใหญ่ๆมีลักษณะค่อยเป็นค่อยไปเมื่อฝนตกหนักในบริเวณนั้นติดต่อกันหลายวันหรือเกิดจากสภาวะน้ำล้นตลิ่ง ส่วนมากจะเกิดในบริเวณท้ายน้ำ

และมีพื้นที่การเกิดอุทกภัยแผ่กว้าง ความเสียหายจะเกิดกับพืชผลทางการเกษตรและอสังหาริมทรัพย์ เป็นส่วนใหญ่ สำหรับความเสียหายด้านอื่นจะมีไม่มาก เพราะจะทราบข้อมูลหรือค่าเตือนล่วงหน้า และมีเวลาเตรียมการป้องกันผลกระทบจากการเกิดอุทกภัย

(2) น้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่า (Flash Floods) เป็นสภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นและลดลงอย่างเฉียบพลัน เนื่องจากฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันมากและมีคุณสมบัติในการเก็บกักน้ำหรือต้านน้ำได้น้อย หรืออาจเกิดจากเหตุอื่น อาทิ เขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำพัง เป็นต้น น้ำท่วมฉับพลันมักเกิดขึ้นหลังจากฝนตกหนักไม่เกิน 6 ชั่วโมง และมักเกิดในบริเวณที่ราบระหว่างหุบเขา ซึ่งอาจไม่มีฝนหนักในบริเวณนั้นแต่มีฝนตกหนักมาก ในบริเวณต้นน้ำที่อยู่ห่างออกไป น้ำท่วมฉับพลันจะมีความรุนแรงและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากโอกาสในการป้องกันหรือหลบหนีจึงมีน้อย ดังนั้น ความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินจึงมีมาก

2.1.2 สาเหตุของการเกิดน้ำท่วม

การเกิดอุทกภัยหรือภัยอันตรายที่เกิดจากน้ำท่วมนั้น สามารถแบ่งสาเหตุของการเกิดได้ เป็น 2 กรณี คือ (กรมทรัพยากรน้ำ, 2550)

2.1.2.1 อุทกภัยอันเกิดจากธรรมชาติ (Natural Disaster) ภัยพิบัติอุทกภัยที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมีสาเหตุการเกิดที่แตกต่างกัน ดังนี้

(1) การเกิดฝนตกหนัก สำหรับฝนในประเทศไทยที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ส่วนใหญ่มาจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พายุที่เกิดในทะเลจีนใต้และย่านมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งเป็นพายุที่พัดมาทางทิศตะวันออกของประเทศ ได้แก่ พายุไต้ฝุ่น พายุโซนร้อน และพายุดีเปรชชัน และฝนที่นำมาโดยพายุหมุนซึ่งเกิดขึ้นเป็นครั้งคราวในอ่าวเบงกอลแล้วพัดผ่านเข้ามาตามแนวทิศตะวันตกของประเทศในบางปี เช่น พายุไซโคลน พายุที่นำฝนปริมาณมากเข้าตกในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศจนเกิดน้ำท่วมใหญ่หรือเกิดอุทกภัยในแต่ละปี ได้แก่ พายุจรที่พัดมาทางทิศตะวันออกผ่านประเทศไทยในทุกภาค เมื่อได้รับฝนตกหนักเนื่องจากอิทธิพลของพายุจรแต่ละประเภทดังกล่าวแล้วจะเกิดน้ำไหลมาบนผิวดินลงสู่ลำธารและแม่น้ำปริมาณมากถึงกับเกิดอุทกภัยอย่างรุนแรงในแต่ละปี

(2) ลักษณะและส่วนประกอบตามธรรมชาติของพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่ รูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวและความกว้างของพื้นที่ลุ่มน้ำโดยเฉลี่ย ระดับความสูง ความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำและของลำน้ำ รวมทั้งแนวทิศทางการวางตัวของพื้นที่ลุ่มน้ำรับกับแนวพายุพัดผ่านมาน้อยเพียงใด เหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลโดยตรงต่อการเกิดน้ำท่วมและการเกิดน้ำท่วมในที่ลุ่ม นอกจากนั้นชนิดของดิน สภาพพืชที่ขึ้นปกคลุมพื้นที่และความเสื่อมโทรมของพื้นที่ลุ่มน้ำ ชนิดและขนาดของเมื่อดิน ลักษณะการเกาะรวมตัว และการทับถมของดินตามธรรมชาติก็เป็นปัจจัยที่จะทำให้การไหลซึมของน้ำลงไปในดินมีปริมาณมากหรือน้อยแตกต่างกัน เช่น ดินทรายและกรวด

จะสามารถรับน้ำให้ซึมลงไปในดินได้มากกว่าดินที่มีเนื้อละเอียดประเภทดินเหนียว ซึ่งยอมให้น้ำซึมผ่านผิวดินลงไปได้ได้น้อยมาก ดังนั้น เมื่อฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำที่ผิวดินส่วนใหญ่ เป็นดินเหนียว น้ำฝนเกือบทั้งหมดก็จะไหลไปบนผิวดินลงสู่ที่ต่ำลำธาร และแม่น้ำทันทีและเป็น เหตุทำให้เกิดอุทกภัยขึ้นได้โดยง่ายส่วนพืชที่ปกคลุมดิน และสภาพการใช้ที่ดินในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำก็ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดปัญหาน้ำท่วมตามท้องที่ต่าง ๆ ไม่น้อยเช่นเดียวกัน

(3) น้ำทะเลหนุนโดยทั่วไปพื้นที่ราบลุ่มตามบริเวณสองฝั่งแม่น้ำที่อยู่ห่างจาก ปากอ่าวหรือทะเลไม่ไกลนักระดับน้ำในแม่น้ำบริเวณนั้นมักจะอยู่ในอิทธิพลน้ำขึ้น-น้ำลง อันเนื่องมาจากระดับน้ำทะเลหนุนตลอดเวลาเมื่อน้ำที่ไหลหลากลงมาตามแม่น้ำคราวใดมีปริมาณมาก และตรงกับฤดูกาลหรือช่วงเวลาในระดับน้ำทะเลหนุนสูงเกินกว่าปกติ ก็จะทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วมและอุทกภัย

2.1.2.2 อุทกภัยอันเกิดจากการกระทำของมนุษย์ (Manmade Disaster)

ภัยพิบัติอุทกภัยที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ มีลักษณะของการกระทำ ดังต่อไปนี้ (ทองเปลว กองจันทร์, 2555)

(1) การบุกรุกแผ้วถางป่าไม้อันเป็นทรัพยากรหลักในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำลำธาร หรือในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำทั่วไปเพื่อนำที่ดินมาใช้ในการเกษตร การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต อาทิพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นชุมชน พื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนเป็นเขตอุตสาหกรรมและหมู่บ้านจัดสรรทำให้พื้นที่รองรับน้ำท่วมตาม ธรรมชาติหรือแก้มลิงซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณน้ำจำนวนมากได้

(2) การบริหารจัดการน้ำด้านการพัฒนาแหล่งน้ำศักยภาพของโครงการพัฒนา แหล่งน้ำเพื่อการเก็บกักน้ำช่วงน้ำหลากไม่เพียงพอและไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำหลาก ปริมาณ มากกว่าค่าปกติได้ นอกจากนี้เครื่องมือที่ใช้ในการบริหารจัดการน้ำไม่สามารถใช้ได้ ตามต้องการในช่วงเวลาน้ำหลากและไม่เพียงพอต่อความต้องการ อาทิ ประตูระบายน้ำ อาคารบังคับน้ำ และเครื่องสูบน้ำ

(3) การขยายตัวของชุมชนและเศรษฐกิจการสร้างชุมชนบนพื้นที่น้ำท่วมขัง ในอดีตรวมถึงการขยายตัวของชุมชนมีการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคถนนรुक้าและกีดขวางทางน้ำ และการไหลของน้ำตามธรรมชาติเป็นสาเหตุสำคัญที่ให้น้ำไหลไม่สะดวก ระดับน้ำจึงเอ่อล้น สูงขึ้น แล้วไหลบ่าไปท่วมพื้นที่ต่าง ๆ

2.1.3 ความเสียหายจากอุทกภัย

สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดยะลา (2555, อ้างถึงใน พิมพ์สิน นักดนตรีและคณะ, 2556) กล่าวถึง ความหมายของสภาพปัญหาอุทกภัยว่า เป็นภัยและอันตรายที่เกิดจากสภาวะน้ำท่วมหรือน้ำท่วมฉับพลันหรืออันตรายเกิดจากสภาวะน้ำไหลเอ่อล้นฝั่งแม่น้ำ ลำธาร หรือทางน้ำ เนื่องจากมีน้ำเป็นสาเหตุอาจเป็นน้ำท่วม น้ำป่าไหลหลาก หรืออื่น ๆ โดยปกติอุทกภัยเกิดจากฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการสะสมน้ำบนพื้นที่ ซึ่งระบายออกไม่ทัน ทำให้พื้นที่นั้นมีน้ำท่วม ภัยร้ายที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและเป็นสิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งทำให้เป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดังนี้

2.1.3.1 อันตรายและความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สิน อาคาร บ้านเรือนโดยตรง เกิดน้ำท่วมในบ้านเมือง โรงงาน คลังพัสดุ โกดังสินค้า บ้านเรือนไม่แข็งแรง อาจถูกกระแสน้ำไหลเชี่ยวพังทลาย หรือคลื่นซัดลงไปทะเลไปได้ ผู้คน สัตว์พาหนะ สัตว์เลี้ยง อาจจมน้ำตาย หรือถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำไหลเชี่ยว เส้นทางคมนาคมถูกตัดขาดทั้งทางถนน ทางรถไฟ ชำรุดเสียหายโดยทั่วไป รวมทั้งยานพาหนะ วังรับส่งสินค้าไม่ได้ เกิดความเสียหายและชะงักงันทางเศรษฐกิจกิจการสาธารณูปโภคจะได้รับความเสียหาย เช่น กิจการโทรเลข โทรศัพท์ การไฟฟ้า การประปาและระบบการระบายน้ำ เป็นต้น ทำอาภาศยาน สวนสาธารณะ โรงเรียน สิ่งก่อสร้างสาธารณสถานเกิดความเสียหาย เช่น สถานีขนส่ง ทำอาภาศยาน สวนสาธารณะ โรงเรียน วัด สถาปัตยกรรมและศิลปกรรมต่าง ๆ

2.1.3.2 ความเสียหายของแหล่งเกษตรกรรม ได้แก่ แหล่งกสิกรรมไร่นาสัตว์เลี้ยง สัตว์พาหนะ ตลอดจนแหล่งเก็บเมล็ดพันธุ์พืชยังฉาง

2.1.3.3 ความเสียหายทางเศรษฐกิจ รายได้ของประเทศลดลง ผลกำไรจากภารกิจต่าง ๆ ถูกกระทบกระเทือน รัฐต้องมีรายจ่ายสูงขึ้นจากการซ่อมบูรณะซ่อมแซม และช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย และเกิดข้าวยากหามาแพงทั่วไป

2.1.3.4 ความเสียหายทางด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน ขณะเกิดอุทกภัยขาดน้ำดีในการอุปโภคบริโภค ขาดความสะดวกด้านห้องน้ำ ห้องส้วม ทำให้เกิดโรคระบาด เช่น โรคน้ำกัดเท้า โรคอหิวาตกโรค รวมทั้งโรคเครียด มีความวิตกกังวลสูง โรคประสาทตามมา

2.1.3.5 ความเสียหายที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ ฝนตกที่หนัก น้ำที่ท่วมท้นขึ้นมาบนแผ่นดินและกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยวทำให้เกิดแผ่นดินถล่มได้ นอกจากนั้น ผิวหน้าดินที่อุดมสมบูรณ์จะถูกน้ำพัดพาลงสู่ที่ต่ำ ทำให้ดินขาดปุ๋ยธรรมชาติ และแหล่งน้ำเกิดการตื้นเขิน เป็นอุปสรรคในการเดินเรือ

2.1.3.6 สภาพปัญหาด้านพื้นที่

(1) ภาคเหนือ มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบางพื้นที่และตามฤดูกาล หลายพื้นที่มีปัญหามากเนื่องจากอุทกภัย อันมีสาเหตุมาจากป่าไม้บริเวณต้นน้ำ ลำธาร ถูกทำลายไปมาก

(2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักเกิดการขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรง เมื่อฝนไม่ตกและในฤดูแล้ง เพราะดินเป็นทรายจึงมีการระเหยและการซึมของน้ำลงในดินมากกว่า ภาคอื่นส่วนหน้าฝนก็มักเกิดอุทกภัยตามบริเวณพื้นที่ลุ่มสองฝั่งลำน้ำในลุ่มน้ำต่าง ๆ หลายลุ่มน้ำ ซึ่งนับเป็นปัญหาของภูมิภาคนี้ที่ทำให้ประชาชนจำนวนมากได้รับความเดือดร้อน

(3) ภาคกลาง ต้องการน้ำใช้ทำการเกษตรจำนวนมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้งในหน้าฝนมักเกิดอุทกภัยตามบริเวณที่ลุ่มของลุ่มน้ำเจ้าพระยาในเขตหลายจังหวัด รวมทั้ง กรุงเทพมหานคร อีกทั้งแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง มีปัญหาด้านคุณภาพ น้ำเป็นน้ำเสียซึ่งนับว่ามีความรุนแรงมากขึ้นทุกปี

(4) ภาคตะวันออก ปัญหาหลักคือการขาดแคลนน้ำในแหล่งชุมชนริม ฝั่งทะเลที่ขยายตัวอย่างรวดเร็วและย่านนิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ

(5) ภาคใต้ มีปัญหาขาดแคลนน้ำบางท้องที่ ปัญหาคุณภาพน้ำจากดินเปรี้ยวและน้ำเค็ม ปัญหาเรื่องน้ำที่สำคัญของภาคนี้ คือ การเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่อาจเกิดขึ้นตาม จังหวัดต่าง ๆ เนื่องจากฝนที่ตกชุกและป่าไม้ต้นน้ำลำธารถูกบุกเบิกทำลายไปมากนั่นเอง

2.1.4 การวิเคราะห์สภาพอุทกภัย

ESCAP (1984) กล่าวว่า การพิจารณากำหนดขอบเขตของพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวางแผน ประกอบกับเป็นเครื่องมือที่จำเป็น ในการเตรียมการป้องกันน้ำท่วม

Tingsanchali (1996) กล่าวว่า การกำหนดพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยเป็นปัจจัยสำคัญ ในการวางแผนป้องกันน้ำท่วม โดยการประมวลความรู้จากการสำรวจลักษณะลุ่มน้ำ สภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน แนวความคิดของประชาชน ความเสียหายลักษณะอุทกภัยและ ศึกษาเส้นทางการระบายน้ำท่วม เมื่อนำมาผนวกรวมกันกับวิชาอุทกวิทยา จะสามารถกำหนด ขอบเขตของพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยได้

Hunt (1984) ได้เสนอหลักเกณฑ์ในการกำหนดหรือประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย ซึ่ง ประกอบด้วยระดับความรุนแรงของอุทกภัย (Flood Hazard Degree) และระดับความเสี่ยงภัย (Flood Risk Degree) จากบริเวณพื้นที่ต่าง ๆ ดังนี้

2.1.4.1 ระดับความรุนแรงของอุทกภัย (Flood Hazard Degree)

2.1.4.2 ระดับความรุนแรงของอุทกภัยที่เกี่ยวข้องกับขนาดของอุทกภัยที่เกิดขึ้นและโอกาสเกิด อุทกภัย ซึ่งโอกาสเกิดอุทกภัยนี้มีความสัมพันธ์กับคาบปรากฏซ้ำ (Return Period) จึงกำหนดระดับ ความรุนแรงออกเป็น 4 ระดับ คือ

(1) อุทกภัยไม่รุนแรง (No Hazard Flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมคล้ายกับสภาพ ปกติแต่มีปริมาณน้ำมากกว่าปริมาณน้ำในสภาพปกติเพียงเล็กน้อย

(2) รุนแรงน้อย (Low Hazard Flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมมากกว่าสภาพปกติ โดยมีปริมาณน้ำมากประมาณ 1.25 ถึง 1.5 เท่าของสภาพปกติมีคาบปรากฏซ้ำของโอกาสเกิด อุทกภัยระหว่าง 2 ถึง 5 ปี

(3) อุทกภัยรุนแรงปานกลาง (Moderate Hazard Flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วม มากกว่าสภาพปกติโดยมีปริมาณน้ำมากประมาณ 1.5 ถึง 2.0 เท่าของสภาพปกติมีคาบปรากฏซ้ำ ของโอกาสเกิดอุทกภัยระหว่าง 5 ถึง 25 ปี

(4) อุทกภัยรุนแรงมาก (High Hazard Flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมมากกว่า สภาพปกติโดยมีปริมาณน้ำมากกว่า 2.0 เท่าของสภาพปกติมีคาบปรากฏซ้ำของโอกาสเกิดอุทกภัยมากกว่า 25 ปี

2.1.4.3 ระดับความเสี่ยงภัย (Flood Risk Degree)

2.1.4.4 ระดับความเสี่ยงของอุทกภัยที่มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อาศัยในบริเวณที่อาจเกิดอุทกภัย เมื่อพิจารณาจากระดับความรุนแรงของอุทกภัยแล้วสามารถกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยออกเป็น 4 ระดับ คือ

(1) พื้นที่ไม่เสี่ยงอุทกภัย (No Risk Flooding Area) กำหนดให้เป็นพื้นที่ที่เกิดอุทกภัยต่ำและ ไม่ทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน

(2) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยน้อย (Low Risk Flooding Area) กำหนดให้เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดอุทกภัยไม่รุนแรงทำให้เกิดความรำคาญไม่สะดวกในการสัญจรไปมาและทำความเสียหายต่อ ทรัพย์สินไม่มากนัก

(3) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลาง (Moderate Risk Flooding Area) กำหนดให้เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดอุทกภัยรุนแรงปานกลางทำความเสียหายต่อทรัพย์สินและสิ่งก่อสร้างมากขึ้นแต่ไม่มีการสูญเสียชีวิต

(4) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยรุนแรง (High Risk Flooding Area) กำหนดให้เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิด อุทกภัยรุนแรงมากและทำความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ตลอดจนสิ่งก่อสร้างมากขึ้นกว่าระดับเสี่ยงอุทกภัยปานกลาง

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น สามารถกล่าวได้ว่า อุทกภัยเป็นเหตุการณ์ของการไหลของ กระแสน้ำที่รุนแรงและมีความแรงมากจนเป็นสาเหตุของการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งมีการ เคลื่อนที่ของน้ำจากบริเวณที่สูงของพื้นที่ลุ่มน้ำลงมาท่วมพื้นที่ตอนล่าง เมื่อกระแสน้ำมีความแรงและ ระดับสูงกว่าระดับตลิ่งซึ่งเป็นระดับกักเก็บน้ำของลำน้ำ น้ำจะล้นแผ่ขยายท่วมที่ราบเกิดเป็นอุทกภัย ซึ่งปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดปรากฏการณ์เช่นนี้ ได้แก่ ปริมาณการตกของฝน และปริมาณการไหลบ่า ของน้ำ ซึ่งเหตุการณ์เช่นนี้จะเกิดในช่วงฤดูน้ำหลากในแต่ละปี โดยมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ (Natural Disaster) และจากการกระทำของมนุษย์ (Manmade Disaster) ภัยพิบัติอุทกภัยที่เกิดขึ้นส่งผลต่อ การดำรงชีวิตและถือเป็นอุปสรรคหรือสิ่งที่เป็นข้อขัดขวางให้การดำเนินชีวิตมีความยากลำบาก และเป็นสิ่งที่ต้องได้รับการแก้ไข ในส่วนของสภาพปัญหาอุทกภัยนั้น เป็นภัยและอันตรายที่เกิดจาก สภาวะน้ำท่วมหรือน้ำท่วมฉับพลันหรืออันตรายเกิดจากสภาวะน้ำไหลเอ่อล้นฝั่งแม่น้ำ ลำธาร หรือ ทางน้ำ เนื่องจากมีน้ำเป็นสาเหตุอาจเป็นน้ำท่วม น้ำป่าไหลหลากหรืออื่น ๆ โดยปกติอุทกภัยเกิดจาก ฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้เกิดการสะสมน้ำบนพื้นที่ซึ่งระบายออกไม่ทันทำให้พื้นที่นั้นมี น้ำท่วม ภัยร้ายที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและเป็นเรื่องที่ไม่สามารถควบคุมได้การประเมินความเสี่ยงต่อ อุทกภัย

2.2 การรับมือต่ออุทกภัย

2.2.1 แนวทางการรับมือและแก้ไขปัญหามหาอุทกภัย

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (2556 อ้างถึงใน พิมพ์สี นัก ดนตรี และคณะ, 2556) กล่าวว่า แนวทางการป้องกันปัญหามหาอุทกภัย มี 5 แนวทาง ดังนี้ สร้างเขื่อน กักเก็บน้ำ สร้างทางผันน้ำ ปรับปรุงสภาพลุ่ม สร้างคันกันน้ำและระบายน้ำออกจากพื้นที่ลุ่ม

2.2.1.1 เขื่อนกักเก็บน้ำ

การก่อสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ มีในหลายพื้นที่ด้วยกัน เช่น เขื่อนป่าสัก ชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี และเขื่อนคลองท่าด่าน จังหวัดนครนายก ซึ่งทำหน้าที่เก็บกักน้ำไว้นี้จะระบาย น้ำออกจากแหล่งกักเก็บน้ำทีละน้อย ๆ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เพื่อการเพาะปลูกในช่วงเวลาฝนไม่ตกหรือช่วงฤดูแล้ง ครั้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนปีต่อไป เขื่อนก็จะมีปริมาณ พื้นที่รองรับน้ำจำนวนมากเข้ามาเก็บไว้ ซึ่งสามารถป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ตอนล่าง รวมถึงกรุงเทพมหานคร

2.2.1.2 สร้างทางผันน้ำ

การก่อสร้างทางผันน้ำหรือชุดคลองสายใหม่เชื่อมต่อกับแม่น้ำที่มีปัญหาน้ำท่วมมีหลักการอยู่ว่า จะผันน้ำในส่วนที่ไหลล้นออกไปจากลำน้ำโดยตรง ปล่อน้ำส่วนใหญ่ที่มีระดับไม่ล้นตลิ่งให้ไหลอยู่ในลำน้ำเดิมตามปกติ วิธีการนี้จะต้องสร้างอาคารเพื่อควบคุมและบังคับน้ำบริเวณปากทางให้เชื่อมกับลำน้ำสายใหญ่ และกรณีต้องการผันน้ำทั้งหมดไหลไปตามทางน้ำที่ชุดใหม่ ควรชุดลำน้ำสายใหม่แยกออกจากลำน้ำสาย เดิมตรงบริเวณที่ลำน้ำเป็นแนวโค้งและระดับน้ำของคลองชุดใหม่จะต้องเสมอกับท้องลำน้ำเดิมเป็นอย่างน้อย หลังจากนั้น ก็ปิดลำน้ำสายเดิม ตัวอย่างเช่น การผันน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาโดยทางตะวันตก ผันเข้าแม่น้ำท่าจีน แล้วผันลงสู่บริเวณจังหวัดสุพรรณบุรี ก่อนระบายออกสู่ทะเล ส่วนด้านตะวันออกผันน้ำเข้าคลองระพีพัฒน์เข้าสู่คลอง 13 จากนั้นระบายออกคลอง 14 โดยน้ำส่วนหนึ่งผันไปลงแม่น้ำบางปะกง อีกส่วนหนึ่งลงคลองพระองค์เจ้าไชยานุชิตผ่านลงสู่คลองชายทะเล หรือการผันน้ำออกสู่ทะเลโดยคลองสนามบิน คลองโคกเกลือ คลองบางเกวียนหัก คลองนิน และคลองทะเลน้อย ซึ่งสามารถป้องกันไม่ให้น้ำท่วม ตัวอำเภอหัวหิน จากเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ประจวบคีรีขันธ์เมื่อ พ.ศ. 2546

2.2.1.3 ปรับปรุงสภาพลำน้ำ

โดยการขุดลอกลำน้ำในบริเวณที่ตื้นเขิน ตกแต่งติดตามตลิ่งที่ถูกกัดเซาะ กำจัดวัชพืชหรือทำลายสิ่งกีดขวางทางน้ำไหลออกไปจนหมด และกรณีลำน้ำมีแนวโค้งมากเป็นระยะไกล อาจพิจารณาขุดคลองลัดเชื่อมบริเวณด้านเหนือค้ำกับด้านท้ายโค้ง ซึ่งจะทำให้น้ำไหลผ่านได้เร็วขึ้น ตัวอย่างเช่น โครงการขุดคลองลัดโพธิ์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งทำให้ระยะทางน้ำได้ถึง 17 กิโลเมตร ทำให้ระบายน้ำลงทะเลได้เร็วขึ้น

2.2.1.4 สร้างคันกั้นน้ำ

เป็นวิธีป้องกันน้ำไม่ให้ไหลลงตลิ่งเข้าไปท่วมพื้นที่ให้ได้รับความเสียหาย ด้วยการเสริมขอบตลิ่งของลำน้ำให้มีระดับสูงมากขึ้นกว่าเดิม เช่น การทำคันดินป้องกันน้ำท่วมบริเวณต่าง ๆ ในโครงการป้องกันน้ำท่วมกรุงเทพฯ และปริมณฑลซึ่งสามารถป้องกันน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาและน้ำตามคลองไม่ให้ไหลบ่า เข้ามาท่วมกรุงเทพฯ ชันในและพื้นที่เศรษฐกิจได้เป็นอย่างดี

2.2.1.5 การระบายน้ำออกจากพื้นที่ลุ่ม

ชุดคลองระบายน้ำภายในบริเวณพื้นที่ลุ่มให้สามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่ลุ่มหรือพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังอยู่เป็นประจำ เพื่อแก้ไขปัญหาน้ำท่วมภัยและให้สามารถเพาะปลูกได้ และก่อสร้างประตูระบายน้ำ ทำหน้าที่ควบคุมการเก็บกักน้ำในคลองและป้องกันน้ำท่วมจากบริเวณด้านนอกไม่ให้ไหลย้อนเข้าไปในพื้นที่

นอกจากนี้ พิมพ์สี นักดนตรี และคณะ (2556) กล่าวว่า วิธีการป้องกันปัญหาน้ำท่วมในภูมิภาคต่าง ๆ คือ

- (1) การก่อสร้างคันกันน้ำ โดยการก่อสร้างคันดินกันน้ำขนานไปตามลำน้ำเพื่อป้องกันมิให้น้ำล้นตลิ่งไปท่วมในพื้นที่ต่างๆ ด้านใน
- (2) การก่อสร้างทางผันน้ำ เพื่อผันน้ำทั้งหมดหรือบางส่วนที่ล้นตลิ่งท่วมล้นเข้ามาให้ออกไป
- (3) การปรับปรุงและตกแต่งสภาพลำน้ำ เพื่อให้พื้นที่ท่วมทะเล็กสามารถไหลไปตามลำน้ำได้สะดวก หรือช่วยให้กระแสน้ำไหลเร็วยิ่งขึ้น

2.2.2 แนวคิดการแก้ไขปัญหายุทธกภัยอย่างยั่งยืน

จากการศึกษาและทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่าแนวทางในการป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณีคือ การแก้ไขและบรรเทาพื้นที่ในบริเวณที่ประสบปัญหาน้ำท่วมและการผันน้ำเลี่ยงพื้นที่น้ำท่วมซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- (1) การแก้ไขและบรรเทาจากสภาพพื้นที่ในบริเวณที่ประสบปัญหาน้ำท่วม
 - 1) การจัดทำระบบคันล้อมรอบพื้นที่โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันมิให้น้ำจากภายนอกไหลหลากเข้าสู่ภายในพื้นที่ป้องกัน
 - 2) การปรับปรุงและก่อสร้างระบบระบายน้ำหลากออกจากพื้นที่ป้องกันให้เป็นโครงข่ายระบบระบายน้ำที่เชื่อมโยงกันตลอดทั้งพื้นที่
 - 3) การติดตั้งสถานีสูบน้ำตามความจำเป็นเพื่อระบายน้ำหลากออกจากพื้นที่ป้องกัน
- (2) การแก้ไขและบรรเทาจากการผันน้ำเลี่ยงพื้นที่น้ำท่วม
 - 1) การขุดคลองผันน้ำเลี่ยงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม
 - 2) การขุดลอกปรับปรุงลำน้ำเพื่อเพิ่มความสามารถในการรับน้ำของลำน้ำ
 - 3) การทำพื้นที่แก้มลิงเพื่อลดปริมาณน้ำหลากบางส่วนโดยใช้มาตรการจัดการของพื้นที่แก้มลิง

จากแนวคิดในการจัดทำระบบป้องกันน้ำท่วมดังกล่าวข้างต้น ได้กำหนดแนวทางในการแก้ไข/ บรรเทาปัญหายุทธกภัย 2 มาตรการ คือ มาตรการที่ใช้สิ่งปลูกสร้าง (Structural Measures) และมาตรการไม่ใช้สิ่งปลูกสร้าง (Non-Structural Measures) ซึ่งเป็นการแก้ไขและบรรเทาจากสภาพพื้นที่ในบริเวณที่ประสบปัญหาน้ำท่วมตามรายละเอียดดังนี้

(1) มาตรการที่ใช้สิ่งปลูกสร้าง (Structural Measures)

1) การปรับปรุงขยายลำน้ำ มี 3 แนวทาง คือ การขุดลอกแม่น้ำให้ลึกขึ้น การขยายความกว้างของลำน้ำและการเสริมคันกันน้ำ โดยจุดประสงค์ของการปรับปรุงขยายลำน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำของลำน้ำนั้น สามารถดำเนินการได้รวดเร็วไม่มีปัญหามากนัก และค่าใช้จ่ายไม่สูงรวมทั้งการปรับปรุงขยายลำน้ำสามารถดำเนินการร่วมกับการพัฒนาพื้นที่แก้มลิง (Rearding Basin) ได้

2) การสร้างคันป้องกันน้ำท่วมชั่วคราว สามารถดำเนินการได้โดยใช้กระสอบทรายวางเรียงเป็นแนวสองฝั่งหรือโดยรอบพื้นที่ที่ต้องการป้องกัน โดยมีความสูงจากตลิ่งไม่มากนัก (ประมาณ 0.25 – 0.50 ม.) วิธีนี้จะมีผลกระทบค่อนข้างน้อย เนื่องจากจะดำเนินการในช่วงที่เกิดน้ำหลากล้นตลิ่งเท่านั้น เมื่อหมดภาวะวิกฤตสามารถรื้อถอนออกได้โดยไม่กีดขวางการใช้ประโยชน์ทางน้ำและมีค่าลงทุนไม่มากนักแต่ต้องเตรียมการและดำเนินการบ่อยครั้งและอาจไม่ทันกับภาวะวิกฤตน้ำท่วมที่เกิดขึ้นการสร้างคันกันน้ำชั่วคราวในลักษณะนี้ สามารถดำเนินการได้ตลอดสองฝั่งลำน้ำตรงบริเวณที่ได้รับการเตือนภัยล่วงหน้าว่ามีแนวโน้มที่จะเกิดน้ำล้นตลิ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่แม่น้ำไหลผ่านชุมชน เช่น เขตเทศบาล จังหวัด และเขตอำเภอ เป็นต้น ซึ่งจำเป็นต้องมีการเตรียมพร้อมทั้งแหล่งวัสดุและอุปกรณ์ รวมทั้งกำลังคนที่จะต้องมีการระดมความช่วยเหลือทั้งของภาคเอกชนและภาครัฐ

3) การสร้างคันป้องกันน้ำท่วมถาวร ควรต้องทำการวิเคราะห์ระดับน้ำท่วมและตรวจสอบระดับของคันป้องกันน้ำท่วมดังกล่าวว่ามีระดับสูงสุดที่จะป้องกันน้ำท่วมตามรอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) ที่ต้องการหรือไม่จะได้ทำการปรับปรุงระดับคันไปพร้อม ๆ กับการปรับปรุงให้แข็งแรงขึ้น นอกจากคันป้องกันน้ำท่วมที่มีอยู่แล้วการก่อสร้างคันป้องกันน้ำท่วมเพิ่มเติมจากที่มีอยู่ก็จะเป็นผลดีต่อพื้นที่บริเวณนั้น

4) การจัดทำพื้นที่ปิดล้อม วิธีนี้เป็นการก่อสร้างคันดินปิดกั้นพื้นที่ชุมชนเป้าหมายเท่านั้นพร้อมทั้งจัดสร้างประตูน้ำและสถานีสูบน้ำเพื่อทำหน้าที่ระบายน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ปิดล้อมเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำจากลำน้ำไหลเข้าพื้นที่ชุมชนที่อยู่ริมแม่น้ำและมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ โดยมีข้อดีคือจะไม่เกิดผลกระทบต่อสภาพการระบายน้ำในแม่น้ำ/คลองหรือมีเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อให้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมในพื้นที่อื่นๆ ทั้งที่อยู่ทางด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำของพื้นที่ชุมชนน้อยมาก

5) การผันน้ำไปยังลำน้ำอื่น สามารถดำเนินการได้เมื่อลำน้ำอื่นมีศักยภาพพอที่จะรองรับปริมาณน้ำที่ผันได้โดยไม่เกิดน้ำล้นตลิ่งในลำน้ำนั้นหรือในกรณีที่จำเป็นก็อาจยอมให้

เกิดน้ำไหลล้นตลิ่งในบริเวณพื้นที่ที่มีความสำคัญน้อยกว่า เช่น พื้นที่เกษตรกรรมในระดับความรุนแรงที่ยอมรับได้

6) การพัฒนาพื้นที่แก้มลิง วิธีนี้เป็นการผันน้ำก่อนไหลเข้าสู่ตัวเมือง หรือผันน้ำจากตัวเมืองไปเก็บไว้ก่อนในพื้นที่ลุ่มที่มีลักษณะเป็นหนองน้ำที่มีความจุเก็บกักมากพอที่จะทำให้ระดับน้ำในลำน้ำลดลงได้เมื่อระดับน้ำในลำน้ำลดลงจึงระบายน้ำที่เก็บกักไว้ออกมา ซึ่งวิธีนี้จะใช้หนองน้ำธรรมชาติต่าง ๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่และพัฒนาปรับปรุงให้มีศักยภาพในการเก็บกักน้ำ

2.3 แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน คือ พื้นที่แหล่งน้ำที่เชื่อมโยงถึงกันเป็นเครือข่าย ซึ่งเป็นสิ่งช่วยฟื้นฟูและจัดการในด้านทรัพยากรน้ำ โดยการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินต้องมีการออกแบบเพื่อช่วยจัดการพื้นที่แหล่งน้ำให้ดีขึ้นและให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมในเมือง รวมถึงสามารถฟื้นฟูระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับน้ำ การป้องกันการเกิดอุทกภัย และการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนในน้ำ โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญคือ พื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses) พื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channels) และ พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) (Meredith, 2016) เนื่องจากองค์ประกอบเหล่านี้จะสามารถช่วยส่งเสริมน้ำให้ไหลเข้าสู่ระบบนิเวศ สามารถเพิ่มพื้นที่รับน้ำและระบายน้ำได้มากขึ้นจึงมีความสอดคล้องกับพื้นที่ศึกษา

การวางแผนโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินมีวัตถุประสงค์ เพื่อลดปัญหาทางอุทกวิทยาและอนุรักษ์นิเวศวิทยาของภูมิทัศน์เมือง โดยเป็นการจัดเตรียมมาตรการที่มีความยืดหยุ่นเพื่อรับมือกับภัยคุกคามเน้นการพึ่งพาและการจัดการทรัพยากรน้ำ ลดการตัดไม้ทำลายป่าในปัจจุบันพบว่าโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินได้กลายเป็นที่สนใจมากขึ้น เนื่องจากรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาแล้วว่า เมืองในปัจจุบันมีอัตราและปริมาณการเติบโตของเมืองสูงขึ้น ส่งผลให้มีการสูญเสียถิ่นที่อยู่และความหลากหลายทางชีวภาพ โดยอีกสองทศวรรษมีแนวโน้มที่จะนำเสนอโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินในประเทศต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับการบรรเทาภัยน้ำท่วม และส่งเสริมระบบนิเวศที่ยั่งยืน โดยอาศัยความร่วมมือระหว่างสถาบันระหว่างประเทศที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการสนับสนุนการปฏิบัติโครงการดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในความร่วมมือกับเทศบาลท้องถิ่นและหน่วยงานรัฐบาล โดยทั่วไปแล้วจะนำโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินมาทำงานบูรณาการกับเครือข่ายสีเขียวจะเน้นการขยายการฟื้นฟูวัฏจักรของพื้นที่น้ำในพื้นที่เขตเมือง ผสมผสานกับการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมแบบดั้งเดิม หรือที่เรียกว่าโครงสร้างพื้นฐานสีเทา

2.3.1 องค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

2.3.1.1 ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large watercourses) คือ ลำน้ำที่มีขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการขุดให้เชื่อมกับแม่น้ำหรือทะเลสาบ เพื่อใช้สำหรับการรองรับน้ำที่ไหลมาจากแม่น้ำสายต่าง ๆ และใช้เป็นทางระบายน้ำเพื่อป้องกันอุทกภัยจากน้ำท่วมและน้ำขังจากพื้นที่เมือง

2.3.1.2 พื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater channels) คือ ทางน้ำที่ออกแบบมาเพื่อลำเลียงน้ำที่ไหลบ่าจากฝนที่ตกลงมา ซึ่งพื้นที่ด้านข้างของทางน้ำประกอบด้วยพื้นที่สีเขียวและพืชพันธุ์ชนิดต่าง ๆ และสามารถเพิ่มความชันโดยการขุดทางน้ำให้ลึกลงไป เพื่อรองรับการไหลบ่าของน้ำได้มากขึ้นโดยไม่ก่อให้เกิดการกัดเซาะหรือน้ำท่วม ซึ่งพื้นที่ช่องทางน้ำหลากที่สร้างขึ้นเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินเพื่อลดการเกิดอุทกภัยของพื้นที่

2.3.1.3 พื้นที่ชุ่มน้ำ (wetlands) คือ ลักษณะทางภูมิประเทศที่มีรูปแบบเป็นพื้นที่ลุ่ม พื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่ลุ่มชื้นแฉะ พื้นที่ฉ่ำน้ำ มีน้ำท่วม มีน้ำขัง พื้นที่พรุ พื้นที่แหล่งน้ำทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่มีน้ำขังหรือท่วมอยู่ถาวรและชั่วคราว ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและน้ำทั้งที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม รวมไปถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเล และพื้นที่ของทะเล ในบริเวณซึ่งเมื่อน้ำลดลงต่ำสุดมีความลึกของระดับน้ำไม่เกิน 6 เมตร ซึ่งคุณประโยชน์ของพื้นที่ชุ่มน้ำ คือ การเป็นแหล่งน้ำ แหล่งเก็บกักน้ำฝนและน้ำท่า เป็นแหล่งทรัพยากรและผลผลิตธรรมชาติที่มนุษย์สามารถเข้าไปเก็บเกี่ยวใช้ประโยชน์ได้ และมีความสำคัญต่อการคมนาคมในท้องถิ่น รวมถึงการเป็นแหล่งรวมสายพันธุ์พืชและสัตว์ อันมีความสำคัญทางนิเวศวิทยา และการอนุรักษ์ธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแหล่งของผู้ผลิตที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร นอกจากนี้บางแห่งยังมีความสำคัญด้านนันทนาการและการท่องเที่ยว ประวัติศาสตร์ สังคม วัฒนธรรม ประเพณีท้องถิ่น และเป็นแหล่งศึกษาวิจัยทางธรรมชาติวิทยา

โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินเป็นการสร้างวัฏจักรของน้ำตามธรรมชาติขึ้นใหม่ ในขณะที่เื้อต่อสิ่งอำนวยความสะดวกในเขตเมือง ผ่านการจัดการน้ำและเชื่อมผ่านโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเข้าด้วยกัน ในระยะสั้นจุดมุ่งหมาย คือ การมีส่วนร่วมของภูมิทัศน์เมืองในขณะที่ให้มาตรการที่ยืดหยุ่นและปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในสภาพแวดล้อมและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง (Peter G. Rowe and Limin Hee, 2019)

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีการศึกษาเพิ่มขึ้น ทั่วโลกว่าโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินสามารถให้บริการระบบนิเวศหลากหลายเพื่อสนับสนุนสภาพแวดล้อมของเมืองที่มีสุขภาพดี ตัวอย่างเช่น มีการสำรวจความเป็นไปได้ในการออกแบบภูมิทัศน์เมืองเพื่อใช้ศักยภาพขององค์ประกอบในการ

ควบคุมอุณหภูมิอากาศ คุณภาพอากาศ การเก็บน้ำและการระบายน้ำ และการลดเสียงรบกวน โดยมีแนวทางในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน ดังต่อไปนี้

2.3.2 แนวทางในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

2.3.2.1 เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ในการจัดทำโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

การจัดทำหรือพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน นอกจากมีการพัฒนาแนวคิดและหลักการออกแบบสำหรับโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินแล้ว ยังต้องสร้างความเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ในการจัดทำโครงการโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน โดยวัตถุประสงค์ของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินที่ไม่เพียงแต่สนับสนุนความยืดหยุ่นของสภาพภูมิอากาศ แต่ยังคงให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมในเมือง โดยเน้นสภาพแวดล้อมในเมืองที่มีสุขภาพดีและน่าอยู่มีส่วนช่วยเสริมสร้างความเข้มแข็งของสภาพภูมิอากาศทางเศรษฐกิจและสังคม

2.3.2.2 หลักการออกแบบสำหรับถนนและเมือง

ในการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน ต้องได้รับการประเมินบนพื้นฐานของแนวคิดทฤษฎีที่มีอยู่ และประสบการณ์จากเมืองหลาย ๆ พื้นที่ที่มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน และหลักการออกแบบถูกออกแบบมาสำหรับภูมิทัศน์เมือง เพื่อให้มีความสอดคล้องกับโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเพื่อให้มีบริการระบบนิเวศที่ดี

2.4 แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

2.4.1 ความหมายของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

โครงสร้างพื้นฐาน หมายถึง สิ่งปลูกสร้างหรือระบบที่รองรับหรือเป็นพื้นฐานของชุมชนที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่องการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานของไทยตั้งแต่ในอดีตเป็นการปรับปรุงสภาพแวดล้อมเพื่อให้เอื้อต่อกิจกรรมและความเชื่อของสังคมเกษตรกรรมเช่นในสมัยกรุงสุโขทัยที่ได้นำวัฒนธรรมขอมมาพัฒนาเป็นรูปแบบของตนเองมีการวางผังเมืองสร้างระบบชลประทาน เขื่อนและอ่างเก็บน้ำที่เรียกว่า สรีดงคและตระพัง สืบทอดมาจนถึงสมัยกรุงศรีอยุธยาที่ยังผูกกับคติความเชื่อเรื่องโลกและจักรวาลแบบขอมมีการเรียนรู้แลกเปลี่ยนวิทยาการกับชาวต่างชาติทั้งเอเชียและยุโรปเกิดการสร้างโครงสร้างพื้นฐานและสาธารณูปโภคแบบตะวันตกอาทิการวางผังอาคารผนังตามประเพณีและระบบประปา (พ.ศ. 2199–2231) โครงสร้างพื้นฐานสำคัญคือการขุดคลองลัดแม่น้ำเจ้าพระยาระหว่าง พ.ศ. 2077–2090 (Sangtian, 2006) เพื่อการเดินเรือทางน้ำเดิมจึงกลายเป็นคลองบางกอกใหญ่และบางกอกน้อยในปัจจุบันสมัยกรุงธนบุรีและรัตนโกสินทร์ตอนต้น แม้จะยังอยู่ในภาวะสงครามก็ยังมีโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญ คือ การขุดคลองคูเมืองเดิมเชื่อมแม่น้ำ

เจ้าพระยาเกิดเป็นเกาะรัตนโกสินทร์มีการขุดคลองรอบกรุงหรือคลองรัตนโกสินทร์ในปี พ.ศ. 2360 มีการขุดคลองลาดหลวงและคลองสุนัขหอนเชื่อมแม่น้ำแม่กลองและท่าจีนเมื่อเกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ ในกรุงเทพใน พ.ศ. 2374 จึงมีการขุดคลองกว่า 100 คลองในกรุงเทพและปริมณฑลในช่วงตั้งแต่ พ.ศ. 2410 เป็นต้นมา เป็นช่วงเริ่มต้นของการสร้างโครงสร้างพื้นฐานแผ่นดินใหม่อย่างจริงจังมีขนาดใหญ่ ซับซ้อนและใช้เทคโนโลยีสูงขึ้นเปลี่ยนจากการอำนวยความสะดวกในการคมนาคมทางน้ำด้วยการ ขุดคลองอย่างดั้งเดิมมาเป็นการสร้างระบบถนนสะพานและรางรถไฟเพื่อส่งเสริมการคมนาคมทางบก เรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน

โดย Benedict และ McMahon (2006) ให้คำจำกัดความคำว่า “Green Infrastructure” หรือ “โครงสร้างพื้นฐานเขียว” คือ “เครือข่ายความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องถึงกันของพื้นที่ ธรรมชาติและพื้นที่เปิดโล่งอื่นๆ ที่ทำหน้าที่รักษาคุณค่าและประโยชน์ใช้สอยของระบบนิเวศอันมีผล อย่างกว้างขวางต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และการคงอยู่ของสัตว์พื้นถิ่น” ในระบบของโครงสร้าง พื้นฐานเขียวนั้นจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบสำคัญคือ “พื้นที่หลัก (Hub)” คือ พื้นที่ที่มีคุณค่า เหมาะแก่การอนุรักษ์ใดแก่พื้นที่ที่เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์พื้นถิ่นที่สำคัญพื้นที่ป่าไม้ของชุมชนพื้นที่ป่า อนุรักษ์ “ที่ตั้ง (Site)” คือพื้นที่ว่างหรือพื้นที่สีเขียวขนาดเล็กใดแก่สนามกีฬาพื้นที่โล่งขนาดเล็กรวม ไปถึงสวนภายในบ้านทั่วไป “เส้นทางเชื่อมต่อ (Link)” คือ เส้นทางเดินที่มีพืชพรรณหรือระบบนิเวศ ต่อเนื่องกับพื้นที่หลักเป็นเส้นทางสำหรับการหาอาหารของสัตว์พื้นถิ่นหรือเป็นเส้นทางสัญจรสำหรับ คนทั่วไป

โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure) คือเครือข่ายพื้นที่ธรรมชาติ หรือพื้นที่กึ่งธรรมชาติคุณภาพสูง ที่ได้รับการออกแบบและจัดการเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ด้านนิเวศ บริการ (ecosystem services) และการปกป้องระบบนิเวศ ทั้งในพื้นที่ตัวเมืองและพื้นที่ชนบท กล่าวคือ GI เป็นเสมือนโครงสร้างเชิงพื้นที่ที่นำเอาประโยชน์จากธรรมชาติมาสู่ประชาชน

โครงสร้างพื้นฐานเขียว คือ พื้นที่สีเขียวหรือพื้นที่แหล่งน้ำที่เชื่อมโยงถึงกันเป็น เครือข่าย ที่มีการออกแบบวางแผนและการจัดการคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ และความสัมพันธ์ ของระบบ นิเวศเมือง

นอกจากนี้ คำและความหมายของคำว่า โครงสร้าง หมายถึง การเกิดจุดตัดของ เส้นนอน และเส้นตั้ง ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับตาข่าย (The Concise Oxford Dictionary อ้างโดย Jongman and Pungetti, 2004) และโครงข่ายสีเขียว จะเป็นแนวเส้นทางภูมิทัศน์ที่มีความกว้าง แตกต่างกัน โดยจะเชื่อมเข้าหากันเป็นโครงข่าย เช่นเดียวกันกับโครงข่ายถนน และทางหลวง โดยทั่วไปจะเชื่อมโยงไปสู่สวนสาธารณะ พื้นที่วัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ หรือพื้นที่สงวนรักษา ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หรือพื้นที่อื่นๆที่สงวนรักษาไว้ (Fabos, 1995) สำหรับเส้นทางสีเขียว

(Greenway) หมายถึง พื้นที่ว่างแนวยาวตามแนวเส้นทางภูมิทัศน์ รองรับการใช้พื้นที่ เพื่อเพื่อการเดินทางและการพักผ่อนหย่อนใจ สามารถเชื่อมโยงเป็นโครงข่ายเส้นทางสีเขียว (Greenway Network) จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ทำให้เกิดความสัมพันธ์ของโครงข่ายการเดินทางในพื้นที่แนวราบอย่างต่อเนื่อง (เดวิดส์, 2552) สอดคล้องกับ Ottawa's Urban Greenspace Network (2017) ซึ่งได้ให้ความหมายของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวของเมืองว่า หมายถึง การเชื่อมโยงและรักษาโครงข่ายของพื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่ว่าง และพื้นที่นันทนาการ (Leisure lands) ที่เป็นโครงสร้างของพื้นที่เมือง ความเข้มแข็งของชุมชนที่ชัดเจน ความโดดเด่นโดยรวมของธรรมชาติ ให้โอกาสในการปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อม และเพิ่มการเข้าถึงพื้นที่เปิดโล่งทางนันทนาการ และความหมายของโครงข่ายสีเขียว (Green Network)

โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ เอกลักษณ์ทางกายภาพ (a physical entity) และแนวคิดหลัก (a core concept) ที่สามารถใช้ในการวางผังเมือง เป็นการเชื่อมโยง และรักษาโครงข่ายทางกายภาพ (protected physical network) ของพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่ว่างภายนอกโครงข่ายสามารถเป็นสิ่งถาวรกำหนดลักษณะสำคัญของรูปทรงทางกายภาพของเมืองในที่ตั้งควรสร้างและ พื้นที่ซึ่งควรรักษาไว้สามารถเป็นแนวทางในการตัดสินใจเพื่อสาธารณและการสร้างสรรค์โครงข่ายสีเขียว ความเป็นเอกลักษณ์ทางกายภาพ โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวของเมืองคือพื้นที่สีเขียวจากสิ่งที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่ว่างภายนอก และพื้นที่นันทนาการ สิ่งที่มีอยู่แล้วและศักยภาพในการเชื่อมโยงระหว่างพื้นที่เหล่านี้ การเชื่อมโยงตามแนวลำธารและแนวทางธรรมชาติ ที่สนับสนุนหน้าที่ทางนิเวศวิทยา และการใช้ประโยชน์ร่วม ของเส้นทางนันทนาการที่เพิ่มการเข้าถึง ดังนั้น โครงข่ายให้การเข้าถึงสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ตลอดจนจุดหมายปลายทางของการทำกิจกรรมนันทนาการ รวมทั้งการเชื่อมต่อทางนิเวศวิทยาของพื้นที่ขนาดใหญ่ และการ เชื่อมโยงพื้นที่ชุ่มน้ำ ริ้วแนวของแม่น้ำ และพื้นที่ป่าขนาดใหญ่ ในพื้นที่ชนบท พื้นที่สีเขียวโอบล้อมเมือง (greenbelt) ขนาดเล็ก และส่วนของลักษณะสิ่งแวดล้อมของเมือง เช่น ป่าปลูก ลำห้วย ภูมิทัศน์ที่สำคัญทาง สังคม/วัฒนธรรม ตลอดจนถึงสิ่งแวดล้อมตามฤดูกาล แนวคิดที่สำคัญ กรอบของการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวของเมือง อาจต้องอ้างอิงการวางแผนการใช้ที่ดิน (Land use planning) และการตัดสินใจแบบองค์รวม (Comprehensive decision-making) ส่งเสริมสภาพแวดล้อมในพื้นที่ซึ่งมีเป้าหมายทางนันทนาการแผนการจัดการในอนาคต

การพัฒนาเส้นทางหรือโครงสร้างสีเขียวมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่าง และหลากหลายในแต่ละพื้นที่ เช่น พื้นที่นันทนาการทางธรรมชาติ พื้นที่ป่า พื้นที่ชนบทและเมือง เพื่อต้องการที่จะรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม และอนุรักษ์ธรรมชาติ ระบบนิเวศที่เหมาะสมกับการใช้เป็นเส้นทางสัญจร และพักผ่อนหย่อนใจ โดยสามารถเชื่อมโยงพื้นที่หนึ่งไปยังพื้นที่หนึ่งอย่างสะดวก

และปลอดภัย เกิดเป็นโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว ซึ่งสามารถพัฒนาได้ในลักษณะต่าง ๆ (Tumer, 1995) ประกอบด้วย

(1) เส้นทางอุทยาน (Parkway) เป็นเส้นทางที่เชื่อมโยงไปยังสวนสาธารณะที่มีภูมิทัศน์ สวยงามเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ

(2) เส้นทางริมน้ำ (Blueway) เป็นเส้นทางริมน้ำ ลำคลอง ทะเล เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ และรักษาระบบนิเวศ ถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และเก็บกักน้ำเพื่อใช้ประโยชน์ในเมือง

(3) เส้นทางเท้า/ ปูพื้น (Paveway) เป็นเส้นทางเท้าที่มีการปูพื้นผิวเพื่อป้องกันการเหยียบย่ำ พืชพรรณในเส้นทาง และอำนวยความสะดวกในการเชื่อมโยงกิจกรรม

(4) เส้นทางเชื่อมลานกิจกรรม (Glazeway) เป็นเส้นทางเชื่อมโยงระหว่างลานกิจกรรมในพื้นที่ธุรกิจ

(5) เส้นทางยกระดับ (Skyway) เป็นเส้นทางยกระดับเหนือพื้นดินมีภูมิทัศน์ที่เชื่อมโยงถึงกัน ได้อย่างต่อเนื่อง

(6) เส้นทางนิเวศ (Ecoway) เป็นเส้นทางที่ให้ความสำคัญกับธรรมชาติและระบบนิเวศในพื้นที่ หรือเชื่อมโยงพื้นที่ป่าในเมือง (Urban Forestry)

(7) เส้นทางจักรยาน (Cycleway) เป็นเส้นทางที่มีการเดินทางโดยยานพาหนะที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ เพื่อลดใช้พลังงาน ลดปัญหาสภาวะโลกร้อน และลดความร้อนของเมือง (Urban Heat Island)

(8) ให้โอกาสสำหรับการมีส่วนร่วมของชุมชนและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพัฒนา และจัดการส่วนประกอบของโครงข่ายสีเขียว

(9) หาทำเลใหม่ของสิ่งอำนวยความสะดวกด้านนันทนาการที่ทันสมัยที่เป็นจุดหมายปลายทางภายในโครงข่าย และเชื่อมต่อกับสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ที่เป็นไปได้ และเหมาะสม

2.4.2 ที่มาและความสำคัญของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

ความต้องการในการพัฒนาที่ดินและความเสื่อมโทรมของพื้นที่ธรรมชาติในประเทศสหรัฐอเมริกาที่เพิ่มขึ้นทำให้นักวางแผนด้านการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ที่ดินต้องหามาตรการหรือกลยุทธ์ที่จะทำให้พัฒนาและการอนุรักษ์มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับความต้องการและระบบของธรรมชาติในเมืองที่สามารถรองรับได้หน่วยงานด้านการอนุรักษ์และการวางแผนได้รับความกดดันอย่างมากที่จะต้องสร้างมาตรการเหล่านี้เพื่อผลทางเศรษฐกิจและในขณะเดียวกันก็ต้องรักษาพื้นที่ที่มีความสำคัญทางธรรมชาติเอาไว้ด้วยจากงานวิจัยหลายชิ้นได้บ่งชี้ให้เห็นว่าการเสื่อม

โทรมหรือการสูญเสียซึ่งประโยชน์ใช้สอยทางธรรมชาตินั้นมิได้เกิดขึ้นเพียงเพราะการพัฒนาโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์เท่านั้นแต่ยังเป็นผลมาจากความบกพร่องในการพยายามอนุรักษ์โดยขาดการพิจารณาถึงส่วนอื่นๆ เกี่ยวเนื่องอย่างรอบด้านอีกด้วย (Beatley, 2000, Noaa, 1978) รูปแบบต่างๆ ของการวางแผนเพื่อการอนุรักษ์เกิดขึ้นมากมายในสหรัฐอเมริกาในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาถึงปัจจุบัน ซึ่งการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินต้องไปเกี่ยวข้องกับความต้องการและข้อจำกัดที่หลากหลายซับซ้อนมากยิ่งขึ้นดังที่ John Randolph ได้แบ่งพัฒนาการของการวางแผนเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ของหน่วยงานในท้องถิ่นของอเมริกาไว้เป็น 4 รูปแบบ ตามช่วงเวลาเริ่มต้นมาจากการวางแผนพื้นที่สวนสาธารณะและการพักผ่อนหย่อนใจแล้วพัฒนาต่อเนื่องในรายละเอียดจนมาเป็นหลักการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานเขียวในปัจจุบัน

ทั้งนี้คำว่า “โครงสร้างพื้นฐานเขียว (Green Infrastructure)” มีครั้งแรกใน ค.ศ. 1994 ในรายงานของหน่วยงานรัฐบาลของฟลอริดาเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการอนุรักษ์ที่ดินแสดงถึงการให้ความสำคัญกับระบบธรรมชาติอย่างเท่าเทียมกับการสร้างโครงสร้างพื้นฐานทางวิศวกรรมทั่วไป โดยมีฐานคิดว่าเมื่อให้ความสำคัญกับการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานทางวิศวกรรม (Gray Infrastructure) เช่น งานระบบถนน ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท ฯลฯ ก็ควรที่จะต้องให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศธรรมชาติ (Green Infrastructure) ด้วยอย่างเท่าเทียมกันเพื่อลดผลเสียหายทางธรรมชาติจากการพัฒนาดังที่หลายเมืองของอเมริกาไปประสบอยู่แนวคิดเช่นนี้ มุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ประชาชนตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบธรรมชาติในกระบวนการวางแผนและออกแบบ

ตารางที่ 2.1

พัฒนาการวางแผนอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่ธรรมชาติ

ช่วงเวลา	รูปแบบ	เครื่องมือที่ใช้	วัตถุประสงค์เบื้องต้น
ตั้งแต่ ค.ศ. 1980	การวางแผน พื้นที่พักผ่อน หย่อนใจและ สวนสาธารณะ	การวางแผนพัฒนา และการจัดการพื้นที่ สวนสาธารณะหรือ พื้นที่พักผ่อนหย่อนใจ	เพื่อสร้างพื้นที่ที่ประชาชนสามารถเข้า มาทำกิจกรรม เช่น พักผ่อนหย่อนใจ ออกกำลังกาย

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

พัฒนาการวางแผนอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่ธรรมชาติ

ช่วงเวลา	รูปแบบ	เครื่องมือที่ใช้	วัตถุประสงค์เบื้องต้น
ทศวรรษ 1980	การวางแผน พื้นที่ว่าง (OPEN SPACE)	การวางแผนและการ จัดการพื้นที่สาธารณะ การรอนสิทธิ์ การใช้ ประโยชน์ที่ดิน	เพื่อสร้างพื้นที่ที่ประชาชนสามารถเข้า มาทำกิจกรรม เช่น พักผ่อนหย่อนใจ ออกกำลังกายรักษาพื้นที่เพื่อการ เกษตรกรรมและพื้นที่สีเขียวในเมือง สร้างภูมิทัศน์ที่สวยงาม
ทศวรรษ 1990	การวางแผน พื้นที่ว่าง และ การเชื่อมต่อ พื้นที่สีเขียว (Greenways)	การวางแผนและการ จัดการพื้นที่การรอน สิทธิ์การใช้ประโยชน์ ที่ดินกฎหมายควบคุม ย่านบริเวณพื้นที่น้ำ ท่วม	เพื่อสร้างพื้นที่ที่ประชาชนสามารถเข้า มาทำกิจกรรม เช่น พักผ่อนหย่อนใจ ออกกำลังกายรักษาพื้นที่เพื่อการ เกษตรกรรมและพื้นที่สีเขียวในเมือง สร้างภูมิทัศน์ที่สวยงาม จัดการพื้นที่ที่ อยู่ของสัตว์ในเมือง
ค.ศ.2000	โครงสร้าง พื้นฐานเขียว	การวางแผนและการ จัดการพื้นที่การรอน สิทธิ์การใช้ประโยชน์ ที่ดิน แนวคิดการ เติบโตเมืองอย่างชาญ ฉลาด และ กระบวนการมีส่วนร่วม	เพื่อสร้างพื้นที่ที่ประชาชนสามารถเข้า มาทำกิจกรรม เช่น พักผ่อนหย่อนใจ ออกกำลังกายรักษาพื้นที่เพื่อการ เกษตรกรรมและพื้นที่สีเขียวในเมือง สร้างภูมิทัศน์ที่สวยงาม เป็นการ วางแผนเมืองระดับภูมิภาคและการ ประเทศประยุกต์ใช้ศาสตร์ความรู้ หลายด้าน

หมายเหตุ. โดย นิคม บุญญานุสิทธิ์, 2558.

นอกจากนี้ Benedict และ McMahon (2002) ได้สรุปหลักการพื้นฐานเพื่อการ
วางแผนโครงสร้างพื้นฐานเขียวให้ประสบความสำเร็จไวดังนี้

หลักการที่ 1: ต้องเป็นการวางแผนเพื่อสร้างและคงความเชื่อมต่อกันของระบบ
พื้นที่สีเขียวเอาไว้โดยโครงการที่ริเริ่มแล้วประสบความสำเร็จสามารถนำบทเรียนมาใช้เป็นกรอบ
ในการปฏิบัติให้กับโครงการอื่นได้โดยใช้กลยุทธ์ที่ใกล้เคียงกัน

หลักการที่ 2: ควรมีการออกแบบและพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานเขียวไว้ก่อน จะมีการดำเนินโครงการพัฒนาต่าง ๆ ในพื้นที่เพราะการฟื้นฟูระบบธรรมชาติให้กลับคืนมานั้น สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมหาศาลมากกว่าการป้องกันและรักษาไว้ซึ่งภูมิทัศน์ดั้งเดิมจึงต้องมีการระบุพื้นที่ที่เหมาะสมกับการพัฒนาและพื้นที่ที่ควรรักษาไว้เพื่อรักษาระบบนิเวศในชุมชนอย่างชัดเจน

หลักการที่ 3: “ความเชื่อมต่อ” เป็นประเด็นสำคัญที่สุดการเชื่อมโยงกันเป็น เครือข่ายของหลากหลายระบบนิเวศในกายภาพและการเป็นเครือข่ายของหลากหลายองค์กรในแง่ การปฏิบัติงานเป็นเกณฑ์มาตรฐานสำคัญในการบำรุงรักษาระบบนิเวศที่ทรงคุณค่าให้กับชุมชน โดยต้องมีการทำงานร่วมกันอย่างไรขอบเขตและข้อจำกัดระหว่างหน่วยงานของรัฐองค์กรไม่แสวงหา กำไรภาคธุรกิจและภาคประชาชน

หลักการที่ 4: ประโยชน์ใช้สอยของโครงสร้างพื้นฐานเขียวต้องทำให้เกิดการ ใช้งานในหลากหลายขนาดส่วนหลากหลายขอบเขตทางกฎหมายระบบโครงสร้างพื้นฐานเขียวต้อง มีความสอดคล้องกันทั้งในระดับเมืองชายขอบเมืองชนบทพื้นที่ป่าพื้นที่ถิ่นอาศัยของสัตว์รวมเข้า ด้วยกันเป็นระบบนิเวศอันหนึ่งอันเดียว

หลักการที่ 5: การวางแผนโครงสร้างพื้นฐานเขียวต้องตั้งอยู่บนหลักการทาง วิทยาศาสตร์ทฤษฎีและการปฏิบัติทางด้านการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินประกอบด้วย สหสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น การอนุรักษ์ทางด้านชีววิทยากับนิเวศวิทยาภูมิทัศน์การวางแผนภาค และเมืองการวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์กับระบบข้อมูลข่าวสาร ฯลฯ

หลักการที่ 6: การวางแผนโครงสร้างพื้นฐานเขียวให้เป็นเกณฑ์เบื้องต้นในการ ลงทุนโครงการสาธารณะต้องมีการจัดงบประมาณอยู่ในรายจ่ายประจำของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการ เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นวาระประจำในระดับประเทศเพื่อการวางแผนและกำหนดกิจกรรม

หลักการที่ 7: การวางแผนโครงสร้างพื้นฐานเขียวเกี่ยวข้องกับผู้คนที่มีส่วนได้เสีย หลากหลายระดับหลากหลายอาชีพและวัยมีวัตถุประสงค์ความต้องการและประสบการณ์ที่แตกต่าง กันการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานเขียวที่จะประสบความสำเร็จได้ต้องมีการส่งเสริมให้เกิดการรวมกลุ่ม เป็นภาคีเครือข่าย และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายองค์กร

โดยโครงสร้างพื้นฐานเขียวมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับใช้ให้เข้ากับ ความต้องการการพัฒนาพื้นที่ตามยุคตามสมัย เพื่อที่จะสร้างประโยชน์ในการพัฒนาเมืองได้อย่าง มีประสิทธิภาพโดยเฉพาะการสร้างพื้นที่สีเขียว พื้นที่สาธารณะเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ และสร้าง ทัศนียภาพให้เกิดการใช้งานไปพร้อมกับความสวยงาม โดยแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานเขียวในปัจจุบัน ต้องคำนึงถึงความสำคัญต่อการพัฒนาเมือง 10 ข้อ เพื่อให้เกิดพัฒนาเมืองได้อย่างเหมาะสม ดังนี้ (Randolph, 2004)

(1) การเชื่อมต่อ คือ ในการรักษาระบบนิเวศแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมต่อของการดำเนินงานกับระบบธรรมชาติและการเชื่อมต่อกับยุทธศาสตร์ที่มีความสำคัญของการศึกษาศักยภาพและข้อจำกัดของการพัฒนาพื้นที่ รวมทั้งการเชื่อมโยงกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้แผนพัฒนาเกิดความสำเร็จ

(2) บริบท คือ การทำความเข้าใจและการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศและภูมิทัศน์ของเมือง จำเป็นที่ต้องวิเคราะห์บริบทของระบบนิเวศ ปัจจัยด้านชีวภาพและด้านกายภาพของพื้นที่โดยรอบ เพราะทุกอย่างมีความสัมพันธ์และมีผลซึ่งกันและกัน

(3) การบูรณาการ คือ การวางแผนโดยการสร้างแผนทางเลือกหลาย ๆ แผนตามข้อกำหนดของระบบนิเวศหรือข้อกำหนดของการวางแผนระบบท้องถิ่นและภูมิภาค ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน เช่น นักภูมิสถาปัตยกรรม นักสังคมสงเคราะห์ นักวิศวกร นักผังเมือง ต้องบูรณาการความคิดความเข้าใจและกฎการปฏิบัติต่าง ๆ กันอย่างเท่าเทียมกัน

(4) สร้างกรอบในการอนุรักษ์และพัฒนา คือ การจัดระดับของโครงสร้างพื้นฐานเขียว ในชุมชนสามารถวางแผนสำหรับการอนุรักษ์ การกำหนดตำแหน่งตรงที่จะเกิดการเติบโตของเมืองและการพัฒนาในพื้นที่ที่ประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อเป็นกรอบการรักษาพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ของทรัพยากรไม่ให้ความเจริญของเมืองเข้าไปทำลายเพื่อบำบัดให้ยังคงมีพื้นที่ธรรมชาติต่อไป

(5) การวางแผนและการป้องกันก่อนการพัฒนา คือ การวางแผนของโครงสร้างพื้นฐานเขียวจะระบุพื้นที่ที่เป็นพื้นที่สำคัญหรือพื้นที่หลัก (Hub) และพื้นที่เชื่อมต่อ (Link) ของพื้นที่ในระบบนิเวศ เพื่อการวางแผนในอนาคตและเพื่อตรวจสอบการจัดทำโครงการเพื่อฟื้นฟูหรือการรักษาที่มักใช้งบประมาณสูง

(6) การลงทุนของสาธารณะ คือ การวางแผนพัฒนาควรมีการตั้งกองทุนล่วงหน้า มีการวางแผนและเพื่อออกแบบวิธีการสนับสนุนเพื่อใช้สำหรับก่อสร้างโครงสร้าง เช่น ถนน สะพาน เส้นทางน้ำ

(7) สร้างประโยชน์แก่ธรรมชาติและคน คือ ประโยชน์มากมายเกิดขึ้นจากวิธีการของโครงสร้างพื้นฐานเขียว ลดความต้องการโครงสร้างพื้นฐานสีเทา เช่น ถนน พื้นคอนกรีต เพื่อให้เกิดพื้นที่สีเขียวที่จะช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำ ไฟไหม้ และภัยธรรมชาติอื่น ๆ

(8) ให้ความสำคัญกับเจ้าของที่ดินและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย คือ โครงสร้างพื้นฐานเขียวไม่ใช่พื้นที่ทั้งหมดเพื่อเป็นพื้นที่ของสาธารณะ แต่โครงสร้างพื้นฐานเขียวเป็นแนวคิดที่จะช่วยในการวางแผนพัฒนาและพิจารณามุมมองของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งในภาครัฐและเอกชน ให้ได้รับผลประโยชน์ที่เท่าเทียมกัน

(9) การเชื่อมต่อกิจกรรมทั้งในและนอกชุมชน/ เมือง คือ โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว สร้างพื้นที่ให้มีการเติบโตอย่างยั่งยืน คือ สามารถทำกิจกรรมได้หลายด้านและมีประโยชน์ที่สมดุล เช่น รักษาประวัติศาสตร์ในพื้นที่สำคัญ สร้างพื้นที่นันทนาการแก่ประชาชนในพื้นที่สีเขียว รักษาพื้นที่ป่าพื้นที่คงความสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ บรรเทาอุทกภัย ซึ่งโครงสร้างพื้นฐานเขียวไม่ได้เพียงแต่ให้ประโยชน์เฉพาะในขอบเขตการพัฒนาพื้นที่ แต่ให้ความสำคัญที่ภูมิทัศน์ธรรมชาติของทั้งหมดในระบบนิเวศ

(10) เน้นการวางแผนในระยะยาว คือ แผนของโครงสร้างพื้นฐานและข้อมูลที่พิจารณาเพื่อปรับปรุงและแก้ไขในการวางแผน จำเป็นต้องศึกษาในประเด็นของข้อมูลการอยู่อาศัยในพื้นที่ของชุมชนหรือพื้นที่เมือง ที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง

2.4.3 ประโยชน์ของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

โครงข่ายพื้นที่สีเขียวมีความสำคัญกับความเมืองเพื่อใช้เป็นกรอบความคิดในการวางแผนการใช้ที่ดิน (Land use planning) และการตัดสินใจแบบองค์รวม (Comprehensive decision-making) ในการส่งเสริมสภาพแวดล้อมพื้นที่ว่ามีที่ไหนบ้างมุ่งเน้นเพื่อนันทนาการและการพักผ่อนหย่อนใจ เพื่อให้ง่ายต่อการวางแผนจัดการพื้นที่ในอนาคต สำหรับพื้นที่ที่สามารถสะท้อนให้เห็นได้หลายบทบาทในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว ซึ่งจะสามารถดำเนินการในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

2.4.3.1 ระบุพื้นที่ที่มีพื้นที่สีเขียวที่สามารถเชื่อมต่อทางกายภาพจากสวนสาธารณะในเมือง และพื้นที่ธรรมชาติ ตลอดจนพื้นที่สีเขียวที่โอบล้อมเมือง กับภูมิทัศน์ธรรมชาติขนาดใหญ่

2.4.3.2 ดูแลรักษาพื้นที่ธรรมชาติให้ยั่งยืน โดยรักษาความหลากหลายของลักษณะเด่นทางธรรมชาติ และหน้าที่ ให้หรือส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างถิ่นที่อยู่อาศัย

2.4.3.3 รักษาสมดุลภูมิทัศน์วัฒนธรรมที่กำหนดความเป็นเมือง และให้สุขภาพและมุมมองของ ความหลากหลายทางธรรมชาติ สำหรับพื้นที่สีเขียวที่โอบล้อมเมือง ชนบท และภูมิทัศน์วัฒนธรรม

2.4.3.4 ปรับปรุงการเข้าถึงพื้นที่สีเขียวตลอดจนเส้นทางและการเชื่อมโยงอื่น ๆ ที่เอื้อต่อการสร้างความเข้าใจกับนันทนาการกลางแจ้งเชื่อมต่อกับสถานที่ธรรมชาติ และความน่าอยู่

2.4.3.5 เป็นแนวทางการตัดสินใจในการจัดการพื้นที่สีเขียว

นอกจากนี้ โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวสามารถให้ประโยชน์ได้ในหลาย ๆ ด้านที่เป็นประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยสามารถสรุปได้ดังนี้ (Benedict, 2001)

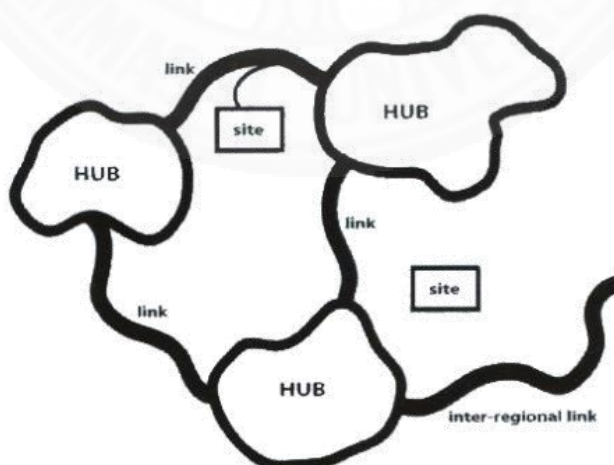
(1) ประโยชน์แก่สังคม คือ การรักษาพื้นที่สีเขียว พื้นที่ป่า และพื้นที่ที่เป็นสวนหย่อม เพื่อให้เป็นพื้นที่ผ่อนคลายให้ความรู้สึกสงบและร่มเย็น ยกกระตบคุณภาพชีวิตของประชาชนให้ดีขึ้น

(2) ประโยชน์แก่ชุมชน คือ โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวที่เน้นการพัฒนาพื้นที่ที่ส่งเสริมระบบนิเวศ เช่น พื้นที่สีเขียว พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เหล่านี้สร้างมุมมองที่สวยงาม เพิ่มพื้นที่ร่มเงาสดแสงแดดให้แก่ชุมชนซึ่งอาจจะเป็นเส้นทางสัญจรสีเขียว ทางเดินเท้า ภายในเมือง หรือชุมชนที่เชื่อมต่อกันเป็นระบบ

(3) ประโยชน์แก่สิ่งแวดล้อม คือ โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวช่วยปรับสภาพแวดล้อมในการดูแลสุขภาพภูมิอากาศในการปรับปรุงคุณภาพอากาศ การอนุรักษ์น้ำและการรักษาคุณภาพของน้ำ การควบคุมและดูแลผลกระทบของแสงแดด ลม และฝน นอกจากนั้นพื้นที่ของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวยังช่วยกักเก็บน้ำบางส่วนและชะลอความเร็วของการไหลบ่าของน้ำ

(4) ประโยชน์แก่เศรษฐกิจ คือ โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่าย หรืองบประมาณที่ใช้ในการดูแลความเสียหายจากการเกิดภัยพิบัติ หรืออาจจะเป็นค่าใช้จ่าย หรืองบประมาณที่ใช้ในการดูแลความเสียหายจากการเกิดภัยพิบัติ หรืออาจจะเป็นค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงาน เช่น เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น อีกทั้งพื้นที่อสังหาริมทรัพย์ เช่น บ้านจัดสรรหรือคอนโด ที่ตั้งอยู่ใกล้พื้นที่สีเขียว พื้นที่สวนสาธารณะจะมีมูลค่ามากกว่าที่ที่ห่างไกลพื้นที่สีเขียวหรือพื้นที่สวนสาธารณะ

2.4.4 องค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว



ภาพที่ 2.1 ระบบโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว, โดย Maryland Dept of Natural Re-sources, 2001.

ในกระบวนการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานเขียวนั้นต้องประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการวางแผนกายภาพนักลงทุนเจ้าของที่ดินและผู้อยู่อาศัยในชุมชนร่วมกันวางแผนและตัดสินใจกำหนดเป็นกลยุทธ์ในการพัฒนาและอนุรักษ์พื้นที่อย่างสมดุลกัน ดังนั้นการสร้างแนวทางให้ท้องถิ่นสามารถที่จะวางแผนควบคุมการพัฒนาพื้นที่ได้ด้วยตนเองโดยเน้นกระบวนการมีส่วนร่วมในการคิดและวางแผนจึงเป็นเรื่องสำคัญอีกทั้งการตระหนักในคุณค่าของธรรมชาติและระบบนิเวศในชุมชนจะเป็นหนทางหนึ่งที่ทำให้ทุกคนเห็นประโยชน์ร่วมกันช่วยลดปัญหาผลกระทบของความเป็นเมืองที่เกิดขึ้นในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพแนวทางการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure Planning) จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการศึกษาข้อมูลและนำมาทดลองปรับใช้กับท้องถิ่นของไทยเนื่องจากมีสาระและรายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างความสมดุลระหว่างการพัฒนากับการอนุรักษ์เพื่อสวัสดิการและคุณภาพชีวิตของประชากรในท้องถิ่นอย่างสำคัญ

2.4.4.1 พื้นที่หลัก (Hub)

พื้นที่สำคัญในระบบนิเวศสำหรับการอนุรักษ์ ได้แก่ พื้นที่ป่าในเมือง พื้นที่แหล่งน้ำ เพื่อประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้ เพื่อเป็นพื้นที่ป้องกัน เช่น สวนสาธารณะขนาดใหญ่ เพื่อจัดการภูมิทัศน์ของเมืองสวยงามไว้เพื่อเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจของคนในพื้นที่ โดยมีวัตถุประสงค์ คือ (1) เพื่อรักษาพื้นที่ที่มีความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติของดินและน้ำ เพื่อสงวนและป้องกันพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น พื้นที่ห้วย หนอง สวนสาธารณะ (2) เพื่อจัดการภูมิทัศน์พื้นเมืองให้มีความยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ในพื้นที่ (3) เพื่อเป็นพื้นที่ที่ภาครัฐและเอกชนสามารถนำไปพัฒนาที่ให้ผลประโยชน์กับทั้งสองฝ่าย

แนวทางและรูปแบบการพัฒนาพื้นที่หลัก (Hub) เพื่อส่งเสริมการพัฒนาพื้นที่ให้มีประสิทธิภาพโดยจะยกตัวอย่างแนวทางการพัฒนาหรือรูปแบบการพัฒนาเพื่อส่งเสริมการจัดการพื้นที่หลัก ช่วยด้านการจัดการน้ำและส่งเสริมการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงพื้นที่สีเขียวหรือพื้นที่สาธารณะของเมืองให้ดีขึ้น วิธีการการพัฒนาได้หลายวิธีโดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) โพร่งใต้ดิน (Underground Chambers) เป็นพื้นที่กักเก็บน้ำใต้ดินที่ไม่จำกัดขนาดและรูปร่างของโครงสร้างอย่างบรรจุ โดยจะนำท่อหรืออ่างฝังลงใต้ดินแล้วใช้ก้อนกรวดหรือก้อนหินช่วยให้ น้ำสามารถไหลผ่านได้สะดวกและสามารถเก็บน้ำจากน้ำที่ไหลบ่าได้ และด้านบนของพื้นที่สามารถพัฒนาให้สามารถรองรับน้ำหนักได้ดี ดังนั้นสามารถพัฒนาในพื้นที่ที่รถวิ่งผ่านได้ เช่น ลานจอดรถ พื้นที่สีเขียว หรือพื้นที่ที่มีขนาดจำกัด (United States Environmental Agency, 2004)



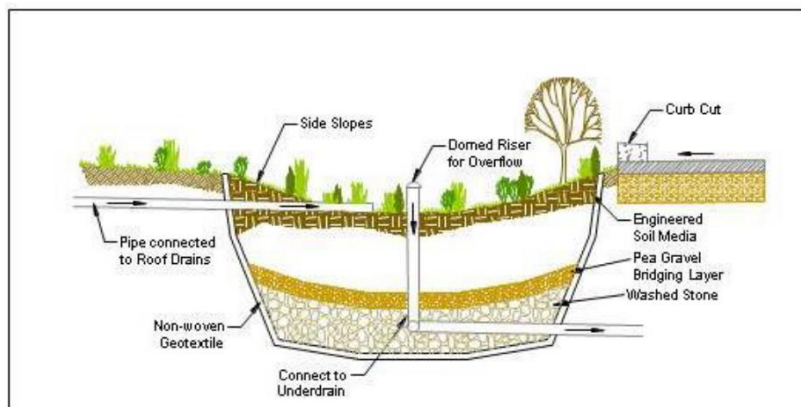
ภาพที่ 2.2 กรอบออกแบบพื้นที่แบบโพรงใต้ดิน (Underground Chambers), โดย United States Environmental Agency, 2004.

(2) บ่อแห้ง (Dry Wells) ออกแบบโดยการสร้างหลุมบ่อขนาดเล็กใส่ท่อที่มีรูพรุนและใส่หินเข้าไปล้อมรอบ เมื่อมีน้ำไหลบ่าจากการเกิดพายุฝนจะเป็นแหล่งกักเก็บน้ำได้ดี เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีขนาดจำกัด



ภาพที่ 2.3 การออกแบบบ่อแห้ง (Dry Wells), โดย United States Environmental Agency, 2004.

(3) การกักเก็บด้วยพืช (Bioretention Cells) พื้นที่บ่อที่รองรับการไหลของน้ำผิวดิน ซึ่งเมื่อน้ำไหลผ่านดินจะซึมลงสู่ผิวดินได้ง่าย เพราะให้ชั้นดินมีการปลูกพืช มีชั้นของทราย หิน กรวด และก่อนจะถึงชั้นของท่อระบายน้ำไปสู่แหล่งน้ำ น้ำที่ไหลผ่านการกรองจากชีวภาพพืชพรรณ จะกรองเอาของเสียที่ปนมากับน้ำออกไปก่อนจะไปสู่แหล่งกักเก็บน้ำที่มีหรือไม่มีระบบท่อใต้ดินได้ด้วยสามารถใช้ได้ทั้งในพื้นที่เมืองและเขตชานเมือง



ภาพที่ 2.4 ระบบการกักเก็บน้ำแบบใช้พืชพรรณ (Bioretention), โดย Harris County Public Infrastructure Department & Harris & County Flood Control District, 2011.

การพัฒนาพื้นที่โดยการใช้พืชพรรณ (Bioretention) ช่วยในการกักเก็บน้ำ สามารถปรับใช้ได้ทั้งในพื้นที่เมืองที่มีขนาดจำกัด สามารถปรับใช้ในพื้นที่ทางระบายน้ำ พื้นที่สวนสาธารณะ และพื้นที่ในชนบทที่มีพื้นที่โล่ง พื้นที่สีเขียวที่กว้างกว่าพื้นที่ในเมืองนอกจากจะช่วยส่งเสริมให้การกักเก็บน้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น ยังช่วยเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่สร้างความสวยงามของทัศนียภาพแก่เมืองได้เช่นกัน (Harris County Public Infrastructure Department & Harris & County Flood Control District, 2011)



ภาพที่ 2.5 การออกแบบการกักเก็บด้วยพืช (Bioretention Cells), โดย United States Environmental Agency, 2004.

(4) การใช้ระบบกักเก็บน้ำด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำ (Stormwater wetland) เป็นพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำที่รับน้ำที่มีน้ำท่วมขัง พื้นที่ทางระบายน้ำ โดยสามารถส่งเสริมด้านคุณภาพของน้ำก่อนจะไหลสู่แหล่งกักเก็บน้ำ



ภาพที่ 2.6 การกักเก็บน้ำด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำ (Stormwater wetland), โดย State of New Jersey Department of Environmental, 2004.

การวางแผนพัฒนาพื้นที่รอบพื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติ พื้นที่ที่เป็นพื้นที่สีเขียวในภาพ เป็นพื้นที่ทางเข้าที่เป็นทางเท้า ทางเดิน หรือพื้นที่สีเขียว และพื้นที่ด้านในพื้นที่สีเขียวลายเขียวเป็นพื้นที่ปลูกพืชพรรณชั้นที่ 1 มีความดันของน้ำประมาณ 0.15 เมตร ที่สามารถปลูกพืชได้ และชั้นถัดเข้าไปเป็นพื้นที่สีเขียวเข้มลายเขียวอ่อนเป็นพื้นที่ชั้นที่ 2 ที่มีระดับความลึกของน้ำ 0.15 – 0.45 เมตร และถัดเข้าไปเป็นแหล่งน้ำ (State Jersey Department of Environmental Portion, 2004) ดังนั้น ก่อนที่น้ำจะไหลลงสู่แม่น้ำพืชเหล่านี้จะช่วยกรองเศษขยะมลพิษได้ในระดับเบื้องต้น อีกทั้งช่วยให้แหล่งน้ำมีความสดชื่นและมีความงามจากพืชพรรณที่นำมาปลูก

(5) ถังเก็บน้ำฝน (Rain Barrels) ถังเก็บน้ำขนาดใหญ่ ไว้เพื่อรองรับน้ำจากบ้านหลายหลังหรือจากอาคารขนาดใหญ่ มักอยู่ในเขตที่มีความหนาแน่นของอาคารสามารถไว้นบนดินและฝังลงใต้ดินได้และมีเครื่องดูดน้ำเอาไปใช้และกระจายไปยังอาคารบ้านเรือนต่าง ๆ ได้



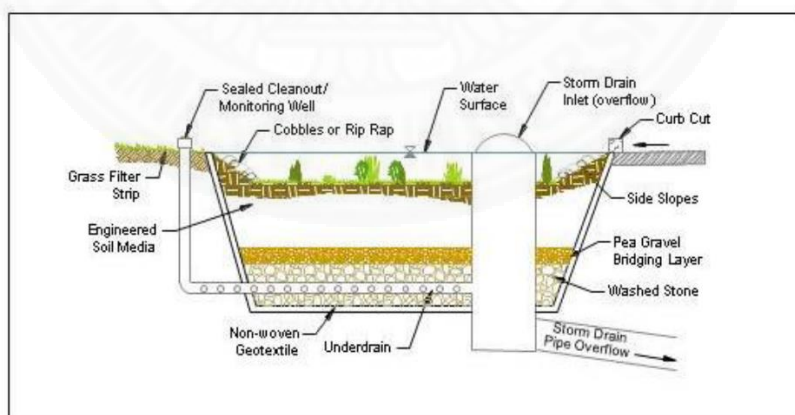
ภาพที่ 2.7 ถังเก็บน้ำฝน (Rain Barrels), โดย United States Environmental Agency, 2004.

2.4.4.2 พื้นที่ตั้ง (Site)

พื้นที่ตั้ง คือ พื้นที่ว่างหรือพื้นที่สีเขียวเพื่อส่งเสริมการซึมผ่านของน้ำลงสู่ใต้ดินที่มีความเหมาะสมในการอนุรักษ์ สามารถช่วยลดผลกระทบจากน้ำท่วมในพื้นที่เมืองได้ เพราะถ้ามีพื้นที่ซึมน้ำเพื่อชะลอค่าการไหลบ่าของน้ำ ได้แก่ สนามกีฬา พื้นที่โล่งขนาดเล็ก สวนหลังบ้าน ช่วยส่งเสริมให้พื้นที่เมืองสามารถรักษาสภาพแวดล้อมที่ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่เมืองที่เริ่มมีความหนาแน่นสูงขึ้น เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชนด้วยการรักษาสภาพแวดล้อม โดยหลักการพัฒนาพื้นที่ตั้งมีวัตถุประสงค์หลัก ๆ เพื่อสร้างพื้นที่สีเขียว เพื่อการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม และทรัพยากรทั้งน้ำและดินปกป้องพื้นที่ธรรมชาติหรือพื้นที่ธรรมชาติหรือพื้นที่ที่ทำงานที่ทำหน้าที่เป็นกรอบสำหรับการพัฒนาในขณะที่ยังรักษาระบบนิเวศพื้นเมือง

แนวทางและรูปแบบการพัฒนาพื้นที่ตั้ง (Site) เพื่อพัฒนาพื้นที่ให้ส่งเสริมให้น้ำซึมผ่านได้สะดวกและช่วยลดค่าการไหลบ่าของน้ำ ซึ่งสามารถพัฒนาได้ทั้งในพื้นที่สีเขียวและพื้นที่ที่เป็นคอนกรีต เพื่อส่งเสริมให้การพัฒนาเมืองสามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด จึงนำตัวอย่างการพัฒนาพื้นที่ตั้งในการประยุกต์ใช้แนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว ดังนี้

1. หลุมต้นไม้ (Bioswales) หลุมต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ลึกลงไปใต้ดินประมาณ 60 เซนติเมตร สามารถรองรับและระบายน้ำจากถนนได้ สำหรับการสร้างหลุมต้นไม้จะใช้ชั้นหินเพื่อสร้างชั้นดินให้น้ำไหลผ่านและถูกกักเก็บเป็นน้ำใต้ดิน หรือแทรกซึมผ่านการเจริญเติบโตของรากที่ช่วยกรองสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ในน้ำก่อนจะไหลไปสู่แหล่งน้ำ



ภาพที่ 2.8 ระบบการพัฒนาพื้นที่แบบหลุมต้นไม้ (Bioswales), โดย Harris County Public Infrastructure Department & Harris & County Flood Control District, 2011.

จากภาพที่ 2.8 แสดงระบบการพัฒนาแบบหลุมต้นไม้ในพื้นที่แนวต้นไม้ริมทางเดินเท้าในสวนสาธารณะ สนับสนุนให้ทำท่อใต้ดินที่มีรูพรุนเพื่อส่งน้ำจากการแทรกซึมของน้ำในหลุมต้นไม้ใช้พืชพรรณ ดิน ปุ๋ย และก้อนกรวดในการกรองมลพิษของน้ำ ด้านหลุมต้นไม้จะเป็นพื้นที่ลาดเอียงเล็กน้อย และระดับพื้นในหลุมต้นไม้ต่ำกว่าระดับพื้นที่ปกติเพื่อส่งเสริมให้น้ำไหลลงพื้นที่ที่เตรียมไว้ นอกจากนี้มีทางระบายน้ำเพื่อรองรับปริมาณน้ำล้นเมื่อเกิดพายุฝน ส่งเสริมการมีประสิทธิภาพในการรับน้ำและส่งเสริมการรักษาคุณภาพของน้ำ อีกทั้งส่งเสริมให้มีพื้นที่สีเขียวในสวนสาธารณะเพิ่มขึ้น

(2) การพัฒนาพื้นผิวแบบรูพรุน (Permeable Pavers) บล็อกปูพื้นที่ที่มีรูหรือช่อง เมื่อปูแล้วเอาทรายและกรวดมาทับตรงช่องจะมีการดูดซึมและกระจายน้ำระหว่างบล็อกและดิน นอกจากนั้นยังสามารถพัฒนาให้มีการส่งน้ำที่ซึมผ่านพื้นที่ลงไปสู่ท่อระบายน้ำไปยังที่กักเก็บน้ำได้ ดินสามารถออกแบบในพื้นที่ลานบ้านหรือทางเดิน

2.4.4.3 พื้นที่เชื่อมต่อ (Link)

พื้นที่เชื่อมต่อ คือ เส้นทางหรือทางเดินที่มีพืชพรรณต่อเนื่องกับพื้นที่หลัก เป็นเส้นทางสำหรับการหาอาหารของสัตว์พื้นถิ่นหรือใช้เป็นทางสัญจรสำหรับคนทั่วไปเชื่อมต่อภูมิทัศน์เมือง เพื่อป้องกันธรรมชาติเก็บรักษาพื้นที่ธรรมชาติให้เพียงพอต่อความต้องการของคนและสัตว์ในพื้นที่ และการเชื่อมต่อระบบให้เข้ากัน เพื่อใช้เครือข่ายโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวในการทำงานร่วมกัน โดยเส้นทางการเชื่อมโยงมีได้หลายลักษณะ ได้แก่ (1) การเชื่อมโยงแนวราบ พื้นที่ขนาดใหญ่ที่มีการป้องกันตามธรรมชาติที่เชื่อมต่อสวนสาธารณะที่มีอยู่เก็บรักษาหรือในพื้นที่ที่เป็นธรรมชาติและพื้นที่เพียงพอสำหรับพืชพื้นเมือง ทำหน้าที่เป็นทางเดินเชื่อมต่อระบบนิเวศและภูมิทัศน์ เชื่อมโยงภูมิทัศน์ นอกจากนี้ยังอาจมีพื้นที่สำหรับการป้องกันของแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์และโอกาสสำหรับการใช้งานภายในสถานที่ (2) แนวกันระบบนิเวศ เป็นเส้นทางต้นไม้ที่เป็นกันชนสามารถบรรเทาพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคาร

แนวทางและรูปแบบการพัฒนาพื้นที่เชื่อมต่อ (Link) ส่วนใหญ่ลักษณะของพื้นที่เชื่อมต่อจะเป็นทางน้ำไหลบนพื้นที่คอนกรีตที่ลอดผ่านในพื้นที่หลักและพื้นที่ตั้ง ดังนั้นเพื่อส่งเสริมให้เกิดการเชื่อมต่อของพื้นที่ในระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมเมือง และส่งเสริมการมีทัศนียภาพที่สวยงาม จึงได้มีการปรับปรุงพื้นที่ ดังนี้

(1) การกักเก็บน้ำด้วยกระถางพืช (Stormwater Planters) ลักษณะเป็นพื้นที่บรรจุหรือกระถางที่มีกำแพงคอนกรีตกันเพื่อใส่ดินและพืชพรรณ ช่วยรักษาระดับการไหลบ่าของน้ำที่ไหลมาจากหลังคาสู่พื้นที่ทางเดินเท้า โดยจะออกแบบให้พื้นผิวของกระถางจะเป็นแบบปิดเพื่อไหลเชื่อมกับท่อระบายน้ำหรือแบบเปิดให้น้ำซึมไปสู่ผิวดินได้



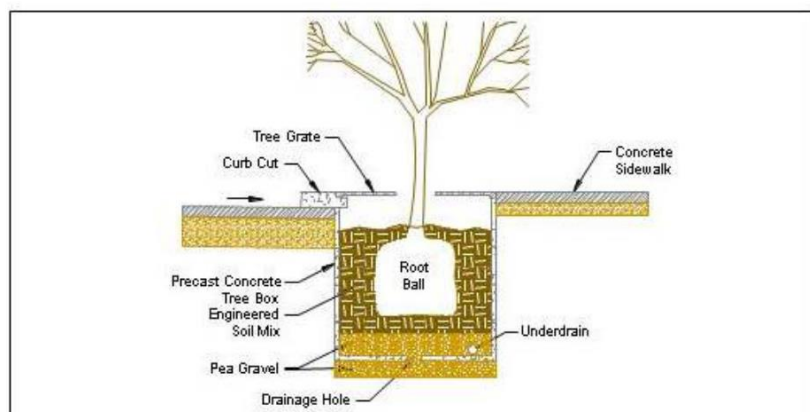
ภาพที่ 2.9 การกักเก็บน้ำด้วยกระถางพืช (Stormwater Planters), โดย United States Environmental Agency, 2004.

(2) การใช้ช่องต้นไม้เป็นตัวกรองน้ำ (Tree Filters) พื้นที่ขนาดเล็กที่มีการปลูกต้นไม้ พืชพรรณต่าง ๆ และมีระบบการระบายน้ำอยู่ด้านล่างดิน ส่วนใหญ่จะพัฒนาลักษณะนี้ในพื้นที่ทางเดินเท้าในเมือง พื้นที่จอดรถ ซึ่งช่วยการไหลบ่าของน้ำและช่วยกรองมลพิษทางน้ำได้



ภาพที่ 2.10 การใช้ช่องต้นไม้เป็นตัวกรองน้ำ (Tree Filters), โดย United States Environmental Agency, 2004.

การพัฒนาพื้นที่ที่น้ำไหลผ่าน หรือพื้นที่ระบายน้ำที่ใช้ช่องต้นไม้เป็นตัวกรองน้ำ (Tree Filters) และการกักเก็บน้ำด้วยกระถางพืช (Stormwater Planters) จะมีระบบการออกแบบพื้นที่คล้ายกัน โดยในช่องของการปลูกต้นไม้ช่วยในการกรองน้ำที่ไหลผ่าน



ภาพที่ 2.11 การออกแบบการใช้ต้นไม้เป็นตัวกรองน้ำ, โดย Harris County Public Infrastructure Department & Harris & County Flood Control District, 2011.

การออกแบบการใช้ต้นไม้เป็นตัวกรองน้ำจะประกอบไปด้วย ดิน ทราย ปุ๋ย ก้อนกรวดขนาดเล็ก ที่ล้อมรอบรากต้นไม้ หรือเป็นชั้นดินที่มีพืชพรรณอยู่บนผิวดิน มีท่อระบายน้ำที่จะส่งน้ำผ่านการกรองไปสู่แหล่งกักเก็บน้ำ และในทางเดินคอนกรีตสามารถส่งเสริมให้เกิดการซึมซับของน้ำได้โดยการใช้พื้นที่มีรูพรุน น้ำที่ไหลผ่านจะซึมลงสู่ดินได้ดีกว่าพื้นที่คอนกรีต

ทั้งนี้การส่งเสริมการกักเก็บน้ำที่ได้จากการพัฒนาพื้นที่ด้วยหลายวิธีเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เป็นการส่งเสริมการพัฒนาพื้นที่สีเขียวด้วยการใช้พืชพรรณหรือต้นไม้ที่จะส่งเสริมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ การรักษาคุณภาพน้ำ รักษาระบบนิเวศ สามารถส่งเสริมการกักเก็บน้ำซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาได้ไม่เพียงพอสอดคล้องความต้องการของประชากรในพื้นที่ได้ (นิคมบุญญานุสิทธิ์, 2558)

จากที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า “Green Infrastructure” หรือ “โครงสร้างพื้นฐานเขียว” คือ เครือข่ายความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องถึงกันของพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เปิดโล่งอื่น ๆ ที่ทำหน้าที่รักษาคุณค่าและประโยชน์ใช้สอยของระบบนิเวศอันมีผลอย่างกว้างขวางต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และการคงอยู่ของสัตว์พื้นถิ่นในระบบของโครงสร้างพื้นฐานเขียวนั้นจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบสำคัญคือ “พื้นที่หลัก (Hub)” “ที่ตั้ง (Site)” และ “เส้นทางเชื่อมต่อ (Link)”

2.5 การประยุกต์ใช้แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวในประเทศไทย

โครงการและการวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาผังแม่บทโครงข่ายพื้นที่สีเขียวในเขตมีกรอบแนวคิด 7 แนวทาง ดังนี้

2.5.1 การเชื่อมต่อ (Connectivity) ถือเป็นกรอบแนวคิดหลักในการพัฒนาโครงข่ายพื้นที่สีเขียว เนื่องด้วยกรุงเทพมหานครในปัจจุบันเป็นเมืองที่มีความซับซ้อนในด้านเครือข่ายการคมนาคม ทั้งในระบบราง ระบบถนน และระบบคลอง ที่มีถนนและคลองจำนวนมาก การเชื่อมต่อจึงควรเป็นการเชื่อมต่อโครงข่ายคมนาคมเหล่านี้เข้าด้วยกัน โดยพิจารณาจุดเชื่อมต่อและเปลี่ยนถ่ายสำคัญ และเพิ่มศักยภาพของการเชื่อมต่อของโครงข่ายคมนาคมเหล่านี้ในมิติทางสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยา รวมทั้งส่งเสริมการเชื่อมต่อของระบบทางจักรยานและทางเดินทางเท้าทั้งในระดับพื้นดินและทางยกระดับ เพื่อส่งเสริมให้กรุงเทพเป็นเมืองเดินได้และเมืองน่าอยู่

2.5.2 การบริการโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure Service) การบริการโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวที่นำมาเป็นกรอบแนวคิดสำหรับโครงข่ายสีเขียวของกรุงเทพมหานครในที่นี้หมายถึงการส่งเสริมให้มีการพิจารณานำพื้นที่โครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ มาเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่โครงข่ายและพัฒนาพื้นที่และการดำเนินการสาธารณูปโภค สาธารณูปการให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น ระบบระบายน้ำเชิงชีวภาพ รวมไปถึงการศึกษาเพื่อนำเทคโนโลยีใหม่ที่น่าสนใจในเรื่องพลังงานสะอาดและประหยัดพลังงานเข้ามาใช้เท่าที่เป็นไปได้

2.5.3 ประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม (Environmental benefit) การพัฒนาโครงข่ายพื้นที่สีเขียวควรเน้นให้เกิดประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม ทั้งในด้านการลดมลภาวะทางน้ำและทางอากาศ การส่งเสริมให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้โครงข่ายพื้นที่สีเขียวเพื่อช่วยในการลดปัญหาเกาะความร้อน (Urban heat island) เพิ่มร่มเงาสร้างให้เกิดสภาวะน่าสบายในการเดินทางในเมือง

2.5.4 ความงามดึงดูดของเมือง (Urban attractiveness) การพัฒนาโครงข่ายพื้นที่สีเขียวที่สร้างให้เกิดความงามดึงดูดของเมืองเป็นอีกหนึ่งแนวคิดที่นำมาใช้เป็นกรอบในการพัฒนาโครงการ นอกเหนือการพัฒนาให้เกิดความสะดวกสบายในการคมนาคม การสร้างทางเลือกในการเดินทางในเมือง การปรับสภาพสิ่งแวดล้อมของเมืองผ่านโครงข่ายสีเขียว การพัฒนาควรสร้างให้โครงข่ายเกิดความงามสดชื่นจากพืชพรรณตามถนนหนทางเพื่อปรับสภาพให้ผู้เดินทางในเมืองมีสุขภาวะทางจิตที่ดี นอกจากนี้จุดที่เป็นจุดเชื่อมต่อ (Node) สำคัญของโครงข่าย ควรมีการพัฒนาการออกแบบที่สร้างให้เกิดพื้นที่เชิงสัญลักษณ์ที่มีอัตลักษณ์พิเศษที่สามารถดึงดูดผู้เดินทางและนักท่องเที่ยวมาใช้พื้นที่มากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้เกิดประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ

2.5.5 ความเป็นไปได้ (Possibility) ความเป็นไปได้ของโครงการ ถือเป็นกรอบสำคัญหนึ่งในการพัฒนาโครงข่ายพื้นที่สีเขียว การคำนึงความเป็นไปได้ในเชิงกายภาพ เชิงสิ่งแวดล้อม เชิงการเงิน เชิงกฎหมาย เชิงสังคม และเชิงเทคโนโลยีเป็นความจำเป็นที่จะทำให้โครงการและองค์ประกอบของโครงการเกิดขึ้นได้

2.5.6 การอนุรักษ์วัฒนธรรม (Cultural Preservation) การอนุรักษ์วัฒนธรรมในพื้นที่เดิมให้สามารถผสมผสานเข้ากัน การพัฒนาที่เกิดขึ้นได้ โดยไม่ทำลายวิถีชีวิตที่มีอยู่เดิมในพื้นที่พัฒนาให้วัฒนธรรมที่มีอยู่ในพื้นที่มีเอกลักษณ์มากยิ่งขึ้น

2.5.7 การมีส่วนร่วมของภาคเอกชน (Private Sector Corporation) ส่งเสริมให้มีการเข้ามาจับบทบาทมีส่วนร่วมของภาคเอกชนในการพัฒนาโครงข่าย เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับสภาพทางกายภาพและการใช้งานเดิมที่มีความเกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.6 มาตรการและแนวทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว - สีเขียวในต่างประเทศ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาแต่ละประเทศกำลังตื่นตัวเรื่องสิ่งแวดล้อมซึ่งโลกกำลังเผชิญอยู่ ปัญหาความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม ปัญหาสภาวะโลกร้อน อันเนื่องมาจากพื้นที่สีเขียวของชุมชน เมืองหรือประเทศต่างๆลดน้อยลง การพัฒนาและการปรับปรุงภูมิทัศน์เข้ามาจับบทบาท และหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบมีความกระตือรือร้นในการที่จะผลักดันนโยบายต่างๆ เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับเมืองและชุมชนต่างๆ ในประเทศสิงคโปร์ (Kiat W. Tan, 2004) ได้มีการการพัฒนาเส้นทางสีเขียว (Greenway Movement) มาตั้งแต่ ค.ศ. 1980 โดยพัฒนาจากแนวคิดอุทยานนคร (Garden City) เป็นการพัฒนาพื้นที่สวนสาธารณะในเมือง พื้นที่ว่าง และพื้นที่ธรรมชาติ ต่อมา มีการเชื่อมโยงพื้นที่สีเขียวในเมืองดังกล่าวเป็นโครงข่าย (Network) ตามแนวยาวอย่างเป็นระบบ หรือเป็นโครงข่ายสีเขียวที่เรียกว่า “Park Connectors” ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงเส้นทางสีเขียวระหว่างสวนสาธารณะ พื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่ริมน้ำ พื้นที่อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และแหล่งนันทนาการที่ น่าสนใจ โดยขั้นตอนการพัฒนาโครงข่ายสีเขียวเริ่มจากการพัฒนายุทธศาสตร์ความหลากหลาย ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน และแนวทางการพัฒนาผังแม่บทพื้นที่สีเขียวสวนสาธารณะ และพื้นที่ริมน้ำ โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ สวนสาธารณะระดับภูมิภาค (Regional Park) สวนสาธารณะระดับชุมชน (Neighborhood Park) และเส้นทางสีเขียว (Greenway) เช่น ทางเท้าและทางจักรยานเชื่อมจากพื้นที่พักอาศัยไปยังสวนสาธารณะ และพื้นที่อนุรักษ์ธรรมชาติเน้นเส้นทางท่องเที่ยวแบบไม่ใช้เครื่องยนต์เชื่อมโยงเป็นโครงข่ายทั่วทั้งเกาะ

โครงการ Tianjin Eco-City, China เป็นโครงการร่วมระหว่างจีนและสิงคโปร์ ที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของเมืองเทียนจิน ภาคเหนือของสาธารณรัฐประชาชนจีนโครงการนี้เป็นหนึ่งใน 8 โครงการแรก ๆ เพื่อพัฒนาเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของสาธารณรัฐประชาชนจีน โครงการนี้ทอดยาวอยู่บนพื้นที่มากกว่า 30 ตารางกิโลเมตร ซึ่งบางส่วนของโครงการยังอยู่ในระหว่างการก่อสร้าง โดยมีกรอบการบ่งชี้ประสิทธิภาพ (KPI) ของโครงการนี้ประกอบด้วยตัวบ่งชี้เชิงปริมาณ 22 ข้อ และตัวบ่งชี้เชิงคุณภาพ 4 ข้อ ซึ่งแนวปฏิบัติของโครงการนี้ได้รวมองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ๆ ไว้ตั้งแต่การจัดการพลังงานน้ำ ของเสีย รวมทั้งการใช้และรักษาที่ดิน ซึ่งการวางผังเมืองและโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว ในชุมชนและเมืองบางแห่งได้มีการจัดการเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนสู่สิ่งแวดล้อมและลดการใช้พลังงานลงกว่า 75% โดยมีเมืองไม่กี่แห่งที่มีการจัดการจนไม่ต้องใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลเลย หลักการของเมืองเหล่านี้ก็คือการจัดวางผังและโครงสร้างพื้นฐานส่วนสีเขียวและสีน้ำเงินของเมืองเท่านั้นเองแต่หากถามว่าทำไมการวางผังดังกล่าวจึงไม่ค่อยได้รับการนำไปใช้อย่างกว้างขวางนัก เหตุก็เพราะยังมีหลากหลายอุปสรรคตั้งแต่เรื่องของการเมืองท้องถิ่นจนถึงราคาที่ดิน หรือแม้กระทั่งการขาดความรู้ในเรื่องดังกล่าว ในหลายประเทศยังขาดกฎหมายสนับสนุนการวางผังเมือง ขาดนักวางแผนที่มีทักษะและขาดแนวทางในการควบคุมการพัฒนาของเมือง ซึ่งการขาดซึ่งการวางแผนเมืองสอดคล้องกับการเติบโตและการสร้างอาคารที่ขาดประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้เมืองนั้นๆ พลาดโอกาสที่จะลดการใช้พลังงานและพลาดโอกาสในการลดผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศและยังเพิ่มค่าใช้จ่ายให้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบเรื่องนั้น ๆ รวมถึงคนรุ่นหลังด้วย

เขตธุรกิจนานาชาติของโด ด้วยขนาดพื้นที่กว่า 1,500 เอเคอร์ (ประมาณ 600 เฮกเตอร์) เขตธุรกิจนานาชาติของโด (SIBD) ถือเป็นเมืองพัฒนาใหม่บนแผ่นดินของทะเลเหลือง (ที่ตั้งอยู่ระหว่างจีนแผ่นดินใหญ่กับคาบสมุทรเกาหลี) ซึ่งอยู่ในเขตอินช็อนสาธารณรัฐเกาหลี บางส่วนของเขตธุรกิจใหม่นี้ยังอยู่ในขั้นตอนของการก่อสร้าง ผังและการออกแบบในการพัฒนาเมืองนี้นั้นถือเป็นตัวอย่างที่โดดเด่นของการใช้ตัวชี้วัด (KPI) การมุ่งเน้นในการประหยัดพลังงานและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว จึงมีหลายคนเรียกของโดว่าเป็น Smart city หรือ Ubiquitous city หรือกระทั่งเรียกกันว่า เมืองแห่งอนาคต ด้วยเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้การจัดระบบการจัดการเพื่อบริหารการใช้พลังงานในอาคารทุกอาคาร มีระบบช่วยในการประหยัดน้ำ ระบบจัดการขยะ การขนส่ง และโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ในเมืองของโด นอกจากนั้นด้วยการมุ่งเน้นทั้งด้านธุรกิจไปพร้อม ๆ กับการใช้พื้นที่ในการพักผ่อนทำให้มีพื้นที่สีเขียวในเมืองของโดมากกว่า 40% ซึ่งประกอบด้วยสวนสาธารณะของของโดที่เป็นที่รู้จัก พื้นที่ริมน้ำ พื้นที่สำหรับนกอพยพและนกน้ำใกล้ศูนย์พันธุ์พื้นที่เกษตรกลางเมือง พื้นที่สีเขียวแบบบูรณาการเพื่อการอยู่อาศัยและการค้า และสิ่งแวดล้อมสีเขียว (และน้ำเงิน) อื่น ๆ เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ

มัลฮาร์ หมู่บ้านที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เมืองเคนกรี ตั้งอยู่ในเมืองเคนกรี หนึ่งในเขตชานเมืองของเมืองบังกาลอร์ประเทศอินเดีย โดยเมืองนี้ได้รับการพัฒนาโดยองค์กร GoodEarth ที่มีแนวคิดโดยรวมของการสร้างชุมชนอย่างยั่งยืน,ด้วยความเข้าใจและเค้าโครงของชุมชนที่เป็นมิตรต่อระบบนิเวศ,มัลฮาร์ จึงกลายเป็นตัวอย่างหนึ่งที่โดดเด่นของชุมชนอยู่อาศัยอาคารไม่สูงที่มีสภาพแวดล้อมที่ประกอบด้วยสีเขียวและพื้นที่เปิด สวนสาธารณะสีเขียว พื้นที่ซับน้ำ โชนปลอดรถยนต์ ระบบกักเก็บน้ำและองค์ประกอบอื่น ๆ

ย่านเวสเทิร์นฮาร์เบอร์ THE WESTERN HARBOUR DISTRICT เมืองมัลเมอ ในประเทศสวีเดน เป็นผู้นำระดับโลกในการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่สิ่งแวดล้อมของเมืองนี้ลดลงได้ถึงครึ่งหนึ่งแล้วในปัจจุบัน และมีเป้าหมายว่าจะไม่มีการปลดปล่อยก๊าซดังกล่าวเลยในปี 2020 ย่านเวสเทิร์นฮาร์เบอร์ในเมืองมัลเมอนี้เป็นพื้นที่ใช้ทดสอบแนวทางเพื่อการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนพื้นที่หนึ่ง ซึ่งไม่ได้เน้นเพียงมุมมองทางสิ่งแวดล้อมเท่านั้นแต่ยังรวมถึงมุมมองทางสังคมด้วย โดยย่านนี้มีพื้นที่ 160 เฮกเตอร์ (ประมาณ 1000 ไร่) มีผู้อยู่อาศัยอยู่ราว 10,000 หลังคาเรือนรวมทั้งย่านการค้า โรงเรียน และสถานที่ให้บริการต่าง ๆ ซึ่งเป้าหมายหลักของเมืองนี้คือการสร้างความหลากหลายทางวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมด้วยการผสมผสานสถาปัตยกรรมพื้นที่ต่าง ๆ และการใช้งานพื้นที่ที่มีความหลากหลาย ย่านเวสเทิร์นฮาร์เบอร์นี้เป็นชุมชนเมืองแห่งแรกในทวีปยุโรปที่ใช้พลังงานทั้งหมดจากแหล่งพลังงานทดแทน

ทางสัญจรเขียวกับแนวคิด New Towns ของประเทศญี่ปุ่นการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมในประเทศญี่ปุ่นหลังทศวรรษ 1950 ถึงช่วงก่อนทศวรรษ 1970 ทำให้มีรายไดมวลรวมประชาชาติสูงเป็นอันดับสองของโลกเป็นครั้งแรกที่ว่าการแลกด้วยการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและสภาพแวดล้อมใน ค.ศ. 1965 มากกว่าร้อยละ 63 ของประชากรญี่ปุ่นอาศัยอยู่ในพื้นที่เมืองความเติบโตอย่างรวดเร็วทางด้านเศรษฐกิจทำให้เกิดการดึงดูดให้ประชาชนอพยพเข้ามาสู่เมืองใหญ่ เช่น โตเกียว โอซากา นาโกยา เพื่อการตั้งถิ่นฐานและประกอบอาชีพหน่วยงานชื่อ Urban Renaissance Agency ถูกจัดตั้งขึ้นใน ค.ศ. 1955 เพื่อการจัดทำโครงการเคหสถานราคาประหยัดเพื่อสนองความต้องการของประชาชนซึ่งรู้จักกันในนาม “New Towns” จึงถือเป็นส่วนสำคัญของระบบสวัสดิการในขณะนั้นโครงการขนาดใหญ่มากกว่า 300 แห่ง ถูกสร้างขึ้นหลัง ค.ศ. 1950 จนถึง ค.ศ. 1970 เพื่อสนองตอบต่อความร้อนแรงทางเศรษฐกิจเฉพาะรอบเมืองโตเกียวเมืองเดียวก็มีโครงการลักษณะนี้อยู่ถึง 11 เมือง (Kiuchi and Inouchi, 1976) สวนสาธารณะและพื้นที่สีเขียวเป็นสัญลักษณ์ที่โดดเด่นแสดงถึงวิถีชีวิตทันสมัยแบบตะวันตกในทศวรรษที่ 1960 พื้นที่โครงการ New Towns มากกว่าร้อยละ 40 ถูกใช้เพื่อการสร้างพื้นที่สีเขียวและสวนสาธารณะลักษณะภูมิทัศน์ล้อมรอบตึกสูงประกอบไปด้วยที่โล่งขนาดใหญ่ สวนดอกไม้ สนามหญ้าสีเขียวตามแนวคิดของ

Le Corbusier ถือเป็นลักษณะเด่นที่สำคัญสำหรับเมืองใหม่ในสมัยนั้นเกณฑ์มาตรฐานในการออกแบบสวนสาธารณะของเมืองใหม่ที่พัฒนาขึ้นทั้งหมดถูกกำหนดโดยกฎหมายสวนสาธารณะเมืองใน ค.ศ. 1956 ที่มีรายละเอียดอย่างเคร่งครัดเกี่ยวกับขนาดของสวนสาธารณะในพื้นที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ “สวนสาธารณะในระดับเมือง (Block park)” มีขนาด 2,500 ตารางเมตร อยู่ในรัศมี 250 เมตร จากพักอาศัย “สวนสาธารณะในระดับชุมชน (Neighborhood park)” มีขนาด 20,000 ตารางเมตร อยู่ในรัศมี 500 เมตร จากพักอาศัยและ “สวนสาธารณะในระดับย่าน (District Park)” มีขนาด 40,000 ตารางเมตร อยู่ในรัศมี 1,000 เมตร จากที่พักอาศัยโดยสวนสาธารณะเหล่านี้จะเชื่อมต่อกันด้วยทางสัญจรเขียวที่เป็นสวนสาธารณะแนวเส้น ทางสัญจรสำหรับคนเดินเท้าและทางปั่นจักรยาน

2.7 แนวคิดการตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์ (Multi-criteria decision analysis: MCDA)

การตัดสินใจเชิงนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนด้านสุขภาพเป็นประเด็นที่มีความซับซ้อน ด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณทำให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจไม่สามารถลงทุนในทุกข้อเสนอแต่ต้องเลือกลงทุน ในบางอย่างที่มีความสำคัญมากที่สุดขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ผู้มีอำนาจตัดสินใจใช้พิจารณาและเกณฑ์เหล่านี้อาจแตกต่างกันไปตามมุมมองของผู้รับผิดชอบ ซึ่งทำให้กระบวนการตัดสินใจมีความซับซ้อนมากขึ้นและอาจขัดแย้งกันในบางกรณี นอกจากนี้การตัดสินใจโดยขาดหลักเกณฑ์ที่ชัดเจนอาจทำให้การตัดสินใจแต่ละครั้งไม่สอดคล้องกันเพราะใช้เกณฑ์ไม่เหมือนกัน และเกิดคำถามเกี่ยวกับความโปร่งใสของกระบวนการตัดสินใจ (Thokala et al., 2016)

ปัจจุบันมีเครื่องมือหนึ่งที่ใช้สำหรับจัดลำดับความสำคัญทรัพยากรและช่วยให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจพิจารณาข้อมูลอย่างรอบด้านและเป็นระบบมากขึ้น โดยเครื่องมือนี้ คือ multicriteria decision analysis (MCDA) เป็นกระบวนการตัดสินใจเชิงนโยบายที่เป็นระบบ อยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์และใช้เกณฑ์หลากหลายในการประเมินตัวเลือกต่าง ๆ แล้วสรุปเป็นข้อมูลหรือคะแนนของแต่ละตัวเลือก (Marsh et al., 2016) หลายประเทศประยุกต์ใช้ MCDA เพื่อตัดสินใจในด้านสุขภาพ เช่น กองทุนประกันสุขภาพระดับท้องถิ่นในสหราชอาณาจักร ใช้ MCDA ในการจัดลำดับความสำคัญบริการสุขภาพเพื่อจัดสรรงบประมาณ (Mitton and Donaldson, 2003, Peacock et al., 2007) สวิตเซอร์แลนด์ใช้ MCDA เพื่อจัดลำดับความสำคัญผู้ป่วยที่รอรับการปลูกถ่ายอวัยวะ (Hansen P et al., 2012) และประเทศไทยใช้ MCDA เพื่อพัฒนาชุดสิทธิประโยชน์ภายใต้ระบบหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า (Youngkong et al., 2012)

MCDA มีข้อดีหลายประการ คือ 1) สร้างกระบวนการตัดสินใจที่เป็นระบบ โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ 2) สร้างการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคประชาสังคมและประชาชนทั่วไป 3) การใช้หลักเกณฑ์ที่หลากหลายทำให้การตัดสินใจครอบคลุมหลายมิติผู้ตัดสินใจได้พิจารณาข้อมูลอย่างรอบด้าน (Baltussen et al., 2010)

อย่างไรก็ตามเนื่องจาก MCDA เป็นการตัดสินใจบนหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งในบางกรณีอาจใช้เวลาในการรวบรวมและประมวลผล หรืออาจเกิดปัญหาเกี่ยวกับความไม่สมบูรณ์ของข้อมูล หรือไม่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ในประเด็นนั้น ๆ ซึ่งอาจทำให้การตัดสินใจมีความล่าช้า ดังนั้นในกระบวนการพัฒนาหลักเกณฑ์จึงควรคำนึงถึงความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและการมีอยู่ของหลักฐานเชิงประจักษ์ นอกจากนี้กระบวนการตัดสินใจที่มีส่วนร่วมจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลากหลายอาจทำให้กลไกการตัดสินใจมีความซับซ้อนมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีประสบการณ์ที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อความเข้าใจในหลักเกณฑ์ที่แตกต่างกัน (Youngkong et al., 2012) ดังนั้นผู้รับผิดชอบควรพัฒนาคำจำกัดความของหลักเกณฑ์ให้ชัดเจน และควรทดสอบความเข้าใจของผู้มีส่วนร่วมนอกกระบวนการตัดสินใจ

เป้าหมายของการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ คือ การเรียงลำดับทางเลือกที่เหมาะสม และเลือกทางเลือกที่ดี ที่สุดซึ่งมีกฎเกณฑ์การตัดสินใจหลายกฎเกณฑ์ หากเน้นกฎเกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือ หลักในการวิเคราะห์ วิธีการวิเคราะห์แบบการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น และ TOPSIS จัดเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.7.1 การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting: SAW)

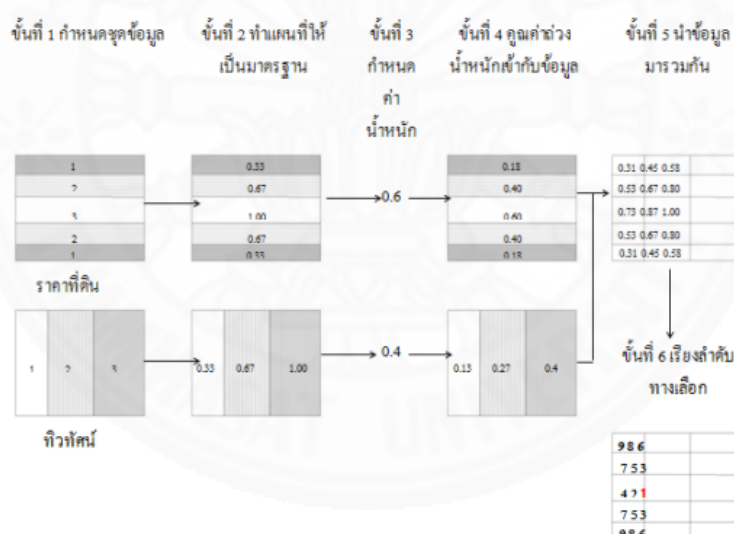
วิธีการนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะการรวมแบบถ่วงน้ำหนัก ง่ายง่ายใช้แนวคิดในการรวมค่าน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Weighted Linear Combination: WLC) หรือแนวคิดการให้คะแนน (Scoring methods) ซึ่งใช้หลักการบนพื้นฐานของการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย โดยจะให้ค่าถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างตามความสำคัญ ผลรวมค่าคะแนนในแต่ละทางเลือกมาจากค่าน้ำหนักของข้อมูลคุณลักษณะแต่ละเรื่อง สามารถนำมาเขียนสมการได้ ดังสมการที่ 1

$$A_i = \sum w_j x_{ij} \quad (1)$$

โดยที่ A_i คือ ทางเลือกแต่ละทางเลือก
 w_j คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก
 x_{ij} คือ ค่าคะแนนของทางเลือกที่ i ในข้อมูลคุณลักษณะที่ j

ทางเลือกที่ดีที่สุด คือ ทางเลือกที่มีผลรวมของค่าคะแนนมากที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนัก อย่างง่าย โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้ (ภาพที่ 2.12)

- 1) กำหนดชุดของข้อมูลที่จะนำไปใช้ (ชั้นข้อมูลแผนที่: Map layer) และชุดของทางเลือกที่เป็นไปได้ใน กรณีนี้จะยกตัวอย่างจากข้อมูลตัวอย่างที่ 1 คือ ราคาที่ดิน และทิวทัศน์
- 2) ทำแผนที่ต่าง ๆ ให้เป็นมาตรฐาน (Standardize)
- 3) กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักตามลำดับความสำคัญให้กับข้อมูลแต่ละเรื่องในกรณีสมมุติให้ราคาที่ดินมีค่าถ่วง น้ำหนักเท่ากับ 0.6 ส่วนทิวทัศน์มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.4
- 4) คูณค่าถ่วงน้ำหนักที่กำหนดไว้กับข้อมูลเรื่องนั้น ๆ
- 5) นำข้อมูลทั้งหมดที่ผ่านการคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักแล้วมารวมกันในแต่ละทางเลือก
- 6) เรียงลำดับคะแนนทางเลือกจากมากไปน้อย ทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่มีผลรวมคะแนนมากที่สุด



ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย, โดย อภิรติสรวิสูตร, 2559.

จากภาพที่ 2.12 ทางเลือกที่ดีที่สุดคือพื้นที่บริเวณหมายเลข 1 ที่พื้นที่มีที่ดินราคาถูกและทิวทัศน์ดีที่สุด ตัวอย่างงานวิจัย ที่ใช้วิธีการนี้เช่น การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินพื้นที่ที่มีศักยภาพในการวางปะการังเทียมของวิรุงรอง ทิมดี และคณะ (2547) ที่ใช้ข้อมูลคุณลักษณะ 8 เรื่องคือ พื้นที่ท้องทะเล ความลึก เขตห้ามทำการประมงอวนลากอวนรุน

ระยะห่างจากเขตหวงห้ามทางทหาร ระยะห่างจากสายเคเบิลใต้น้ำ ระยะห่างจากชายฝั่ง ระยะห่างจากแนวปะการังธรรมชาติ และ ระยะห่างจากท่าเรือและพื้นที่ที่เป็นข้อจำกัด โดยผลการศึกษาพบว่า จังหวัดชุมพรมีพื้นที่ที่มีศักยภาพในการวางปะการังเทียม 62 ตารางกิโลเมตร ซึ่งจากผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้ในการจัดระดับความสำคัญของพื้นที่ในการวางปะการัง ช่วยลด ความขัดแย้งในการใช้ทรัพยากร ลดขั้นตอนการดำเนินการจัดสร้าง และใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดพื้นที่วางปะการังเทียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7.2 กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process:

AHP)

การวิเคราะห์แบบลำดับชั้นพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร โดยมีหลักการที่สำคัญ 3 ส่วนคือ จำแนก ออกเป็นลำดับชั้นเปรียบเทียบองค์ประกอบในการตัดสินใจ ที่ละคู่และเรียงลำดับทางเลือกซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.7.2.1 พัฒนาลำดับชั้นการทำงานว่าจะมีการเรียงลำดับชั้นอย่างไร ซึ่งโครงสร้างของการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น ประกอบด้วย 4 ส่วนใหญ่ ๆ เรียงลำดับ อันได้แก่ เป้าหมาย (Goal) วัตถุประสงค์ (Objective) คุณลักษณะ (Attribute) และ ทางเลือก (Alternative) แต่จำนวนของระดับชั้นอาจมีมากกว่า 4 ลำดับชั้นเนื่องจากวัตถุประสงค์อาจมีวัตถุประสงค์ย่อย หรือ ผู้ตัดสินใจอาจมีมากกว่า 1 กลุ่ม

2.7.2.2 การเปรียบเทียบองค์ประกอบที่ใช้ในการตัดสินใจทีละคู่ (Pairwise) ซึ่งเป็นการให้ค่าถ่วงน้ำหนักวิธีหนึ่งที่เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นการตัดสินใจทีละคู่เป็นการลดกระบวนการที่ซับซ้อนลงให้เหลือเพียงการตัดสินใจองค์ประกอบทีละคู่ แต่ในการพิจารณาอาจต้องใช้เวลามากขึ้น โดยสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนย่อยดังนี้

1) การสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise Comparison Matrix) โดยแต่ละ ข้อมูลจะมีการเปรียบเทียบกัน 9 ระดับ

2) คำนวณผลรวมของค่าน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูล แต่ละคู่ทุกคู่ หลังจากนั้นทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalize) ข้อมูลและรวมข้อมูลในแต่ละแถว ซึ่งทำให้ได้ค่าถ่วงน้ำหนักซึ่งได้จากการพิจารณาข้อมูลแต่ละคู่

3) คำนวณอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: CR) โดยผลการคำนวณ อัตราส่วนความสอดคล้องที่ได้อาจมีค่าน้อยกว่า 0.1 จึงจะถือว่าการเปรียบเทียบทีละคู่ที่ใช้มีความสมเหตุสมผล

2.7.3 รวมค่าคะแนนของแต่ละทางเลือกที่ได้ และเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย โดยทางเลือกที่ดีที่สุด คือ ทางเลือกที่มีผลรวมของค่าคะแนนมากที่สุด

2.7.3 TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution)

เป็นเทคนิคที่นิยมใช้มากที่สุดของแนวคิดอุดมคติ (Ideal point methods) (Hwang & Yoon, 1981) โดยการ วิเคราะห์จะมีการกำหนดเป้าหมายในอุดมคติไว้ และทางเลือกไหนมีค่าเข้าใกล้เป้าหมายในอุดมคติมากที่สุด และไกลจากจุด อุดมคติเชิงลบมากที่สุด ถือเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ TOPSIS โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มี ดังนี้ (ภาพที่ 2.13)

- 1) กำหนดทางกลุ่มของทางเลือกที่เป็นไปได้
- 2) ทำข้อมูลคุณลักษณะแต่ละชั้นข้อมูลให้เป็นมาตรฐาน (Standardize)
- 3) กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละข้อมูลให้อยู่ในช่วง 0-1 โดยเมื่อรวมค่าถ่วงน้ำหนักของทุกข้อมูลแล้ว ต้องมีค่าเท่ากับ 1

- 4) คูณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละชั้นข้อมูลกับข้อมูลเรื่องนั้นๆ
- 5) กำหนดค่าสูงสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงบวกให้แต่ละชั้นข้อมูล
- 6) กำหนดค่าต่ำสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงลบให้แต่ละชั้นข้อมูล
- 7) คำนวณระยะทางระหว่างจุดในอุดมคติเชิงบวกกับข้อมูลแต่ละชั้น

ข้อมูลโดยใช้สูตรดังสมการที่ 2

$$S_{i+} = \sqrt{\sum (v_{ij} - v_{+i})^2} \quad (2)$$

S_{i+} คือ ระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดอุดมคติเชิงบวก
 v_{ij} คือ ข้อมูลคุณลักษณะ
 v_{+i} คือ ค่าสูงสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงบวก

- 8) คำนวณระยะทางระหว่างจุดในอุดมคติเชิงลบกับข้อมูลแต่ละชั้น
- ข้อมูลโดยใช้สูตรดังนี้

$$S_{i-} = \sqrt{\sum (v_{ij} - v_{-i})^2} \quad (3)$$

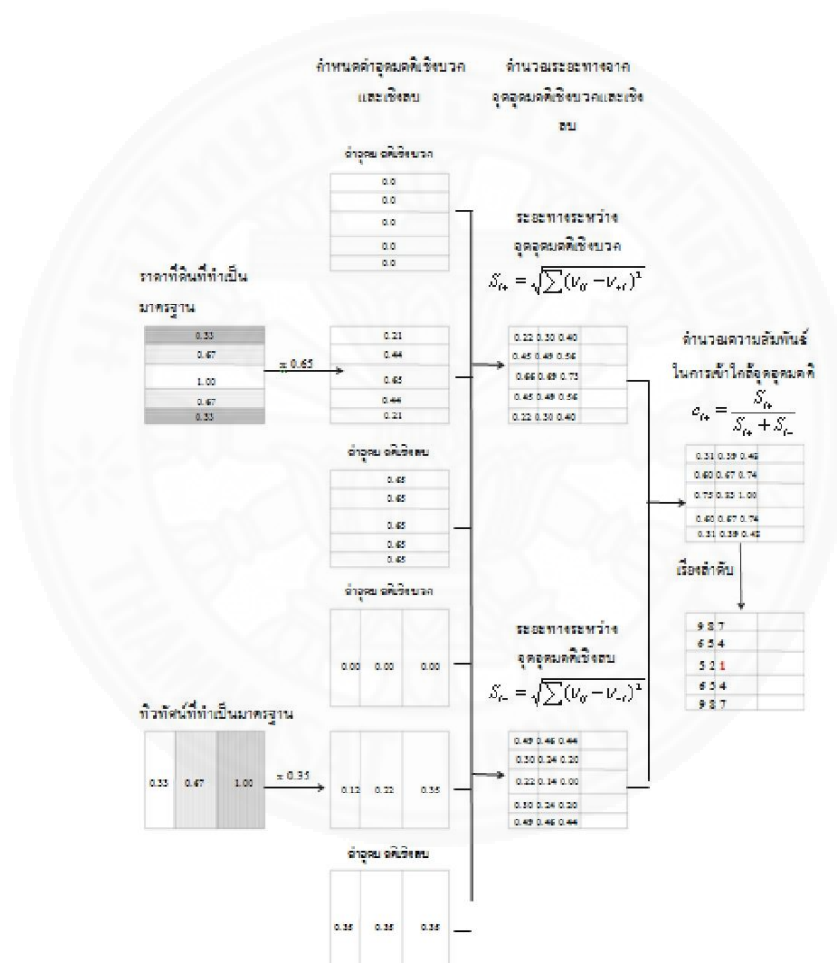
S_{i-} คือ ระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดอุดมคติเชิงลบ
 v_{ij} คือ ข้อมูลคุณลักษณะ
 v_{-i} คือ ค่าต่ำสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงลบ

9) คำนวณความสัมพันธ์ในการเข้าใกล้จุดอุดมคติ (c_{i+}) โดยใช้สมการดังนี้

$$c_{i+} = \frac{S_{i+}}{S_{i+} + S_{i-}} \quad (4)$$

ค่า c_{i+} จะมีค่าอยู่ระหว่าง $0 < c_{i+} < 1$ ถ้าเข้าใกล้หนึ่งแสดงว่าเข้าใกล้จุดอุดมคติเชิงบวก

10) เรียงลำดับทางเลือกทั้งหมดตามค่า c_{i+} โดยทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่มีค่า c_{i+} มากที่สุด



ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างขั้นตอนการคำนวณด้วยวิธี TOPSIS, โดย อภิรดี สรวีสูตร, 2559.

2.7.4 การเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการศึกษาของ SAW, AHP และ

TOPSIS

1) การเตรียมข้อมูลคุณลักษณะทั้งสามวิธีต้องมีการกำหนดกฎเกณฑ์ที่จะนำมาใช้เหมือนกัน เช่น ต้องใช้ข้อมูล คุณลักษณะกี่เรื่อง แต่ละเรื่องมีแบ่งระดับย่อยเป็นอย่างไร เช่น งานวิจัยของรพภกร ฉลองสัพพัญญู และจันทร์จิรา พยัคฆ์แพศ (2557) ที่ประยุกต์ AHP สำหรับการตัดสินใจเลือกหอพักบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวรโดยมีการกำหนดข้อมูลคุณลักษณะไว้ 4 เรื่อง คือ ราคา ความนิยม สิ่งอำนวยความสะดวกและตำแหน่งที่ตั้ง หรืองานวิจัยของสุเพชร จิรขจรกุล, พิระวัฒน์ แก้ววิการณ และสุนันท์ อ่วมกระทุ่ม (2555) ที่ใช้ AHP ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในเขตอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลยโดย กำหนดข้อมูลคุณลักษณะไว้ 9 เรื่อง คือ ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวัน ความลาดชัน ระดับความสูงของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดัชนีพืชพรรณ ระยะห่างจากรอยเลื่อน ระยะจากแม่น้ำ การระบายน้ำของดิน และลักษณะดิน เป็นต้น

2) การปรับข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เป็นค่ามาตรฐาน ทั้งสามวิธีต้องมีการปรับหน่วยของข้อมูลให้เหมือนกันคืออยู่ในช่วง 0-1 เพื่อที่จะได้นำมาวิเคราะห์ร่วมกันได้

3) การให้ค่าถ่วงน้ำหนัก วิธี SAW และ TOPSIS จะมีการให้ค่าน้ำหนักเหมือนกันคือให้ค่าน้ำหนักตามความสำคัญ แต่วิธี AHP การให้ค่าน้ำหนักต้องทำการเปรียบเทียบทีละคู่และมีการตรวจสอบค่าความสอดคล้องก่อนถึงจะนำค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้ไปใช้งาน

4) ขั้นตอนในการวิเคราะห์สำหรับวิธี SAW มีขั้นตอนในการวิเคราะห์น้อยที่สุด ส่วน AHP ต่างกับ SAW ตรงการให้ค่าน้ำหนักการคำนวณค่าความสอดคล้อง และเมื่อได้ผลรวมของแต่ละปัจจัยแล้วต้องมีการทำให้เป็นค่ามาตรฐานอีกครั้ง ก่อนเรียงลำดับทางเลือก ส่วน TOPSIS จะแตกต่างกับ SAW และ AHP คือหลังจากกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักแล้วต้องทำการกำหนดค่าอุดมคติในเชิงบวกและเชิงลบ จากนั้นทำการคำนวณระยะทางระหว่างข้อมูลกับค่าในอุดมคิตำหนดค่าเข้าใกล้จุดอุดมคติจากนั้นถึงนำผลการคำนวณที่ได้ไปเรียงลำดับทางเลือก

5) ทางเลือกที่ดีที่สุดทางเลือกที่ดีที่สุดของ SAW และ AHP คือผลรวมที่มากที่สุด แต่ของ TOPSIS คือค่าที่เข้าใกล้จุดอุดมคติมากที่สุด ซึ่งจากตัวอย่างจะพบว่าไม่ว่าจะวิเคราะห์ด้วยวิธีใดถ้ากำหนดให้ค่าถ่วงน้ำหนักของราคาที่ดินมากกว่าวิวทัศน์ ทางเลือกที่ดีที่สุดของทั้งสามวิธีคือตำแหน่งเดียวกันแต่ทางเลือกลำดับรองลงมาจะแตกต่างกัน

6) จำนวนคนตัดสินใจหรือผู้เชี่ยวชาญที่ให้ค่าน้ำหนัก ทั้งสามวิธีสามารถใช้คนตัดสินใจเพียงคนเดียวหรือเป็นกลุ่มก็ได้ แต่ในกรณี AHP ผู้ตัดสินใจต้องมีความเข้าใจในเกณฑ์การให้ค่าน้ำหนักเนื่องจากมีความแตกต่างของค่าน้ำหนักถึง 9 ระดับแต่ต้อง ทำการเปรียบเทียบทีละคู่

แต่อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะวิเคราะห์ด้วยวิธีการใดสิ่งสำคัญคือหลักเกณฑ์หรือข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือก ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้จะต้องสอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากขั้นตอนการระบุปัญหา เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ตรงกับสาเหตุที่แท้จริง (สถาพร โอภาสานนท์, 2556) ซึ่งหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้อาจมาจากการรวบรวม เอกสารที่เกี่ยวข้อง ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ความคิดเห็นของนักวิชาการที่เกี่ยวข้อง หรือการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยทั่วไปแล้ว นักวิจัยควรนำผลการศึกษาที่ได้ไปตรวจสอบกับสภาพความเป็นจริงอีกครั้ง เพื่อยืนยันว่าผลการศึกษาที่ได้ถูกต้องและเชื่อถือได้

สิ่งที่ทำให้ทางเลือกมีความแตกต่างกันนอกจากวิธีการที่ใช้อีกประการ คือ การถ่วงค่าน้ำหนักที่ผู้ตัดสินใจเป็นคนให้ คะแนนนั้นต้องมีความเที่ยงตรงและสมเหตุสมผล จึงจะส่งผลให้ทางเลือกที่ได้เป็นทางเลือกที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วย AHP เนื่องจาก AHP มีการกำหนดโครงสร้างของลำดับชั้นในการทำงานให้แน่นอนจากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้ทีละคู่ซึ่งจุดนี้ถือเป็นจุดสำคัญของการวิเคราะห์แบบ AHP ผู้ตัดสินใจต้องทำความเข้าใจในระดับความสำคัญแต่ละระดับ ทำให้การวิเคราะห์มีความยุ่งยากและซับซ้อนแต่สามารถจัดการตัดสินใจที่มีความลำเอียงและก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประจักษ์ได้หลังจากเปรียบเทียบหลักเกณฑ์แล้วสามารถนำผลที่ได้ไปคำนวณค่าคะแนนความเหมาะสมของแต่ละทางเลือก เช่นเดียวกับวิธีการแบบ SAW ซึ่งถ้าเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้จากวิธีการ SAW และ AHP จะมีตรงกันประมาณ 30-40% โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบ SAW มักจะให้ผลรวมที่มากกว่าวิธีการ AHP นอกจากนี้ จำนวนคนตัดสินใจหรือผู้เชี่ยวชาญที่ให้ค่าน้ำหนักทั้งสามวิธีสามารถใช้คนตัดสินใจเพียงคนเดียวหรือเป็นกลุ่มก็ได้แต่ในกรณี AHP ผู้ตัดสินใจต้องมีความเข้าใจในเกณฑ์การให้ค่าน้ำหนักเนื่องจากมีความแตกต่างของค่าน้ำหนักถึง 9 ระดับแต่ต้องทำการเปรียบเทียบทีละคู่ (สถาพร โอภาสานนท์, 2556)

2.8 แนวคิดการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP)

2.8.1 หลักการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process)

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า AHP เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Best Alternatives) พัฒนาขึ้นโดย Saaty ใน ค.ศ. 1970 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับบริหาร โดยมีหลักการง่าย ๆ คือ แบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้น ๆ ชั้นแรกคือ การกำหนดเป้าหมาย (Goal)

แล้วจึงกำหนดเกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Subcriteria) และทางเลือก(Alternatives) ตามลำดับ (Saaty, 1980) แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบ (Trade off) เกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่ (Pairwise) เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ เปรียบเทียบเกณฑ์ไหนสำคัญกว่ากัน โดยการให้คะแนนตามความสำคัญหรือความชอบ หลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้วจึงค่อยพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบนั้นสมเหตุสมผล (Consistency) จะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ วิธี AHP เหมาะที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนโครงการชลประทานและการวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดการน้ำชลประทาน (Flug et. al., 2000; Sahoo et. al., 2001) ซึ่งต้องเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากหลายทางเลือก และมีเกณฑ์ในการพิจารณาทางเลือกหลายเกณฑ์ AHP เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบของทีละคู่ จึงทำให้การเลือกทางเลือกทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น

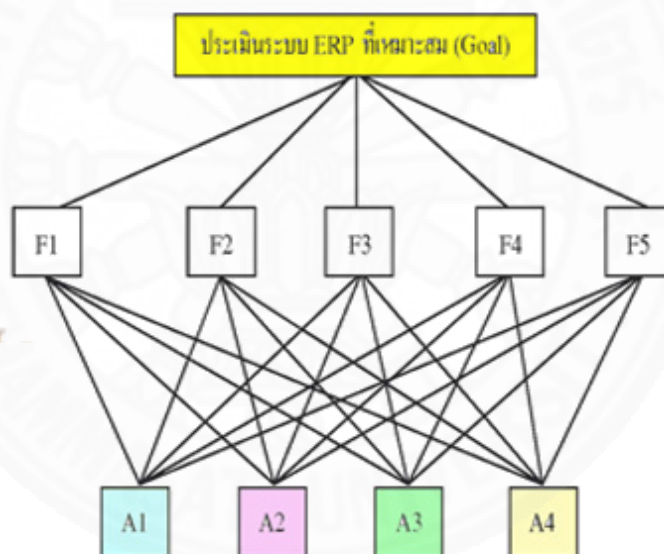
ปัจจุบัน AHP เป็นวิธีหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multicriteria Decision Making) ซึ่งมีผู้นิยมใช้กันมาก (Lequna et. al., 1999) มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์ตัดสินใจทำได้ง่ายและสะดวกขึ้นการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นมีสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา 3 ประการ คือ การจัดลำดับขั้นในการวิเคราะห์ การหาลำดับความสำคัญ (Priority) และการวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของข้อมูล ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.8.1.1 การจัดลำดับขั้นในการวิเคราะห์ (Structuring the Hierachy)

ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกของหรือทางเลือกที่ดีที่สุด จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นลำดับขั้นดังนี้คือ เป้าหมาย (Goal) เกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Subcriteria) และทางเลือก (Alternatives) โดยในแต่ละขั้นอาจมีหลายเกณฑ์ และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อยได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.14 ขั้นล่างสุดคือขั้นของทางเลือก หลังจากที่เราทราบความเห็นที่ผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องในรูปของคะแนนความสำคัญหรือความชอบจากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ในขั้นนั้นแล้ว จะทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Weight) หรือลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (Relative Priority) ของของในขั้นนั้นทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันทีละขั้นจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่างจนครบทุกชั้น จะทราบคะแนนความสำคัญรวมของทางเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้

2.8.1.2 การคำนวณหาลำดับความสำคัญ (Calculation of Relative Priority)

ในแต่ละขั้นผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องจะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบโดยการเปรียบเทียบของ (เกณฑ์หรือทางเลือก) ทีละคู่ (Pairwise Comparison) โดยเริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง โดยแบ่งระดับความสำคัญหรือความชอบ (AHP Measurement Scale) ออกเป็น 9 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.2 หลังจากที่เราทราบความเห็นที่ผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องในรูปของคะแนนความสำคัญหรือความชอบจากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ในขั้นนั้นแล้ว จะทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Weight) หรือลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (Relative Priority) ของของในขั้นนั้นทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันทีละชั้นจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่างจนครบทุกชั้น จะทราบคะแนนความสำคัญรวมของทางเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้



ภาพที่ 2.14 โครงสร้างของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process), โดย Huizingh and Vriolijk, 1994.

ตารางที่ 2.2

สเกลในการเปรียบเทียบความสำคัญหรือความชอบของสองสิ่ง (Pairwise Comparison Scale)

เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ
เท่ากัน	1
เท่ากันถึงปานกลาง	2
ปานกลาง	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก	4
ค่อนข้างมาก	5
ค่อนข้างมากถึงมากกว่า	6
มากกว่า	7
มากกว่าถึงมากที่สุด	8
มากที่สุด	9

หมายเหตุ. โดย Huizingh and Vriolijk, 1994.

2.8.1.3 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency)

ความเห็นผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องในรูปของคะแนนความสำคัญ ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ บางครั้งอาจไม่สมเหตุสมผลหรือมีข้อผิดพลาด (Error) ในการแสดงความเห็น เช่น เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง นาย ก. และ นาย ข. ชอบนาย ก. เป็น 2 เท่าของ นาย ข. ถ้าเปรียบเทียบระหว่าง นาย ข. กับ นาย ค. ชอบนาย ข. เป็น 3 เท่าของ นาย ค. และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง นาย ก. กับ นาย ค. ชอบ นาย ก. เป็น 5 เท่าของ นาย ค. เป็นต้น ซึ่งตามหลักของเหตุผลแล้วควรชอบนาย ก. เป็น 6 เท่าของนาย ค. เป็นต้น ความไม่สมเหตุสมผลหรือข้อผิดพลาดเป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบของเป็นคู่จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล โดยการคำนวณดัชนีความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency Index, CI) ถ้า $CI > 0.1$ แสดงว่าข้อมูลคะแนนความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ไม่สมเหตุสมผล (Huizingh and Vriolijk, 1994; Sahoo, 1998) จะต้องปรับคะแนนความสำคัญในการเปรียบเทียบของเป็นคู่ใหม่ก่อนที่จะวิเคราะห์ในลำดับขั้นถัดไป

2.8.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย AHP

การวิเคราะห์การตัดสินใจด้วย AHP มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

2.8.2.1 กำหนดทางเลือก ในแต่ละปัญหาจะมีทางเลือกในการแก้ไขที่หลากหลาย
ในขั้นตอนนี้ให้กำหนดทางเลือกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

2.8.2.2 ระบุระดับของเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold Level) ที่ต้องการของแต่ละทางเลือก

2.8.2.3 คัดเลือกทางเลือกเบื้องต้นจากทางเลือกที่กำหนดในขั้นที่ 1 โดยตรวจสอบกับ
เกณฑ์ต่ำสุดถ้าทางเลือกใดต่ำกว่าเกณฑ์ให้คัดออก

2.8.2.4 ระบุเกณฑ์ (Criteria) หรือเกณฑ์ย่อย (Subcriteria) เพื่อใช้ในการตัดสินใจ
เลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกใน (3)

2.8.2.5 สร้างลำดับขั้นของการตัดสินใจ (Develop Decision Hierarchy) จาก
ทางเลือกและเกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยอย่างน้อยจะมี 3 ลำดับขั้น คือ เป้าหมาย (Goal), เกณฑ์
(Criteria) และ ทางเลือก (Alternatives)

2.8.2.6 เปรียบเทียบเกณฑ์ทีละคู่แล้วจึงเปรียบเทียบทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่
กำหนดไว้ ทีละเกณฑ์ จนครบทุกเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบทางเลือกนั้นจะให้คะแนนเป็นเชิงปริมาณ
หรือคุณภาพก็ได้

2.8.2.7 คำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือก โดยการนำค่าน้ำหนัก (Weight) ของ
แต่ละทางเลือกในแต่ละเกณฑ์ คูณกับค่าน้ำหนักของเกณฑ์ แล้วหาผลรวม ถ้าเรียงลำดับผลลัพธ์ของ
แต่ละทางเลือกตามคะแนนจากมากไปน้อย ทางเลือกที่มีคะแนนมากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

2.8.2.8 วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ก่อนที่จะตัดสินใจเลือก
ทางเลือกจากข้อ (2.8.2.7) จำเป็นต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวอันเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้
ในการตัดสินใจถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหรือความสำคัญของเกณฑ์แล้ว ทางเลือกที่ดีที่สุด
จะยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดหรือไม่ ถ้าเป็นจะทำให้เกิดความมั่นใจที่เลือกทางเลือกนั้น

Analytic Hierarchy Process (AHP) เป็นกระบวนการตัดสินใจสำหรับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนและมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลายทางเลือก มีเกณฑ์การพิจารณาหลาย
เกณฑ์ซึ่งปกติมีวัตถุประสงค์ที่ขัดแย้งกันหรือไม่สามารถเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างวัตถุประสงค์
ได้เพราะความแตกต่างของหน่วยวัด AHP อาศัยหลักการวิเคราะห์เปรียบเทียบของเป็นคู่ ตามเกณฑ์ที่
กำหนดไว้ตามลำดับขั้น ทำให้วิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสมทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ จึงเหมาะ
ที่จะนำมาใช้ในการคัดเลือกทางเลือกในการวางแผนโครงการชลประทาน หรือการจัดสรรน้ำชลประทาน
ปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปช่วยทำให้การวิเคราะห์ทำได้ง่ายและสะดวกมาก

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชมพูนุช คงพูนพิน (2561) ทำการศึกษาเรื่อง การประเมินศักยภาพการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเพื่อการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนในจังหวัดนครนายก พบว่า การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเป็นแนวคิดการเชื่อมโยงพื้นที่สีเขียวในเมืองเพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ และ ส่งเสริมภูมิทัศน์เมือง เป็นกรอบการทำงานที่ได้รับความนิยมสำหรับการวางแผนพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินในเมืองอย่าง ยั่งยืน ซึ่งการศึกษานี้ได้ประยุกต์แนวคิดดังกล่าว เพื่อประเมินศักยภาพโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเพื่อการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืนใน จังหวัดนครนายก โดยประยุกต์ใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยเครื่องมือสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการคำนวณและแปลผล การเปรียบเทียบศักยภาพพื้นที่ด้วยการจำลองแบบให้ค่าน้ำหนักและไม่ให้ค่าน้ำหนักตามปัจจัย 3 ประการ ได้แก่ ทรัพยากร แหล่งน้ำ การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ และความเสี่ยงภัยพิบัติ ผลการประเมินจากแบบจำลองพบว่า พื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพสูง ของจังหวัดนครนายกอยู่บริเวณตอนบนของจังหวัด ซึ่งเป็นพื้นที่ราบสูงและภูเขา ครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 377.50 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 17.63 ของพื้นที่รวมทั้งจังหวัด การศึกษาเสนอแนวทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว จังหวัดนครนายกในการเชื่อมโยงโครงข่ายโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพพื้นที่ และการใช้ประโยชน์พื้นที่ของชุมชนในปัจจุบัน

ศิริพร หมอกใส (2559) ทำการศึกษาเรื่อง แนวทางการจัดการน้ำผิวดินโดยการประยุกต์ใช้แนวคิดโครงสร้างพื้นฐานเขียวกรณีศึกษาเทศบาลนครอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี เทศบาลนครอุดรธานีเป็นพื้นที่เมืองที่มีการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างสูง เนื่องจากเป็นศูนย์กลางการพัฒนาของจังหวัดอุดรธานีซึ่งเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจและการคมนาคมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน และในอนาคตจังหวัดอุดรธานีมุ่งที่จะเป็นหนึ่งในศูนย์กลางของภูมิภาคอินโดจีน แต่ทว่าเทศบาลนครอุดรธานียังคงมีอุปสรรคที่สำคัญในการพัฒนาเมือง คือ ปัญหาน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชากร นอกจากนั้นการขาดแคลนพื้นที่สีเขียวในเมืองก็เป็นปัญหาหนึ่งในการพัฒนาเทศบาลให้เป็นเมืองน่าอยู่ จุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประยุกต์ใช้แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานเขียว (Green Infrastructure) ในพัฒนาพื้นที่ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองและพัฒนาพื้นที่กักเก็บน้ำสำหรับเป็นแหล่งน้ำสำรองหลักสำหรับการจัดการพื้นที่สีเขียวเดิมและพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียวที่เพิ่มขึ้น โดยการหาพื้นที่ที่เหมาะสมนั้นใช้การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสม (Suitability Analysis) จากการใช้เครื่องมือระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ด้วย ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียวและพื้นที่สีเขียวเดิมในเขตเทศบาลนครอุดรธานีมีพื้นที่รวมเป็น

793,000 ตารางเซนติเมตร ทำให้เมืองพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้นตามค่ามาตรฐานพื้นที่สีเขียวในเมือง อีกทั้งเมื่อพัฒนาพื้นที่เหล่านี้ตามแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานเขียวจะสามารถพัฒนาพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำสำรองที่มีปริมาตรเพิ่มขึ้นประมาณ 2,220,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นปริมาณที่เพียงพอสำหรับการจัดการดูแลพื้นที่สีเขียวทั้งหมด การพัฒนานี้สามารถช่วยบรรเทาปัญหาน้ำไม่เพียงพอและพัฒนาพื้นที่ตามแผนพัฒนาของเทศบาลนครอุดรธานี จากการศึกษา พื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาตามแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานเขียว คือ (1) พื้นที่ที่เหมาะสมของพื้นที่หลัก (Hub) ที่ควรส่งเสริมให้พัฒนาเป็นพื้นที่เพื่อการรักษาสภาพแวดล้อมและคุณภาพน้ำด้วยวิธีการพัฒนาแบบพื้นที่ชุ่มน้ำ (Stormwater Wetland) ได้แก่ พื้นที่หนองประจักษ์ หนองสิมและหนองบัว พื้นที่ที่ส่งเสริมให้เป็นพื้นที่การกักเก็บน้ำแบบใช้พืชพรรณ (Bioretention) และวิธีหลังคาเขียว (Green roofs) ได้แก่ พื้นที่หนองเหล็ก พื้นที่หนองใหญ่ พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม ราชการ และ พื้นที่อาคารสำนักงาน (2) พื้นที่ที่เหมาะสมของพื้นที่ตั้ง (Site) ที่เสนอแนะเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวด้วยการใช้วิธีแบบหลุมต้นไม้ (Bioswales) และพื้นผิวแบบรูพรุน (Permeable Pavers) ได้แก่ พื้นที่ทุ่งศรีเมือง พื้นที่สถาบันราชการ พื้นที่สีเขียวรอบหนองเหล็กและหนองใหญ่ (3) พื้นที่ที่เหมาะสมของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link) ที่เสนอแนะให้เป็นพื้นที่ที่ส่งเสริมการกักเก็บน้ำสำรองและการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ด้วยการใช้อนุรักษ์ต้นไม้ (Tree Filters) และใช้กระถางจัดการน้ำฝน (Stormwater Planters) ได้แก่ พื้นที่เส้นทางคลองระบายน้ำบริเวณศูนย์กลางเทศบาลนครอุดรธานี

สุรีย์ เรืองมณี (2558) ทำการศึกษาเรื่อง การจัดการพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยใน อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช จากการศึกษา พบว่า พื้นที่ในอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่ประสบปัญหาอุทกภัยรุนแรงและมีรูปแบบเฉพาะ จากการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับอุทกภัยและพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ดังกล่าวประกอบด้วย 4 ปัจจัย ได้แก่ ความสูง ความชัน ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน หลังจากวิเคราะห์แบบซ้อนทับข้อมูล (Overlay Method) ปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาอุทกภัยในอำเภอนบพิตำแล้ว ทำให้สามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยออกเป็น 3 ส่วน คือ พื้นที่รูปเกือกม้าทางทิศตะวันตก พื้นที่แอ่งกระทะตอนกลาง และที่ราบทางทิศตะวันออก เมื่อสามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยได้แล้ว จึงสามารถนำวิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หลักการทางภูมิสถาปัตยกรรม ตลอดจนกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องมาปรับใช้ เพื่อลดผลกระทบและความร้ายแรงจากปัญหาอุทกภัยในพื้นที่อำเภอนบพิตำได้อย่างเหมาะสม ผลจากการศึกษาพบว่า พื้นที่เกือกม้าทางทิศตะวันตกเป็นพื้นที่ป่า เพื่อลดความรุนแรงของอุทกภัยลงต้องเน้นการอนุรักษ์ป่าให้มีความสมบูรณ์ พื้นที่แอ่งกระทะตอนกลางต้องใช้กระบวนการออกแบบร่วมกับวิธีการอนุรักษ์เพื่อให้สามารถอาศัยอยู่ในพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม และที่ราบทางทิศตะวันออกเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงต่ออุทกภัยต่ำที่สุด มีความเหมาะสมในการอยู่อาศัยและประกอบธุรกิจได้เป็นอย่างดี

สิรินทรา วัฒนโธ (2555) ทำการศึกษา โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวกรุงเทพมหานคร โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (green infrastructure) เป็นพื้นที่สีเขียวที่เชื่อมโยงถึงกันเป็นเครือข่ายที่มีการออกแบบ วางผังและการจัดการคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติและความสัมพันธ์ของระบบนิเวศ เมืองโครงสร้างพื้นที่สีเขียว ของกรุงเทพมหานครที่เป็นเครือข่ายที่ควรจะมีควมยั่งยืนและสมควรที่จะได้รับการปกป้องในระยะยาว จากการขยายตัว ของเมืองที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว เช่น กรุงเทพมหานคร การพัฒนาเมืองกรุงเทพฯ อย่างที่เป็นอยู่ทำให้เราเหมือนจะลืมน ข้อดีของความเป็นอยู่ที่เป็นวัฒนธรรมในอดีตไป ทั้ง ๆ ที่กรุงเทพฯ เคยได้รับการขนานนามว่าเป็น “เวนิสแห่งตะวันออก” แต่ปัจจุบัน แม่น้ำ ลำคลอง ได้ถูกทดแทนด้วยถนน และเรือถูกทดแทนด้วยรถยนต์ การพัฒนาเมืองที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และไร้ทิศทาง ไม่มีการวางแผนเพื่อการใช้โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวในอนาคต ทำให้โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวถูกละเลย ไม่มีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงควรมีแนวความคิดในการพัฒนาเมือง โดยนำโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวมาใช้อย่างผสมผสาน เพื่อให้เกิดเป็นเป็นเครือข่ายพื้นที่สีเขียวที่สามารถเป็นทำหน้าที่ดูแลเมืองได้อย่างยั่งยืนต่อไป

ภาวิณี อินชมภู (2558) ทำการศึกษา การพัฒนาโครงข่ายพื้นที่สีเขียวใน กรุงเทพมหานคร กรุงเทพมหานครมีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและเกิดปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อมหลายประการจากการขยายตัวของเมืองไปในทิศทางต่าง ๆ ทำให้พื้นที่สีเขียวประเภทต่าง ๆ ลดลงและมีปัญหาเกี่ยวกับการเดินทาง สภาพอากาศ การระบายน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรที่อยู่อาศัยใช้ชีวิตในกรุงเทพมหานคร สำนักผังเมืองกรุงเทพมหานครจึงทำการศึกษาเพื่อจัดทำผังแม่บทโครงข่ายพื้นที่สีเขียวในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อหาทางเพิ่มพื้นที่สีเขียวและเชื่อมพื้นที่สีเขียวที่มีอยู่เพื่อบรรเทาปัญหาสิ่งแวดล้อมและมลภาวะของเมืองขั้นตอนการศึกษาประกอบด้วย การศึกษานโยบายและความคิดในการพัฒนา การเก็บข้อมูลพื้นฐานและการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำโครงข่าย การจัดทำผังแม่บทและแผนพัฒนา การจัดทำประชาพิจารณ์ และสรุปผลเป็นผังแม่บทโครงข่ายพื้นที่สีเขียวในเขตกรุงเทพมหานคร มาตรการทางผังเมือง และแนวทางการส่งเสริมพื้นที่สีเขียว เพื่อนำไปสู่แผนยุทธศาสตร์ภาคปฏิบัติในการพัฒนาโครงข่ายพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร แนวทางการเพิ่มศักยภาพพื้นที่สีเขียวเดิม นำไปสู่การเสนอแนะการเชื่อมโยงองค์ประกอบสีเขียวหลัก 3 องค์ประกอบหลัก คือ พื้นที่สวนสาธารณะพื้นที่ว่างสีเขียว ถนน และคลองในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครเข้าด้วยกัน

จุติชัย ดวงลำพันธ์ และคณะ (2556) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาพื้นที่สีเขียวภายใต้แนวคิดชุมชนนิเวศ กรณีศึกษา: เทศบาลเมืองแม่โจ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการจำแนกประเภทของพื้นที่สีเขียวและศึกษาศักยภาพของพื้นที่ ที่มีความเหมาะสมเพื่อการพัฒนา มีกรอบแนวความคิดในการวิจัย จากการรวบรวมเอกสารและทบทวนวรรณกรรม

จนได้ข้อสรุปเพื่อหารูปแบบการจำแนกประเภทของพื้นที่สีเขียวที่มีความสอดคล้องกับพื้นที่เทศบาลเมืองแม่โจ้ ดังนี้ พื้นที่สีเขียวธรรมชาติ พื้นที่สีเขียวเพื่อการผลิต พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ พื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อม และพื้นที่สีเขียวริมเส้นทางสัญจร โดยการจำแนกขอบเขตพื้นที่และสร้างสมดุลด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เกิดความเหมาะสมแก่สภาพพื้นที่ ซึ่งมีมติในการพิจารณา คือ มติด้านพื้นที่ (Area Base) จะพิจารณาถึงศักยภาพของพื้นที่สีเขียวในแต่ละพื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน รวมทั้งการนำการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่มาใช้ในการประเมินและเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมและมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียวที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมและกิจกรรมชุมชนเมืองให้ไดมากที่สุด จากการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้การศึกษาจากภาพถ่ายทางอากาศ พ.ศ. 2553 ประกอบกับการสำรวจพื้นที่ ทำให้ได้แผนที่แบ่งชี้และจำแนกประเภทของพื้นที่สีเขียวในพื้นที่เทศบาลเมืองแม่โจ้ และจากการศึกษาด้านศักยภาพของพื้นที่สีเขียวแต่ละประเภท ทำให้ทราบว่าจากการจำแนกพื้นที่สีเขียวทั้งหมด 5 ประเภท มีพื้นที่สีเขียว 2 ประเภท ที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนา คือ พื้นที่สีเขียวธรรมชาติ และพื้นที่สีเขียวเพื่อการผลิต ควรเป็นพื้นที่สีเขียวที่ควรอนุรักษ์ เนื่องจากพื้นที่ที่มีคุณค่าทางด้านสิ่งแวดล้อมและคุณค่าต่อชุมชนสูง เพื่อรักษาสมดุลด้านสภาพแวดล้อมให้กับชุมชนและช่วยส่งเสริมการเป็นชุมชนนิเวศอย่างยั่งยืน

ปณณนุช รุธิรโก (2550) ทำการศึกษาเรื่อง ความยั่งยืนในการจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง ผลการศึกษา พบว่า ปัจจุบันเมืองมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วเพื่อสนองตอบการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ ประกอบกับจำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีการอพยพย้ายถิ่นเข้ามาอาศัยอยู่ในเมืองส่งผลให้มีความต้องการใช้ที่ดินเพื่อการก่อสร้างมากขึ้น ก่อให้เกิดที่ว่างในเมืองลดน้อยลง และยังส่งผลทำให้พื้นที่สีเขียวในเขตเมืองลดลงไปด้วย ฉะนั้นการดำเนินการเพื่อจัดการพื้นที่สีเขียวจึงมีความสำคัญยิ่ง เพราะนอกจากจะส่งผลดีต่อสภาพแวดล้อมเมืองแล้ว ยังส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมของเมือง และที่สำคัญไปกว่านั้นคือช่วยให้คนเมืองมีสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ออกกำลังกาย พบปะพูดคุย และช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของคนเมืองอีกด้วย การจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองอย่างยั่งยืนขึ้นอยู่กับบุคคลต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับชาติและระดับนานาชาติ ได้แก่ นักการเมือง ข้าราชการ เอกชน และชุมชน ส่วนการดำเนินการควรดำเนินการทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับปฏิบัติ ระดับกลยุทธ์ และระดับนโยบาย ซึ่งความสำเร็จในการวางแผนและจัดการพื้นที่เขียวนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ การใช้พื้นที่สีเขียวร่วมกัน การปรับการใช้พื้นที่เมื่อเวลาผ่านไป การมีส่วนร่วมอย่างจริงจังของผู้บริหารเมืองการมีส่วนร่วมของชุมชน ความเกี่ยวข้องกันระหว่างกลุ่มที่มีหน้าที่ในการรับผิดชอบ การออกกฎหมายสนับสนุน ความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างท้องถิ่นและนักวางแผน การบำรุงรักษา นโยบายสาธารณะ และโครงสร้างขององค์กร

Sörensen (2018) ทำการศึกษา การประเมินการลดความเสี่ยงจากอุทกภัย โดยโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน - สีเขียว มีคุณสมบัติในการลดความเสี่ยงจากอุทกภัย ความสามารถในการลดความเสี่ยงจากอุทกภัยครั้งนี้ ได้รับการยืนยันด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ในการศึกษาค้นคว้า โดยใน พ.ศ. 2557 เมืองมัลโมสวีเดน ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากอุทกภัยรุนแรง จึงได้จัดทำโครงสร้างพื้นฐานเมืองสีน้ำเงิน-สีเขียวขึ้น โดยได้มีการนำเสนอโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว และกิจกรรมโครงการขนาดใหญ่อื่น ๆ ประกอบด้วย โครงการการประเมินประสิทธิภาพของชุดติดตั้งเรดาร์ตรวจอากาศพายุฝนในพื้นที่ออกัสตาบอร์ก และโครงการการบริหารจัดการน้ำผิวดิน ซึ่งโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว ได้รับการส่งเสริมอย่างกว้างขวางเพื่อใช้สำหรับปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้สิ่งนี้เป็นเรื่องสำคัญในการศึกษาถึงความสามารถทางเทคนิคที่เกี่ยวข้อง ภายหลังจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเมืองสีน้ำเงิน-สีเขียว พบว่า มีแนวโน้มระยะยาวแสดงความเสียหายจากอุทกภัยที่น้อยลงในออกัสเทนบอร์กกว่าในละแวกใกล้เคียงที่มีระบบท่อระบายน้ำแบบดั้งเดิม แม้ว่าทรัพย์สินบางส่วนจะถูกน้ำท่วมใน Augustenborg แต่ก็แสดงให้เห็นว่าระบบการบริหารจัดการน้ำผิวดินที่ติดตั้งเพิ่มมีประสิทธิภาพมากขึ้น

Kapetas and Fenner (2020) ทำการศึกษา การบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน สีเขียว และสีเทา เพื่อลดปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมในอนาคต โดยวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมมีให้เลือกตั้งแต่โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน - สีเขียว (BGI) ซึ่งรวมอยู่ในระบบการระบายน้ำอย่างยั่งยืน (SuDS) ไปจนถึงโครงสร้างพื้นฐานสีเทาแบบดั้งเดิม (เช่น เครื่องช่วยท่อดึงเก็บน้ำผิวก้นทาง) แต่ละข้อเสนอของแต่ละโครงการมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันในด้านค่าใช้จ่ายความยืดหยุ่นในการใช้งาน และประโยชน์ที่เกิดขึ้น คำถามสำคัญที่ต้องพิจารณา คือ การผสมผสานที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการการแก้ปัญหาการเกิดน้ำท่วมในเมืองในทุกที่และทุกเวลาหรือไม่ ผลการศึกษาพบว่า การบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานสีฟ้าสีเขียวและสีเทาเพื่อลดปัญหาน้ำท่วมสามารถลดและจัดการปัญหาน้ำท่วมได้ บรรเทาความเสี่ยงจากน้ำท่วมและส่งผลประโยชน์หลายประการ นอกจากนี้ กระบวนการมีส่วนร่วม เงินทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและการบำรุงรักษา ส่งผลผลกระทบประสิทธิภาพการแก้ไขปัญหา น้ำท่วม อย่างไรก็ตามโครงการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน สีเขียว และสีเทาเพื่อลดปัญหาน้ำท่วม สามารถนำไปสู่การสร้างรายได้จากผลประโยชน์หลายอย่างที่เกี่ยวข้อง

Kazakis N., Kougiass I. and Patsialis T. (2015) ได้การศึกษา การนำดัชนีหลายหลักเกณฑ์มาใช้ในการประเมินพื้นที่อันตรายน้ำท่วมในระดับภูมิภาค โดยใช้ดัชนีเสี่ยงน้ำท่วม Flood Hazard Index (FHI) ในการกำหนดและการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาข้อมูลทั้ง 7 มิติ คือ การสะสมการไหลของน้ำ, ระยะทางจากเครือข่ายการระบายน้ำ, ความสูง, ความลาดชัน,

การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ปริมาณน้ำฝน และธรณีวิทยา ซึ่งได้กำหนดน้ำหนักของแต่ละตัวแปรและนำไปคำนวณโดยกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น ซึ่งเป็นวิธีการพัฒนามาเพื่อแก้ปัญหาน้ำท่วม มีการทำแผนที่เสี่ยงน้ำท่วมโดยมุ่งเน้นการใช้วิธีการดัชนีเสี่ยงน้ำท่วม (FHI) ให้สอดคล้องกับบริบทน้ำท่วม โดยนำค่าที่ได้จาก FHI มาคำนวณเป็นดัชนีปรับปรุง FHIS (methodology named FIGUSED-S) และการทำงานที่น้ำท่วม สนับสนุนความเชื่อมั่นด้วยวิธี FIGUSED โดยเปรียบเทียบผลที่ได้กับประวัติของเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตและได้รับการยืนยันว่าวิธีการที่เสนอให้มีผลที่ถูกต้อง

Zuvela-Aloise (2016) ทำการศึกษา แบบจำลองศักยภาพของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและสีน้ำเงินเพื่อลดภาระความร้อนในเมืองในเมืองเวียนนา จากการศึกษาพบว่า แนวโน้มภาวะโลกร้อนและการเติบโตของเมืองส่งผลให้เกิดความร้อนสูงขึ้นในพื้นที่เขตเมือง โดยปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการใช้โครงสร้างพื้นที่สีเขียวและสีน้ำเงิน โดยอาศัยการใช้ต้นไม้ที่เหมาะสมและการบริหารจัดการน้ำในชุมชนเมือง การศึกษานี้ เป็นการประเมินประสิทธิภาพของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและสีน้ำเงิน โดยใช้ชุดของแบบจำลองแนวคิดเมืองจริงและมีการจำลองสถานการณ์ของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและสีน้ำเงินสำหรับกรุงเวียนนา ผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่าผลของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและสีน้ำเงินนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ประเภทอาคาร ช่วงเวลาอุณหภูมิของน้ำ การลดอุณหภูมิและขนาดของพื้นผิวระบายความร้อน ภูมิประเทศ การกระจายการใช้ที่ดินอย่างไม่เป็นธรรมชาติ และข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่สังเกตได้ จากผลการศึกษาเห็นว่าควรมีการนำมาตรการการวางผังเมืองมาใช้เพื่อลดอุณหภูมิที่สูงขึ้นในเขตเมือง โดยอาจมีการดำเนินการตามมาตรการต่าง ๆ เช่น การลดความหนาแน่นของอาคาร 10% ลดการปูผิวทาง 20% และขยายพื้นที่สีเขียวหรือน้ำ 20%

Gehrels (2016) ทำการศึกษาเรื่อง การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและสีน้ำเงินเพื่อสนับสนุนการใช้ชีวิตในเมืองที่มีสุขภาพดี ผลการศึกษา พบว่า การพัฒนาแนวคิดและหลักการออกแบบสำหรับโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินและสีเขียวไม่เพียงแต่สนับสนุนความยืดหยุ่นของสภาพภูมิอากาศ แต่ยังนำไปสู่สภาพแวดล้อมในเมืองที่มีสุขภาพดีและน่าอยู่ โดยแนวทางในการออกแบบในขั้นตอนแรกจะทำประเมินประสิทธิภาพของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินและสีเขียวบนพื้นฐานของแนวคิดที่มีอยู่ และการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของเมือง ประการที่สอง เราจะกำหนดหลักการสำหรับการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินและสีเขียวในภูมิทัศน์เมืองเพื่อนำไปสู่แนวทางในการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและสีน้ำเงินในอนาคต

ในส่วนของการวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินไม่ค่อยมีมากนักผู้วิจัยจึงได้นำเสนอในด้านการศึกษาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินสีเขียว และโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเป็นส่วนใหญ่

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว กรณีศึกษา กลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา ซึ่งทำการศึกษาถึงปัจจัยในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว และวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว และการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาพื้นที่ รวมทั้งเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาพื้นที่ที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว ในกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 กรอบวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 3.1 กรอบการวิจัย, โดย ผู้วิจัย, 2562.

จากภาพที่ 3.1 แสดงกรอบวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีขั้นตอนในการศึกษาทั้งหมด 6 ขั้นตอนหลัก เพื่อให้ได้พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ อีกทั้งเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับพื้นที่ในเมืองของอำเภอหาดใหญ่ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทบทวนวรรณกรรม แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำและค่าถ่วงน้ำหนัก
3. วิเคราะห์ด้านศักยภาพของพื้นที่จากปัจจัยต่าง ๆ ของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน (Blue Infrastructure) และโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure)
4. วิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมและเลือกพื้นที่ที่จะนำมาพัฒนาตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว (Blue-Green Infrastructure)
5. ศึกษาความเป็นไปได้ของพื้นที่ที่เหมาะสมโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว (Blue-Green Infrastructure) โดยศึกษาจากกฎหมายด้านผังเมือง คือ กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2559
6. เมื่อได้พื้นที่ที่เหมาะสมจึงเสนอแนะแนวทางในการบรรเทาปัญหาอุทกภัย โดยส่งเสริมให้มีการขุดคลองและเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองให้มากขึ้น

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

สำหรับการวิจัยการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว กรณีศึกษา กลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลานั้น ประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากแหล่งข้อมูลโดยตรง ซึ่งได้ข้อมูลมาจากการสอบถาม การสัมภาษณ์ การสำรวจ การจดบันทึก เป็นต้น โดยงานวิจัยชิ้นนี้ ประกอบไปด้วยชุดข้อมูลปฐมภูมิ ดังนี้

- 3.2.1.1 การสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน
- 3.2.1.2 การลงสำรวจพื้นที่

3.2.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

เป็นข้อมูลที่ไม่ได้จากการเก็บรวบรวมจากแหล่งข้อมูลโดยตรงเอง ซึ่งจะมีบุคคลอื่น ๆ หน่วยงานต่าง ๆ เป็นต้น ทำการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลไว้แล้ว หรืออาจนำข้อมูลปฐมภูมิ มาสังเคราะห์และเรียบเรียงขึ้นใหม่ โดยงานวิจัยชิ้นนี้ ประกอบไปด้วยชุดข้อมูลทุติยภูมิ ดังนี้

3.2.2.1 โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักวิศวกรรม การผังเมือง และสำนักงานโยธาธิการและผังเมือง จังหวัดสงขลา โดยมีข้อมูล ดังนี้

- 1) พื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses) ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัยลักษณะของคลอง และปัจจัยการระบายน้ำของคลอง
- 2) พื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel) ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยความหนาแน่นของอาคาร ปัจจัยความลาดชัน และปัจจัยลักษณะของดิน
- 3) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัยป่าชายเลน และปัจจัยลักษณะของดิน

3.2.2.2 โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักผังประเทศ และผังภาค สำนักจัดรูปที่ดินเพื่อพัฒนาพื้นที่ และสำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสงขลา โดยมีข้อมูล ดังนี้

- 1) พื้นที่หลัก (Hub) ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัยแหล่งน้ำ ปัจจัยการระบายน้ำของดิน และปัจจัยความลาดชัน
- 2) พื้นที่ตั้ง (Site) ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัยความลาดชัน และปัจจัยการระบายน้ำของดิน
- 3) พื้นที่เชื่อมต่อ (Link) ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัยช่องทางการระบายน้ำ และปัจจัยความลาดชัน

3.3 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาการวิจัยการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐาน สีน้ำเงิน-สีเขียว กรณีศึกษา กลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลานั้น ทำการศึกษาเลือกปัจจัย เกณฑ์พิจารณา การหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว โดยการ ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

3.3.1 การเลือกปัจจัยและเกณฑ์พิจารณาการหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาโครงสร้าง พื้นฐานสีน้ำเงิน

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมเป็นปัจจัยด้านกายภาพของพื้นที่ อำเภหาดใหญ่ โดยนำปัจจัยที่ทำการวิเคราะห์มาจัดข้อมูลเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน สีน้ำเงิน ซึ่งประกอบด้วย (1) พื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses) (2) พื้นที่ช่องทางน้ำหลาก

(Stormwater Channel) และ (3) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) โดยในแต่ละองค์ประกอบนั้น จะใช้จำนวนปัจจัยที่ไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมขององค์ประกอบของแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐาน สิ้นน้ำเงินนั้นโดยมีรายละเอียดแต่ละปัจจัยที่มีองค์ประกอบ ดังนี้

3.3.1.1 พื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses) หมายถึง พื้นที่ที่เป็นแอ่งน้ำขนาดใหญ่มาก ซึ่งมีพื้นที่ที่เป็นแผ่นดินล้อมรอบบริเวณนั้น หรือเรียกว่า ทะเลสาบ โดยที่ทะเลสาบนั้น ถ้ามีช่องทางการไหลออกสู่ทะเล จะเรียกว่า ทะเลสาบน้ำจืด แต่ถ้าทะเลสาบนั้นไม่มีช่องทางการไหลออกสู่ทะเล จะเรียกว่า ทะเลสาบน้ำเค็ม (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2556) ซึ่งปัจจัยในการศึกษามีดังนี้

1) ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นการศึกษาารูปแบบของการใช้ที่ดินในปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา ซึ่งทำการเชื่อมโยงกับการบริหารจัดการและการพัฒนาปรับปรุงพื้นที่ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน โดยพิจารณาจากเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549 ดังนี้

- พื้นที่เมือง
- พื้นที่ป่าไม้
- พื้นที่สีเขียว
- พื้นที่เกษตรกรรม
- พื้นที่น้ำ

2) ปัจจัยลักษณะของคลอง เป็นการศึกษาของช่องทางการไหลของน้ำที่จะนำไปสู่ทะเลสาบให้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์ของกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น พ.ศ 2559 และความกว้างของคลองระบายน้ำภายในลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา โดยกำหนดให้ลักษณะของคลอง ดังนี้

- ขนาด 0.4 –14 เมตร
- ขนาด 15–27 เมตร
- ขนาด 28–40 เมตร

3) ปัจจัยการระบายน้ำของคลอง เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการระบายน้ำที่ดี ซึ่งสามารถกักเก็บน้ำได้ และสามารถชะลอการไหลบ่าของน้ำได้ โดยเชื่อมโยงกับการไหลของน้ำในพื้นที่ศึกษา ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2548 นำข้อมูลของชุดดินมาอธิบายความสามารถในการระบายน้ำ ดังนี้

- การระบายน้ำดี
- การระบายน้ำปานกลาง

- การระบายน้ำไม่ดี

3.3.1.2 พื้นที่ช่องทางน้ำหลัก (Stormwater Channel) หมายถึง พื้นที่ที่เป็นช่องทางไหลของน้ำ ซึ่งจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมีขนาดใหญ่ หรือเรียกว่า แม่น้ำ ลำคลอง ลำธาร เป็นต้น โดยที่แม่น้ำ ลำคลอง หรือลำธาร มีช่องทางการไหลของน้ำจากสายหนึ่งไหลลงสู่อีกสายหนึ่ง จะเรียกว่า แม่น้ำสาขาย่อยของประเภทนั้น (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2556) ซึ่งปัจจัยในการศึกษามีดังนี้

1) ปัจจัยความหนาแน่นของอาคาร เป็นการศึกษาของจำนวนอาคารที่เกิดขึ้นของพื้นที่ศึกษา ว่ามีผลกระทบต่อช่องทางการไหลของน้ำมากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาจากเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549 ดังนี้

- ความหนาแน่นมาก
- ความหนาแน่นปานกลาง
- ความหนาแน่นน้อย

2) ปัจจัยความลาดชัน เป็นการศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพื้นที่ที่สามารถก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกหลากหลายประเภทได้อย่างแข็งแรง และมีความถาวรเป็นหลัก ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549 โดยกำหนดให้พื้นที่ที่มีความลาดชัน ดังนี้

- ความลาดชัน <5%
- ความลาดชัน 5 – 10%
- ความลาดชัน 10 – 25%
- ความลาดชัน >25%

3) ปัจจัยลักษณะของดิน เป็นการศึกษาประเภทของดิน ที่มีความสามารถในการระบายน้ำและการซึมซับน้ำของดินได้มากหรือน้อยเพียงใด ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2548 โดยนำข้อมูลของชุดดินมาอธิบายความสามารถในการระบายน้ำ ดังนี้

- ดินที่มีการระบายน้ำดี
- ดินที่มีการระบายน้ำปานกลาง
- ดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี

3.3.1.3 พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) หมายถึง สิ่งที่สามารถเกิดขึ้นเองได้โดยธรรมชาติ หรือโดยที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยในพื้นที่นั้นอาจมีน้ำขัง น้ำท่วม เป็นต้น อยู่อย่างถาวรหรือชั่วคราวก็ได้ โดยสามารถเป็นแหล่งน้ำที่เป็นได้ทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย หรือน้ำเค็ม รวมไปถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเล ซึ่งจะต้องมีความลึกของระดับน้ำมากกว่า 6 เมตร (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2552) ซึ่งปัจจัยในการศึกษามีดังนี้

1) ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นการศึกษารูปแบบของการใช้ที่ดินในปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา ซึ่งทำการเชื่อมโยงกับการบริหารจัดการและการพัฒนาปรับปรุงพื้นที่ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน โดยพิจารณาจากเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549 ดังนี้

- พื้นที่เมือง
- พื้นที่ป่าไม้
- พื้นที่สีเขียว
- พื้นที่เกษตรกรรม
- พื้นที่น้ำ

2) ปัจจัยป่าชายเลน เป็นการนำข้อมูลทรัพยากรป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษานำมาเป็นตัวกำหนดในการเกิดขึ้นของพื้นที่ชุ่มน้ำ และสามารถพัฒนาเป็นพื้นที่รองรับน้ำ เช่น พื้นที่รองรับน้ำจากการเกิดภัยธรรมชาติ พื้นที่รองรับน้ำจากน้ำหล่นตลิ่ง เป็นต้น โดยนำข้อมูลมาจากสำนักวิศวกรรมผังเมือง พ.ศ. 2562 ดังนี้

- มีในพื้นที่
- ไม่มีในพื้นที่

3) ปัจจัยลักษณะของดิน เป็นการศึกษาประเภทของดิน ที่มีความสามารถในการระบายน้ำ และการซึมซับน้ำของดินของพื้นที่ศึกษา ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2548 โดยนำข้อมูลของชุดดินมาอธิบายความสามารถในการระบายน้ำ ดังนี้

- ดินที่มีการระบายน้ำดี
- ดินที่มีการระบายน้ำปานกลาง
- ดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี

3.3.2 การเลือกปัจจัยและเกณฑ์พิจารณาการหาพื้นที่เหมาะสมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของอำเภอหาดใหญ่ นั้น จะเป็นปัจจัยด้านกายภาพภายในพื้นที่ โดยการแบ่งกลุ่มปัจจัยด้านกายภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามองค์ประกอบของแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว ได้แก่ (1) พื้นที่หลัก (Hub) (2) พื้นที่ตั้ง (Site) และ (3) พื้นที่เชื่อมต่อ (Link) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบนั้น ใช้จำนวนปัจจัยตามความเหมาะสมที่ไม่เท่ากันขององค์ประกอบแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว โดยมีรายละเอียดปัจจัยของแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

3.3.2.1 พื้นที่หลัก (Hub) หมายถึง การส่งเสริมการรักษาสภาพพื้นที่สิ่งแวดล้อมพื้นที่ธรรมชาติ ตลอดจนพื้นที่แหล่งน้ำ ซึ่งทำให้ระบบนิเวศสามารถอยู่ได้อย่างยั่งยืน และเน้นในการรักษาพื้นที่แหล่งน้ำ เพื่อเพิ่มความสามารถในการนำน้ำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Benedict, 2001) โดยจะคำนึงถึงสภาพของพื้นที่ในปัจจุบันเป็นหลัก ร่วมกับพื้นที่สำคัญในการรักษาระบบนิเวศ เช่น แหล่งน้ำ พื้นที่ทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น โดยการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดปัจจัยในการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมของพื้นที่หลัก (Hub) มีดังนี้

1) ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นการศึกษารูปแบบของการใช้ที่ดินในปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา ซึ่งทำการเชื่อมโยงกับการบริหารจัดการและการพัฒนาปรับปรุงพื้นที่ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน โดยพิจารณาจากเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549 ดังนี้

- พื้นที่เมือง
- พื้นที่ป่าไม้
- พื้นที่สีเขียว
- พื้นที่เกษตรกรรม
- พื้นที่น้ำ

2) ปัจจัยแหล่งน้ำ เป็นการนำข้อมูลแหล่งน้ำขนาดจริงของพื้นที่ศึกษานามาจัดเรียงข้อมูลขนาดแหล่งน้ำ ซึ่งเรียงจากแหล่งน้ำขนาดเล็กไปจนถึงแหล่งน้ำขนาดใหญ่ โดยพิจารณาจากเกณฑ์สำนักผังประเทศและผังภาค พ.ศ. 2562 ดังนี้

- แหล่งน้ำขนาดเล็ก
- แหล่งน้ำขนาดกลาง
- แหล่งน้ำขนาดใหญ่

3) ปัจจัยการระบายน้ำของดิน เป็นการนำข้อมูลประเภทของดินในพื้นที่ศึกษา มาหาความสามารถในการระบายน้ำได้ดีของดิน และสามารถกักเก็บน้ำได้ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2548 ดังนี้

- การระบายน้ำดี
- การระบายน้ำปานกลาง
- การระบายน้ำไม่ดี

4) ปัจจัยความลาดชัน เป็นการหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพื้นที่ที่สามารถก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกหลากหลายประเภทได้อย่างแข็งแรง และมีความถาวรเป็นหลัก ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549 โดยกำหนดให้พื้นที่ที่มีความลาดชันแบ่งออกเป็น 4 ช่วง ดังนี้

- ความลาดชัน <5%
- ความลาดชัน 5 – 10%
- ความลาดชัน 10 – 25%
- ความลาดชัน >25%

3.3.2.2 พื้นที่ตั้ง (Site) หมายถึง พื้นที่สวนสาธารณะ พื้นที่ว่าง หรือพื้นที่สีเขียวที่มีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ดี (Benedict, 2001) ซึ่งจะเป็นตัวช่วยในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมขังและแก้ไขปัญหาในช่วงของน้ำขาดแคลนได้ โดยการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดปัจจัยในการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมของพื้นที่ตั้ง (Site) มีดังนี้

1) ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นการศึกษารูปแบบของการใช้ที่ดินในปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา ซึ่งทำการเชื่อมโยงกับการบริหารจัดการและการพัฒนาปรับปรุงพื้นที่ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน โดยพิจารณาจากเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549 ดังนี้

- พื้นที่เมือง
- พื้นที่ป่าไม้
- พื้นที่สีเขียว
- พื้นที่เกษตรกรรม
- พื้นที่น้ำ

2) ปัจจัยความลาดชัน เป็นการหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพื้นที่ที่สามารถก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกหลากหลายประเภทได้อย่างแข็งแรง และมีความถาวรเป็นหลัก ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549 โดยกำหนดให้พื้นที่ที่มีความลาดชันดังนี้

- ความลาดชัน <5%
- ความลาดชัน 5 – 10%
- ความลาดชัน 10 – 25%
- ความลาดชัน >25%

3) ปัจจัยการระบายน้ำของดิน เป็นการนำข้อมูลประเภทของดินในพื้นที่ศึกษา มาหาความสามารถในการระบายน้ำได้ดีของดิน และสามารถกักเก็บน้ำได้ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2548 ดังนี้

- การระบายน้ำดี
- การระบายน้ำปานกลาง
- การระบายน้ำไม่ดี

3.3.2.3 พื้นที่เชื่อมต่อ (Link) หมายถึง พื้นที่ที่เป็นเส้นทางสัญจรบนพื้นดิน และมีความสามารถในการระบายน้ำ การซึมผ่านของน้ำที่ดี ตลอดจนการสร้างช่องทางพื่อน้ำที่ส่งน้ำเข้าไปสู่พื้นที่แหล่งน้ำ (Benedict, 2001) ซึ่งมีพิชพรรณทำหน้าที่ในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนที่อยู่ภายในน้ำ ก่อนนำเข้าน้ำเข้าสู่ตามแหล่งน้ำต่าง ๆ โดยการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดปัจจัยในการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link) มีดังนี้

1) ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นการศึกษารูปแบบของการใช้ที่ดินในปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา ซึ่งทำการเชื่อมโยงกับการบริหารจัดการและการพัฒนาปรับปรุงพื้นที่ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน โดยพิจารณาจากเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549 ดังนี้

- พื้นที่เมือง
- พื้นที่ป่าไม้
- พื้นที่สีเขียว
- พื้นที่เกษตรกรรม
- พื้นที่น้ำ

2) ปัจจัยการกันแนวของถนน เป็นการหาขนาดของแนวกันภายในพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นการกันแนวระหว่างอาคารและถนนเพื่อเว้นช่องว่างไม่ให้อาคารลุกล้ำเข้าไปยังพื้นที่ถนน และยังสามารถเชื่อมโยงกับพื้นที่ที่กักเก็บน้ำไว้ใช้ได้ด้วย โดยพิจารณาจากเกณฑ์กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2559 ดังนี้

- ขนาด 0.5 – 1.0 เมตร
- ขนาด 1.1 – 1.5 เมตร
- ขนาด 1.6 – 2.0 เมตร

3) ปัจจัยความลาดชัน เป็นการหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพื้นที่ที่สามารถก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกหลากหลายประเภทได้อย่างแข็งแรง และมีความถาวรเป็นหลัก ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549 โดยกำหนดให้พื้นที่ที่มีความลาดชันดังนี้

- ความลาดชัน <5%
- ความลาดชัน 5 – 10%
- ความลาดชัน 10 – 25%
- ความลาดชัน >25%

3.3.3 การกำหนดค่า

สำหรับการวิจัยการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว กรณีศึกษา กลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา นั้น พิจารณาเป็น 6 กลุ่ม ตามองค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว ซึ่งปัจจัยที่เลือกมาพิจารณาตามองค์ประกอบของพื้นที่เหมาะสมนั้น ใช้หลักวิเคราะห์พื้นที่ตามแบบการหาพื้นที่ที่เหมาะสม (Suitability Analysis) โดยการนำค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยมารวมกับค่าคะแนนแต่ละพื้นที่ เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้แนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว และได้กำหนดค่าคะแนน ได้แก่ การกำหนดค่าถ่วงคะแนนปัจจัย และการให้ค่าคะแนนปัจจัย เพื่อการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมได้ตามสมการ ซึ่งมีสมการดังนี้

$$S = (W_1R_1) + (W_2R_2 + W_3R_3) + \dots + (W_nR_n)$$

โดย	S	คือ ค่าคะแนนรวมศักยภาพของพื้นที่
	W	คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย
	R	คือ ค่าคะแนนเกณฑ์พิจารณาของปัจจัย
	n	คือ จำนวนปัจจัย

3.3.3.1 การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัย

ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการน้ำ ผู้เชี่ยวชาญด้านผังเมือง ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิสถาปัตยกรรม และผู้เชี่ยวชาญด้านพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา ซึ่งผลที่ได้จากการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญจะได้ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัย นำมาคำนวณด้วยวิธีการเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise Comparison) ซึ่งเป็นส่วน

หนึ่งของวิธีกระบวนการตัดสินใจเชิงลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP) และเป็นวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเลือกปัจจัยที่สำคัญที่สุด ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบทีละคู่ เพื่อให้ง่ายต่อการให้ค่าน้ำหนักว่าปัจจัยใดมีความสำคัญมากกว่า จึงจะได้คะแนนความสำคัญของปัจจัยของแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว โดยมีค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

1) ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)

เมื่อนำค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses) ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน นำมารวมค่าคะแนน และหาค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ย ได้ดังนี้ (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1

สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)

ปัจจัย	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	การระบายน้ำของดิน	ลักษณะของคลอง	รวม	ค่าน้ำหนัก
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.1651	0.5782	0.3705	1.114	0.371
การระบายน้ำของดิน	0.5084	0.2556	0.4984	1.262	0.421
ลักษณะของคลอง	0.3265	0.1662	0.1311	0.624	0.208
รวม	1.0000	1.0000	1.0000	3.000	1.000

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 3.1 เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจในการให้ค่าคะแนนความเหมาะสมทั้งหมด ซึ่งทำการคิดเป็น 100 คะแนน ดังนั้นสามารถสรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses) ที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน เพื่อนำน้ำหนักของปัจจัยที่จะนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสม พบว่า ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุด คือ ปัจจัยการระบายน้ำของดิน รองลงมา คือ ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน และปัจจัยลักษณะของคลอง โดยมีค่าน้ำหนัก 42.1, 37.1 และ 20.1 คะแนน ตามลำดับ

2) ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยของพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel)

เมื่อนำค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel) ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน นำมารวมค่าคะแนน และหาค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ย ได้ดังนี้ (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2

สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel)

ปัจจัย	ความหนาแน่นของ อาคาร	ความลาดชัน	ลักษณะของดิน	รวม	ค่าน้ำหนัก
ความหนาแน่น ของอาคาร	0.077	0.021	0.491	0.589	0.196
ความลาดชัน	0.521	0.132	0.081	0.735	0.245
ลักษณะของดิน	0.402	0.847	0.428	1.677	0.559
รวม	1.000	1.000	1.000	3.000	1.000

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 3.2 เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจในการให้ค่าคะแนนความเหมาะสมทั้งหมด ซึ่งทำการคิดเป็น 100 คะแนน ดังนั้นสามารถสรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel) ที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน เพื่อนำน้ำหนักของปัจจัยที่จะนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสม พบว่า ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุด คือ ปัจจัยลักษณะของดิน รองลงมา คือ ปัจจัยความลาดชัน และปัจจัยความหนาแน่นของอาคาร โดยมีค่าน้ำหนัก 55.9, 24.5 และ 19.6 คะแนน ตามลำดับ

3) ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

เมื่อนำค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน นำมารวมค่าคะแนน และหาค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ย ได้ดังนี้ (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3

สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

ปัจจัย	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ป่าชายเลน	ลักษณะของดิน	รวม	ค่าน้ำหนัก
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.130	0.467	0.127	0.723	0.241
ป่าชายเลน	0.016	0.056	0.091	0.162	0.054
ลักษณะของดิน	0.855	0.478	0.782	2.115	0.705
รวม	1.000	1.000	1.000	3.000	1.000

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 3.3 เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจในการให้ค่าคะแนนความเหมาะสมทั้งหมด ซึ่งทำการคิดเป็น 100 คะแนน ดังนั้นสามารถสรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) ที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน เพื่อนำน้ำหนักของปัจจัยที่จะนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสม พบว่า ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุด คือ ปัจจัยลักษณะของดิน รองลงมา คือ ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน และปัจจัยป่าชายเลน โดยที่มีค่าน้ำหนัก 70.5, 24.1 และ 5.4 คะแนน ตามลำดับ

4) ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยของพื้นที่หลัก (Hub)

เมื่อนำค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่หลัก (Hub) ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน นำมารวมค่าคะแนน และหาค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ย ได้ดังนี้ (ตารางที่ 3.4)

ตารางที่ 3.4

สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่หลัก (Hub)

ปัจจัย	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	แหล่งน้ำ	การระบายน้ำของดิน	ความลาดชัน	รวม	ค่าน้ำหนัก
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.078	0.179	0.082	0.228	0.567	0.1417
แหล่งน้ำ	0.235	0.079	0.127	0.230	0.671	0.1678
การระบายน้ำของดิน	0.451	0.362	0.259	0.420	1.492	0.3730

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่หลัก (Hub)

ปัจจัย	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	แหล่งน้ำ	การระบายน้ำของดิน	ความลาดชัน	รวม	ค่าน้ำหนัก
ความลาดชัน	0.236	0.380	0.532	0.122	1.27	0.3175
รวม	1.000	1.000	1.000	1.000	4.000	1.000

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 3.4 เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจในการให้ค่าคะแนนความเหมาะสมทั้งหมด ซึ่งทำการคิดเป็น 100 คะแนน ดังนั้นสามารถสรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่หลัก (Hub) ที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน เพื่อนำน้ำหนักของปัจจัยที่จะนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมพบว่า ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุด คือ ปัจจัยการระบายน้ำของดิน รองลงมา คือ ปัจจัยความลาดชัน และปัจจัยแหล่งน้ำ โดยมีค่าน้ำหนัก 37.3, 31.7 และ 16.7 คะแนน ตามลำดับ

5) ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยของพื้นที่ตั้ง (Site)

เมื่อนำค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ตั้ง (Site) ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน นำมารวมค่าคะแนน และหาค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ย ได้ดังนี้ (ตารางที่ 3.5)

ตารางที่ 3.5

สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ตั้ง (Site)

ปัจจัย	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ความลาดชัน	การระบายน้ำของดิน	รวม	ค่าน้ำหนัก
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.116	0.345	0.303	0.764	0.255
ความลาดชัน	0.395	0.153	0.495	1.044	0.348
การระบายน้ำของดิน	0.489	0.502	0.202	1.192	0.397
รวม	1.000	1.000	1.000	3.000	1.000

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 3.5 เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจในการให้ค่าคะแนนความเหมาะสมทั้งหมด ซึ่งทำการคิดเป็น 100 คะแนน ดังนั้นสามารถสรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่ตั้ง (Site) ที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน เพื่อนำน้ำหนักของปัจจัยที่จะนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมพบว่า ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุด คือ ปัจจัยการระบายน้ำของดิน รองลงมา คือ ปัจจัยความลาดชัน และปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยที่มีค่าน้ำหนัก 39.7, 34.8 และ 25.5 คะแนน ตามลำดับ

5) ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)

เมื่อนำค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่เชื่อมต่อ (Link) ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน นำมารวมค่าคะแนน และหาค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ย ได้ดังนี้ (ตารางที่ 3.6)

ตารางที่ 3.6

สรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)

ปัจจัย	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	การระบายน้ำของดิน	ความลาดชัน	รวม	ค่าน้ำหนัก
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.193	0.637	0.545	1.376	0.459
การระบายน้ำของดิน	0.746	0.220	0.364	1.329	0.443
ความลาดชัน	0.061	0.143	0.091	0.295	0.098
รวม	1.000	1.000	1.000	3.000	1.000

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 3.6 เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจในการให้ค่าคะแนนความเหมาะสมทั้งหมด ซึ่งทำการคิดเป็น 100 คะแนน ดังนั้นสามารถสรุปค่าถ่วงน้ำหนักพื้นที่เชื่อมต่อ (Link) ที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน เพื่อนำน้ำหนักของปัจจัยที่จะนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมพบว่า ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุด คือ ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน รองลงมา คือ ปัจจัยการระบายน้ำของดิน และปัจจัยความลาดชัน โดยที่มีค่าน้ำหนัก 45.9, 44.3 และ 9.8 คะแนน ตามลำดับ

3.3.3.2 การกำหนดค่าคะแนนจากเกณฑ์พิจารณา

ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการน้ำ ผู้เชี่ยวชาญด้านผังเมือง ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิสถาปัตยกรรม และผู้เชี่ยวชาญด้านพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา โดยพิจารณาจากการให้คะแนนตามความเหมาะสมเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว

ซึ่งกำหนดค่าคะแนนอยู่ในช่วงตามลำดับความเหมาะสมของเกณฑ์พิจารณาในแต่ละปัจจัยของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว โดยมีเกณฑ์พิจารณาความคล้ายคลึงกัน แต่ค่าคะแนนจะมีความแตกต่างกัน ดังนี้

ความเหมาะสมมากที่สุด	แทนด้วยคะแนน 5 คะแนน
ความเหมาะสมมาก	แทนด้วยคะแนน 4 คะแนน
ความเหมาะสมปานกลาง	แทนด้วยคะแนน 3 คะแนน
ความเหมาะสมน้อย	แทนด้วยคะแนน 2 คะแนน
ความเหมาะสมน้อยที่สุด	แทนด้วยคะแนน 1 คะแนน

ดังนั้น เกณฑ์พิจารณาเพื่อกำหนดค่าคะแนนปัจจัย จะใช้คะแนนความเหมาะสมทั้งหมด 5 ระดับ โดยสามารถสรุปค่าคะแนนแต่ละปัจจัยได้ ดังนี้

ตารางที่ 3.7

การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1.การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	37.1	2	74.2
	พื้นที่เกษตรกรรม		2	74.2
	พื้นที่แหล่งน้ำ		5	185.5
	พื้นที่ป่าไม้		4	148.4
	พื้นที่สีเขียว		4	148.4
2. ลักษณะของคลอง	คลองที่มนุษย์สร้างขึ้น	20.8	3	62.4
	คลองตามธรรมชาติ		5	104
3.การระบายน้ำของดิน	การระบายน้ำเร็ว	42.1	3	126.3
	การระบายน้ำปานกลาง		4	168.4
	การระบายน้ำดี		5	210.5

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

ตารางที่ 3.8

การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1.ความหนาแน่นของอาคาร	ความหนาแน่นมาก	19.6	2	39.2
	ความหนาแน่นปานกลาง		3	58.8
	ความหนาแน่นน้อย		5	98
2. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	24.5	2	49
	ความลาดชัน 10 – 25%		3	73.5
	ความลาดชัน 5 – 10%		4	98
	ความลาดชัน < 5%		4	98
3. ลักษณะของดิน	ดินที่มีการระบายน้ำเร็ว	55.9	2	111.8
	ดินที่มีการระบายน้ำปานกลาง		4	223.6
	ดินที่มีการระบายน้ำดี		5	279.5

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

ตารางที่ 3.9

การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1. ป่าชายเลน	อยู่นอกพื้นที่ป่าชายเลน	5.4	3	16.2
	อยู่ในพื้นที่ป่าชายเลน		5	27
2.การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	24.1	1	24.1
	พื้นที่เกษตรกรรม		2	48.2
	พื้นที่แหล่งน้ำ		5	120.5
	พื้นที่ป่าไม้		4	96.4

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
	พื้นที่สีเขียว		4	96.4
3. ลักษณะของดิน	ดินที่มีการระบายน้ำเร็ว	70.5	3	211.5
	ดินที่มีการระบายน้ำปานกลาง		4	282
	ดินที่มีการระบายน้ำดี		5	352.5

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

ตารางที่ 3.10

การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยของพื้นที่หลัก (Hub)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	14.17	2	28.34
	พื้นที่เกษตรกรรม		2	28.34
	พื้นที่แหล่งน้ำ		4	56.68
	พื้นที่ป่าไม้		5	70.85
	พื้นที่สีเขียว		5	70.85
2. แหล่งน้ำ	แหล่งน้ำขนาดใหญ่ (อ่างเก็บน้ำ)	16.78	5	83.9
	แหล่งน้ำขนาดกลาง (บ่อน้ำ หรือ บึง)		4	67.12
	แหล่งน้ำขนาดเล็ก (คลอง หรือ แม่น้ำ)		3	50.34

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยของพื้นที่หลัก (Hub)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
3. การระบายน้ำของดิน	การระบายน้ำเร็ว	37.3	2	74.6
	การระบายน้ำปานกลาง		4	149.2
	การระบายน้ำดี		5	186.5
4. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	31.75	2	63.5
	ความลาดชัน 10 – 25%		3	95.25
	ความลาดชัน 5 – 10%		4	127
	ความลาดชัน < 5%		5	158.75

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

ตารางที่ 3.11

การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่ตั้ง (Site)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1.การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	25.5	2	51
	พื้นที่เกษตรกรรม		2	51
	พื้นที่แหล่งน้ำ		4	102
	พื้นที่ป่าไม้		5	127.5
	พื้นที่สีเขียว		4	102
2.การระบายน้ำของดิน	การระบายน้ำเร็ว	39.7	2	79.4
	การระบายน้ำปานกลาง		4	158.8
	การระบายน้ำดี		5	198.5

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่ตั้ง (Site)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
3. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	34.8	2	69.6
	ความลาดชัน 10 – 25%		3	104.4
	ความลาดชัน 5 – 10%		4	139.2
	ความลาดชัน < 5%		5	174

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

ตารางที่ 3.12

การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	45.9	2	91.8
	พื้นที่เกษตรกรรม		2	91.8
	พื้นที่แหล่งน้ำ		5	229.5
	พื้นที่ป่าไม้		4	183.6
	พื้นที่สีเขียว		4	183.6
2. การกั้นแนวของถนน	ขนาด 0.5 – 1.0 เมตร	44.3	3	132.9
	ขนาด 1.1 – 1.5 เมตร		4	177.2
	ขนาด 1.5 – 2.0 เมตร		5	221.5

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

การถ่วงน้ำหนักปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนน รวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
3. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	9.8	2	19.6
	ความลาดชัน 10 – 25%		3	29.4
	ความลาดชัน 5 – 10%		4	39.2
	ความลาดชัน < 5%		5	49

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

3.3.4 การจัดทำแผนที่

เป็นการหาพื้นที่ที่เหมาะสม โดยนำปัจจัยที่เลือกมาซ้อนทับ ซึ่งนำค่าถ่วงน้ำหนักจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และค่าคะแนนเกณฑ์พิจารณาปัจจัยที่กำหนด มาแทนค่าตามระดับความเหมาะสมในพื้นที่ในแต่ละปัจจัย เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว โดยผลที่ได้สามารถบรรเทาปัญหาอุทกภัยและสามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองได้มากขึ้น

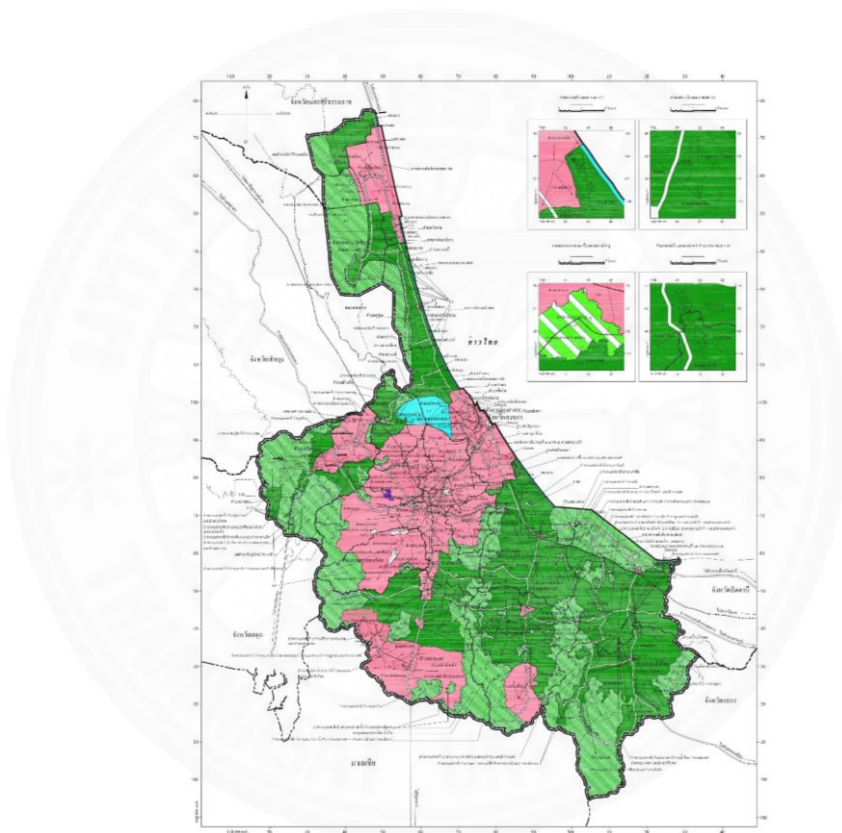
3.3.4.1 การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสม

เป็นการนำปัจจัยของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว มาซ้อนทับกันเพื่อหาพื้นที่ที่อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งวัดจากค่าคะแนนรวมทุกปัจจัย โดยผลที่ได้บริเวณพื้นที่นั้นมีความเหมาะสมในการพัฒนาให้เกิดการจัดการตามแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว ซึ่งแบ่งได้เป็น 6 กลุ่มของพื้นที่ที่เหมาะสม ดังนี้

- (1) พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่
- (2) พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก
- (3) พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ชุ่มน้ำ
- (4) พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่หลัก
- (5) พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ตั้ง
- (6) พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่เชื่อมต่อ

3.3.5 การศึกษาความเป็นไปได้ของพื้นที่

การศึกษาความเป็นไปได้ของพื้นที่โดยการนำกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2559 (ดังภาพที่ 3.2) มาศึกษาความเป็นไปได้ภายในพื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว ทั้ง 6 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses) พื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) พื้นที่หลัก (Hub) พื้นที่ตั้ง (Site) พื้นที่เชื่อมต่อ (Link) ซึ่งศึกษาจากข้อกำหนดและข้อห้ามของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท โดยจะส่งผลต่อความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิคในการพัฒนาและส่งเสริมพื้นที่ให้มีความเหมาะสมมากที่สุด



ภาพที่ 3.2 แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทท้ายกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2559, โดย กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2559.

3.3.6 การเสนอแนะแนวทางการพัฒนาพื้นที่

เสนอแนะแนวทางการพัฒนาพื้นที่ในเรื่องของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียวที่สามารถนำไปพัฒนาเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัย ในเรื่องของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจของคนในเมือง และในเรื่องการสร้างทัศนียภาพให้สวยงาม

บทที่ 4

สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา

ในบทนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษาทั้งด้านกายภาพและสังคมในกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา ซึ่งภายในพื้นที่ประกอบด้วย 9 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองสงขลา อำเภอหาดใหญ่ อำเภอกลองหอยโข่ง อำเภอนาหม่อม อำเภอสะเดา อำเภอรัตนบุรี อำเภอควนเนียง อำเภอบางกล่ำ และอำเภอสิงหนคร โดยมีรายละเอียดในแต่ละอำเภอดังต่อไปนี้

4.1 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

4.1.1 พื้นที่เมือง

พื้นที่จังหวัดสงขลามีพื้นที่เมืองรวม 393.35 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 5.33 ของทั้งพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่หมู่บ้านมากที่สุด โดยพื้นที่เมืองจะกระจุกตัวอยู่บริเวณอำเภอหาดใหญ่ อำเภอเมืองสงขลา และอำเภอสิงหนคร (ตารางที่ 4.1)

4.1.2 พื้นที่ป่าไม้

พื้นที่จังหวัดสงขลามีพื้นที่ป่าไม้รวม 875.71 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 11.86 ของทั้งพื้นที่จังหวัดสงขลา ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภูเขาด้านทิศตะวันตก ทิศใต้ และบางส่วนตอนกลางของจังหวัด โดยพื้นที่ป่าไม้จะกระจุกตัวอยู่บริเวณอำเภอรัตนบุรี อำเภอสะเดา และอำเภอหาดใหญ่ (ตารางที่ 4.1)

4.1.3 พื้นที่สีเขียว

พื้นที่จังหวัดสงขลามีพื้นที่สีเขียวรวม 372.52 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 5.05 ของทั้งพื้นที่จังหวัดสงขลา โดยพื้นที่สีเขียวจะกระจุกตัวอยู่บริเวณอำเภอหาดใหญ่ อำเภอรัตนบุรี และอำเภอสะเดา (ตารางที่ 4.1)

4.1.4 พื้นที่เกษตรกรรม

พื้นที่จังหวัดสงขลามีพื้นที่เกษตรกรรมรวม 5,026.79 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 68.11 ของทั้งพื้นที่จังหวัดสงขลา ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุด โดยพื้นที่เกษตรกรรมรวมจะกระจุกตัวอยู่บริเวณอำเภอสะเดา อำเภอหาดใหญ่ และอำเภอรัตนบุรี (ตารางที่ 4.1)

4.1.5 พื้นที่น้ำ

พื้นที่จังหวัดสงขลามีพื้นน้ำรวม 625.20 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.47 ของทั้งพื้นที่จังหวัดสงขลา ส่วนใหญ่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยพื้นที่น้ำจะกระจุกตัวอยู่บริเวณอำเภอสิงหนคร อำเภอควนเนียง และอำเภอเมืองสงขลา (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ รายอำเภอฯ ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา

หน่วย : ตร.กม.

พื้นที่	พื้นที่เมือง	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่สีเขียว	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่น้ำ
จังหวัดสงขลา	393.35	875.71	372.52	5,026.79	625.20
อำเภอเมืองสงขลา	37.52	14.70	13.26	78.09	34.95
อำเภอหาดใหญ่	86.20	112.68	47.29	489.95	34.54
อำเภอคลองหอยโข่ง	14.32	40.84	11.41	183.70	6.25
อำเภอนาหม่อม	6.63	7.00	5.74	93.96	0.12
อำเภอสะเดา	25.22	126.60	23.44	836.83	9.23
อำเภอรัตนภูมิ	18.39	149.93	26.51	318.45	1.05
อำเภอควนเนียง	8.77	24.32	12.45	173.85	54.78
อำเภอบางกล่ำ	12.64	3.58	14.49	113.28	4.23
อำเภอสิงหนคร	29.17	12.24	15.02	112.25	82.21

หมายเหตุ. โดย โครงการวางและจัดทำผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.



ภาพที่ 4.1 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา, โดย โครงการวางและจัดทำผังเมืองรวม จังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.

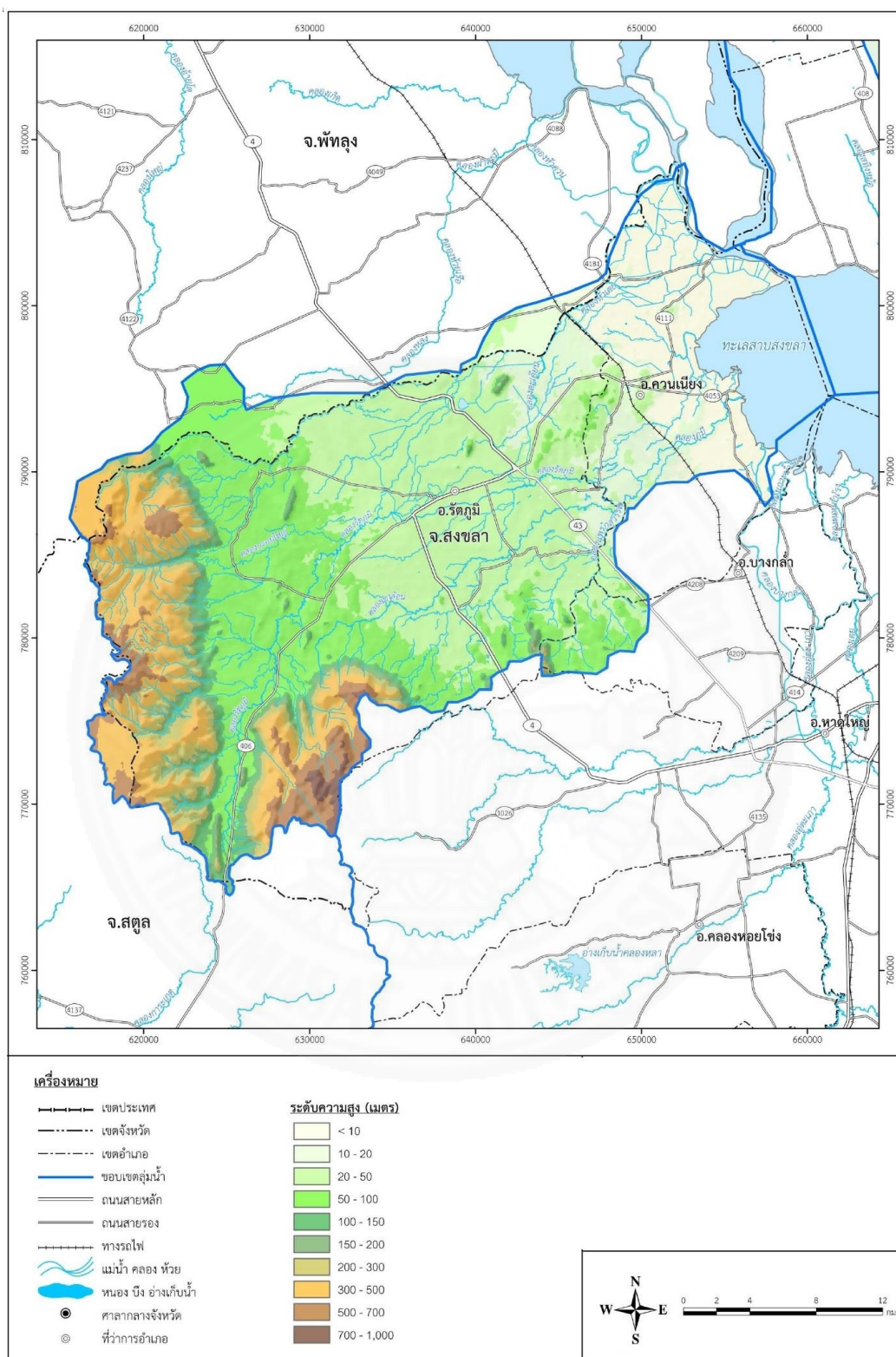
4.2 ลักษณะของคลอง

4.2.1 คลองรัตภูมิ

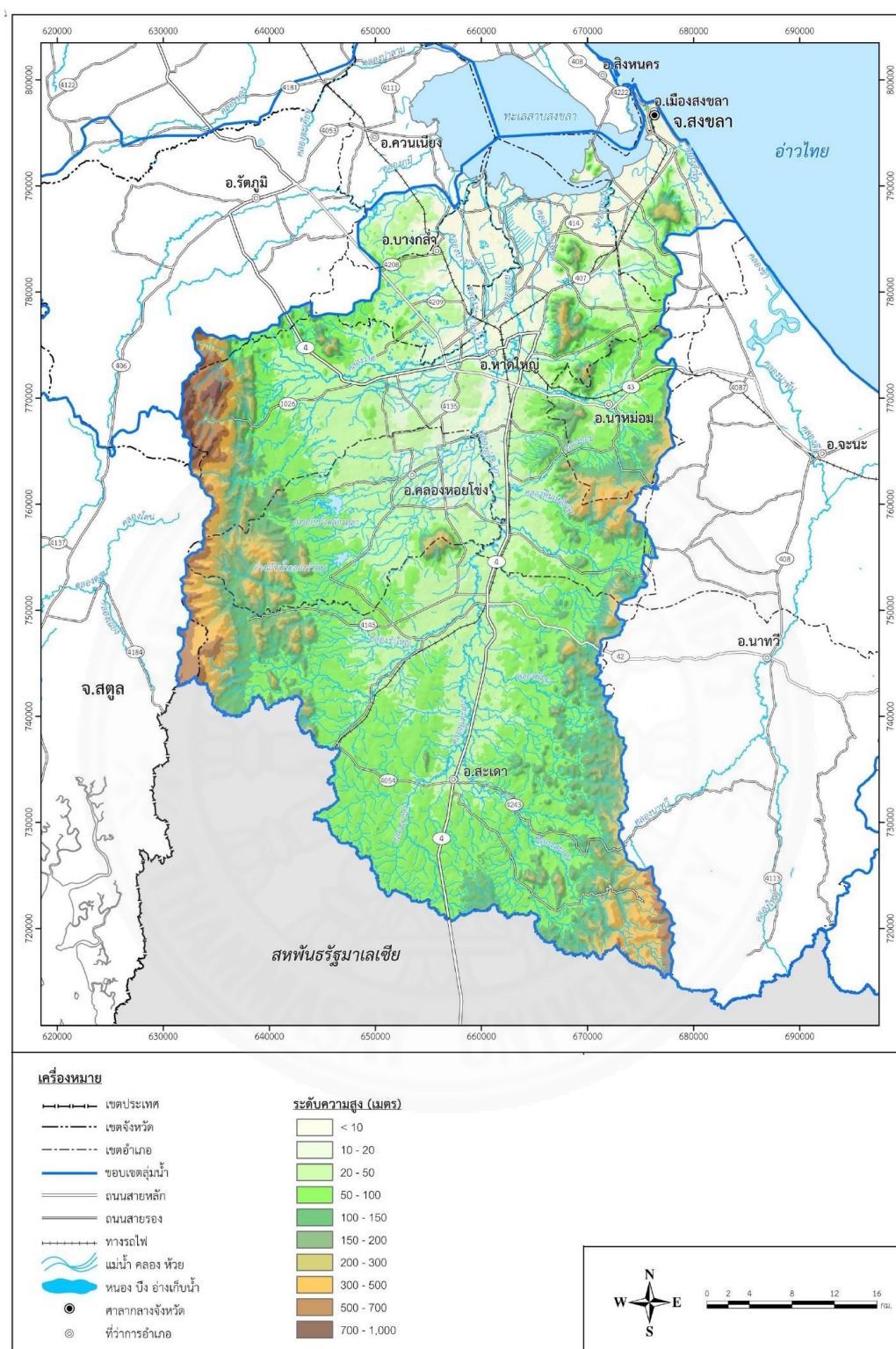
มีพื้นที่รับน้ำฝนรวมกันทั้งสิ้น 859.23 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปพื้นที่ต้นน้ำเป็นภูเขาสูงสลับกับที่ราบเชิงเขา โดยมีเทือกเขาหลวงที่สูงชันอยู่ทางทิศตะวันตก พื้นที่โดยทั่วไปมีความลาดเทจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออกโดยประมาณ พื้นที่ภูเขาสูงเปลี่ยนสภาพเป็นพื้นที่เชิงเขาแบบลูกคลื่นลอนลาด และเป็นพื้นที่ราบลุ่มไปทางด้านทิศตะวันออกจรดทะเลสาบสงขลา ที่บ้านปากบาง ตำบลรัตภูมิ อำเภอควนเนียง โดยมีคลองรัตภูมิเป็นลำน้ำสายหลักไหลผ่านกลางพื้นที่ลุ่มน้ำ และมีคลองลำแซ่ง คลองลำชัน และคลองกรอยใหญ่เป็นลำน้ำสายรอง (ภาพที่ 4.2)

4.2.2 คลองอู่ตะเภา

มีขนาดพื้นที่รับน้ำฝน 2,391.91 ตารางกิโลเมตร ลักษณะเป็นแอ่งกระทะ ล้อมรอบด้วยเขา 3 ด้าน คือ ทางทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก มีค่าระดับผิวดินอยู่ ระหว่าง +350.00 ม.รทก. ในทางทิศใต้ลาดเทลงมาถึง +0.000 ม.รทก. ในทางทิศเหนือ และมีพื้นที่ราบระหว่างเทศบาลนครหาดใหญ่กับทะเลสาบสงขลา (+0.00 ถึง +7.00 ม.รทก.) ส่วนด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกของกลุ่มน้ำ สภาพพื้นที่จะยกสูงเนื่องจากเป็นแนวสันเขา (+100 ถึง +932 ม.รทก.) มีจุดสูงสุดอยู่ที่ควนเลียบ (+932 ม.รทก.) และลาดเทสู่พื้นที่ตอนกลางซึ่งเป็นที่ราบ (บริเวณแนวคลองอู่ตะเภา) โดยจะพบว่าระยะทางระหว่างขอบพื้นที่ด้านตะวันตกถึงคลองอู่ตะเภา จะมีค่าประมาณ 25-30 กิโลเมตร จึงทำให้พื้นที่ระบายน้ำฝั่งซ้ายของคลองอู่ตะเภามีมากกว่าทางฝั่งขวา ความลาดเท (Slop Gradient) จากด้านทิศตะวันตกจะค่อนข้างชัน ในขณะที่ทางตะวันออกและทางใต้มีความลาดเทปานกลาง ส่วนทางทิศเหนือเป็นพื้นที่ราบลุ่มของทะเลสาบสงขลาที่มีความลาดเทน้อยถึงราบเรียบ (ภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.2 สภาพภูมิประเทศและลำน้ำของพื้นที่คลองรัตนภูมิ ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา, โดยโครงการวางแผนจัดทำผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.



ภาพที่ 4.3 สภาพภูมิประเทศและลำน้ำของพื้นที่คลองอยู่ตะเภา ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา, โดยโครงการวางและจัดทำผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.

4.3 การระบายน้ำของคลอง

4.3.1 คลองรัตภูมิ

มีทิศทางการไหลจากทิศตะวันตกซึ่งเป็นบริเวณยอดเขาต้นน้ำไปยังทิศตะวันออกที่เป็นที่ราบลุ่มริมทะเลสาบสงขลา ในช่วงแรกของลำน้ำจะมีความลาดชันสูง น้ำจะไหลอย่างรวดเร็วในช่วงตอนกลางและตอนปลาย ซึ่งมีความลาดชันน้อยน้ำจะไหลได้ช้า และปริมาณน้ำส่วนเกินขนาดของคลองจะเอ่อเข้าท่วมพื้นที่ราบต่ำริมคลองทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นประจำ จุดที่เกิดน้ำท่วมเป็นประจำ ได้แก่ บ้านสี่แยกคูหา ตำบลกำแพงเพชร ในลุ่มน้ำคลองรัตภูมิและบ้านพรุพ้อ ตำบลท่าชะมวง ในลุ่มน้ำคลองพรุพ้อ การไหลของน้ำในคลองรัตภูมิ น้ำจากลำน้ำสาขาต่าง ๆ จะไหลมารวมที่โครงการฝายชะมวงแล้วไหลผ่านอำเภอรัตภูมิไปลงทะเลสาบสงขลาที่บ้านปากบาง ตำบลรัตภูมิ อำเภอกวนเนียง จังหวัดสงขลา ส่วนการไหลของน้ำในคลองพรุพ้อ น้ำจากลำน้ำสาขาต่าง ๆ จะไหลผ่านฝายบ้านคลองทราย บ้านพรุพ้อ บ้านโคกทราย แล้วไหลลงทะเลสาบสงขลา (ผ่านคลองหลวง) ที่บ้านท่าหยี ตำบลห้วยลึก อำเภอกวนเนียง จังหวัดสงขลา

4.3.2 คลองอู่ตะเภา

ทางน้ำของคลองอู่ตะเภาจะมีความคดเคี้ยวมากในบางช่วงและบางช่วงจะเป็นแนวตรง โดยมีความลึกของลำน้ำตั้งแต่ 2 ถึง 12 เมตร ความกว้างเฉลี่ยของลำน้ำประมาณ 40 เมตร สามารถระบายน้ำได้ประมาณ 420 ลูกบาศก์เมตร/ วินาที ส่วนลำน้ำสาขาลักษณะความคดเคี้ยวมีไม่มากนัก มีความลึกของลำน้ำตั้งแต่ 1 ถึง 10 เมตร และมีความกว้างเฉลี่ย 10 ถึง 34 เมตร

4.4 ความหนาแน่นของอาคาร

การเก็บข้อมูลการใช้ประโยชน์อาคารเป็นการศึกษาจากฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา โดยพบว่า จำนวนอาคาร มีทั้งสิ้น 457,814 หลัง โดยมีพื้นที่อาคารคลุมดินทั้งสิ้น 50,538,744.00 ตารางเมตร โดยในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ มีจำนวนอาคารมากที่สุด จำนวน 110,133 หลัง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 24.06 ของจำนวนอาคารทั้งหมด และมีพื้นที่อาคารคลุมดินทั้งสิ้น 13,243,599 ตารางเมตร และมีพื้นที่อาคารคลุมดินเฉลี่ยในเขตอำเภอ 120.25 ตารางเมตร/ หลัง รองลงมา ได้แก่ อำเภอเมืองสงขลา มีจำนวนอาคารทั้งสิ้น 53,792 หลัง คิดเป็นร้อยละ 11.75 ของจำนวนอาคารทั้งหมด มีพื้นที่อาคารคลุมดินทั้งสิ้น 6,505,184 ตารางเมตร และมีพื้นที่อาคารคลุมดินเฉลี่ย 120.93 ตารางเมตรต่อหลัง และอำเภอรัตภูมิ มีจำนวนอาคารจำนวน 38,978 หลัง คิดเป็น

ร้อยละ 8.51 ของจำนวนอาคารทั้งหมด มีพื้นที่อาคารคลุมดินทั้งสิ้น 4,362,020 ตารางเมตร และพื้นที่อาคารคลุมดินเฉลี่ย 111.91 ตารางเมตรต่อหลัง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากฐานข้อมูลแสดงให้เห็นการกระจุกตัวของอาคารในพื้นที่เมืองหลักโดยเฉพาะอำเภอหาดใหญ่ อำเภอเมืองสงขลา และอำเภอรัตนภูมิ ซึ่งมีจำนวนอาคารและพื้นที่อาคารคลุมดินรวมกันมากกว่า 1 ใน 3 ของทั้งจังหวัด (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2

การใช้ประโยชน์อาคารลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา

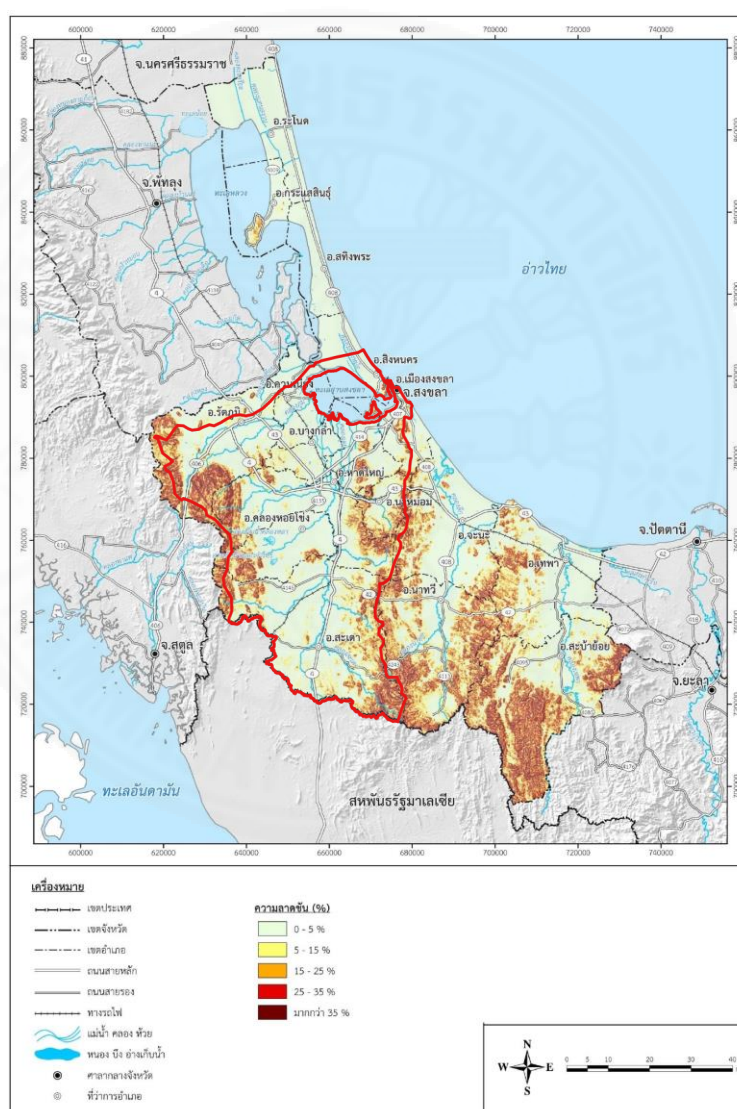
พื้นที่	จำนวนอาคาร		พื้นที่คลุมดิน		
	อาคาร (หลัง)	สัดส่วน (ร้อยละ)	พื้นที่คลุมดิน (ตร.ม.)	สัดส่วน (ร้อยละ)	พื้นที่คลุมดินเฉลี่ย (ตร.ม./หลัง)
จังหวัดสงขลา	457,814	100.00	50,538,744	100.00	110.39
อำเภอเมืองสงขลา	53,792	11.75	6,505,184	12.87	120.93
อำเภอหาดใหญ่	110,133	24.06	13,243,599	26.20	120.25
อำเภอกลองหอยโข่ง	8,642	1.89	990,225	1.96	114.58
อำเภอนาหม่อม	8,511	1.86	944,429	1.87	110.97
อำเภอสะเดา	35,601	7.78	4,331,894	8.57	121.68
อำเภอรัตนภูมิ	38,978	8.51	4,362,020	8.63	111.91
อำเภอกวนเนียง	15,637	3.42	1,455,204	2.88	93.06
อำเภอบางกล่ำ	4,965	1.08	683,800	1.35	137.72
อำเภอสิงหนคร	24,168	5.28	2,502,825	4.95	103.56
อำเภออื่นๆ (ที่อยู่นอกพื้นที่ศึกษา)	157,387	34.37	15,519,566	30.72	98.61

หมายเหตุ. โดย โครงการวางและจัดทำผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.

4.5 ความลาดชัน

ความลาดชันของพื้นที่ของกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา จำแนกโดยค่าพิสัยของเปอร์เซ็นต์ ความลาดชันของสภาพภูมิประเทศซึ่งมี 8 ระดับ โดยพื้นที่จังหวัดสงขลาส่วนใหญ่ เป็นพื้นที่ราบมีความลาดชันอยู่ในช่วงต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งกลุ่มความลาดชันของพื้นที่ออกเป็น 4 พื้นที่ตามลักษณะภูมิประเทศได้ ดังนี้ บริเวณพื้นที่ทิวเขาฝั่งตะวันตกซึ่งเป็นบริเวณ

เทือกเขาต้นน้ำสำคัญของจังหวัด มีความลาดชัน อยู่ในช่วง 10 เปอร์เซ็นต์ถึงมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ในเขตพื้นที่อำเภอรัตนภูมิ อำเภอสะเดา บริเวณที่ราบตอนกลางมีความลาดอยู่ในช่วงต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ในเขตพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ อำเภอบางกล่ำ อำเภอคลองหอยโข่ง อำเภอสะเดา บริเวณแนวเขาเตี้ย ๆ ตอนกลางมีความลาดชันอยู่ในช่วง 5 เปอร์เซ็นต์ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ในเขตพื้นที่อำเภอนาหม่อม และพื้นที่ราบแนวชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกมีความลาดชันอยู่ ในช่วงต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ในเขตพื้นที่อำเภอสิงหนคร และอำเภอเมืองสงขลา (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 ลักษณะความลาดชันของกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา, โดย โครงการวางแผนและจัดทำผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.

4.6 ลักษณะของดิน

ดินบริเวณของกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลาจัดอยู่ในกลุ่มเนื้อดินหยาบปานกลางในดินบน ส่วนในดินล่างอยู่ในกลุ่มเนื้อละเอียดปานกลาง ความหนาแน่นรวมมีค่าค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ความหนาแน่นอนุภาคมีค่าอยู่ในช่วง 2.55-2.61 Mg m⁻³ ความพรุนรวมของดินมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 39.15-53.28 โดยความหนาแน่นรวมความหนาแน่นอนุภาค มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ส่วนความพรุนรวมมีแนวโน้มลดลงตามความลึก เนื่องจากดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินล่าง และในดินล่างมีการอัดกันแน่นขึ้น ความโปร่งและช่องว่างลดลง

4.7 ป่าชายเลน

จังหวัดสงขลามีป่าชายเลนกระจายทั่วไปในของกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา โดยจะพบป่าชายเลนขึ้นอยู่ตามปากแม่น้ำและดินเลนส่วนใหญ่ จัดอยู่ในพื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่ป่าชายเลน มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง (ภาพที่ 4.5)

4.8 แหล่งน้ำ

4.8.1 แหล่งน้ำผิวดิน

จากสภาพทางภูมิประเทศของพื้นที่ของกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลาทำให้พื้นที่เกิดกลุ่มน้ำสำคัญไหลจากด้านใต้ลงสู่ทะเลสาบสงขลาเป็นส่วนใหญ่ อันได้แก่ กลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาและส่วนหนึ่งของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคใต้ฝั่งตะวันออก จนเกิดเป็นแหล่งน้ำสำคัญของจังหวัด ดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 4.6)

1. ทะเลสาบสงขลา เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศ มีพื้นที่ส่วนที่เป็นพื้นที่น้ำประมาณ 1,046.04 ตารางกิโลเมตร หรือ 650,000 ไร่ แบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ
 - ทะเลน้อย พื้นที่ส่วนใหญ่ อยู่ในเขตจังหวัดพัทลุง จะมีสภาพเป็นน้ำจืด
 - ทะเลหลวง หรือ ทะเลสาบตอนบน เป็นบริเวณที่มีพื้นที่มากที่สุด สภาพน้ำส่วนใหญ่เป็นน้ำกร่อย เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำนานาชนิด บริเวณอำเภอสิงหนคร
 - ทะเลสาบตอนล่าง มีพื้นที่ตั้งแต่ปากทะเลสาบที่เปิดออกสู่อ่าวไทยลึกเข้าไปยังทะเลหลวง สภาพน้ำเป็นน้ำเค็มและน้ำกร่อย บริเวณอำเภอสิงหนคร อำเภอควนเนียง อำเภอบางกล่ำ อำเภอเมืองสงขลา และอำเภอหาดใหญ่

2. คลองอุตะเภา ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาสันกาลาศีรีในพื้นที่อำเภอสะเตา อำเภอสะบ้าย้อย และประเทศมาเลเซีย ไหลผ่านตำบลต่าง ๆ ในอำเภอสะเตา ผ่านหาดใหญ่ ลงสู่ทะเลสาบสงขลาที่บ้านคลองบางกล่ำ มีความยาวประมาณ 90 กิโลเมตร ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี 1,243.67 ล้านลูกบาศก์เมตร

3. คลองวาด มีต้นน้ำจากเทือกเขาบรรทัดในอำเภอหาดใหญ่ ไหลผ่านอำเภอคลองหอยโข่ง อำเภอหาดใหญ่ ไปลงคลองอุตะเภาความยาวประมาณ 37 กิโลเมตร

4. คลองรัตภูมิ ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาบรรทัดและเขาหลวง กั้นเขตแดนระหว่างอำเภอรัตภูมิกับจังหวัดสตูล ไหลผ่านอำเภอรัตภูมิ อำเภอควนเนียงลงสู่ทะเลสาบสงขลาที่บ้านปากบาง ความยาวประมาณ 45 กิโลเมตร มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี 648.60 ล้านลูกบาศก์เมตร

5. คลองพรุพ้อ มีความยาวประมาณ 36 กิโลเมตร มีคลองเล็ก ๆ หลายสายมารวมกันไหลลงทะเลสาบที่บ้านท่าหยี ตำบลห้วยลึก อำเภอควนเนียง

6. ลำคลองอื่นๆบริเวณคาบสมุทรสทิงพระและอำเภอเมืองสงขลา อาทิเช่น คลองกก คลองระโนด คลองโรง คลองตะเคียน คลองคูขุด คลองรี คลองสทิงหม้อ คลองสำโรง คลองพะวง มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี 400.73 ล้านลูกบาศก์เมตร

7. อ่างเก็บน้ำ ที่สำคัญในพื้นที่ของกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา ได้แก่ อ่างเก็บน้ำคลองจำไทร ตั้งอยู่ที่ตำบลคลองหอยโข่ง อำเภอคลองหอยโข่ง เป็นอ่างเก็บน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อกักเก็บน้ำ การเกษตรกรรมและการอุปโภคและบริโภค มีพื้นที่รับน้ำทั้งสิ้น 6.25 ตารางกิโลเมตร มีความจุ 6 ล้านลูกบาศก์เมตร อ่างเก็บน้ำคลองหลา ตั้งอยู่ที่ตำบลคลองหลา อำเภอคลองหอยโข่ง มีพื้นที่รับน้ำ 35 ตารางกิโลเมตร มีความจุ 21.42 ล้านลูกบาศก์เมตร อ่างเก็บน้ำคลองสะเตาตั้งอยู่บริเวณตำบลสำนักแก้ว อำเภอสะเตา มีวัตถุประสงค์เพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่กลุ่มน้ำคลองอุตะเภาเป็นหลักมีความจุ 56.7 ล้านลูกบาศก์เมตร

4.8.2 แหล่งน้ำใต้ดิน

กลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา มีแหล่งน้ำบาดาลอยู่ในทุกอำเภอ โดยจากข้อมูลของสำนักงานทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 12 สงขลา พบว่า จังหวัดสงขลา มีบ่อน้ำบาดาลทั้งสิ้นกว่า 3,456 บ่อ โดยอำเภอที่จำนวนบ่อน้ำบาดาลสูงสุด คือ อำเภอหาดใหญ่ จำนวน 455 บ่อ รองลงมา คือ อำเภอจะนะ 357 บ่อ อำเภอคลองหอยโข่ง มีจำนวนบ่อน้ำบาดาลน้อยที่สุด จำนวน 100 บ่อ โดยมีความลึกเฉลี่ย ประมาณ 40 เมตร บ่อที่ลึกที่สุด ลึกประมาณ 190 เมตร อยู่ในพื้นที่ตำบลหัวเขา อำเภอสิงหนคร บ่อที่ตื้นที่สุดลึกประมาณ 9 เมตร อยู่ในตำบลสนามชัย อำเภอสิงหนคร ปริมาณน้ำเฉลี่ยประมาณ 7.7 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง บ่อบริเวณโรงเรียนระโนดวิทยา มีปริมาณน้ำมากที่สุด 163.76 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง รองลงมา คือ บ่อบริเวณธนาคารแห่งประเทศไทย สาขาหาดใหญ่

มีปริมาณน้ำมากที่สุด 147.73 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง แหล่งน้ำบาดาลที่สำคัญในกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลามิ 2 แหล่ง ได้แก่ แอ่งน้ำระโนด - สงขลา และแอ่งน้ำหาดใหญ่ เป็นแหล่งน้ำบาดาลในหินร่วนประกอบด้วย ชั้นน้ำบาดาลตะกอนน้ำพาในยุคเก่าและชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายชายหาด ปัจจุบันมีการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลที่ความลึกไม่เกิน 150 เมตร



ภาพที่ 4.5 พื้นที่ชุ่มน้ำในกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา, โดย โครงการวางแผนและจัดทำผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.



ภาพที่ 4.6 แหล่งน้ำผิวดินของกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา, โดย โครงการวางและจัดทำผังเมืองรวม จังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.

4.9 การระบายน้ำของดิน

การระบายน้ำของดินในกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลานั้น เป็นดินทราย ดินทรายปนดินร่วนและดินเหนียวบางส่วน มีรายละเอียดชุดดินที่พบมากและสำคัญ ดังนี้ (ภาพที่ 4.7)

ตารางที่ 4.3

กลุ่มชุดดินที่พบในกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา

กลุ่มชุดดิน	ลักษณะเด่น	บริเวณที่พบ
กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม		
2	ดินเหนียวลึกมาก การระบายน้ำไม่ดี ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง	อ.ควนเนียง อ.เมืองสงขลา อ.สิงหนคร
3	ดินเหนียวลึกมากที่เกิดจากตะกอนน้ำกร่อย การระบายน้ำไม่ดีมาก ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.สิงหนคร
6	ดินเหนียวลึกมากที่เกิดจากตะกอนน้ำกร่อย การระบายน้ำไม่ดีมาก ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.ควนเนียง อ.บางกล่ำ อ.หาดใหญ่
10	ดินเปรี้ยวจัดระดับปานกลางที่เกิดจากตะกอนน้ำกร่อย การระบายน้ำไม่ดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.ควนเนียง อ.บางกล่ำ อ.สิงหนคร อ.หาดใหญ่
11	ดินเปรี้ยวจัดระดับปานกลางที่เกิดจากตะกอนน้ำกร่อย การระบายน้ำไม่ดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.สิงหนคร
13	ดินเลนเค็มชายทะเลที่มีศักยภาพเกิดเป็นดินกรดกำมะถัน การระบายน้ำไม่ดี ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง	อ.เมืองสงขลา อ.หาดใหญ่

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

กลุ่มชุดดินที่พบในลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา

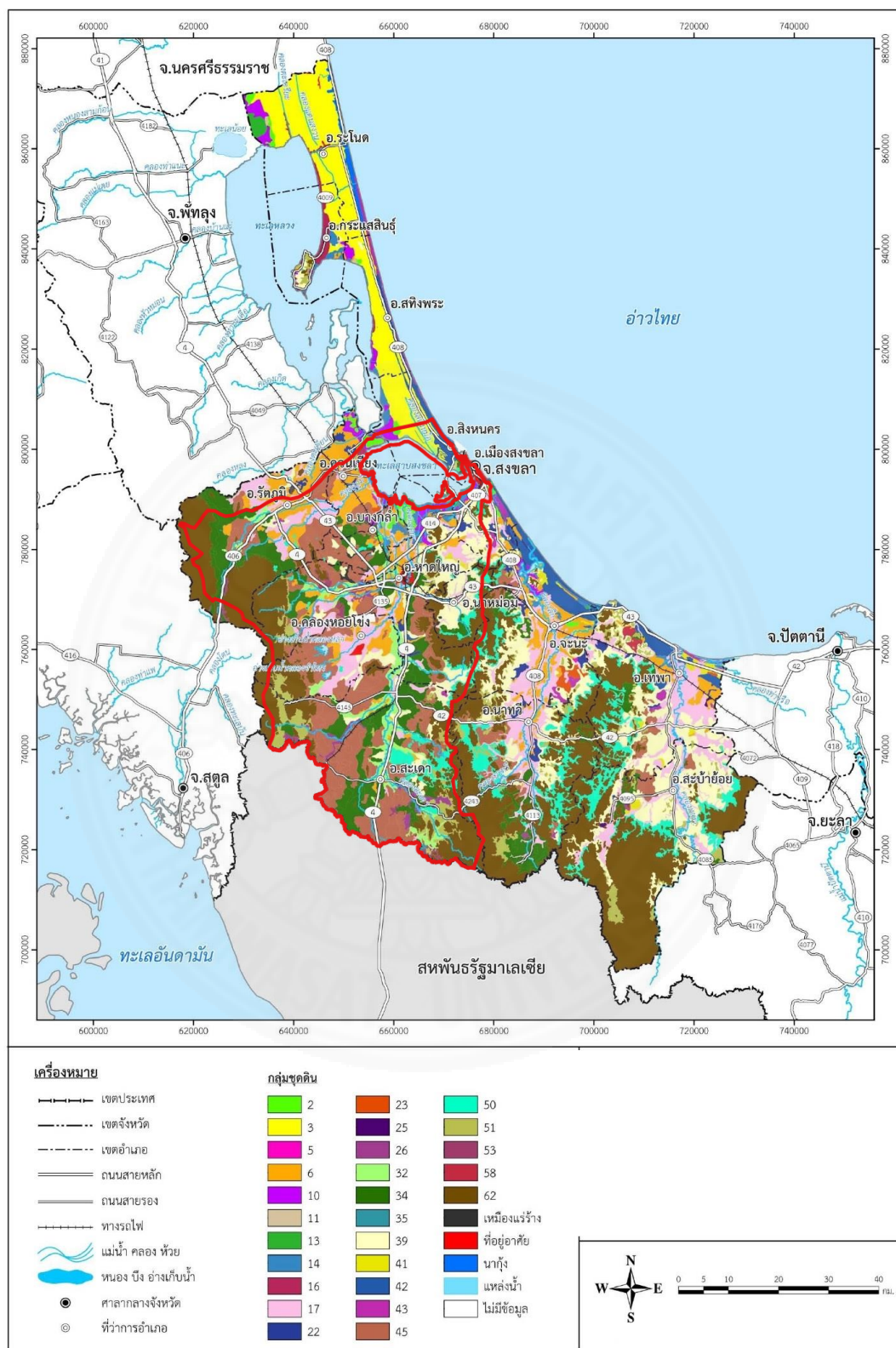
กลุ่มชุดดิน	ลักษณะเด่น	บริเวณที่พบ
กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม (ต่อ)		
14	ดินเปรี้ยวจัดระดับปานกลางที่มีศักยภาพเกิดเป็นดินกรดกำมะถัน การระบายน้ำไม่ดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.ควนเนียง อ.บางกล่ำ อ.สิงหนคร อ.หาดใหญ่
16	ดินทรายแป้งสีเทาที่เกิดจากตะกอนลำนํ้า การระบายน้ำไม่ดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.ควนเนียง
17	ดินร่วนละเอียดสีเทาที่เกิดจากตะกอนลำนํ้า การระบายน้ำไม่ดีมาก ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.รัตภูมิ อ.คลองหอยโข่ง
22	ดินร่วนหยาบสีเทาที่เกิดจากตะกอนลำนํ้า การระบายน้ำไม่ดีมาก ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.ควนเนียง อ.เมืองสงขลา อ.คลองหอยโข่ง อ.นาหม่อม
23	ดินทรายสีเทาที่เกิดจากตะกอนทรายชายทะเล การระบายน้ำไม่ดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.ควนเนียง
25	ดินตื้น เป็นกรจัดถึงตื้นเล็กน้อย ระบายน้ำไม่ดีมาก ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.นาหม่อม
32	ดินร่วนหรือดินทรายแป้งละเอียดสีเทาที่เกิดจากตะกอนริมแม่น้ำ การระบายน้ำปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง	อ.รัตภูมิ อ.คลองหอยโข่ง อ.สะเดา
39	ดินร่วนหยาบสีเทาถึงสีเทา ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด การระบายน้ำปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.เมืองสงขลา อ.หาดใหญ่
42	ดินทรายที่มีชั้นดานอินทรีย์ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย การระบายน้ำค่อนข้างมากถึงปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.เมืองสงขลา

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

กลุ่มชุดดินที่พบในกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา

กลุ่มชุดดิน	ลักษณะเด่น	บริเวณที่พบ
กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม (ต่อ)		
43	ดินทรายลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำหรือสันทรายทะเล ปฏิบัติการดินเป็นกรดเล็กน้อย การระบายน้ำค่อนข้างมาก ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	อ.สิงหนคร อ.ควนเนียง
กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนหรือพื้นที่ภูเขา		
62	พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 พื้นที่บริเวณนี้ยังไม่มีการศึกษา สำรวจและจำแนกดิน เนื่องจากสภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ซึ่งถือว่ายากต่อการจัดการดูแลรักษาสำหรับการเกษตร	อ.รัตภูมิ อ.คลองหอยโข่ง อ.หาดใหญ่ อ.นาหม่อม อ.เมืองสงขลา อ.สะเดา

หมายเหตุ. โดย โครงการวางและจัดทำผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.



4.10 การกันแนวของถนน

จากการที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา เป็นจังหวัดศูนย์กลางทางด้านเศรษฐกิจ การท่องเที่ยว และการปกครอง ส่งผลให้การวางโครงข่ายถนนในพื้นที่ที่มีความซับซ้อน โดยเฉพาะถนนสายรองและสายย่อยในพื้นที่เมืองใหญ่ ๆ ที่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับถนนสายย่อยในพื้นที่และเชื่อมโยงไปยังพื้นที่ย่านกิจกรรมสำคัญทั้งในและนอกเมืองได้อย่างสมบูรณ์ โครงข่ายถนนที่สำคัญใน 9 อำเภอของกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา ที่สามารถเชื่อมโยงพื้นที่ได้ทั้งภายในและภายนอก ได้แก่ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 42 และทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 43 ซึ่งถนนทั้งหมดเป็นถนนสายประธานในพื้นที่ในการเชื่อมโยงพื้นที่กิจกรรมหนึ่งไปสู่อีกกิจกรรมหนึ่ง โดยมีถนนสายหลัก สายรอง และสายย่อย คอยรองรับและกระจายปริมาณการเดินทางไปยังพื้นที่อื่น ๆ (ภาพที่ 4.8 และภาพที่ 4.9)



ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างทางหลวงในกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา, โดย โครงการวางและจัดทำผังเมืองรวม จังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.



ภาพที่ 4.9 โครงข่ายทางหลวงในกลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา, โดย โครงการวางและจัดทำผังเมืองรวม จังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม) หรือถนนเพชรเกษม เป็นถนนสายประธานในพื้นที่ ซึ่งเป็นถนนเชื่อมต่อกับจังหวัดพัทลุงทางทิศเหนือ ไปจนถึงชายแดนประเทศมาเลเซีย โดยมีช่วงที่อยู่ในอำเภอสะเดา คือ ตั้งแต่แยกคลองแงะ-คลองพรวน ไปจนถึงด่านสะเดา โดยถนนเส้นนี้จะสามารถเชื่อมโยงไปยังพื้นที่ที่เป็นจุดยุทธศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ พื้นที่ชายแดนบริเวณด่านสะเดารวมถึงยังเชื่อมต่อกับทางหลวงแผ่นดินอื่น ๆ ที่เชื่อมไปยังจังหวัดใกล้เคียงได้ เช่น เชื่อมต่อกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 42 ในทางทิศตะวันออกไปยังอำเภอนาทวี อำเภเทพา จังหวัดสงขลา เพื่อเชื่อมต่อไปยังจังหวัดปัตตานี เป็นต้น เนื่องจากทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 นี้เป็นถนนโครงข่ายหลักของประเทศเชื่อมโยงพื้นที่ในส่วนของภาคใต้ ดังนั้นลักษณะกายภาพเบื้องต้นในแต่ละช่วงจึงแตกต่างกันออกไป โดยช่วงที่ผ่านอำเภอสะเดานั้น มีขนาด 4 ช่องจราจร กว้างช่องจราจรละประมาณ 3.5 เมตร มีเกาะกลางและไหล่ทาง การใช้ประโยชน์พื้นที่โดยรอบของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 ส่วนมากเป็นพื้นที่เกษตรกรรม สวนยางและชุมชนอาศัยหนาแน่นน้อย ยกเว้นบริเวณที่เป็นเขตเมืองของอำเภอสะเดาจึงจะเป็นชุมชนหนาแน่นปานกลาง และกิจกรรมประเภทพาณิชยกรรม เป็นต้น

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 42 เป็นเส้นทางหลักที่เชื่อมต่อจากทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 บริเวณบ้านคลองแงะ อำเภอสะเดา ผ่านอำเภอนาทวี อำเภเทพา จังหวัดสงขลา ไปยังจังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส เชากับจังหวัดสงขลาในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกลักษณะทางกายภาพปัจจุบันมีขนาด 2 ช่องจราจร มีช่องจราจรสูงสุดคือ 4 ช่องจราจร กว้างช่องจราจรละประมาณ 3.5 เมตร ไหล่ทางกว้าง 1.5-2 เมตร โดยช่วงที่ผ่านเขตชุมชนจะมีการขยายเป็น 4 ช่องจราจร

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 43 เป็นเส้นทางหลักที่เชื่อมต่อระหว่างจังหวัดสงขลากับจังหวัดปัตตานี มีจุดเริ่มต้นที่บ้านคลองหวัะ ในเขตเทศบาลเมืองคองหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลามุ่งหน้าไปทางตะวันออก ผ่านอำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา เพื่อไปเชื่อมต่อกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 406 บริเวณบ้านควนมิต อำเภจะนะ จังหวัดสงขลา และไปสิ้นสุดที่สามแยกดอนยาง อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานีรวมระยะทางประมาณ 104.268 กิโลเมตรลักษณะกายภาพปัจจุบันมี 4 ช่องจราจร กว้างช่องจราจรละประมาณ 3.5 เมตร มีเกาะกลางและมีไหล่ทาง

บทที่ 5

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.1 ผลสรุปการกำหนดค่าปัจจัย

จากข้อมูลและเกณฑ์ในการพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งต้องนำมากำหนดให้ค่าคะแนน เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน ได้แก่

ท่านที่ 1 นางสาวลิตา จันท์พวง ตำแหน่ง นักผังเมืองชำนาญการพิเศษ สำนักผังประเทศและผังภาค กรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านผังเมือง

ท่านที่ 2 นางสาวรัฐติการ คำบุศย์ ตำแหน่ง นักผังเมืองชำนาญการ สำนักผังประเทศและผังภาค กรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการน้ำ

ท่านที่ 3 อาจารย์ชูศักดิ์ จันทรปฐมพงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิสถาปัตยกรรม

ท่านที่ 4 นางสาวอรสา จันทรสีดา ตำแหน่ง นักผังเมืองชำนาญการพิเศษ สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสงขลา เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการท้องถิ่น

ท่านที่ 5 นางสาวรุจิรา สุขมี ตำแหน่ง ผู้อำนวยการส่วนส่งเสริมสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม สำนักงานเทศบาลนครหาดใหญ่ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม

โดยนำค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญให้มาคำนวณโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise Comparison) ซึ่งเป็นส่วนใหญ่วิธีกระบวนการตัดสินใจเชิงลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP) โดยสรุปการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว ได้ดังนี้

ตารางที่ 5.1

การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	37.1	2	74.2
	พื้นที่เกษตรกรรม		2	74.2
	พื้นที่แหล่งน้ำ		5	185.5
	พื้นที่ป่าไม้		4	148.4
	พื้นที่สีเขียว		4	148.4
2. ลักษณะของคลอง	คลองที่มนุษย์สร้างขึ้น	20.8	3	62.4
	คลองตามธรรมชาติ		5	104
3. การระบายน้ำของดิน	การระบายน้ำไม่ดี	42.1	3	126.3
	การระบายน้ำปานกลาง		4	168.4
	การระบายน้ำดี		5	210.5

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าผลการกำหนดค่าปัจจัยของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ปัจจัยการระบายน้ำของดิน ประเภทการระบายน้ำดี โดยมีค่าคะแนนรวม 210.5 คะแนน รองลงมาคือ ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่แหล่งน้ำ โดยมีค่าคะแนนรวม 185.5 คะแนน และปัจจัยการระบายน้ำของดิน ประเภทการระบายน้ำปานกลาง มีคะแนนรวม 168.4 คะแนน ตามลำดับ

ตารางที่ 5.2

การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1. ความหนาแน่นของอาคาร	ความหนาแน่นมาก	19.6	2	39.2
	ความหนาแน่นปานกลาง		3	58.8
	ความหนาแน่นน้อย		5	98
2. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	24.5	2	49
	ความลาดชัน 10 – 25%		3	73.5
	ความลาดชัน 5 – 10%		4	98
	ความลาดชัน < 5%		4	98
3. ลักษณะของดิน	ดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี	55.9	2	111.8
	ดินที่มีการระบายน้ำปานกลาง		4	223.6
	ดินที่มีการระบายน้ำดี		5	279.5

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าผลการกำหนดค่าปัจจัยของพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ปัจจัยลักษณะของดิน ประเภทดินที่มีการระบายน้ำดี โดยมีค่าคะแนนรวม 279.5 คะแนน รองลงมาคือ ปัจจัยลักษณะของดินประเภทดินที่มีการระบายน้ำปานกลาง โดยมีค่าคะแนนรวม 223.6 คะแนน และปัจจัยลักษณะของดินประเภทดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี โดยมีค่าคะแนนรวม 111.8 คะแนน ตามลำดับ

ตารางที่ 5.3

การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1. ป่าชายเลน	อยู่นอกพื้นที่ป่าชายเลน	5.4	3	16.2
	อยู่ในพื้นที่ป่าชายเลน		5	27
2. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	24.1	1	24.1
	พื้นที่เกษตรกรรม		2	48.2
	พื้นที่แหล่งน้ำ		5	120.5
	พื้นที่ป่าไม้		4	96.4
	พื้นที่สีเขียว		4	96.4
3. ลักษณะของดิน	ดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี	70.5	3	211.5
	ดินที่มีการระบายน้ำปานกลาง		4	282
	ดินที่มีการระบายน้ำดี		5	352.5

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 5.3 จะเห็นได้ว่าผลการกำหนดค่าปัจจัยของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ปัจจัยลักษณะของดินประเภทดินที่มีการระบายน้ำดี โดยมีค่าคะแนนรวม 352.5 คะแนน รองลงมาคือ ปัจจัยลักษณะของดินประเภทดินที่มีการระบายน้ำปานกลาง โดยมีค่าคะแนนรวม 282 คะแนน และปัจจัยลักษณะของดินประเภทดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี โดยมีค่าคะแนนรวม 211.5 คะแนน ตามลำดับ

ตารางที่ 5.4

การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่หลัก (Hub)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	14.17	2	28.34
	พื้นที่เกษตรกรรม		2	28.34
	พื้นที่แหล่งน้ำ		4	56.68
	พื้นที่ป่าไม้		5	70.85
	พื้นที่สีเขียว		5	70.85
2. แหล่งน้ำ	แหล่งน้ำขนาดใหญ่ (อ่างเก็บน้ำ)	16.78	5	83.9
	แหล่งน้ำขนาดกลาง (บ่อน้ำ หรือ บึง)		4	67.12
	แหล่งน้ำขนาดเล็ก (คลอง หรือ แม่น้ำ)		3	50.34
3. การระบายน้ำของดิน	การระบายน้ำเร็ว	37.3	2	74.6
	การระบายน้ำปานกลาง		4	149.2
	การระบายน้ำดี		5	186.5
4. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	31.75	2	63.5
	ความลาดชัน 10 – 25%		3	95.3
	ความลาดชัน 5 – 10%		4	127
	ความลาดชัน < 5%		5	158.8

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าผลการกำหนดค่าปัจจัยของพื้นที่หลัก (Hub) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ปัจจัยการระบายน้ำของดินประเภทการระบายน้ำดี โดยมีค่าคะแนนรวม 186.5 คะแนน รองลงมาคือ ปัจจัยความลาดชันประเภทที่มีความลาดชัน < 5% โดยมีค่าคะแนนรวม 158.8 คะแนน และปัจจัยการระบายน้ำของดินประเภทการระบายน้ำปานกลาง โดยมีค่าคะแนนรวม 149.2 คะแนน ตามลำดับ

ตารางที่ 5.5

การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่ตั้ง (Site)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	25.5	2	51
	พื้นที่เกษตรกรรม		2	51
	พื้นที่แหล่งน้ำ		4	102
	พื้นที่ป่าไม้		5	127.5
	พื้นที่สีเขียว		4	102
2. การระบายน้ำของดิน	การระบายน้ำเร็ว	39.7	2	79.4
	การระบายน้ำปานกลาง		4	158.8
	การระบายน้ำดี		5	198.5
3. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	34.8	2	69.6
	ความลาดชัน 10 – 25%		3	104.4
	ความลาดชัน 5 – 10%		4	139.2
	ความลาดชัน < 5%		5	174

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 5.5 จะเห็นได้ว่าผลการกำหนดค่าปัจจัยของพื้นที่ตั้ง (Site) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ปัจจัยการระบายน้ำของดินประเภทการระบายน้ำดี โดยมีค่าคะแนนรวม 198.5 คะแนน รองลงมาคือ ปัจจัยความลาดชันประเภทที่มีความลาดชัน < 5% โดยมีค่าคะแนนรวม 174 คะแนน และปัจจัยการระบายน้ำของดินประเภทการระบายน้ำปานกลาง โดยมีค่าคะแนนรวม 158.8 คะแนน ตามลำดับ

ตารางที่ 5.6

การกำหนดค่าคะแนนของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	การกำหนดค่า		ค่าคะแนนรวม (S)
		ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	
1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	45.9	2	91.8
	พื้นที่เกษตรกรรม		2	91.8
	พื้นที่แหล่งน้ำ		5	229.5
	พื้นที่ป่าไม้		4	183.6
	พื้นที่สีเขียว		4	183.6
2. การกั้นแนวถนน	ขนาด 0.5 – 1.0 เมตร	44.3	3	132.9
	ขนาด 1.1 – 1.5 เมตร		4	177.2
	ขนาด 1.6 – 2 เมตร		5	221.5
3. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	9.8	2	19.6
	ความลาดชัน 10 – 25%		3	29.4
	ความลาดชัน 5 – 10%		4	39.2
	ความลาดชัน < 5%		5	49

หมายเหตุ. โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากตารางที่ 5.6 จะเห็นได้ว่าผลการกำหนดค่าปัจจัยของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทแหล่งน้ำ โดยมีค่าคะแนนรวม 229.5 คะแนน รองลงมาคือ ปัจจัยคลองระบายน้ำประเภทที่มีความยาวของคลองขนาด 137-200 เมตร โดยมีค่าคะแนนรวม 221.5 คะแนน และปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่สีเขียว โดยมีค่าคะแนนรวมเท่ากันคือ 183.6 คะแนน ตามลำดับ

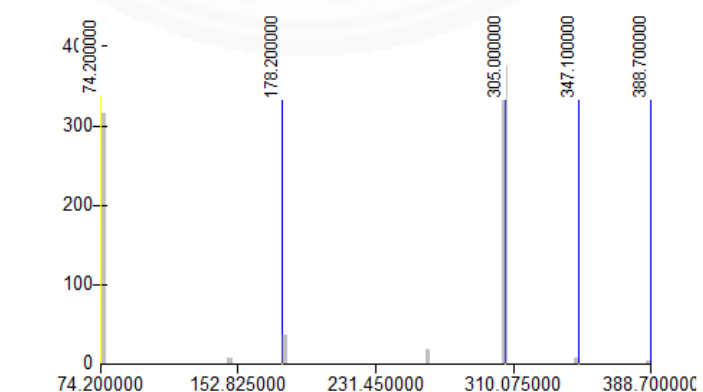
5.2 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว

การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมโดยการนำปัจจัยมาคำนวณและวิเคราะห์ เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว-สีน้ำเงิน ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เมื่อรวมคะแนนแต่ละปัจจัยจากการซ้อนทับของข้อมูลตามวิธีการหาพื้นที่ที่เหมาะสม (Suitability Analysis) จึงได้พื้นที่ความเหมาะสมในแต่ละระดับ โดยกำหนดให้มี 5 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 หมายถึง ความเหมาะสมน้อยที่สุด ระดับที่ 2 หมายถึง ความเหมาะสมน้อย ระดับที่ 3 หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง ระดับที่ 4 หมายถึง ความเหมาะสมมาก ระดับที่ 5 หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด และนำพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากทั้งโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียวมาเสนอแนะเพื่อแก้ไขปัญหาหน้าท่วม และส่งเสริมให้มีพื้นที่สีเขียวในเมืองให้มากขึ้น

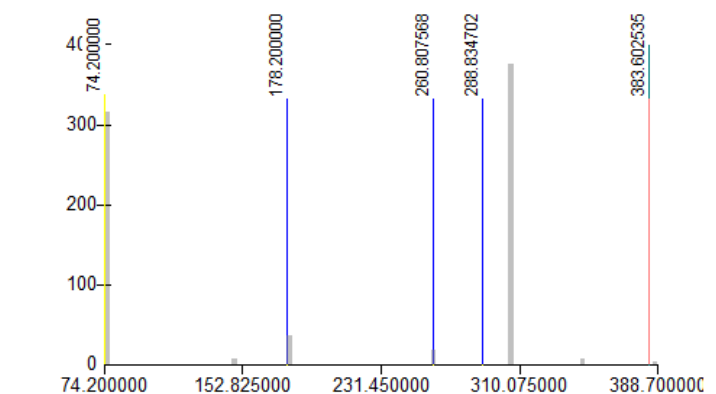
5.2.1 พื้นที่เหมาะสมโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

5.2.1.1 พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)

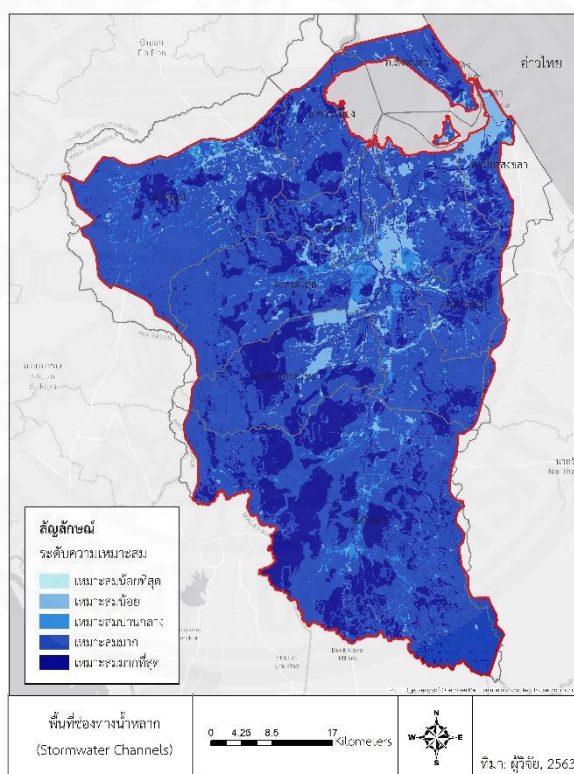
การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses) ซึ่งนำปัจจัยทั้งหมด 3 ปัจจัยมาทำการวิเคราะห์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน การระบายน้ำของดิน และลักษณะของคลอง ซึ่งได้นำข้อมูลมาซ้อนทับกันและรวมค่าคะแนนโดยนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และได้แบ่งช่วงของค่าคะแนนความเหมาะสมแบบ Natural Breaks เป็นวิธีแบ่งตามลักษณะของข้อมูลโดยสังเกตจากช่วงของข้อมูล ซึ่งค่าคะแนนในพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่มีความถี่ของระยะห่างระหว่างชั้นจะมีขนาดไม่เท่ากัน เพื่อแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ (ภาพที่ 5.1) และสามารถแสดงพื้นที่ความเหมาะสมแต่ละระดับได้ดังนี้ (ภาพที่ 5.2)



ภาพที่ 5.1 การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses), โดย ผู้วิจัย, 2563.



ภาพที่ 5.3 การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel), โดย ผู้วิจัย, 2563.



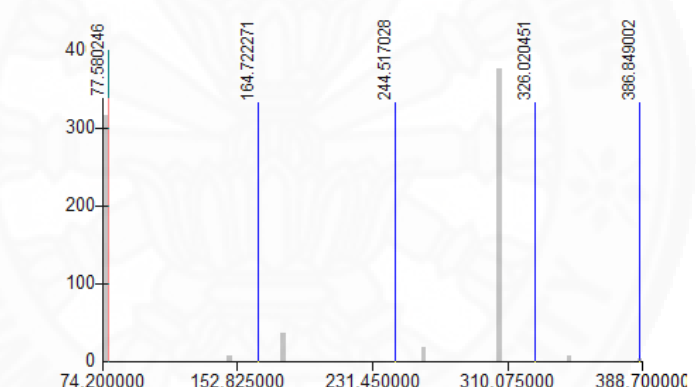
ภาพที่ 5.4 พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel), โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากภาพที่ 5.4 พบว่า พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุดส่วนใหญ่จะอยู่ทางทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่จะมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม ซึ่งในพื้นที่เหมาะสมจะมีการเพาะปลูกยางพารา สวนปาล์ม นาข้าว ไม้ผล และที่อยู่อาศัย และทิศเหนือของพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่แหล่งน้ำ ซึ่งจะเป็นคลองและแม่น้ำเส้นต่าง ๆ

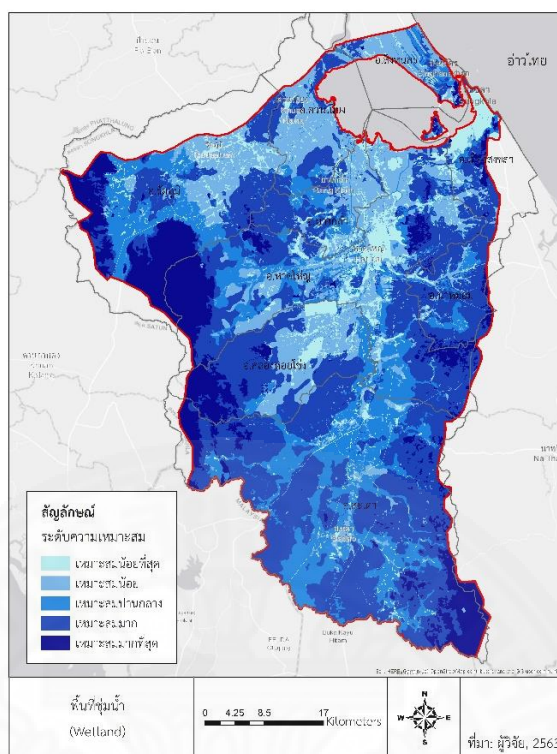
ที่เชื่อมต่อกับทะเลสาบสงขลา โดยพื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel) ตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน เพื่อให้เป็นที่รองรับน้ำให้ไหลสู่ทะเลสาบสงขลาและสามารถระบายน้ำได้ดีขึ้น

5.2.1.2 พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) ซึ่งนำปัจจัยทั้งหมด 3 ปัจจัยมาทำการวิเคราะห์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ชุ่มน้ำ และลักษณะของดิน ซึ่งได้นำข้อมูลมาซ้อนทับกันและรวมค่าคะแนนโดยนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และได้แบ่งช่วงของค่าคะแนนความเหมาะสมแบบ Natural Breaks เป็นวิธีแบ่งตามลักษณะของข้อมูลโดยสังเกตจากช่วงของข้อมูล ซึ่งค่าคะแนนในพื้นที่ชุ่มน้ำมีความถี่ของระยะห่างระหว่างชั้นจะมีขนาดไม่เท่ากัน เพื่อแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ (ภาพที่ 5.5) และสามารถแสดงพื้นที่ความเหมาะสมแต่ละระดับได้ดังนี้ (ภาพที่ 5.6)



ภาพที่ 5.5 การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland), โดย ผู้วิจัย, 2563.



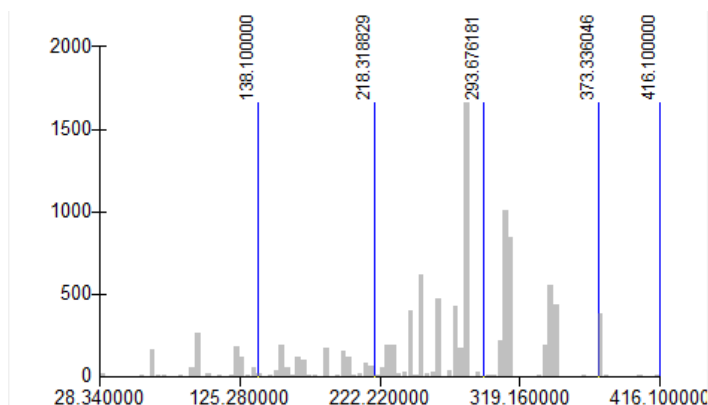
ภาพที่ 5.6 พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland), โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากภาพที่ 5.6 พบว่า พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุดส่วนใหญ่จะอยู่ทางทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่จะมีการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งในพื้นที่เหมาะสมจะอยู่ในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโดนงช้าง และบริเวณทิศใต้ของพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าไม้เช่นกันซึ่งเป็นบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาน้ำค้าง โดยพื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) ตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน เพื่อให้เป็นที่ย่อยบรรเทาความรุนแรงการไหลของน้ำและรองรับน้ำที่ล้นตลิ่งออกมา

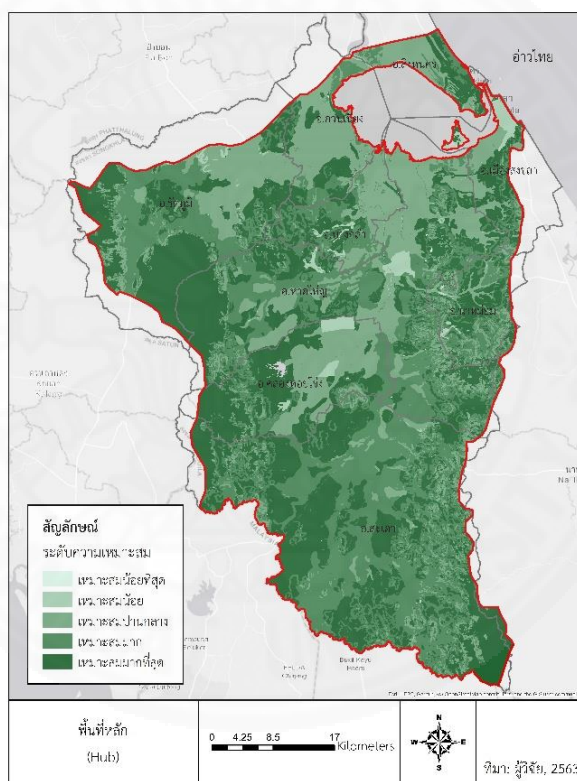
5.2.2 พื้นที่เหมาะสมโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

5.2.2.1 พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่หลัก (Hub)

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของพื้นที่หลัก (Hub) ซึ่งนำปัจจัยทั้งหมด 4 ปัจจัยมาทำการวิเคราะห์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งน้ำ การระบายน้ำของดิน และความลาดชัน ซึ่งได้นำข้อมูลมาซ้อนทับกันและรวมค่าคะแนนโดยนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และได้แบ่งช่วงของค่าคะแนนความเหมาะสมแบบ Natural Breaks เป็นวิธีแบ่งตามลักษณะของข้อมูลโดยสังเกตจากช่วงของข้อมูล ซึ่งค่าคะแนนในพื้นที่หลักมีความถี่ของระยะห่างระหว่างชั้นจะมีขนาดไม่เท่ากัน เพื่อแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ (ภาพที่ 5.7) และสามารถแสดงพื้นที่ความเหมาะสมแต่ละระดับได้ดังนี้ (ภาพที่ 5.8)



ภาพที่ 5.7 การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่หลัก (Hub), โดย ผู้วิจัย, 2563.



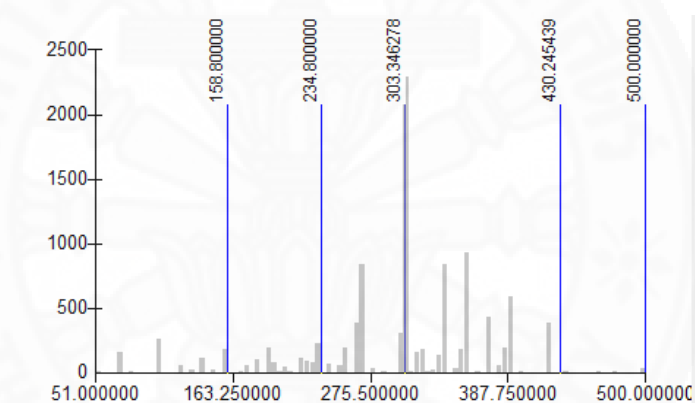
ภาพที่ 5.8 พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่หลัก (Hub), โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากภาพที่ 5.8 พบว่า พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุดส่วนใหญ่จะกระจายตัวอยู่ในอยู่ทุกอำเภอโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในอำเภอคลองหอยโข่ง ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจะมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการเพาะปลูกสวนยางพารา นาข้าว สวนปาล์ม และเป็นที่อยู่อาศัย โดยพื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นพื้นที่หลัก

(Hub) ตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว เพื่อให้ภายในพื้นที่มีพื้นที่สีเขียวมากขึ้นและช่วยดูดซับน้ำให้ไหลลงดินเพื่อบรรเทาภาวะภัยน้ำท่วมได้

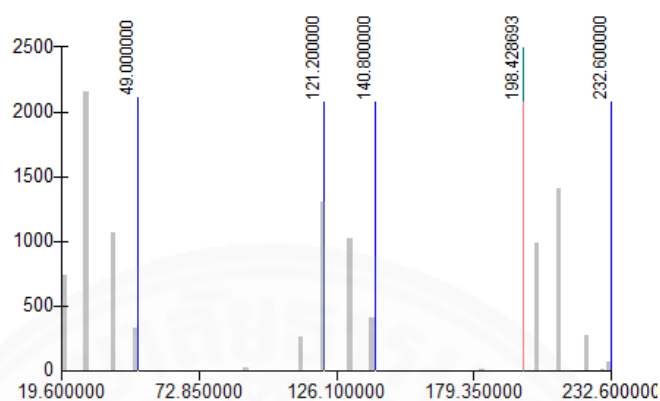
5.2.2.2 พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ตั้ง (Site)

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ตั้ง (Site) ซึ่งนำปัจจัยทั้งหมด 3 ปัจจัยมาทำการวิเคราะห์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความลาดชัน และการระบายน้ำของดิน ซึ่งได้นำข้อมูลมาซ้อนทับกันและรวมค่าคะแนนโดยนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และได้แบ่งช่วงของค่าคะแนนความเหมาะสมแบบ Natural Breaks เป็นวิธีแบ่งตามลักษณะของข้อมูลโดยสังเกตจากช่วงของข้อมูล ซึ่งค่าคะแนนในพื้นที่ตั้งมีความถี่ของระยะห่างระหว่างชั้นจะมีขนาดไม่เท่ากัน เพื่อแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ (ภาพที่ 5.9) และสามารถแสดงพื้นที่ความเหมาะสมแต่ละระดับได้ดังนี้ (ภาพที่ 5.10)

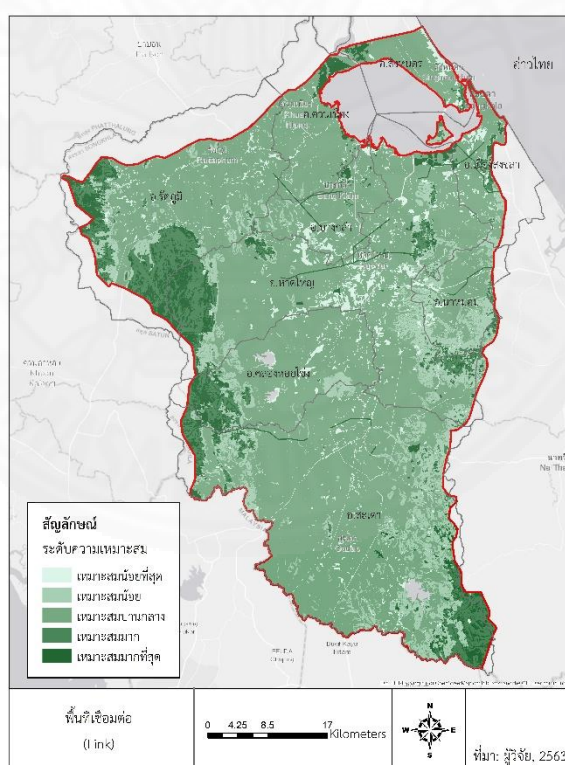


ภาพที่ 5.9 การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ตั้ง (Site), โดย ผู้วิจัย, 2563.

พื้นที่เชื่อมต่อมีความถี่ของระยะห่างระหว่างชั้นจะมีขนาดไม่เท่ากัน เพื่อแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ (ภาพที่ 5.11) และสามารถแสดงพื้นที่ความเหมาะสมแต่ละระดับได้ดังนี้ (ภาพที่ 5.12)



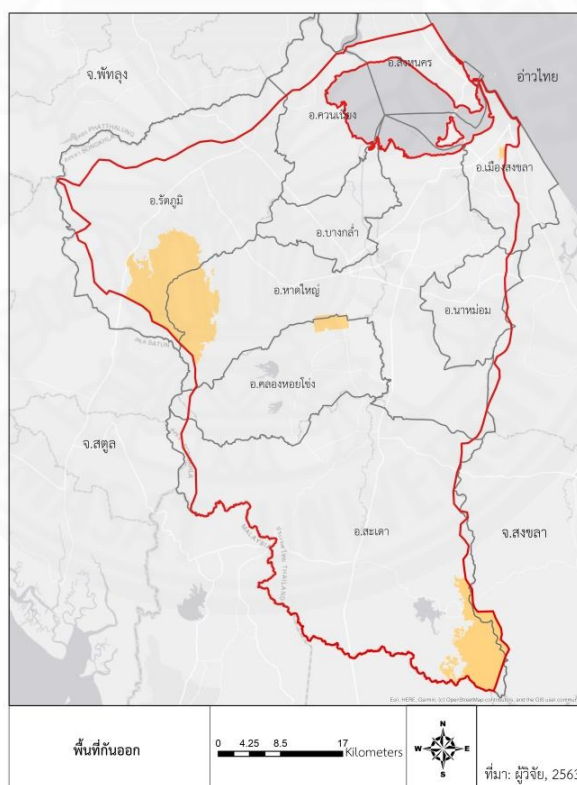
ภาพที่ 5.11 การแบ่งช่วงค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link), โดย ผู้วิจัย, 2563.



ภาพที่ 5.12 พื้นที่เหมาะสมของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link), โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากภาพที่ 5.12 พบว่า พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุดส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจะมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการเพาะปลูกสวนยางพารา นาข้าว สวนปาล์ม และเป็นที่อยู่อาศัย และนอกจากนั้นยังเป็นพื้นที่ถนนในอำเภอหาดใหญ่และอำเภอสะเดา โดยพื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นพื้นที่เชื่อมต่อ (Link) ตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว เพื่อให้สามารถพัฒนาเป็นพื้นที่ทางเดินเท้าและเพิ่มพื้นที่สีเขียวข้างๆเพื่อช่วยให้น้ำไหลสามารถซึมลงดินเพื่อช่วยบรรเทาภาวะภัยน้ำท่วมและเพิ่มคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้นได้

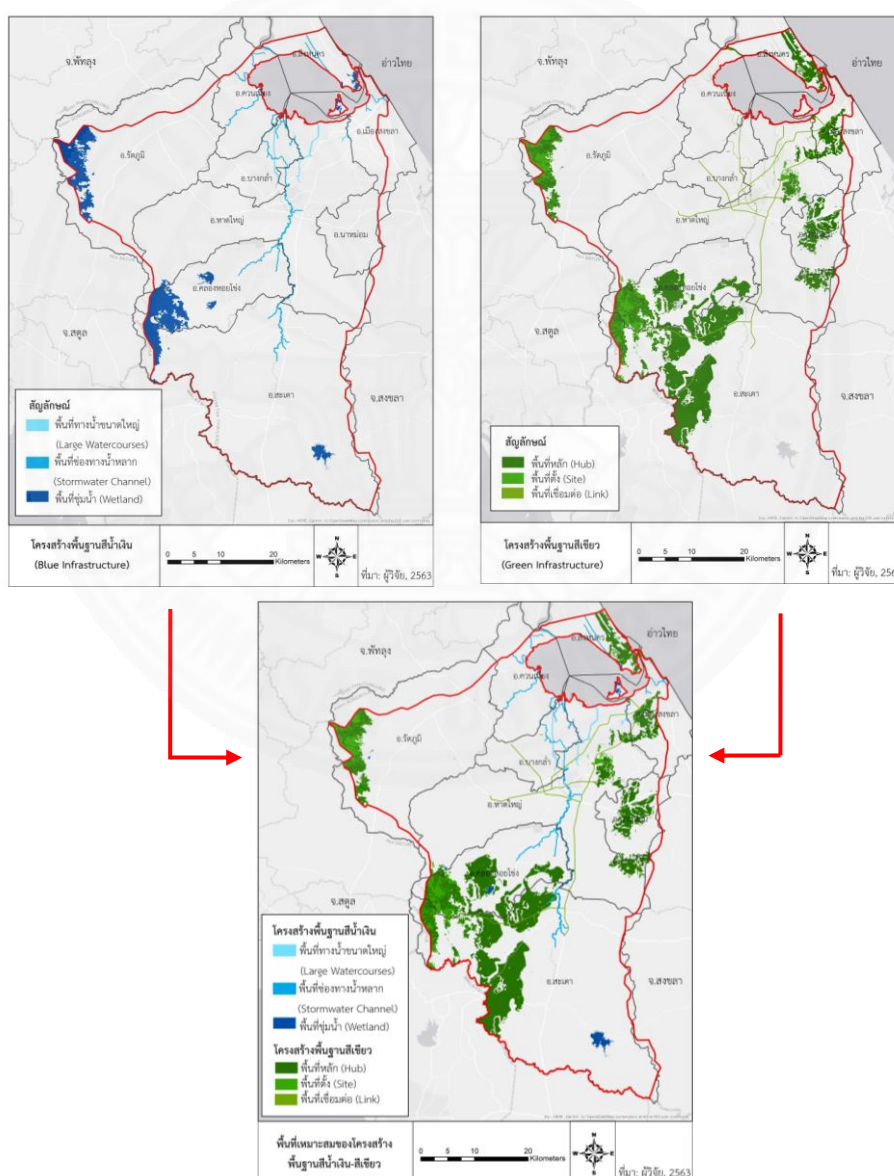
เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลามิพื้นที่สนามบิน พื้นที่อุทยานแห่งชาติ พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และพื้นที่สวนสัตว์ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าไปพัฒนาได้จึงได้กำหนดให้พื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่กันออก ดังภาพที่ 5.13



ภาพที่ 5.13 พื้นที่กันออกในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา, โดย ผู้วิจัย, 2563.

5.2.3 พื้นที่เหมาะสมโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว

จากการวิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินและสีเขียวโดยนำตัวแปรมาซ้อนทับ (Overlay) กันพบว่า โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียวจะอยู่ที่ตะวันตก ซึ่งเป็นบริเวณการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวอยู่ในบริเวณพื้นที่การทำเกษตรกรรม และเพาะปลูกพืชสวน ทั้งยางพารา สวนปาล์ม นาข้าว และอยู่ใกล้กับบริเวณแหล่งน้ำ โดยพื้นที่เหมาะแก่การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินมีพื้นที่ร้อยละ 11.37 ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่เหมาะแก่การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวมีพื้นที่ร้อยละ 23.78 ของพื้นที่ทั้งหมด ดังภาพที่ 5.14



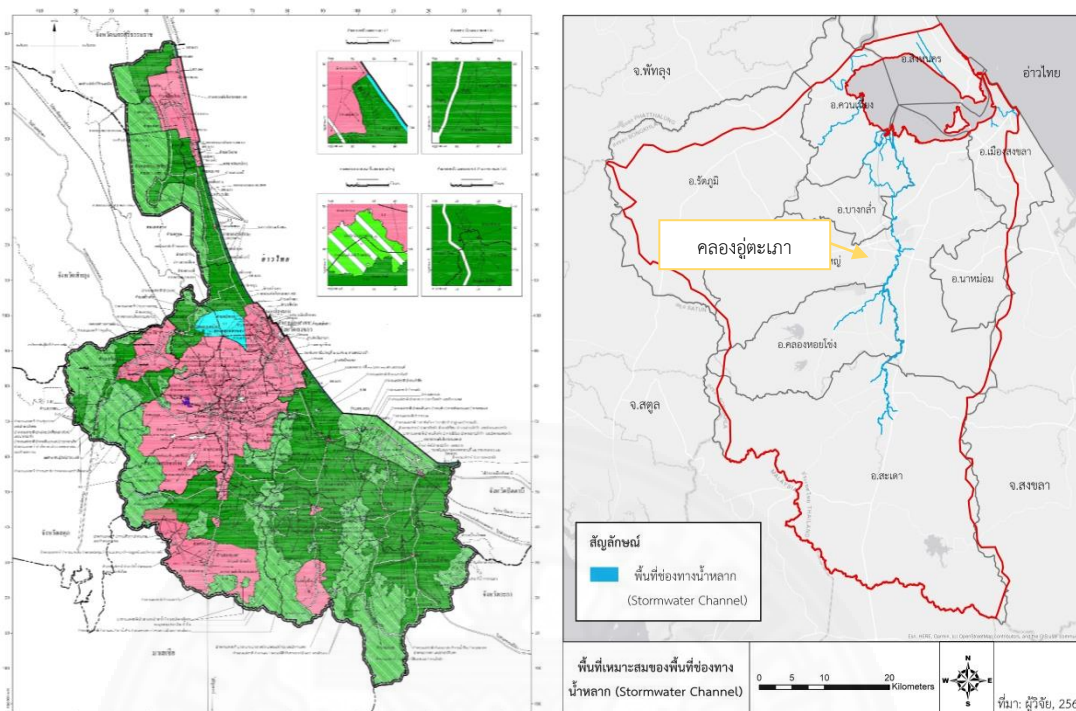
ภาพที่ 5.14 พื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว, โดย ผู้วิจัย, 2563.

จากการหาพื้นที่เหมาะสมโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียวจะเห็นได้ว่า พื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินที่มีความเหมาะสมจะมีความเหมาะสมเหมือนกันในบางพื้นที่ของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว ได้แก่ พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) จะมีพื้นที่เหมาะสมเหมือนกับพื้นที่หลัก (Hub) ซึ่งจะเป็นพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้ และภายในโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวจะมีพื้นที่เหมาะสมเหมือนกัน ได้แก่ พื้นที่ (Hub) และพื้นที่ตั้ง (Site) ซึ่งจะเป็นพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้ ซึ่งภายในพื้นที่ที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินสีเขียว

5.3 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว

5.3.1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการพัฒนาพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)

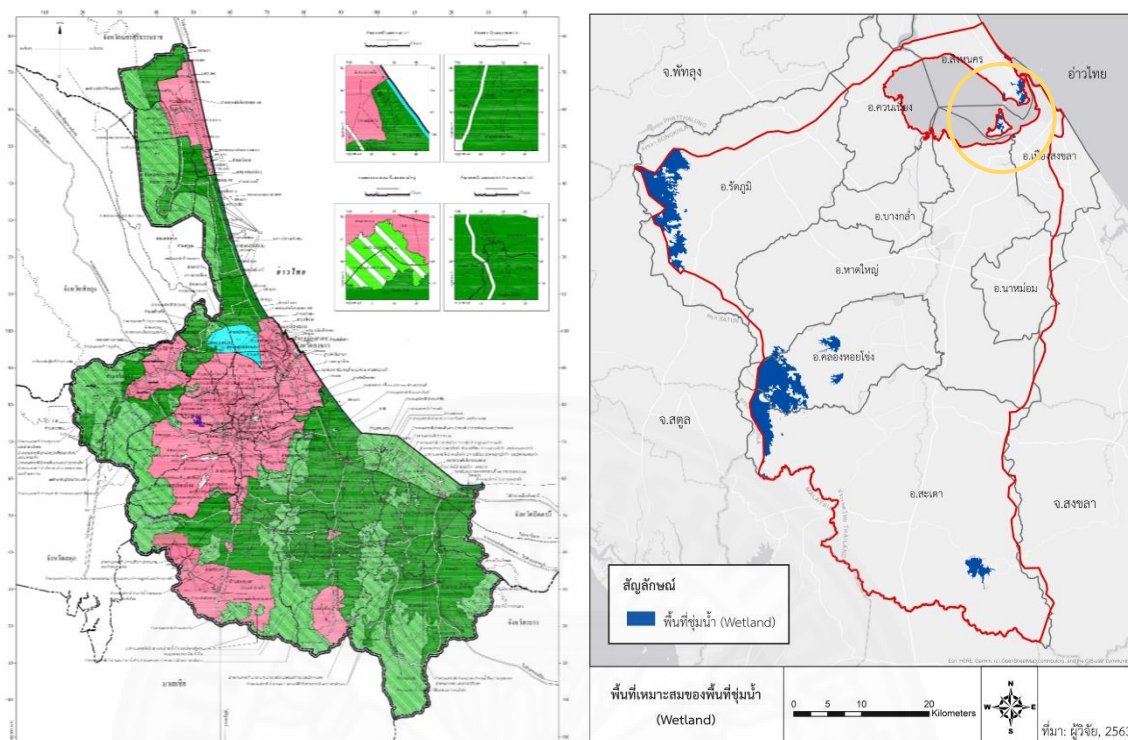
จากการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่พบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด คือ พื้นที่น้ำ ได้แก่ พื้นที่คลองระบายน้ำ ร.1, คลองระบายน้ำ ร.3, คลองพะวงและคลองปากกรอ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อกำหนดและข้อห้ามของการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภททำกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2559 ภายในพื้นที่จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่มากที่สุด คือ คลองระบายน้ำ ร.1 และคลองระบายน้ำ ร.3 ที่เชื่อมต่อกันในบริเวณเทศบาลนครหาดใหญ่ทำให้สามารถรองรับน้ำได้ในปริมาณที่เยอะขึ้น



ภาพที่ 5.16 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก, โดย ผู้วิจัย, 2563.

5.3.3 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการพัฒนาพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

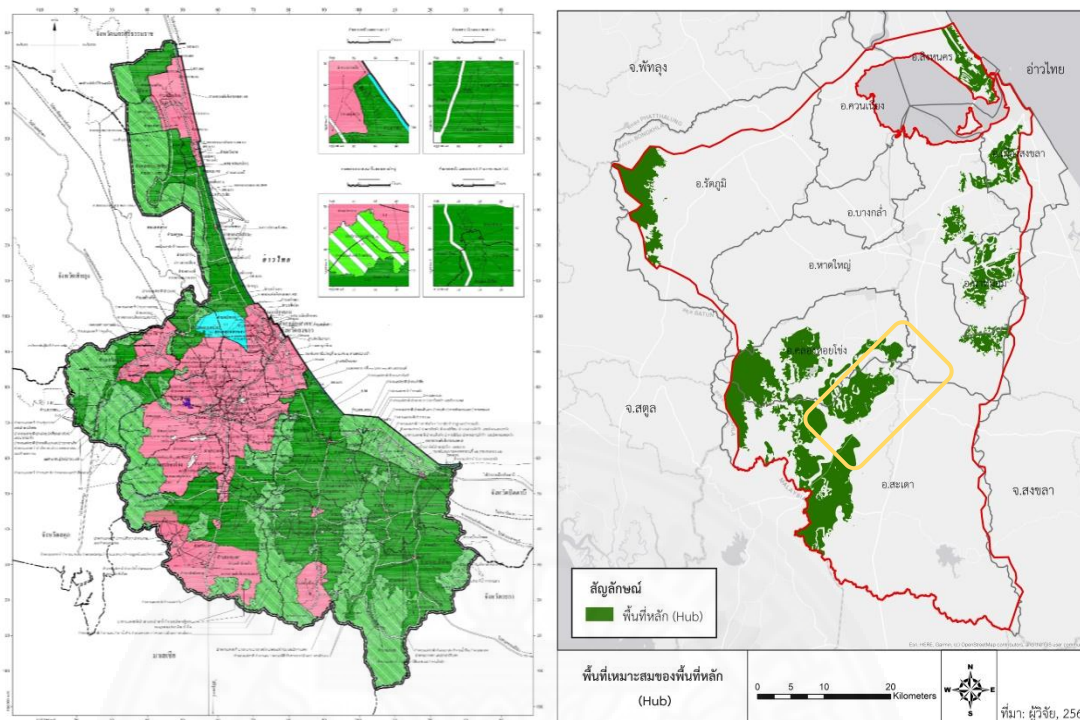
จากการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ชุ่มน้ำพบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด คือ พื้นที่ป่าไม้ ได้แก่ ป่าชายเลนในตำบลหัวเขาและเกาะยอ พื้นที่น้ำ ได้แก่ คลองหลา คลองจำเริญ และคลองอ่างเก็บน้ำห้วยคู พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม ได้แก่ สวนยาง และนาข้าว ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อกำหนดและข้อห้ามของการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทท้ายกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2559 ภายในพื้นที่ที่จะเห็นได้ว่า พื้นที่ที่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำมากที่สุด คือ ป่าชายเลนในตำบลหัวเขาและเกาะยอ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่สามารถเชื่อมโยงกับพื้นที่เชื่อมต่อ เพื่อลดปริมาณน้ำจากทะเลสาบสงขลาหากเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น และช่วยลดปริมาณน้ำที่จะเข้าท่วมบริเวณชุมชนของพื้นที่ได้



ภาพที่ 5.18 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่ชุ่มน้ำ, โดย ผู้วิจัย, 2563.

5.3.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการพัฒนาพื้นที่หลัก (Hub)

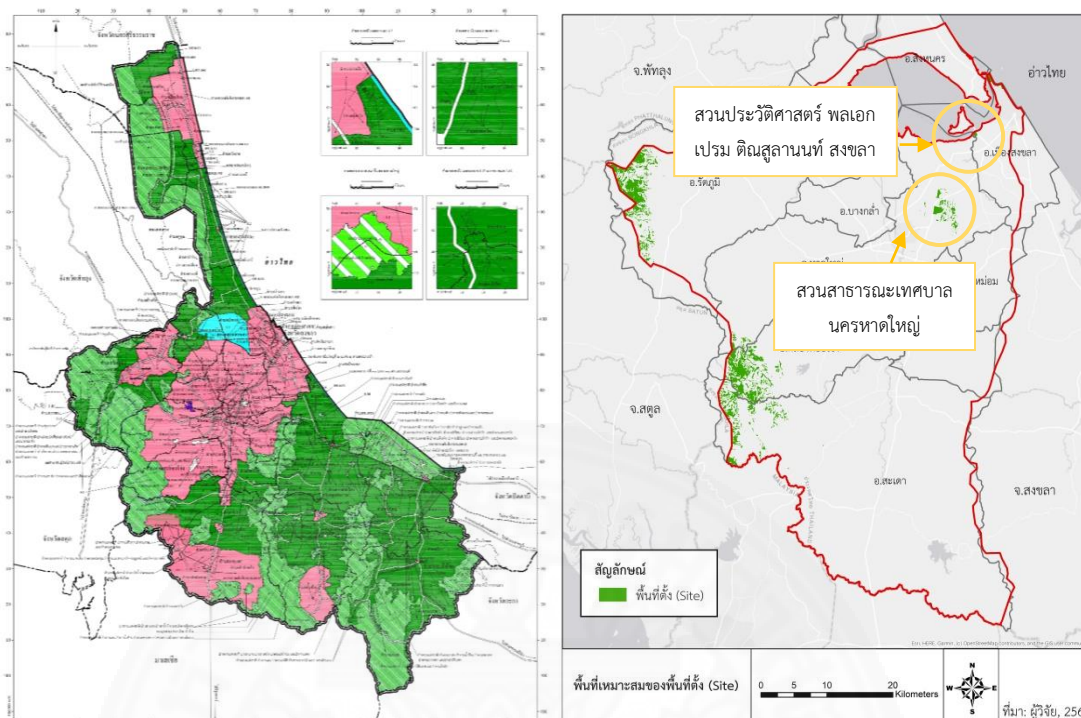
จากการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมของพื้นที่หลักพบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด คือ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งบางพื้นที่ไม่สามารถเข้าไปพัฒนาได้เพราะเป็นพื้นที่ที่สร้างอาชีพและรายได้ให้แก่ประชาชน ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อกำหนดและข้อห้ามของการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทท้ายกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2559 ภายในพื้นที่ที่จะเห็นได้ว่า พื้นที่ที่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นพื้นที่หลักมากที่สุด คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง บริเวณที่อยู่ใกล้กับคลองอยู่ตะเภาส่งจะจัดให้มีการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในพื้นที่บริเวณบ้านเพื่อให้ดินมีการดูดซับน้ำลงดินทำให้ลดปริมาณน้ำที่จะไหลลงสู่คลองและช่วยชะลอความรุนแรงการไหลของน้ำ



ภาพที่ 5.18 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่หลัก, โดย ผู้วิจัย, 2563.

5.3.5 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการพัฒนาพื้นที่ตั้ง (Site)

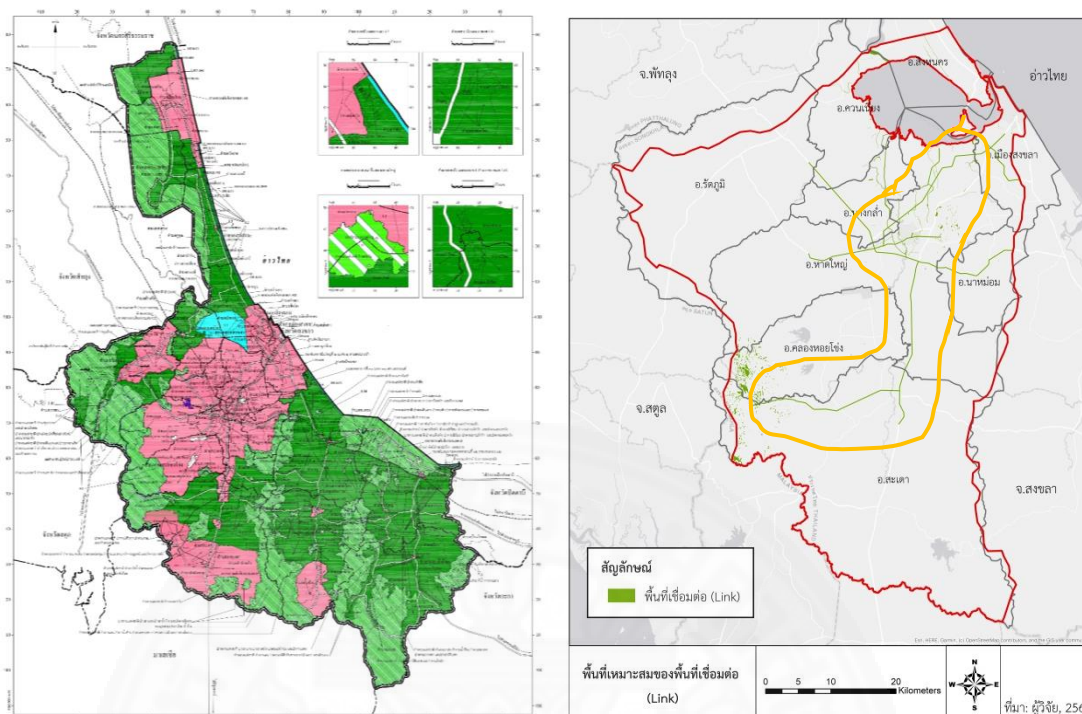
จากการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของพื้นที่ตั้งพบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่บริเวณสวนสาธารณะ ได้แก่ สวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ สวนประวัติศาสตร์ พลเอกเปรม ติณสูลานนท์ สงขลา และสวนสองทะเล ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่จะเห็นได้ว่า พื้นที่ที่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นพื้นที่ตั้งมากที่สุด คือ สวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ สวนประวัติศาสตร์ พลเอกเปรม ติณสูลานนท์ สงขลา เนื่องจากจะสามารถช่วยลดอุทกภัยน้ำท่วมภายในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ที่มีน้ำท่วมในปริมาณสูงและมีมูลค่าความเสียหายสูงกว่าอำเภออื่น ๆ และเป็นพื้นที่ที่มีการเชื่อมต่อกับพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่และช่องทางน้ำหลากทำให้น้ำสามารถไหลลงสู่คลองได้อย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 5.19 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่ตั้ง, โดย ผู้วิจัย, 2563.

5.3.6 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการพัฒนาพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)

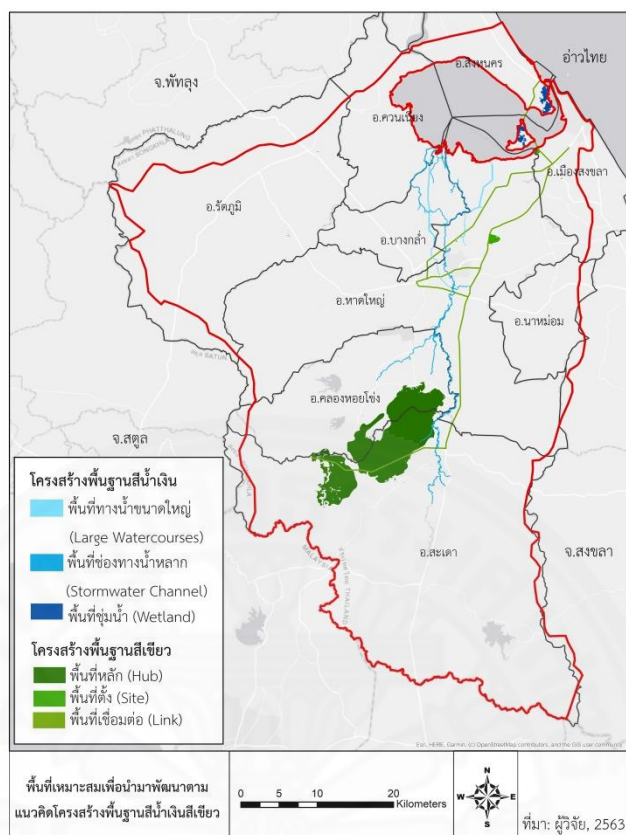
จากการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมของพื้นที่เชื่อมต่อพบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด คือ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 และ 43 และทางหลวงชนบทหมายเลข 414 408 4145 ถนนเพชรเกษม และถนนกาญจนาภิเษก ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อกำหนดและข้อห้ามของการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทท้ายกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2559 ภายในพื้นที่ที่จะเห็นได้ว่า พื้นที่ที่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นพื้นที่เชื่อมต่อมากที่สุด คือ ทางหลวงชนบทหมายเลข 4145 ถนนเพชรเกษม ถนนกาญจนาภิเษก และทางหลวงชนบทหมายเลข 408 เนื่องจากเป็นเส้นทางที่เชื่อมต่อกับพื้นที่หลัก พื้นที่ตั้ง และพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยจะส่งเสริมให้เกิดเพิ่มพื้นที่สีเขียวบริเวณแนวกั้นถนนจากพื้นที่คอนกรีตให้กลายเป็นพื้นที่สีเขียวหรือเปลี่ยนพื้นเป็นบล็อกเพื่อให้สามารถซึมลงดินได้ เพื่อช่วยรองรับน้ำและลดปริมาณของน้ำที่ไหลเข้าไปสู่ในพื้นที่เมือง และพื้นที่เกษตรกรรมได้



ภาพที่ 5.20 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่เชื่อมต่อ, โดย ผู้วิจัย, 2563.

5.3.7 พื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว

จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้โดยนำมาเปรียบเทียบกับข้อกำหนดและข้อห้ามของการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภททำกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2559 ทำให้ได้พื้นที่เหมาะสำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว ซึ่งมีความเชื่อมโยงกัน (Corridor) ของทุกพื้นที่ทำให้สามารถช่วยเพิ่มการระบายน้ำ มีพื้นที่รองรับน้ำ และสามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันภายในเมืองได้ เช่น ออกกำลังกาย พักผ่อนหย่อนใจ นำสัตว์เลี้ยงออกมาเดินเล่น เป็นต้น ดังภาพที่ 5.21



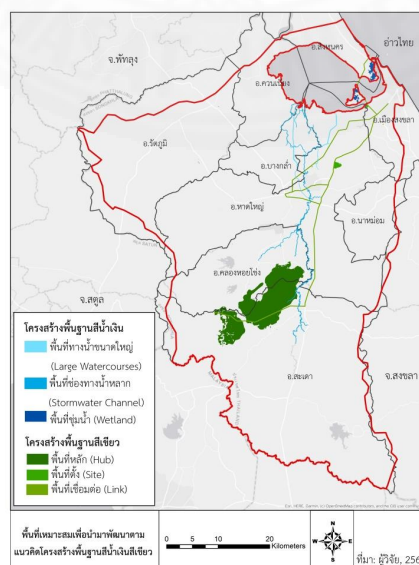
ภาพที่ 5.21 พื้นที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว, โดย ผู้วิจัย, 2563.

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว กรณีศึกษา กลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา นั้น พิจารณาเป็น 6 กลุ่ม ตามองค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว ซึ่งปัจจัยที่เลือกมาพิจารณาตามองค์ประกอบของพื้นที่เหมาะสมนั้น ใช้หลักวิเคราะห์พื้นที่ตามแบบการหาพื้นที่ที่เหมาะสม (Suitability Analysis) โดยค่าคะแนนจะได้รับการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ด้าน ซึ่งผลที่ได้จากการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญจะได้ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยนำมาคำนวณด้วยวิธีการเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise Comparison) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการกระบวนการตัดสินใจเชิงลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP) และเป็นวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเลือกปัจจัยที่สำคัญที่สุด ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบทีละคู่ เพื่อให้ง่ายต่อการให้ค่าน้ำหนักกว่าปัจจัยใดมีความสำคัญมากกว่า และนำมาวิเคราะห์ซ้อนทับ (Overlay) ร่วมกันในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว และนำมาเปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของพื้นที่และนำมาพัฒนาและส่งเสริมเป็นพื้นที่ที่สามารถช่วยลดผลกระทบอุทกภัยภายในพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา ดังนี้



ภาพที่ 6.1 พื้นที่เหมาะสมในการพัฒนาตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว, โดย ผู้วิจัย, 2563.

6.1.1 การพัฒนาพื้นที่ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large watercourses)

พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุดจะเป็นพื้นที่คลองระบายน้ำ ร.1 และคลองระบายน้ำ ร.3 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เชื่อมต่อกับคลองอุต๊ะเกาะใต้ ซึ่งจะส่งเสริมและพัฒนาให้มีการขุดลอกคลองให้มีขนาดลึกลงไปประมาณ 1 เมตร เพื่อให้สามารถรองรับน้ำได้จำนวนเยอะขึ้น และเพิ่มพื้นที่สีเขียวและมีแนวกำแพงกันบริเวณรอบคลองทั้ง 2 คลอง นอกจากจะทำให้พื้นที่คลองระบายน้ำ ร.1 และคลองระบายน้ำ ร.3 มีทัศนียภาพที่สวยงามแล้วยังสามารถช่วยลดการไหลบ่าของน้ำจากฝนที่ตกลงมาอย่างหนักในคลองเข้าสู่พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

6.1.2 การพัฒนาพื้นที่ช่องทางน้ำหลาก (Stormwater Channel)

พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุดจะเป็นพื้นที่คลองอุต๊ะเกาะจะอยู่บริเวณตรงกลางและเป็นคลองสายหลักภายในพื้นที่ ซึ่งจะส่งเสริมและพัฒนาให้มีการขุดลอกคลองให้มีขนาดเพิ่มขึ้นเพื่อให้สามารถรองรับน้ำได้จำนวนเยอะขึ้น และในบริเวณรอบคลองอุต๊ะเกาะจะปลูกต้นไม้และจะเปลี่ยนจากพื้นคอนกรีตให้เป็นพื้นที่สีเขียวเพื่อให้ดินดูดซับน้ำลงไปในพื้นที่ของพื้นที่เชื่อมต่อ (Link) นอกจากจะช่วยลดภาวะภัยน้ำท่วมแล้วยังช่วยให้ภายในเมืองมีพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้น ประชาชนจะสามารถออกมาทำกิจกรรมนันทนาการต่าง ๆ หรือออกกำลังกายได้และมีทัศนียภาพในเมืองที่สวยงาม

6.1.3 การพัฒนาพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุดจะเป็นพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณทิศเหนือของพื้นที่ซึ่งอยู่ในอำเภอสิงหนคร ซึ่งจะส่งเสริมและฟื้นฟูป่าชายเลนอย่างต่อเนื่อง โดยมีการขยายพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่มีความหลากหลาย ซึ่งทำให้ดำรงความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินได้เน้นการพัฒนาพื้นที่ภายในพื้นที่ป่าชายเลนให้มีความอุดมสมบูรณ์โดยการออกแบบทางด้านกายภาพ เพื่อให้สามารถรองรับน้ำที่ระบายมาจากคลองระบายเข้าสู่พื้นที่ป่าชายเลนได้มากขึ้น และยังเป็นแนวช่วยป้องกันไม่ให้น้ำจากทะเลไหลเข้ามาในพื้นที่เมืองได้อีกด้วย

6.1.4 การพัฒนาเป็นพื้นที่หลัก (Hub)

พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุดจะเป็นพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรมโดยจะเสนอแนะให้สร้างบ่อแห้ง (Dry Wells) โดยเริ่มจากการสร้างหลุมบ่อขนาดเล็กใส่ท่อที่มีรูพรุนและใส่หินเข้าไปล้อมรอบบริเวณบ้าน เมื่อมีน้ำไหลบ่าจากการเกิดพายุฝนจะเป็นแหล่งกักเก็บน้ำได้ดีเหมาะสมสำหรับพื้นที่เมืองที่มีขนาดจำกัด และการกักเก็บด้วยพืช (Bioretention) เพื่อเป็นพื้นที่รองรับการระบายน้ำ โดยออกแบบให้มีการปลูกพืชบนดิน ซึ่งการออกแบบพื้นที่ลักษณะดังกล่าวสามารถปรับใช้ได้ทั้งในพื้นที่หลักและพื้นที่ตั้ง ซึ่งวิธีการพัฒนาแบบการกักเก็บด้วยพืชสามารถช่วยลด

ซึมน้ำลงใต้ดินเพื่อลดค่าการไหลบ่าของน้ำ และใช้ท่อที่อยู่ใต้ดินระบายน้ำลงสู่คลองเพื่อระบายลงสู่ทะเลสาบ

6.1.5 การพัฒนาพื้นที่ตั้ง (Site)

พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุดจะเป็นพื้นที่สวนสาธารณะ ซึ่งมี 2 บริเวณ คือ สวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ และสวนประวัติศาสตร์ พลเอกเปรม ติณสูลานนท์ สงขลา จะส่งเสริมให้มีพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้นในพื้นที่เพราะสามารถสร้างประโยชน์ให้กับทั้งสิ่งแวดล้อมและประชาชน จึงได้เสนอแนะการพัฒนาให้เป็นไปตามแผนพัฒนาจังหวัดสงขลา 5 ปี (พ.ศ. 2561-2565) ให้มีพื้นที่สีเขียว สวนสาธารณะ สถานที่โล่งกว้าง (Open Space) โดยแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวได้เน้นการพัฒนาพื้นที่สีเขียวที่ส่งเสริมทั้งด้านทัศนียภาพของเมืองและยังลดระดับความรุนแรงของการไหลบ่าของน้ำฝนภายในพื้นที่ ซึ่งสามารถช่วยแก้ไขปัญหาน้ำท่วมขังภายในพื้นที่และสามารถส่งเสริมการรักษาคุณภาพน้ำได้ด้วย

6.1.6 การพัฒนาพื้นที่เชื่อมต่อ (Link)

พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุดจะเป็นพื้นที่เส้นทางทางหลวงชนบท หมายเลข 4145 ถนนเพชรเกษม ถนนกาญจนาภิเษก และทางหลวงชนบทหมายเลข 408 ซึ่งจะส่งเสริมให้เป็นเส้นทางการระบายน้ำตามแนวถนนให้สามารถระบายน้ำได้ดีและมีประสิทธิภาพ ซึ่งลักษณะพื้นที่ด้านข้างของถนนจะมีทางเท้าและพุ่มไม้ที่ทำด้วยคอนกรีต ซึ่งพื้นที่เหล่านี้มีความเหมาะสมเป็นพื้นที่เชื่อมต่อตามแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว คือ สร้างความสัมพันธ์กับพื้นที่ตั้ง (Hub) และพื้นที่หลัก (Site) เป็นพื้นที่ทางเดินเท้า พื้นที่สีเขียวขนาดเล็ก ช่วยส่งเสริมการซึมซับน้ำให้ไหลลงใต้ดิน เพิ่มคุณภาพของคลองระบายน้ำและสร้างทัศนียภาพที่สวยงามขึ้น

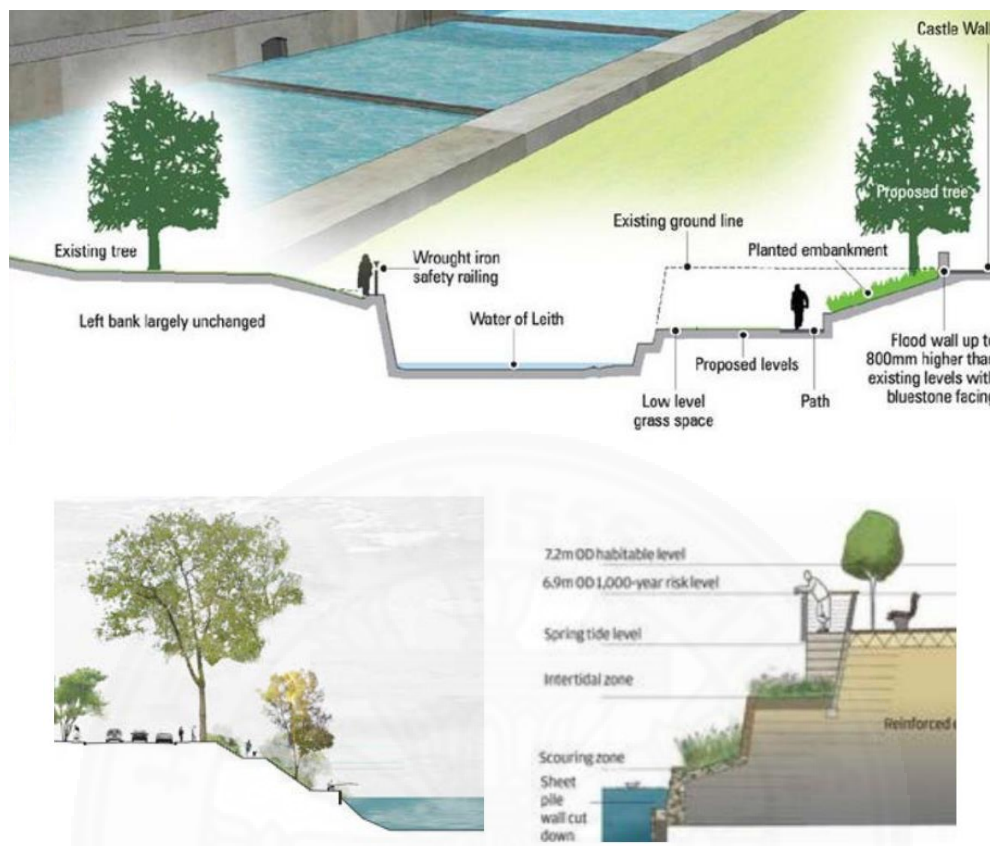
6.2 ข้อเสนอแนะ

โครงการในการลดภาวะอุทกภัยโดยการขุดลอกและรักษาสภาพคลองอุตะเถา เพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำโดยมีการออกแบบทางด้านกายภาพ ซึ่งขุดลอกคลองลึกลงไป 1-2 เมตร จากเดิมคลองระบายน้ำ ร.1 และคลองระบายน้ำ ร.3 สามารถระบายน้ำได้ 465 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพิ่มขึ้นเป็น 1,200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และเมื่อระบายน้ำร่วมกับคลองอุตะเถาในอัตรา 465 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะสามารถเพิ่มศักยภาพในการระบายน้ำได้สูงสุดรวมกันประมาณ 1,665 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพื่อประสิทธิภาพในการระบายน้ำและการรองรับน้ำที่ไหลลงมาจากที่สูงรักษาสภาพพื้นที่ว่างเพื่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียวตามแนวคลองรวมไปถึงการปลูกต้นไม้ เพื่อให้สามารถรองรับและระบายน้ำได้สะดวกขึ้น โดยในกรณีเปลี่ยนวัสดุพื้นผิว ควรพิจารณาวัสดุที่สามารถให้น้ำ

ซึมผ่านได้ (Permeable Pavement) และในส่วนของข้อจำกัดในการจัดทำโครงการจะมีในด้านของงบประมาณที่ต้องมีการประเมินว่าต้องใช้ในจำนวนเท่าไร และการขุดลอกคลองให้ลึกลงไปอาจจะต้องสำรวจและศึกษาว่าจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและห่วงโซ่อาหารหรือไม่



ภาพที่ 6.2 การออกแบบพื้นที่ริมคลองอุต๊ะเกาะเพื่อการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยตามแนวความคิด
โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว, โดย โครงการวางผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและ
ผังเมือง, 2562.



ภาพที่ 6.3 รูปแบบพื้นที่หน้าตัดริมคลองอยู่ตะเภาเพื่อป้องกันและบรรเทาอุทกภัย, โดย โครงการวางผังเมืองรวมจังหวัดสงขลา กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2562.

6.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

6.3.1 ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยที่ใช้เพื่อการคำนวณหาพื้นที่ที่เหมาะสม ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญเพียง 5 ด้านเท่านั้น จึงอาจจะขาดความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในด้านอื่น ๆ เพราะมีความจำกัดของด้านเวลาในการดำเนินการศึกษาจึงเลือกสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่มีความสำคัญมากที่สุด ซึ่งในการศึกษารั้งถัดไปอาจต้องสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญให้ครอบคลุมในทุกสาขาเพื่อให้ผลลัพธ์ของการศึกษามีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

6.3.2 การกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาควรเพิ่มความละเอียดของข้อมูลโดยการจำแนกประเภทมากขึ้น เช่น ด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งในการศึกษารั้งนี้มีการจำแนกเพียง 5 ประเภทเท่านั้น ซึ่งถ้าให้มีความละเอียดมากขึ้นอาจจะแบ่งเกณฑ์ตามเกณฑ์และมาตรฐานผังเมือง พ.ศ. 2549 เพื่อให้ผลการศึกษามีความละเอียดมากขึ้น

6.3.3 สำหรับการศึกษาหาพื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียวสามารถนำไปพัฒนาต่อในด้านการออกแบบเมืองในการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลาให้เป็นไปตามแผนพัฒนาสำหรับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือสามารถนำวิธีการพัฒนาไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีศักยภาพที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลาเพื่อช่วยบรรเทาภาวะภัยน้ำท่วมภายในพื้นที่

6.3.4 สำหรับการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลาซึ่งมีความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ ดังนั้น หากมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อาจจะส่งผลกระทบต่อทั้งประชาชนและเศรษฐกิจจึงควรมีการวางแผนให้รอบคอบเพื่อสร้างประโยชน์ในทุก ๆ ด้าน ซึ่งอาจต้องคำนึงถึงผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในเชิงงบประมาณและผลกำไรที่ได้



รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

พิมพ์สี นักดนตรี, ฟองฝน ปานจิ้น, รัตนภรณ์ ขาวเรือง, เสาวนีย์ จินสียง และอรพิน โคจิจุล.

(2556). *ปัญหาอุทกภัย*. ม.ป.ท.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2549). *ผลการดำเนินงานสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปี 2547 .การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*.

สรวิศ วิฑูรย์. (2559). *คู่มือการประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ.

Forkuo, E. (2011). *Flood hazard mapping using Aster image data with GIS*. International journal of Geomatics and Geosciences 1(4), 932-950.

Gehrels, H. (2016). *Designing green and blue infrastructure to support healthy urban living*. TO2 Federatie.

Hunt, R.E. (1984). *Geotechnical Engineering Investigation Manual*. New York: McGraw-Hill.

Jongman, R.H.G. and Pungetti, G.P. (2004). *Ecological Networks and Greenways: Concept, Design and Implementation*. Cambridge University Press.

Petak, W.J. and Atkisson, A.A. (1982). *Natural Hazard Risk Assessment and Public Policy*. New York: Springer-Verlag

Randolph Bobbitt, H. and Others. (1978). *Organizational Behaviour*. New Jersey: Prentice-. Hall.

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.

บทความวารสาร

กรมชลประทาน. (2544). *โครงการศึกษาปรับปรุงการจัดการระบบชลประทานในลุ่มน้ำเจ้าพระยา (พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง)*. รายงานฉบับสุดท้าย เล่มที่2: รายงานหลัก.

- ชูโชค อายุพงศ์. (2554). *โครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ตามโครงการอนุรักษ์และพัฒนาแม่น้ำคูคลอง (ประจำปี 2554) ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่*.
- ทองเปลว กองจันทร์. (2555). *การเสวนาหัวข้อเรื่อง “สรุปบทเรียนมหายุทธภัย 2554”*. เอกสารประกอบการสัมมนา หน้า 1-5.
- ปราโมทย์ ไม่กล้า. (2558). *โครงการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้ตามรอยพระยุคลบาท: ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง* บรรยายโดยนาย ปราโมทย์ ไม่กล้า อธิบดีอธิบดีกรมชลประทาน
- สิรินทรา วัฒน. (2555). *Bangkok's Green Infrastructure*. Journal of Architectural/ Planning Research and Studies (JARS). (2012). Vol. 9 Issue 2. หน้า 1-13.
- Beatley, T. (2000). “*Preserving Biodiversity*”. in Journal of the American Planning Association. 66: pp. 5-21.
- Benedict, M.A. and Bjornland. (2002). “*Green infrastructure: A strategic approach to natural resource planning and conservation*”. in Renewable Resources Journal. - Benedict, M.A. and E.D. McMahon. (2002). “Green infrastructure: Smart conservation for the 21st century”. in Renewable Resources Journal. Autumn Edition: 12-17.
- Dillaway, R. (2010). *Achieving Cost Effective Conservation: ORES801 Case Studies of Applying Optimization to Wetland Mitigation from Highway Expansions in Maryland, Improve Water Quality from the Impact of Dirt and Gravel Roads in Pennsylvania, Increase Cost-Sharing for Forest Protection, and Preserving Agricultural Lands in Delaware and Baltimore County, Maryland*. editor K.D. Messer, Food and Resource Economics Working Paper RR10-01, University of Delaware, July.
- Dujmovic J. Jozo. (1996). *A Method for Evaluation and Selection of Complex Hardware and Software Systems*. Int. CMG Conference 1996: 368-378.
- Dujmović, M. (2007). *THE USE OF CROATIAN IN THE EFL CLASSROOM*. Metodčki obzori, 2(2007) 1(3), 91-101.
- Dujmović, P. (2011). *Identifying and selecting strategic mitigation opportunities: Criteria design and project evaluation using Logic Scoring of Preference and optimization*. Journal of Conservation Planning Vol 7 (2011) 61 – 68.

- Flug, M., Seitz, H. L. H. and J. F. Scott. (2000). *Multicriteria Decision Analysis Applied to Glen Canyon Dam. J. of Water Resources and Management* 126(5): 270-276.
- Grahn, P., Stigsdotter, U.K., Berggren-Bärring, A.-M., (2005). *Human issues. In: Werquin, A.C., Duhem, B., Lindholm, G., Opperman, B., Pauleit, S., Tjallingi, S. (Eds.), Green Structure and Urban Planning. ESF, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, pp. 240–248.*
- Huizingh, K. R. E. and Vrolijk H. C. J. (1994). *Decision Support for Information Systems Management: Applying Analytic Hierarchy Process. Organizations and Management.*
- Kiuchi and Inouchi. (1976). *New Towns in Japan. Geoforum* 7, no. 1: 1–12.
- Laguna, A., Ouattara, O. Elmamouni, R. (1999). *A simple and low cost technique for determining the granulometry of up flow anaerobic sludge blanket reactor sludge Water. Science & Technology*, 40 (1999), pp. 1-8.
- Laguna, E. H., Sanchez-Toribio, M. I., Diaz, L. R. and A. Leon. (1999). *Multiple Criteria Decision Making (MCDM), applied to the Modernization Plan of the Traditional Irrigation of Mula, Spain. ICID Journal* 48 (3): 47-58.
- Noss, R. F. (1987). *“Protecting Natural Areas in Fragmented Landscapes”*. in *Natural Areas Journal*. Vol 7.
- Sahoo. G. B., R, Loof., C. L. Abernethy., and S. Kazama. (2001). *Reservoir Release Policy for Large Irrigation System. Journal of Irrigation and Drainage Engi.* 127(5): 302-310.
- Turner, R. J., & Nohs, S. (1986). *Psychological the Journal of Pediatrics*, 95, 122 -125.

วิทยานิพนธ์

- ชมพูนุช คงพูนพิน. (2561). *การสร้างสรรคพื้นที่สาธารณะชุมชนเมืองเพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์เชิงสังคมอย่างยั่งยืน. ปทุมธานี: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.*
- เดวิดร์ สุขเสน. (2552). *แนวทางการพัฒนาโครงข่ายเส้นทางสีเขียวในเขตหนองจอกกรุงเทพมหานคร : กรณีศึกษา ชุมชนแผ่นดินทองคอยรุตต์กว่าและพื้นที่ต่อเนื่อง. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.*

- นิคม บุญญานุสิทธิ์และวิทยา เรืองฤทธิ์. (2558). *ทัศนคติและการปฏิบัติของผู้บริหารท้องถิ่นในเขตผังเมืองรวมของจังหวัดนครราชสีมาต่อโครงการจัดรูปที่ดินเพื่อพัฒนาพื้นที่: โครงการวิจัย. (ม.ป.ท.): สาขาวิชาการจัดการผังเมือง คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.*
- ปกรณ เมฆแสงสวย. (2548). *การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการศึกษาผลกระทบจากการขยายตัวของเมืองต่อปัญหาขยะในเขตอำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี, ภาคนิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.*
- บุญยง รุธิโรโก. (2550). *ความยั่งยืนในการจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.*
- ภาวิณี อินชมพู่. (2558). *การพัฒนาโครงข่ายพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร. ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- วิชิตโชค วิฑูรชวลิตวงศ์. (2550). *แนวทางการป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองวารินชำราบ อำเภอ เมือง จังหวัดอุบลราชธานีและชุมชนต่อเนื่อง. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*
- ศิริ คูอาริยะกุล. (2544). *ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เชิงใหม่, ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.*
- ศิริพร หมอกใส และกฤตพร ห้าวเจริญ. (2558). *การเปลี่ยนแปลงของชุมชนตลาดบางหลวง. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. ฉบับที่ 20 ปีที่ 17, 39-51.*
- อภินันท์ เพชรโชติ. (2553). *การบริหารจัดการเพื่อการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยขององค์การบริหารส่วนตำบล บางชัยอำเภอบางชัยจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. การศึกษาอิสระรัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.*
- อรรถกร เก่งพล และธิดารัตน์ สลักคำ. (2554). *กระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจในการนำ ชิ้นส่วนยานยนต์ไปใช้ใหม่หลังหมดอายุการใช้งาน: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมยางรถยนต์. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.*
- Kazakis, N., Kougias, I. and Patsialis, T. (2015). *Assessment of flood hazard areas at a regional scale using an index-based approach and analytical hierarchy process: application in Rhodope-Evros region, Greece. Department of Geology. Aristotle University of Thessaloniki, Greece*

- Marsh et al. (2016). *Stratospheric ozone chemistry feedbacks are not critical for the determination of climate sensitivity in CESM1(WACCM)*. Department of Applied Physics & Applied Mathematics and of Earth & Environmental Sciences, Columbia University, New York.
- Nicholls, A. (2006). *Social entrepreneurship: New models of sustainable change*. Oxford. England: Oxford University Press.
- Tingsanchali, T. (1996). *Floods and Human Interaction: Experience, Problems and Solution*. Bangkok: Asian Institute of Technology, Thailand.
- Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill. 1980.
- Sahoo, G. B. (1998). *Multicriteria Irrigation Planning: Phitsanulok Irrigation Project*, Thailand. M. Eng. Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

- กรมทรัพยากรน้ำ. (2550). *การเสริมสร้างและพัฒนากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน ท้องถิ่นในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและป่าต้นน้ำ: กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำมูล*. การสัมมนาเชิงวิชาการ “การมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและป่าต้นน้ำของชุมชนลุ่มน้ำมูล” วันที่ 12 มิถุนายน 2551 ณ สโมสรสมนาคาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, สืบค้นจาก <http://www.sut.ac.th/im/mun/>.
- วจิรา ชุติกชุนพงษ์. (2554). *เรื่องเล่า...จากครูผู้เดินตามรอยเบื้องพระยุคลบาท*, สืบค้นจาก http://www.southpeace.go.th/column/column_531207.htm.
- วรรณศิลป์ พิรพันธุ์. (2557) *การวิเคราะห์ศักยภาพในการพัฒนาพื้นที่ (Potential Surface Analysis)*, สืบค้นจาก <http://pioneer.chula.ac.th/~pwannasi/psa.pdf>

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

1

วันที่ทำแบบสอบถาม: หมายเลขแบบสอบถาม:



การหาพื้นที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว กรณีศึกษา กลุ่มแม่น้ำย่อยทะเลสาบสงขลา
ดำเนินการโดย นางสาวโสภิตา ปิณฑุ์ โทร. 083-1865136

คำชี้แจง: แบบสัมภาษณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน สาขาผังเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในวิชา ผ.ม.800วิทยานิพนธ์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินและสีเขียว (Blue-Green Infrastructure) ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา ซึ่งแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ส่วน โดยประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 : องค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว (Blue-Green Infrastructure)

ส่วนที่ 2 : การเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละปัจจัย

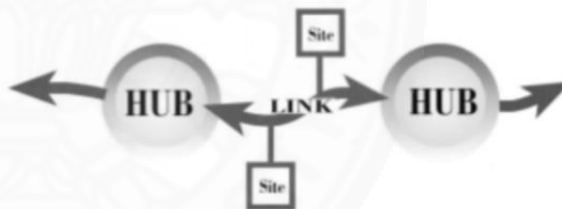
ส่วนที่ 3 : ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 1: องค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน-สีเขียว (Blue-Green Infrastructure)

1.โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวคือเครือข่ายความสัมพันธ์ของพื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่สีเขียวและพื้นที่เปิดโล่งภายในเมือง โดยโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวมีหน้าที่รักษาคุณค่าและประโยชน์ใช้สอยของภูมิทัศน์ รวมทั้งระบบนิเวศภายในเมืองซึ่งโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวมีองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้

1.1 พื้นที่หลัก (Hub) เป็นพื้นที่สำคัญในระบบนิเวศสำหรับการอนุรักษ์ ได้แก่ พื้นที่ป่าในเมือง พื้นที่แหล่งน้ำ เพื่อเป็นพื้นที่ป้องกัน เช่น สวนสาธารณะขนาดใหญ่

1.2 พื้นที่ตั้ง (Site) เป็นพื้นที่ว่างหรือพื้นที่สีเขียว เพื่อส่งเสริมการซึมผ่านของน้ำลงสู่ใต้ดินที่มีความเหมาะสมในการอนุรักษ์สามารถช่วยลดผลกระทบจากน้ำท่วมในพื้นที่เมืองได้



รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

1.3 พื้นที่เชื่อมต่อ (Link) เส้นทางหรือทางเดินที่มีพืชพรรณต่อเนื่องกับพื้นที่หลัก เป็นเส้นทางสำหรับการหาอาหารของสัตว์พื้นถิ่นหรือใช้เป็นทางสัญจรสำหรับคนทั่วไปเชื่อมต่อภูมิทัศน์เมืองน้ำ

2. โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องหรือเชื่อมต่อน้ำซึ่งโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงินมีองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้

2.1 ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses) เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ที่ล้อมรอบด้วยผืนดิน โดยทั่วไปทะเลสาบจะไม่มีทางไหลออกสู่ทะเล และมีน้ำจืดและน้ำเค็มแต่ละทะเลสาบบางแห่งอาจไหลออกสู่ทะเลได้ และยังคงครอบคลุมถึงแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์

2.2 พื้นที่น้ำหลาก (stormwater channels) มักจะเกิดขึ้นในที่ราบต่ำหรือที่ราบลุ่มบริเวณใกล้ภูเขาต้นน้ำ เกิดขึ้นเนื่องจากฝนตกหนักเหนือภูเขาต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้จำนวนน้ำสะสมมีปริมาณมากจนพื้นดิน และต้นไม้ดูดซับไม่ไหวไหลบ่าลงสู่ที่ราบต่ำอย่างรวดเร็ว

2.3 พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) เป็นบริเวณที่มีพื้นที่ราบลุ่ม มีน้ำท่วมขังอาจจะชั่วคราวหรือถาวร พื้นที่แหล่งน้ำอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากมนุษย์สร้างขึ้นทั้งที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและน้ำทั้งที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม รวมไปถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเล และพื้นที่ของทะเล

ส่วนที่ 2 : การเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละปัจจัย

1. การกำหนดค่าคะแนนเกณฑ์พิจารณา (Rating)

ซึ่งเป็นการให้ค่าคะแนนปัจจัยจากเกณฑ์พิจารณา โดยพิจารณาการให้คะแนนตามความเหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อสามารถนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสม โดยกำหนดให้ค่าคะแนนอยู่ในช่วงค่าคะแนนตามลำดับค่าคะแนนความเหมาะสมของเกณฑ์พิจารณาในแต่ละปัจจัย ซึ่งกำหนดให้มีเกณฑ์พิจารณาในระดับความเหมาะสม 5 ระดับ ดังนี้

ความเหมาะสมน้อยที่สุด	แทนด้วยคะแนน 1 คะแนน
ความเหมาะสมน้อย	แทนด้วยคะแนน 2 คะแนน
ความเหมาะสมปานกลาง	แทนด้วยคะแนน 3 คะแนน
ความเหมาะสมมาก	แทนด้วยคะแนน 4 คะแนน
ความเหมาะสมมากที่สุด	แทนด้วยคะแนน 5 คะแนน

1.1 โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

1.1.1 พื้นที่หลัก (Hub) ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินแหล่งน้ำ การระบายน้ำของดิน และความลาดชัน ตารางที่ 1 การกำหนดค่าคะแนนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว : พื้นที่หลัก

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	ค่าคะแนน
1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	
	พื้นที่เกษตรกรรม	
	พื้นที่แหล่งน้ำ	
	พื้นที่ป่าไม้	
	พื้นที่สีเขียว	
2. แหล่งน้ำ	แหล่งน้ำขนาดใหญ่ (อ่างเก็บน้ำ)	
	แหล่งน้ำขนาดกลาง (บ่อน้ำ หรือ บึง)	
	แหล่งน้ำขนาดเล็ก (คลอง หรือ แม่น้ำ)	
3. การระบายน้ำของดิน	การระบายน้ำเร็ว	
	การระบายน้ำปานกลาง	
	การระบายน้ำดี	
4. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	
	ความลาดชัน 10 – 25%	
	ความลาดชัน 5 – 10%	
	ความลาดชัน < 5%	

1.1.2 พื้นที่ตั้ง (Site) ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน การระบายน้ำของดิน และความลาดชัน
ตารางที่ 2 การกำหนดค่าคะแนนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว : พื้นที่ตั้ง

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	ค่าคะแนน
1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	
	พื้นที่เกษตรกรรม	
	พื้นที่แหล่งน้ำ	
	พื้นที่ป่าไม้	
	พื้นที่สีเขียว	
2. การระบายน้ำของดิน	การระบายน้ำเร็ว	
	การระบายน้ำปานกลาง	
	การระบายน้ำดี	
3. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	
	ความลาดชัน 10 – 25%	
	ความลาดชัน 5 – 10%	
	ความลาดชัน < 5%	

1.1.3 พื้นที่เชื่อมต่อ (Link) ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน การระบายน้ำของดิน และคลองระบายน้ำ
ตารางที่ 3 การกำหนดค่าคะแนนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว : พื้นที่เชื่อมต่อ

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	ค่าคะแนน
1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	
	พื้นที่เกษตรกรรม	
	พื้นที่แหล่งน้ำ	
	พื้นที่ป่าไม้	
	พื้นที่สีเขียว	
2. แนวกันถนน	ขนาด 0.5 – 1.0 เมตร	
	ขนาด 1.1 – 1.5 เมตร	
	ขนาด 1.6 – 2.0 เมตร	
3. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	
	ความลาดชัน 10 – 25%	
	ความลาดชัน 5 – 10%	
	ความลาดชัน < 5%	

1.2 โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

1.2.1 ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large watercourses) ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะของคลอง และการระบายน้ำของคลอง

ตารางที่ 4 การกำหนดค่าคะแนนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน : ทางน้ำขนาดใหญ่ แม่น้ำ ลำธาร และทะเลสาบ

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	ค่าคะแนน
1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	
	พื้นที่เกษตรกรรม	
	พื้นที่แหล่งน้ำ	
	พื้นที่ป่าไม้	
	พื้นที่สีเขียว	
2. ลักษณะของคลอง	คลองที่มนุษย์สร้างขึ้น	
	คลองตามธรรมชาติ	
3. การระบายน้ำของคลอง	การระบายน้ำเร็ว	
	การระบายน้ำปานกลาง	
	การระบายน้ำดี	

1.2.2 พื้นที่น้ำหลาก (Stormwater channel) ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ ความหนาแน่นของอาคาร ความลาดชัน และลักษณะของดิน

ตารางที่ 5 การกำหนดค่าคะแนนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน: พื้นที่น้ำหลาก

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	ค่าคะแนน
1. ความหนาแน่นของอาคาร	ความหนาแน่นมาก	
	ความหนาแน่นปานกลาง	
	ความหนาแน่นน้อย	
2. ความลาดชัน	ความลาดชัน > 25%	
	ความลาดชัน 10 – 25%	
	ความลาดชัน 5 – 10%	
	ความลาดชัน < 5%	
3. ลักษณะของดิน	ดินที่มีการระบายน้ำเร็ว	
	ดินที่มีการระบายน้ำปานกลาง	
	ดินที่มีการระบายน้ำดี	

1.2.3 พื้นที่ชุ่มน้ำ (wetlands) ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ ป่าชายเลน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และลักษณะของดิน ตารางที่ 6 การกำหนดค่าคะแนนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน: พื้นที่ชุ่มน้ำ

ปัจจัย	เกณฑ์การพิจารณา	ค่าคะแนน
1. ป่าชายเลน	อยู่นอกพื้นที่ป่าชายเลน	
	อยู่ในพื้นที่ป่าชายเลน	
2. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เมือง	
	พื้นที่เกษตรกรรม	
	พื้นที่แหล่งน้ำ	
	พื้นที่ป่าไม้	
	พื้นที่สีเขียว	
3. ลักษณะของดิน	ดินที่มีการระบายน้ำเร็ว	
	ดินที่มีการระบายน้ำปานกลาง	
	ดินที่มีการระบายน้ำดี	

2. การถ่วงน้ำหนักปัจจัย (Weighting)

แบบสอบถามเปรียบเทียบเชิงคู่ เป็นรูปแบบแบบสอบถามที่เป็นหลักในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process) หรือ AHP ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้ในการ “วัดค่าระดับ” ของการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลการตัดสินใจที่ถูกต้องตรงกับเป้าหมายของการตัดสินใจได้มากที่สุดซึ่งหากทั้งสองปัจจัยมีความสำคัญเท่ากันให้เลือกหมายเลข 1 คือ บริเวณกลางตาราง หากความสำคัญถูกให้ไปทางด้านใดจะทำเครื่องหมายในช่องด้านที่เห็นว่ามีค่าสำคัญกว่า โดยหมายเลข 9 หมายถึง การให้ความสำคัญในดานนั้นมากที่สุด

ตัวอย่าง

ปัจจัย	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัย
การใช้ประโยชน์ที่ดิน									✓									แหล่งน้ำ
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	✓																	การระบายน้ำของดิน
การใช้ประโยชน์ที่ดิน													✓					ความลาดชัน

- ถ้าเลือกทำเครื่องหมายถูกตรงช่องหมายเลข 1 หมายถึง กำหนดให้**ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความสำคัญ เท่ากับ** ปัจจัยแหล่งน้ำ
- ถ้าเลือกทำเครื่องหมายถูกตรงช่องหมายเลข 9 ด้านซ้าย หมายถึง กำหนดให้**ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความสำคัญมากกว่าเป็นอย่างมาก** เมื่อเทียบกับ**ปัจจัยการระบายน้ำของดิน**
- ถ้าเลือกทำเครื่องหมายถูกตรงช่องหมายเลข 5 ด้านขวา หมายถึง กำหนดให้**ปัจจัยความลาดชันมีความสำคัญ มากกว่า** ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.1 โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

2.1.1 พื้นที่หลัก (Hub)

ตารางที่ 7 ตารางเปรียบเทียบเชิงคู่ (Pair wise comparison matrix of criteria)

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว : พื้นที่หลัก

ปัจจัย	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัย
การใช้ประโยชน์ที่ดิน																		แหล่งน้ำ
การใช้ประโยชน์ที่ดิน																		การระบายน้ำของดิน
การใช้ประโยชน์ที่ดิน																		ความลาดชัน
แหล่งน้ำ																		การระบายน้ำของดิน
แหล่งน้ำ																		ความลาดชัน
การระบายน้ำของดิน																		ความลาดชัน

2.1.2 พื้นที่ตั้ง (Site)

ตารางที่ 8 ตารางเปรียบเทียบเชิงคู่ (Pair wise comparison matrix of criteria)

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว : พื้นที่ตั้ง

ปัจจัย	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัย
การใช้ประโยชน์ที่ดิน																		ความลาดชัน
การใช้ประโยชน์ที่ดิน																		การระบายน้ำของดิน
การระบายน้ำของดิน																		ความลาดชัน

2.1.3 พื้นที่เชื่อมต่อ (Link)

ตารางที่ 9 ตารางเปรียบเทียบเชิงคู่ (Pair wise comparison matrix of criteria)

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว : พื้นที่เชื่อมต่อ

ปัจจัย	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัย
การใช้ประโยชน์ที่ดิน																		การระบายน้ำของดิน
การใช้ประโยชน์ที่ดิน																		แนวกันถนน
การระบายน้ำของดิน																		แนวกันถนน

2.1 โครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน

2.2.1 ทางน้ำขนาดใหญ่ (Large Watercourses)

ตารางที่ 10 ตารางเปรียบเทียบเชิงคู่ (Pair wise comparison matrix of criteria)

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน : ทางน้ำขนาดใหญ่แม่น้ำ ลำธารและทะเลสาบ

ปัจจัย	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัย
การใช้ประโยชน์ที่ดิน																		การระบายน้ำของคลอง
การใช้ประโยชน์ที่ดิน																		ลักษณะของคลอง
การระบายน้ำของคลอง																		ลักษณะของคลอง

2.2.2 พื้นที่น้ำหลาก (Stormwater channel)

ตารางที่ 11 ตารางเปรียบเทียบเชิงคู่ (Pair wise comparison matrix of criteria)

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน : พื้นที่น้ำหลาก

ปัจจัย	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัย
ความหนาแน่นของอาคาร																		ความลาดชัน
ความหนาแน่นของอาคาร																		ลักษณะของดิน
ลักษณะของดิน																		ความลาดชัน

2.2.3 พื้นที่ชุ่มน้ำ (wetlands)

ตารางที่ 12 ตารางเปรียบเทียบเชิงคู่ (Pair wise comparison matrix of criteria)

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน : พื้นที่ชุ่มน้ำ

ปัจจัย	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัย
การใช้ประโยชน์ที่ดิน																		พื้นที่ชุ่มน้ำ
การใช้ประโยชน์ที่ดิน																		ลักษณะของดิน
พื้นที่ชุ่มน้ำ																		ลักษณะของดิน

ส่วนที่ 3: ข้อมูลทั่วไป

3.1 ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน: ปี

3.2 ท่านมีบทบาทในการดูแลรับผิดชอบด้านใดบ้าง โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องระดับค่าคะแนนความสำคัญของบทบาทที่ตรงกับภารกิจที่ท่านดูแลรับผิดชอบ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ / หมายเหตุ: ค่าคะแนนของบทบาทในการดูแลรับผิดชอบ 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด)

ด้านที่รับผิดชอบ	ค่าคะแนนของบทบาทในการดูแลรับผิดชอบ					
	5	4	3	2	1	NA
ด้านการจัดการน้ำ						
ด้านการวางผังเมือง						
ด้านการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม						
การใช้ประโยชน์ที่ดิน						
การบริหารจัดการพื้นที่สีเขียว						
การดูแลรักษาและจัดการปัญหาอุทกภัย						
ด้านการศึกษา						
อื่น ๆ						

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวโสริตา ปิตนัย
วันเดือนปีเกิด	25 เมษายน 2538
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2560: วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ตำแหน่ง	พนักงานวิเทศสัมพันธ์ กรมโยธาธิการและผังเมือง
ประสบการณ์ทำงาน	พ.ศ. 2560-2561: พนักงานจ้างเหมาบริการ สำนักวิเคราะห์และประเมินผล กรมโยธาธิการและผังเมือง พ.ศ. 2561-ปัจจุบัน: พนักงานวิเทศสัมพันธ์ สำนักผังประเทศและผังภาค กรมโยธาธิการและผังเมือง