แนวทางการวางแผนภูมิทัศน์ด้วยการประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา

นางสาว จุฑามาศ กาญจนไพโรจน์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544
ISBN 974-170-697-9
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LANDSCAPE PLANNING APPROACH: THE APPLICATION OF SPATIAL ECOLOGICAL CARRYING CAPACITY MODEL

JUTAMAS KANJANAPAIROJ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Landscape Architecture in Landscape Architecture
Department of Landscape Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2001

ISBN 974-170-697-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการวางแผนภูมิทัศน์ ด้วยการประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา
โดย	นางสาว จุฑามาศ กาญจนไพโรจน์
ภาควิชา	ภูมิสถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ดนัย ทายตะคุ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร. อังสนา บุณโยภาส

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระ สัจกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.ดนัย ทายตะคุ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร.อังสนา บุณโยภาส)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีวงศ์ ศรีบุรี)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฑามาศ กาญจนไพโรจน์ : แนวทางการวางแผนภูมิทัศน์ด้วยการประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา. (LANDSCAPE PLANNING APPROACH: THE APPLICATION OF SPATIAL ECOLOGICAL CARRYING CAPACITY MODEL) อ. ที่ปรึกษา: ดร. ดนัย ทายตะคุ, อ. ที่ปรึกษาร่วม: ดร. อังสนา บุณโยภาส, 132 หน้า. ISBN 974-170-697-9

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหากรอบและแนวทางในการประยุกต์แนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยาของภูมิทัศน์ ด้วยการใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิของปัจจัยของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยาในกระบวนการวิเคราะห์ภูมิทัศน์ เพื่อนำผลจากการวิเคราะห์ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของกรอบแนวคิดเชิงนิเวศไปใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์ต่อไป

ระบบนิเวศเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งอันหนึ่งของภูมิทัศน์ ดังนั้นแนวคิดทางด้านนิเวศวิทยาจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการวางแผนภูมิทัศน์ แนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับ คือขีดจำกัดของการเปลี่ยนแปลงในภูมิทัศน์ โดยที่พื้นที่นั้นจะสามารถคงอยู่ได้อย่างปกติ และปราศจากผลกระทบที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อภูมิทัศน์ (Schneider, 1978: 1) แต่การกำหนดขีดความสามารถฯของพื้นที่ลงไปอย่างชัดเจนนั้นเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ

การประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิเป็นเพียงการประมาณการขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยาของภูมิทัศน์ โดยมีกรอบในการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา คือ ลักษณะเชิงปริภูมิของพื้นที่ และปัจจัยของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา แบบจำลองเชิงปริภูมิถูกใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงปริภูมิของปัจจัยและตัวบ่งชี้เพื่อที่จะบ่งชี้ขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา โดยนำวิธีการของระบบภูมิสารสนเทศและการซ้อนทับกันของชั้นข้อมูลมาใช้กับแบบจำลอง ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองนี้จะสามารถจำแนกพื้นที่ตามวัตถุประสงค์ของการวางแผน คือ ข้อจำกัดและศักยภาพของพื้นที่ ความเหมาะสมและความสามารถของพื้นที่ และความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่

วิธีการดังกล่าวเป็นเพียงกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์เบื้องต้นเท่านั้น เพื่อการประมาณการเกี่ยวกับขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยาก่อนที่จะมีการศึกษาในรายละเอียดในขั้นต่อไป จะต้องมีการสำรวจพื้นที่และเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามอีกครั้งสำหรับการวิเคราะห์อย่างละเอียดเพื่อหาข้อสรุป ตลอดจนเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขามาร่วมกำหนดเกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานเพื่อการบ่งชี้ขีดความสามารถฯของพื้นที่ต่อไป และในการนำไปใช้เพื่อการวางแผนภูมิทัศน์จะต้องพิจารณาร่วมกับแนวทางอื่นๆ ด้วย เช่น ด้านสังคม เศรษฐกิจ และด้านกฎหมาย เป็นต้น เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์และความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติต่อไป

ภาควิชา ภูมิสถาปัตยกรรม
สาขาวิชา ภูมิสถาปัตยกรรม
ปีการศึกษา 2544

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

437 41180 25: MAJOR LANDSCAPE ARCHITECTURE
KEY WORD: LANDSCAPE PLANNING/ ECOLOGICAL CARRYING CAPACITY/ SPATIAL MODELING

JUTAMAS KANJANAPAIROJ: THESIS TITLE: (LANDSCAPE PLANNING APPROACH: THE APPLICATION SPATIAL ECOLOGICAL CARRYING CAPACITY MODEL) THESIS ADVISOR: DANAI THAITAKOO, Ph.D., THESIS COADVISOR: ANGSANA BOONYOBHAS, Ph.D. 132 pp. ISBN 974-170-697-9

The objective of this study is to find a proper approach and framework in applying the concept of ecological carrying capacity of a landscape by using a spatial modeling of the factors of ecological carrying capacity in the process of landscape analysis. As a result, an ecological carrying capacity model of a landscape can be applied as one of ecological framework in landscape planning.

An ecosystem is one of the most important structures of a landscape. As a result, ecological theory is an important foundation in landscape planning. The concept of carrying capacity is the ability of natural system to absorb physical change without significant degradation or breakdown. (Schneider, 1978: 1) But the concept of carrying capacity is very complicate and difficult to define in practice.

The application of spatial model is only intend to provide a conceptual framework to estimate the ecological carrying capacity of a landscape. The framework of the analysis is the spatial characteristic of landscape and the factors of ecological carrying capacity. Spatial modeling is used to analyze the spatial characteristic and relationship of factors and indicators in order to define carrying capacity. GIS and overlay technique is used in this spatial modeling. The result of the spatial modeling can be synthesized into limitation and potential of landscape, suitability and capability of landscape and vulnerability of landscape pertaining to carrying capacity. These syntheses can be applied in the process of creating alternative plans in landscape planning.

This method is a primary analytical framework in order to estimate the ecological carrying capacity of a landscape. The more detail field data is needed for a comprehensive analysis. The criteria of each field of ecology are needed to define by experts. So that the definition of ecological carrying capacity in landscape and its indicators can be properly define. The product of the analysis can be combined with the others analysis such as social, economic, politic etc. to prepare a comprehensive landscape analysis.

Department/Program Landscape Architecture	Student's signature……..
Field of study Landscape Architecture	Advisor's signature……..
Academic year 2001	Co-advisor's signature……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรภูมิสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต โดยมุ่งศึกษาแนวทางในการประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา ด้วยการใช้แบบจำลองเชิงของปัจจัยของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยาในกระบวนการวิเคราะห์ภูมิทัศน์ เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปเป็นส่วนหนึ่งในการวางแผนภูมิทัศน์ต่อไป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากบุคคลเหล่านี้ที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำและให้การช่วยเหลือ ตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ดนัย ทายตะคุ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. อังสนา บุณโยภาส

หัวหน้าภาควิชา อาจารย์ ดร. พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์

คณะกรรมการ ผศ. ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี

อาจารย์ ดร. ยงยุทธ และดร. อาณัติ และเจ้าหน้าที่ของสำนักงานพิทักษ์ผืนป่าตะวันตก

เจ้าหน้าที่ กองสารสนเทศ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

เจ้าหน้าที่ มูลนิธิสืบนาคะเสถียร

เจ้าหน้าที่ ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณ วิทูร ตัณฑนาโชติ กรรมการผู้จัดการ บริษัท ชินครอนกรุ๊ป จำกัด

คุณ บุญเลิศ ศรีประเสริฐยิ่ง

คุณ ดวงรัตน์ นฤคุปต์ชาญชัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ (ภาคภาษาไทย).....ง
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ (ภาคภาษาอังกฤษ).....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ญ
สารบัญภาพ.....ฎ
สารบัญแผนภูมิ.....ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมา.....1
1.2 ความสำคัญของปัญหา.....3
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....4
1.4 ขอบเขตของการวิจัยและกรอบแนวคิดในการวิจัย.....5
1.4.1 ขอบเขตของการวิจัย.....5
1.4.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....6
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย.....7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....8
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนภูมิทัศน์.....8
2.1.1 ความหมายและแนวคิด.....8
2.1.2 กระบวนการวางแผนภูมิทัศน์.....10
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับนิเวศภูมิทัศน์.....13
2.2.1 ความหมายและแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับนิเวศภูมิทัศน์.....13
2.2.2 ปัจจัยของนิเวศภูมิทัศน์.....16
2.2.3 มาตราการเปลี่ยนแปลงทางภูมิทัศน์.....23
2.2.4 ขอบเขตของภูมิทัศน์.....24
2.3 แนวคิดเกี่ยวกับขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา.....26
2.3.1 แนวคิดพื้นฐานของขีดความสามารถในการรองรับ.....26

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 การพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับ..... 30
2.4 แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองเชิงปริภูมิในงานวางแผนภูมิทัศน์.....31
2.4.1 แบบจำลองเชิงปริภูมิ..... 31
2.4.2 กรอบแนวคิดของแบบจำลองในการวางแผนภูมิทัศน์..... 32
2.4.3 ตัวอย่างแบบจำลองเชิงปริภูมิในงานวางแผนภูมิทัศน์..... 34
2.4.4 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวอย่างแบบจำลองเชิงปริภูมิ
ในงานวางแผนภูมิทัศน์.....42

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 44
3.1 กรอบแนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับฯเพื่อการประยุกต์
แบบจำลองเชิงปริภูมิ.....44
3.1.1 การวิเคราะห์แนวคิดขีดความสามารถในการรองรับฯ.....44
3.1.2 การบ่งชี้ขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา.....44
3.1.3 ลักษณะเชิงปริภูมิของปัจจัยของขีดความสามารถในการรองรับฯ.....45
3.2 การสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ.....47
3.3 การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ.49
3.3.1 การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยการซ้อนทับแผนที่..... 49
3.2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิ.....51

**บทที่ 4 การประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถ
ในการรองรับทางนิเวศวิทยา**..... 54
4.1 ปัจจัยและตัวบ่งชี้ขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา.....54
4.2 แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา.....60
4.2.1 แบบจำลองปัจจัยของขีดความสามารถในการรองรับฯ.....60
4.2.2 การพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา.....66
4.3 การวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯจากแบบจำลองเชิงปริภูมิ.....87
4.3.1 การวิเคราะห์ผลจากการซ้อนทับข้อมูล.....87
4.3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปัจจัยของขีดความสามารถ.....93

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....95
5.1 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิในงานวางแผนภูมิทัศน์..... 95
5.1.1 การประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ.....95
5.1.2 ความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิ
ในงานวางแผนภูมิทัศน์.....96
5.2 ข้อจำกัดของการศึกษา.....97
5.2.1 แนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับฯ..... 97
5.2.2 โครงสร้างฐานข้อมูลเชิงปริภูมิ.....99
5.3 แหล่งที่มาของข้อมูล.....107
5.4 ข้อเสนอแนะ.....108

รายการอ้างอิง
ประวัติผู้เขียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 1 แสดงระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล..... 21

ตารางที่ 2 แสดงระดับความสูงต่ำของพื้นที่..... 21

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบการจำแนกมุมความลาดชัน..... 22

ตารางที่ 4 แสดงปัจจัยและตัวบ่งชี้ของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา และเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา..... 54

ตารางที่ 5 แสดงการจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าไม้..... 61

ตารางที่ 6 แสดงการจัดระดับความเหมาะสมของลักษณะการระบายน้ำของดิน..... 62

ตารางที่ 7 แสดงการจัดระดับความเหมาะสมของช่วงความลึกของดิน..... 62

ตารางที่ 8 แสดงการจัดระดับความเหมาะสมของเนื้อดิน..... 62

ตารางที่ 9 แสดงระดับความเหมาะสมของช่วงความเป็นกรด – ด่างของดิน..... 63

ตารางที่ 10 แสดงระดับความอุดมสมบูรณ์ และเกณฑ์ความสูง – ต่ำของค่าวิเคราะห์สมบัติของดิน..... 63

ตารางที่ 11 แสดงระดับความเสี่ยงของการชะล้างพังทลายของดิน..... 63

ตารางที่ 12 แสดงระดับความคงทนต่อการผุพังของวัสดุสัณฐาน..... 64

ตารางที่ 13 แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างธรณีสัณฐานจากค่าการวางตัวของชั้นหิน..... 64

ตารางที่ 14 แสดงระดับความสามารถในการเข้าถึงแหล่งน้ำ..... 64

ตารางที่ 15 แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของความลาดชัน..... 65

ตารางที่ 16 แสดงระดับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตของทิศทางด้านลาดเท..... 65

ตารางที่ 17 แสดงระดับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมตามระดับความสูง..... 66

ตารางที่ 18 แสดงระดับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิตของอุณหภูมิเฉลี่ย..... 66

ตารางที่ 19 แสดงระดับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิตของปริมาณฝน..... 66

ตารางที่ 20 แสดงความสัมพันธ์ของสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่เป็นตัวบ่งชี้ลักษณะและการดำรงชีวิตของสัตว์..... 69

ตารางที่ 21 แสดง Shannon-Wiener species diversity index ของป่าประเภทต่างๆ ในประเทศไทย..... 71

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ 22 แสดงลักษณะการระบายน้ำของดิน....72
ตารางที่ 23 แสดงความลึกของการใช้งานของดิน....73
ตารางที่ 24 แสดงการจัดเนื้อดิน พิจารณาจากความหยาบมากไปจนละเอียดมาก....73
ตารางที่ 25 แสดงค่าปฏิกิริยาของดิน อัตราความเป็นกรดด่าง....75
ตารางที่ 26 แสดงการจำแนกคุณสมบัติวัสดุผิวสัณฐาน....79
ตารางที่ 27 แสดงขอบเขตพื้นที่ริมแม่น้ำ (Riparian Zone)....82
ตารางที่ 28 แสดงการจำแนกช่วงความลาดชัน....83
ตารางที่ 29 แสดงคุณสมบัติของทิศทางด้านลาดเท....84
ตารางที่ 30 แสดงการจำแนกช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม....85
ตารางที่ 31 แสดงการจำแนกช่วงปริมาณฝนเฉลี่ยที่เหมาะสม....86
ตารางที่ 32 แมทริกซ์ (Matrix) ของแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ.89
ตารางที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่....101
ตารางที่ 34 แสดงข้อมูลแผนที่ มาตราส่วนและแหล่งข้อมูล....107

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ในระบบสิ่งแวดล้อม.....13

ภาพที่ 2 แสดงการจัดลำดับที่ทางน้ำ (Stream Order).....20

ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของมาตราเชิงพื้นที่และเชิงเวลา (Spatial –Temporal Scale).....24

ภาพที่ 4 กราฟความเจริญเติบโตแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เป็นตัวจำกัด (Limiting Factor) กับขีดความสามารถในการรองรับ (Carrying Capacity).....29

ภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์เชิงปริภูมิของปัจจัยต่างๆในระบบ.....47

ภาพที่ 6 แสดงแนวคิดของการซ้อนทับกัน (Overlay Technique) ของชั้นข้อมูลต่างๆ.....50

ภาพที่ 7 แสดงสามเหลี่ยมการจำแนกเนื้อดิน.....74

ภาพที่ 8 แสดงความคงทนของวัสดุผิวสัณฐานจากค่ามุมการวางตัวของชั้นหิน.....79

ภาพที่ 9 แสดงการจำแนกพื้นที่ริมแม่น้ำที่มีอิทธิพลต่อแหล่งที่อยู่อาศัย..... 82

ภาพที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปี (C) กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (ซม.) ของกระบวนการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีและทางกายภาพ..... 86

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิ		หน้า
แผนภูมิที่ 1	แสดงกรอบแนวคิดของขั้นตอนในการวิจัย	6
แผนภูมิที่ 2	แสดงกระบวนการวางแผนภูมิทัศน์	10
แผนภูมิที่ 3	แสดงกรอบแนวคิดของแบบจำลองของการวางแผนภูมิทัศน์	34
แผนภูมิที่ 4	แสดงแบบจำลองขั้นตอนในการวิเคราะห์ของ Phillip Lewis	35
แผนภูมิที่ 5	แสดงแบบจำลองขั้นตอนในการวิเคราะห์ของ The Hill system of Land Classification	38
แผนภูมิที่ 6	แสดงแบบจำลองขั้นตอนในการวิเคราะห์ของ Ian McHarg	40
แผนภูมิที่ 7	แสดงกรอบแนวคิดของการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา	48
แผนภูมิที่ 8	แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา	51
แผนภูมิที่ 9	แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของปัจจัยสัตว์ป่า	60
แผนภูมิที่ 10	แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของพืชพรรณ	61
แผนภูมิที่ 11	แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของดิน	61
แผนภูมิที่ 12	แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิธรณีวิทยา	64
แผนภูมิที่ 13	แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของน้ำ	64
แผนภูมิที่ 14	แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของลักษณะภูมิประเทศ	65
แผนภูมิที่ 15	แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของภูมิอากาศ	66
แผนภูมิที่ 16	แสดงการจำแนกข้อมูลเชิงปริภูมิเพื่อการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯ	88
แผนภูมิที่ 17	แสดงการบ่งชี้ขีดความสามารถในการรองรับฯเพื่อการประยุกต์ใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์	88
แผนภูมิที่ 18	แสดงปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯของป่าไม้	94
แผนภูมิที่ 19	แสดงปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯของดิน	94
แผนภูมิที่ 20	แสดงปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯของลักษณะภูมิประเทศ	94
แผนภูมิที่ 21	แสดงการประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ สำหรับการวางแผนภูมิทัศน์	95

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1 ความเป็นมา (Background)

การวางแผนภูมิทัศน์ (Landscape Planning) เป็นกระบวนการวางแผนที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการจัดการพื้นที่เพื่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์เป็นหลัก โดยมีแนวทางหรือแนวคิดเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรที่แตกต่างกันออกไปตามแต่วัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้ ในการเลือกใช้แนวทางใดทางหนึ่งอาจจะทำให้ผลของการวางแผนภูมิทัศน์นั้นขาดความสมบูรณ์และไม่สามารถเป็นไปได้จริงในทางปฏิบัติ จำเป็นที่จะต้องผนวกเอาแนวคิดหลายๆแนวทางมาประกอบการตัดสินใจด้วย ซึ่งแนวคิดทางด้านนิเวศวิทยาเป็นแนวทางหนึ่งที่มีการนำมาใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์ โดยเน้นเฉพาะความสำคัญทางด้านนิเวศวิทยาและผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ แนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับก็เป็นแนวคิดที่มาจากทฤษฎีทางนิเวศวิทยา และได้มีการประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้านวางแผนการใช้ที่ดินตลอดจนการวางแผนภูมิทัศน์ เป็นต้น

ขีดความสามารถในการรองรับ คือขีดจำกัดของการเจริญเติบโตหรือการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่หรือสิ่งแวดล้อมหนึ่ง โดยพื้นที่หรือสิ่งแวดล้อมนั้นสามารถคงอยู่หรือดำเนินชีวิตอยู่ได้อย่างเป็นปกติ และปราศจากผลกระทบที่ก่อให้เกิดความเสียหายหรือความเสี่ยงต่อสวัสดิภาพ (Schneider et.al, 1978:1)

ขีดความสามารถในการรองรับ สามารถพิจารณาได้ 4 ลักษณะ (Gilg, 1996: 191)

1. ความสามารถในการรองรับด้านเศรษฐกิจ (Economic Carrying Capacity)
2. ความสามารถในการรองรับด้านกายภาพ (Physical Carrying Capacity)
3. ความสามารถในการรองรับด้านนิเวศวิทยา (Ecological Carrying Capacity)
4. ความสามารถในการรองรับทางความรู้สึก (Perceptual Carrying Capacity)

ความสามารถในการรองรับทางด้านนิเวศวิทยา (Ecological Carrying Capacity) หมายถึง ระดับการใช้ประโยชน์สูงสุดของพื้นที่ที่จะแบกรับได้ ก่อนที่สภาพแวดล้อมหรือระบบนิเวศจะเสื่อมโทรมลงจนยากที่จะแก้ไขให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ ซึ่งในแต่ละพื้นที่ก็จะมี

ความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยาที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ ความถี่ ความเข้มข้น และการกระจายตัวของการใช้สอยพื้นที่ ในระบบนิเวศอันประกอบด้วย ผู้ผลิต (Producers) ผู้บริโภค (Consumers) ผู้ย่อยสลาย (Decomposers) และผู้เอื้อหนุน (Supporters or Nutrient pool) ถ้าสัดส่วนของทั้ง 4 ระบบย่อยนี้มีความเหมาะสมแล้ว สิ่งแวดล้อมนั้นจะอยู่ในภาวะสมดุล ขีดความสามารถในการรองรับจึงขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณ และสัดส่วนขององค์ประกอบของระบบสิ่งแวดล้อมนั้น และรวมถึงปัจจัยแวดล้อมอื่นๆด้วย เช่น สภาพทางกายภาพ ชีวะภาพ และเคมี เป็นต้น (เกษม, 2524 อ้างถึงใน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2531: 2-1 ถึง 2-2)

นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรธรรมชาติกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรก็มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับด้วย ในบทความเกี่ยวกับหลักการของประชากร (An Essay on the Principle of Population) กล่าวว่า “ในขณะที่การเพิ่มประชากรของมนุษย์เพิ่มเป็นแบบอนุกรมเรขาคณิต (Geometric progression) คือ วิธีการเพิ่มแบบทวีคูณนั้น ผลผลิตของอาหารจะเพิ่มเป็นอนุกรมเลขคณิต (Arithmetic progression) ดังนั้นในอนาคต ประชากรของมนุษย์จะถูกควบคุมด้วยปริมาณอาหาร” (จิรากรณ์, 2540: 207) จากความสัมพันธ์ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของประชากรก็ย่อมจะหมายถึงความเสื่อมโทรมที่ตามมา ซึ่งในฐานะนักวางแผนทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนภูมิทัศน์ โดยเฉพาะส่วนที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับระบบนิเวศ จำเป็นต้องพิจารณาสิ่งต่างๆต่อไปนี้ (สุวัฒนา,2523 อ้างถึงใน สุนทรี, 2540: 12)

1. ความสามารถในการรองรับประชากรของระบบธรรมชาติให้เกิดความสมดุลในเชิงระบบนิเวศวิทยา เนื่องจากมนุษย์เป็นองค์ประกอบหนึ่งในระบบนิเวศวิทยา ซึ่งจะต้องมีความสมดุลกับปัจจัยด้านอื่นๆ

2. จะต้องคำนึงถึงพื้นที่ในบางบริเวณที่มีลักษณะเปราะบาง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายมาก

3. นักวางแผนต้องรู้ว่าองค์ประกอบของธรรมชาติใดที่สามารถฟื้นฟูได้ และประเภทใดที่ไม่สามารถฟื้นฟูได้อีกหลังจากเสื่อมสภาพไปแล้ว

ดังนั้น การนำแนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยามาประยุกต์ใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์ ด้วยการคำนึงถึงผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ จะช่วยทำให้การตัดสินใจ ในการวางแผนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นที่เกี่ยวกับทางนิเวศวิทยา (Ecological Approach) นั้นมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

1.2 ปัญหาและความสำคัญของปัญหา (Problem Statement)

การประยุกต์แนวคิดขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา (Ecological Carrying Capacity) ในการวางแผนภูมิทัศน์นั้นยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ เนื่องจากขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยานั้น สามารถแปรเปลี่ยนหรือมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ตามความแตกต่างของสภาพพื้นที่ศึกษา, เวลา และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ถึงแม้ว่าจะมีปัจจัยที่สามารถบ่งชี้ปัญหาทางระบบนิเวศวิทยาได้หลายปัจจัย ในการเลือกปัจจัยที่จะใช้วัดขีดความสามารถจึงต้องทำด้วยความระมัดระวังว่าปัจจัยนั้นจะสามารถสะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆนั้นๆได้อย่างไร ดังเช่นตัวอย่างของการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับ ดังนี้ (สุนทรี, 2540: 34-36)

- การศึกษาขีดความสามารถในการรองรับการพัฒนาการท่องเที่ยวของแหล่งท่องเที่ยวเกาะสมุย (Carrying Capacity for Tourism Development of ko Samui Tourism Area) โดย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2531) ได้ยึดหลักความสามารถในด้านการจัดหาน้ำประปา โดยการผลิตน้ำประปาตามโครงการประปาส่วนภูมิภาคที่สามารถจ่ายน้ำได้วันละ 5,000 ลบ.ม. จึงแสดงให้เห็นว่าสามารถรับนักท่องเที่ยวได้ไม่เกิน 14,200 คน/วัน
- การศึกษาขีดความสามารถที่จะรองรับด้านการท่องเที่ยวของอุทยานแห่งชาติตะรุเตา โดยสำนักบริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2535 อ้างถึงใน สุนทรี, 2540: 35)) พบว่าเกาะตะรุเตาจะสามารถรองรับนักท่องเที่ยวและเจ้าหน้าที่ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ 1,100 – 2,800 คน/วัน หรือสูงสุดเพียง 1,152 คน/วัน ซึ่งในการกำหนดศักยภาพของพื้นที่ได้ใช้วิธีการคำนวณหาความสามารถของการรองรับในด้านกายภาพ
  สิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศ สังคม ภูมิทัศน์ และการรองรับของเสียและมลพิษ จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาซ้อนทับกัน จึงทำให้เห็นว่าปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาคือปัญหาด้านสาธารณูปโภค อันได้แก่ น้ำอุปโภคและบริโภค ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากสภาพภูมิประเทศ
- การประเมินขีดความสามารถในการรองรับของเกาะพีพี โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2535 อ้างถึงใน สุนทรี, 2540: 36) ได้มีการกำหนดพื้นที่ท่องเที่ยวโดยอาศัยวิธีวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ (Potential Surface Analysis) ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ความลาดชัน ระยะห่างจากทะเล การถือครองที่ดิน และการใช้ที่ดิน เพื่อที่จะสามารถสร้างพื้นที่จำกัดการท่องเที่ยว (Territorial Threshold) และเพื่อที่จำกัดด้านคุณภาพของปัจจัยต่างๆ (Qualitative Threshold) ซึ่งจะทำให้ได้ค่าความเหมาะสมของพื้นที่

การที่จะสามารถบอกได้ว่าพื้นที่หรือสภาพแวดล้อมหนึ่งๆถึงจุดที่เหมาะสมที่สุด คือสิ่งที่ปรากฏขึ้นให้เห็นในธรรมชาติ หรือสภาวะแวดล้อมจริงๆนั้นแสดงออกมา ซึ่งตราบใดที่สภาวะแวดล้อมยังคงเป็นปกติ แสดงว่าสภาวะแวดล้อมนั้นอาจจะอยู่ในช่วงของขีดความสามารถหรือต่ำกว่า และเมื่อเกิดมีสิ่งบ่งชี้ (Indicator) ที่บอกถึงความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้น เช่น การพังทลายของดิน แสดงว่าสภาวะดังกล่าวเกินขีดความสามารถไปแล้ว การบ่งชี้ขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา เพื่อการประยุกต์ใช้ในงานวางแผนภูมิทัศน์จะต้องสามารถกำหนดปัจจัยและตัวบ่งชี้ (Indicator) ของระบบนิเวศที่เหมาะสมเสียก่อน แล้วจึงหาวิธีการวิเคราะห์ขีดความสามารถฯของพื้นที่นั้นต่อไป การกำหนดขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ลงไปอย่างชัดเจนนั้นมีความซับซ้อนอยู่หลายประการ ซึ่งการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช่ในการวิเคราะห์ที่และสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ได้

การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิ คือการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปัจจัยและตัวบ่งชี้เพื่อที่จะกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับฯ แล้วแสดงผลด้วยการซ้อนทับแผนที่ (Overlay) การคำนวณทางคอมพิวเตอร์ ตลอดจนการใช้ระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System - GIS) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ จะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์และประเมินพื้นที่ตลอดจนการกำหนดแนวทางการวางแผนภูมิทัศน์ที่เหมาะสมต่อไปได้

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา (Ecological carrying capacity) ด้วยการกำหนดปัจจัยและตัวบ่งชี้ (Indicator) ที่เหมาะสมกับพื้นที่ทางธรรมชาติ
2. เพื่อศึกษาและประยุกต์การใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิ (Spatial Model) สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ในการวางแผนภูมิทัศน์
3. เพื่อเสนอแนวทางและกรอบแนวคิด (Conceptual Framework) ของขีดความสามารถในการรองรับฯ ที่ใช้ประกอบการวางแผนภูมิทัศน์

1.4 ขอบเขตของการวิจัยและกรอบแนวคิดในการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตการวิจัย

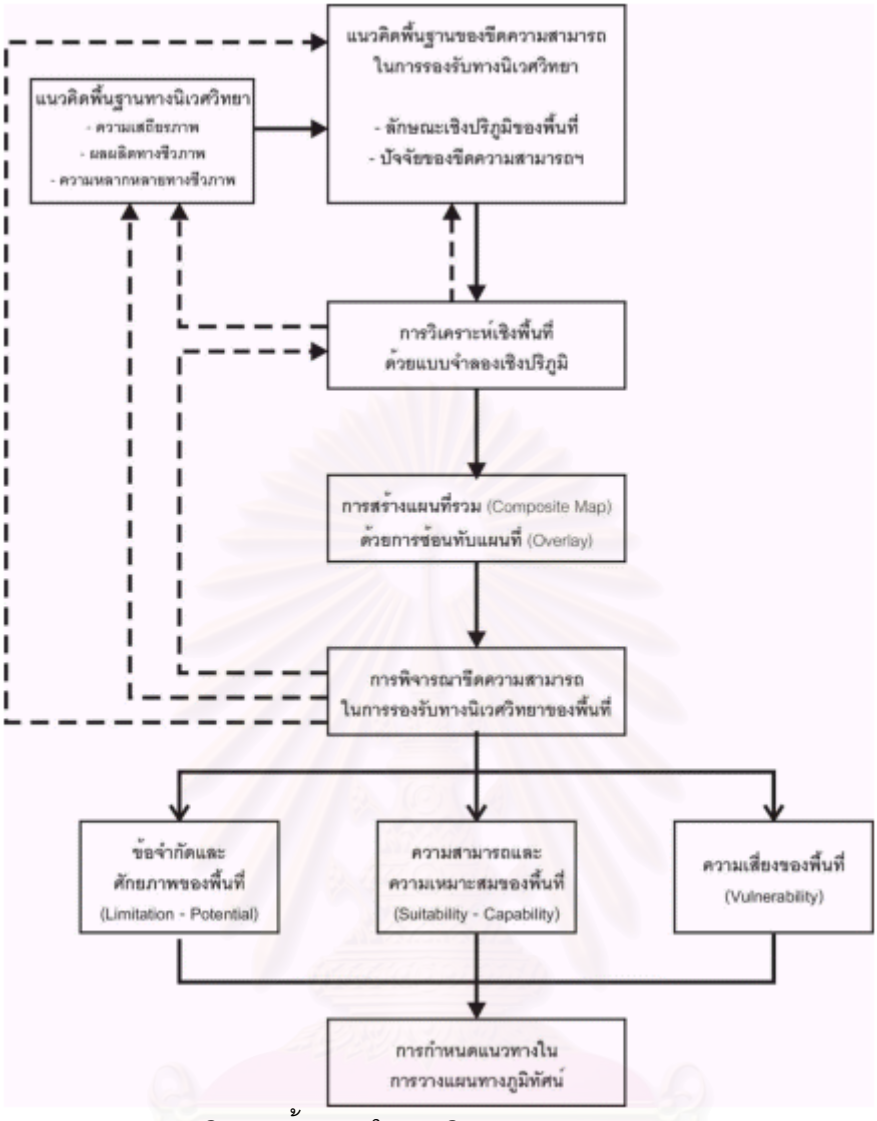
1. ศึกษาแนวความคิดพื้นฐานและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศภูมิทัศน์ (Landscape Ecology) ที่มีผลต่อการควบคุมหรือจำกัดบทบาทและหน้าที่ของภูมิทัศน์ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์
2. ศึกษาการสร้างและใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิ (Spatial Model) เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่ได้อย่างเหมาะสม
3. ศึกษาแนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา (Ecological Carrying Capacity) ในการรักษาระดับคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Ecological Health) ที่เหมาะสมกับระบบนิเวศบนบก (Terrestrial Ecosystem) เพื่อที่จะสามารถนำมาใช้ประกอบการวางแผนภูมิทัศน์

1.4.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

แนวทางการวางแผนภูมิทัศน์ด้วยการประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา มีกรอบแนวคิดในการวิจัยจากพื้นฐานความคิดทางนิเวศวิทยา ด้วยการคำนึงถึงการรักษาความสมดุลและความหลากหลายของระบบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ ดังนี้

- ลักษณะเชิงปริภูมิของพื้นที่หรือสิ่งแวดล้อม (ดนัย, 2544ก, 117)
- ปัจจัยของขีดความสามารถในการรองรับฯ (Gysel, 1974 อ้างถึงใน ชุมพล, 2526: 2-2)

การใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิ ต้องคำนึงถึงความสามารถสูงสุดของพื้นที่หรือสิ่งแวดล้อม (Schnerider et.al, 1978: 1) เพื่อกำหนดปัจจัยและตัวบ่งชี้ (Indicator) ของการเปลี่ยนแปลง และแสดงความสัมพันธ์เชิงปริภูมิของพื้นที่จากปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง แล้วใช้วิธีการซ้อนทับกัน (Overlay Technique) ของชั้นข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาพิจารณาขีดความสามารถฯของพื้นที่ ในลักษณะต่างๆและกำหนดทางเลือกของการจัดการพื้นที่ในการวางแผนภูมิทัศน์ต่อไป ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดของขั้นตอนในการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อสามารถใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา (Spatial Ecological Carrying Capacity Model) มาใช้ประกอบการวางแผนภูมิทัศน์ เพื่อช่วยคาดการณ์หรือ ทำนาย (Predication) ผลกระทบ (Impact) ต่อระบบนิเวศที่อาจเกิดขึ้นได้จากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่
2. เพื่อเป็นแนวทางในการวางกรอบแนวคิด (Conceptual Framework) ประกอบกระบวนการวางแผนภูมิทัศน์และการจัดการพื้นที่ทางธรรมชาติ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันต่อไปได้

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนทบทวนผลการศึกษา (Literature Review) ที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมวิธีการและเกณฑ์ในการพิจารณา รวมถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องและตัวบ่งชี้ (Indicator) ของระบบนิเวศ ที่จะสามารถนำมาใช้หรือเป็นแนวทางการศึกษารายละเอียด ดังนี้
   - แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการวางแผนภูมิทัศน์
   - แนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศและนิเวศภูมิทัศน์
   - แนวคิดเกี่ยวกับขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา
   - แนวคิดและวิธีการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิเพื่อการวิเคราะห์พื้นที่ในงานวางแผนภูมิทัศน์
2. การเก็บและรวบรวมข้อมูล
   2.1 แหล่งข้อมูล
   - ข้อมูลจากการศึกษาที่มีอยู่แล้ว เช่น กรณีศึกษาขีดความสามารถในการรองรับการพัฒนาการท่องเที่ยวของแหล่งท่องเที่ยวเกาะสมุย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย)
   - เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้แก่ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดิน และกรมทัพยากรธรณี เป็นต้น

   2.2 ประเภทของข้อมูล

   ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางนิเวศภูมิทัศน์ ได้แก่ สัตว์ป่า (Wildlife) พืชพรรณ (Vegetation) ดิน (Soil) ธรณีสัณฐาน (Geology) น้ำ (Hydrology) ลักษณะภูมิประเทศ (Physiography) และภูมิอากาศ (Climate)

3. กำหนดปัจจัยและตัวบ่งชี้ (Indicator) ของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา (Ecological Carrying capacity) เพื่อกำหนดโครงสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิ

4. กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาปัจจัยและตัวบ่งชี้ (Indicator) ของขีดความสามารถในการรองรับฯที่เหมาะสมกับแบบจำลองเชิงปริภูมิ

5. จัดทำข้อสรุปและเสนอแนะผลของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการสรุปการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิ (Spatial Model) ของแนวคิดขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา (Ecological Carrying Capacity) ที่เหมาะสมต่อการวางแผนภูมิทัศน์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวทางการวางแผนภูมิทัศน์ที่เน้นถึงความสำคัญของระบบนิเวศ (Ecological Approach) เป็นแนวคิดหนึ่งที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน การทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบนิเวศ (Ecosystem) และนิเวศภูมิทัศน์ (Landscape Ecology) จึงเป็นสิ่งสำคัญ เพราะภูมิทัศน์ (Landscape) นั้นเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศ มีความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางกายภาพ ชีวภาพ และสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ การวางแผนภูมิทัศน์ที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่จนถึงระดับที่พื้นที่นั้นไม่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อีก ความสมดุลภายในระบบก็จะสูญเสียไป ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของพื้นที่ ดังนั้นการนำแนวความคิดของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา (Ecological Carrying Capacity) มาประยุกต์ใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์จะช่วยให้การวิเคราะห์พื้นที่ ตลอดจนการกำหนดแนวทางในการจัดการพื้นที่ เกิดความเหมาะสมและสอดคล้องกับขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ได้

การวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่นั้น จะเข้ามามีส่วนในกระบวนการวางแผนภูมิทัศน์ตั้งแต่ขั้นตอนของการกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์และการประเมินพื้นที่ ตลอดจนการกำหนดแนวทางในการตัดสินใจ ซึ่งการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิเพื่อการวิเคราะห์พื้นที่ จะสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงปริภูมิระหว่างองค์ประกอบของภูมิทัศน์ทั้งสิ่งที่มีชีวิต (สัตว์ป่า และพืชพรรณ) และสิ่งที่ไม่มีชีวิต (ดิน ธรณีสัณฐาน น้ำ ภูมิประเทศ และภูมิอากาศ) และกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับฯ ตลอดจนคาดการณ์ผลกระทบต่อระบบนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ได้ ซึ่งผลที่ได้จากวิธีการดังกล่าวนี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการวางแผนภูมิทัศน์ต่อไปได้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนทางภูมิทัศน์

2.1.1 ความหมายและแนวคิด

การวางแผนภูมิทัศน์เป็นการวางแผนอย่างหนึ่ง เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรหรือการใช้ทรัพยากรอย่างสมเหตุสมผล เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุดแก่มนุษย์ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว (R.D. Robert. ,1984:1 อ้างถึงใน สุวัฒนา, 2544: 4)

การวางแผนภูมิทัศน์ (Landscape Planning) หมายถึง การจัดการกับทรัพยากรในระดับต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการของมนุษย์ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ รูปทรงที่ดิน (Landform) พืชพรรณ (Vegetation) เป็นต้น เช่นเดียวกับการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Planning) ที่มุ่งเน้นการจัดการทรัพยากรทางธรรมชาติและคุณลักษณะของสภาพแวดล้อมเป็นหลัก และต้องมีการคำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากภูมิทัศน์อย่างชาญฉลาดและมี

ความยั่งยืน ขึ้นอยู่กับความรู้และความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับภูมิทัศน์ ดังนั้นการวางแผนภูมิทัศน์จะต้องปรับให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหลักการทางนิเวศวิทยาเพื่อให้การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมนั้นมีความเหมาะสมที่สุดอีกด้วย (Laurie, 1986: 106 –107; Thompson et.al.,1997:11; Van Lier, 1994:3)

การวางแผนภูมิทัศน์จึงประกอบด้วยส่วนที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือการค้นคว้าและวิจัย และส่วนที่เกี่ยวกับการออกแบบและวางแผน และทั้งสองส่วนนี้ต่างก็นำไปสู่การกำหนดนโยบายและแนวทางในการปฏิบัติทั้งสิ้น (Dramstad, 1996; Fabos, 1979) ซึ่งแนวทางการวางแผนภูมิทัศน์นั้นมีหลายแนวทางด้วยกัน โดยแต่ละแนวทางก็จะให้ผลและแนวทางในการปฏิบัติที่แตกต่างกัน สามารถจำแนกแนวทางการวางแผนภูมิทัศน์ออกเป็น 4 แนวทางหลักๆดังนี้ (Laux, 1983: 1 – 22)

1. แนวคิดทางด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic Approaches)

วัตถุประสงค์หลักคือการรักษาผลประโยชน์สูงสุดของแต่ละบุคคล ด้วยการจัดสรรทรัพยากรอย่างอิสระเสรีตามหลักการตลาด โดยพิจารณาว่าทรัพยากรธรรมชาตินั้นมีค่าเช่นเดียวกับทรัพยากรอื่นๆ กล่าวคือเป็นทรัพยากรที่มีราคาเช่นเดียวกับสินค้าหรือการบริการในระบบการตลาด แนวคิดนี้จึงเหมาะสมกับงานสาธารณะขนาดใหญ่ เช่น งานที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนและจัดการระบบสาธารณูปโภค (Infrastructure) ของเมือง

2. แนวคิดทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental System Approaches)

เป็นแนวคิดที่คำนึงถึงระบบนิเวศเป็นหลัก โดยไม่มีการนำเอาแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์ สังคม และการเมืองเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยตระหนักว่ามนุษย์เป็นเพียงส่วนหนึ่งของธรรมชาติเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงใดๆในระบบจึงควรเป็นไปตามกระบวนการทางธรรมชาติ

การนำแนวคิดนี้ไปประยุกต์ใช้จำเป็นจะต้องทำความเข้าใจถึงความซับซ้อน (Complexity) และความเป็นพลวัตร (Dynamic) ของระบบนิเวศ โดยได้มีการนำแนวคิดนี้ไปใช้ในการวางแผนทั้งการประยุกต์ของแนวคิดทางชีวภาพ (Biological Ecology) ที่คำนึงถึงความหลากหลายและเสถียรภาพของระบบ การใช้แนวคิดขีดความสามารถในการรองรับฯและการควบคุมการเจริญเติบโต (Limit to growth) ตลอดจนการประยุกต์ใช้ในนิเวศภูมิทัศน์ (Landscape Ecology)

3. แนวคิดทางด้านคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Environmental Value Approaches)

เป็นแนวคิดที่มีการกำหนดคุณค่าของสภาพแวดล้อมจากความต้องการและการใช้ประโยชน์ของชุมชนและสังคมเป็นหลัก ตลอดจนการนำแนวคิดการมีส่วนร่วมของประชาชน (Participatory) มาใช้ในกระบวนการตัดสินใจ แนวคิดนี้จึงมีบทบาทสำคัญในการประสานแนวคิด

ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง โดยเฉพาะความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างชุมชนกับนักวิชาการหรือผู้เชี่ยวชาญ เช่น การประเมินคุณค่าทางสายตาของภูมิทัศน์เพื่อการอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่ เป็นต้น

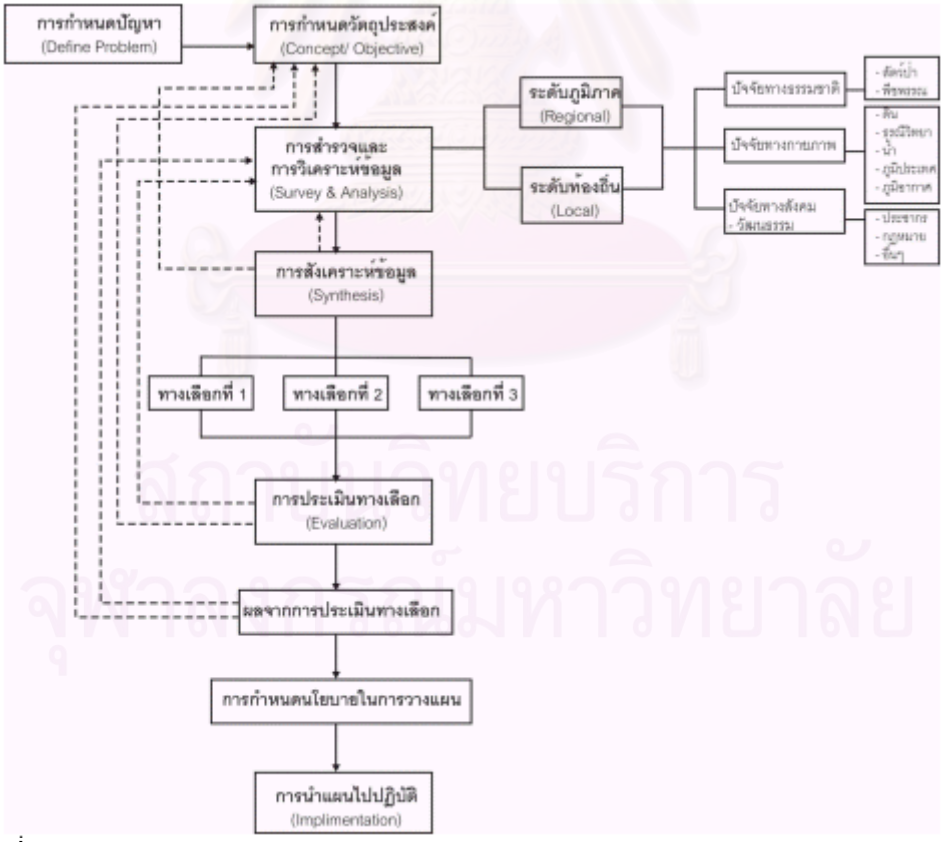
4. แนวคิดทางด้านการปฏิบัติ (Process-Oriented Approaches)

เป็นแนวคิดที่มีการคำนึงถึงความเป็นไปได้ทางการเมือง การออกกฎหมาย และข้อกำหนดต่างๆเพื่อพยายามให้ทฤษฎีและแนวคิดในการวางแผนภูมิทัศน์มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากที่สุด

2.1.2 กระบวนการวางแผนภูมิทัศน์

กระบวนการวางแผนภูมิทัศน์ สามารถแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ (Laurie, 1986: 107 - 116)

1. การสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูล (Survey and Analysis)
2. การประเมิน (Evaluation)
3. การกำหนดนโยบายและการออกแบบ (Policy and Design Solution)
4. การนำไปปฏิบัติ (Implementation)



แผนภูมิที่ 2 แสดงกระบวนการวางแผนภูมิทัศน์

ที่มา: ดัดแปลงจาก Laurie, 1986: 107 - 116

1. การสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูล (Survey and Analysis)

การสำรวจก็คือการประเมินสภาพที่ตั้งในเบื้องต้น โดยจำแนกประเภทของข้อมูลออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1) ปัจจัยทางธรรมชาติ (Natural Factors) เป็นปัจจัยพื้นฐานทางนิเวศวิทยาทั้งสิ่งที่มีชีวิต (Biotic) และสิ่งที่ไม่มีชีวิต (Abiotic) เพื่อบ่งชี้ถึงลักษณะของภูมิทัศน์ รายละเอียดของข้อมูลจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ และปัจจัยดังกล่าวจะต้องสามารถอธิบายถึงวิวัฒนาการและความเป็นมาของสภาพแวดล้อมได้ด้วย
2) ปัจจัยทางกายภาพและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man made Factors) เป็นปัจจัยทางกายภาพที่เกี่ยวกับสิ่งก่อสร้างและการกระทำของมนุษย์ เช่น โครงข่ายคมนาคมขนส่ง ระบบสาธารณูปโภค-สาธารณูปการ การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น
3) ปัจจัยทางสังคม (Social Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับ คน สังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม รวมถึงการวิเคราะห์คุณภาพทางสายตา ข้อมูลเหล่านี้จะมีความหลากหลายและความซับซ้อนมาก ขึ้นอยู่กับสถานการณ์นั้นๆ

2. การประเมิน (Evaluation) โดยทั่วไปแล้วเราจะทำการประเมินภูมิทัศน์ด้วยคุณค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic Values) คุณค่าเกี่ยวกับความงาม (Aesthetic Values) และคุณค่าทางด้านนิเวศวิทยา (Ecological Values) ดังนั้นในการจัดการกับพื้นที่ใดๆก็ตามจึงมุ่งเน้นที่ความพอดีและเหมาะสมกับสุขภาพของระบบนิเวศ ความสวยงาม เพื่อให้เกิดความสอดคล้องระหว่างการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศกับการจัดการพื้นที่ทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์และเทคโนโลยี

ดังนั้นในการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาประเมินพื้นที่นั้น ต้องมีการเข้าใจถึงกระบวนการทางธรรมชาติ ความเหมาะสมของพื้นที่ และการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น เพื่อทำการประเมินภูมิทัศน์ในแง่ของคุณค่าของความหายาก ข้อจำกัดของการพัฒนา โอกาสของการนำไปใช้ ผลกระทบต่อระบบนิเวศ และระดับความมากน้อยที่ระบบของธรรมชาติยังคงทนทานต่อการรบกวนได้ โดยต้องคำนึงถึง

1) ความเหมาะสมของเกณฑ์ในการประเมินภูมิทัศน์ (Landscape Criteria) เกณฑ์ในการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับบริบททางธรรมชาติ ทางกายภาพและทางสังคมวัฒนธรรม สามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- ทางเศรษฐศาสตร์ (Economic)
- เกี่ยวกับสุขภาพและความปลอดภัยของระบบนิเวศ (Ecological Health and Safety)
- คุณภาพทางสายตา (Visual Quality)

2) การศึกษาผลกระทบของการใช้ที่ดินในลักษณะต่างๆ ผลกระทบที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ แต่ระดับความมากน้อยก็สืบเนื่องมาจากความสอดคล้องของรูปแบบการใช้ที่ดินกับความสามารถของพื้นที่

ดังนั้น ในขั้นตอนของการประเมินพื้นที่ ก็คือการหาความสามารถของพื้นที่เพื่อการกำหนดการใช้ประโยชน์จากพื้นที่และทำให้เกิดผลกระทบน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

3. การกำหนดนโยบายและแนวทางการออกแบบ (Policy and Design Solution)

เป็นการกำหนดและประเมินทางเลือก (Alternative) ในการวางแผน จากการประมวลแนวคิดประกอบกับการวิเคราะห์และประเมินพื้นที่ในขั้นตอนที่ 1 และ 2 และมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวางแผนภูมิทัศน์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดนโยบายในการจัดการและการวางแผนภูมิทัศน์ด้วย

4. การนำไปปฏิบัติ (Implementation) การนำแผนที่ได้กำหนดไว้ไปให้เป็นผลในทางปฏิบัตินั้น จำเป็นจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและมีการควบคุมในทางกฎหมายด้วย เช่น การกำหนด Zoning การชดเชยค่าเสียหายที่เกิดขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่ถูก

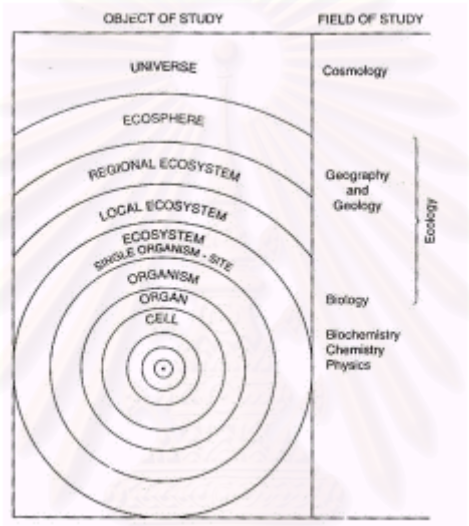
จากแนวทางการวางแผนภูมิทัศน์ทั้ง 4 แนวคิด ต่างก็มีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป การพิจารณาแนวทางการวางแผนจึงจะต้องดูว่าแนวทางใดจะสามารถช่วยวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสมที่สุด แนวคิดทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental System Approach) ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่มีการใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการประยุกต์แนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่เพื่อการวางแผนภูมิทัศน์นั้น จะเข้ามามีส่วนตั้งแต่ขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และประเมินพื้นที่ ดังนั้นการทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบนิเวศ (Ecosystem) และนิเวศภูมิทัศน์ (Landscape Ecology) จึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการประยุกต์ใช้แนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับฯ เพื่อใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์ต่อไป

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับนิเวศภูมิทัศน์ (Landscape Ecology)

2.2.1 ความหมายและแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับนิเวศภูมิทัศน์

1. ความหมาย

นิเวศวิทยาเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การจำแนกศาสตร์ทางนิเวศวิทยาส่วนใหญ่จึงแยกตามกลุ่มหรือลักษณะของสิ่งมีชีวิตหรือตามสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต เริ่มตั้งแต่ระบบสิ่งมีชีวิตแต่ละตัว ระบบนิเวศและกลุ่มสิ่งมีชีวิต จนครอบคลุมถึงภูมิทัศน์ (Landscape) อีโคสเฟียร์และโลก ซึ่งมีลักษณะของการศึกษาแบบองค์รวม



ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ในระบบสิ่งแวดล้อม

ที่มา: Barnes et.al, 1980: 4

ระบบนิเวศ (Ecosystem) หมายถึง ระบบของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะมีความแปรผันของระบบตามปัจจัยแวดล้อม ความสัมพันธ์ของระบบนิเวศจึงมุ่งเน้นที่โครงสร้าง (Structure) ขององค์ประกอบทั้งที่เป็นสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต และหน้าที่ขององค์ประกอบในระบบนิเวศ (Function) หมายถึง การทำงานเพื่อก่อให้เกิดระบบที่สามารถดำเนินไปได้โดยราบรื่น (Tansley, 1935 อ้างถึงใน อุทิศ, 2535: 16)

ได้มีผู้ให้คำจำกัดความของ Land ว่าเป็นการรวมกันขององค์ประกอบต่างๆที่มีอยู่จริง ได้แก่ ดิน พืชพรรณ และสัตว์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างสลับซับซ้อน ภูมิทัศน์จึงเป็นเรื่องของความสัมพันธ์ทั้งองค์ประกอบทางกายภาพ ชีวภาพและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์และกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นด้วย หรืออีกนัยหนึ่งภูมิทัศน์ก็คือ ระบบนิเวศที่เป็นระบบที่เปิดอยู่บนผิวโลก ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ, ชีวภาพ และสังคม วัฒนธรรม ซึ่งปัจจัยต่างๆเหล่านี้ต่างก็มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนในเชิง 3 มิติ กล่าวคือ ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง (Leopold,1949; Vink: 1980; Zonneveled, 1989 อ้างถึงใน ดนัย: 2544ข, 118)

ดังนั้นนิเวศภูมิทัศน์ (Landscape Ecology) คือการศึกษาแบบองค์รวมในบริเวณพื้นที่หนึ่ง ซึ่งประกอบไปด้วยระบบนิเวศที่มีความหลากหลายมารวมกัน เป็นการศึกษาเกี่ยวกับภูมิทัศน์ในระบบนิเวศอย่างกว้างๆ ที่มีการตระหนักถึงความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ทั้งในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา (Spatial and Temporal) ขององค์ประกอบที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตของภูมิทัศน์นั้นที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงบทบาทและหน้าที่ของภูมิทัศน์นั้น (Forman and Gordon: 1986 อ้างถึงใน ดนัย: 2544ข, 119)

2. แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับนิเวศภูมิทัศน์

จากแนวคิดทางนิเวศวิทยาที่กล่าวว่า “ระบบทั้งหมดมีความสำคัญมากกว่าผลรวมของแต่ละส่วนย่อยทั้งหมด” (Odum, 1953 อ้างถึงใน จิรากรณ์, 2540: 10) มีการคำนึงถึงความเชื่อมโยงระหว่างกันของส่วนต่างๆในระบบที่เป็นหนึ่งเดียว เป็นผลให้เกิดวิธีการศึกษาแบบองค์รวมทางนิเวศวิทยาขึ้น จึงสามารถนำแนวคิดพื้นฐานทางนิเวศวิทยาบางประการที่มีความสอดคล้องกับการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยาของพื้นที่ ได้ดังนี้

2.1 การสร้างผลผลิต (Productivity)

การสร้างผลผลิตมวลชีวภาพ (Productivity) นั้นเป็นคุณสมบัติของระบบนิเวศที่สำคัญประการหนึ่ง เป็นดัชนีบอกถึงผลของปัจจัย กระบวนการและปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในระบบ ถ้าอัตราการสร้างผลผลิตมวลชีวภาพค่อนข้างคงที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก หมายความว่าสิ่งแวดล้อมไม่มีการเปลี่ยนแปลงการสร้างผลผลิต และถ้าอัตราการสร้างผลผลิตมวลชีวภาพเปลี่ยนแปลง ก็หมายความว่าสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมกระบวนการสร้างผลผลิตมีการเปลี่ยนแปลงไปหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่สำคัญเกิดขึ้น ดังนั้นถ้ามีผลผลิตสูง ก็หมายถึงความอุดมสมบูรณ์ของบริเวณนั้นสูง ทำให้พื้นที่นั้นสามารถรองรับจำนวนชนิดได้มากกว่าในบริเวณที่มีผลผลิตต่ำ(จิรากรณ์, 2540: 70 – 72)

2.2 เสถียรภาพของระบบ (System Stability)

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพใดๆ จะส่งผลต่อกระบวนการและวิวัฒนาการของระบบทั้งด้านโครงสร้างและการทำงาน ทำให้ระบบนั้นมีสภาวะที่มีเสถียรภาพภายในขีดจำกัดของการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทางกายภาพหนึ่ง ถ้ามีปัจจัยใดมาทำลายความสัมพันธ์ระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมนี้ จะมีผลทำลาย*ความสมดุล*ระหว่างโครงสร้าง จนทำให้ระบบนั้นมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบไปจากเดิมและพังทลายได้ ความเสถียรภาพของระบบสามารถนำมาอธิบายขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ได้ดังนี้ (จิรากรณ์, 2540: 59)

1) เสถียรภาพที่คงทน (Resistance Stability) คือ ความสามารถของระบบที่ทนต่อแรงกระทำหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม โดยยังสามารถรักษาโครงสร้างและสภาวะการทำงานตามปกติเอาไว้ได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อการเปลี่ยนแปลงในสิ่งแวดล้อมนั้นเกินกว่าที่ระบบนั้นๆจะทานทนได้ ก็จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานเกิดขึ้น

2) เสถียรภาพที่ยืดหยุ่น (Resilience Stability) คือ ความสามารถของระบบที่จะฟื้นตัวได้เร็วช้าเพียงใดจากแรงกระทำที่มีต่อระบบนั้น

เสถียรภาพที่คงทนและเสถียรภาพที่ยืดหยุ่น จะเป็นมาตราในการวัดวัดเสถียรภาพที่คงทนของระบบได้ ถ้าระบบนี้ใช้เวลาในการฟื้นตัวให้กลับเข้าสู่สภาวะปกติน้อย แสดงว่าระบบนั้นมีเสถียรภาพที่ยืดหยุ่นสูง เวลาที่ใช้ในการฟื้นตัวเร็วหรือช้าก็เป็นมาตราที่ใช้วัดเสถียรภาพที่ยืดหยุ่นของระบบ โดยปกติแล้วระบบที่มีเสถียรภาพที่คงทนสูงก็จะมีเสถียรภาพที่ยืดหยุ่นต่ำหรือในทางกลับกัน ระบบที่มีเสถียรภาพที่คงทนต่ำก็จะมีเสถียรภาพที่ยืดหยุ่นสูง

2.3 ความหลากหลายทางนิเวศวิทยา (Ecological Diversity)

ความหลากหลายของระบบนิเวศนั้นสามารถจำแนกเป็น 3 ประเด็น คือ (สมศักดิ์, 2537: 53-55)

1) ความหลากหลายถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติ (Habitat Diversity) บริเวณที่มีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติหลากหลาย ก็จะมีสิ่งมีชีวิตหลากหลายตามไปด้วย และสิ่งมีชีวิตบางชนิดอาศัยถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติหลายรูปแบบ

2) ความหลากหลายของการทดแทน (Successional Diversity) สังคมพืชเป็นสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงและมีการทดแทน ซึ่งกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติจะช่วยรักษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

3) ความหลากหลายของภูมิประเทศ (Landscape Diversity) ในบริเวณที่มีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติมากมาย และมีสังคมพืชในหลายยุคของการทดแทน บริเวณนั้นก็จะมีสิ่งมีชีวิตมากมายหลากหลายรูปแบบ

ดังนั้นบริเวณที่มีความหลากหลายในพื้นที่หนึ่งมากก็ยิ่งจะมีสิ่งมีชีวิตมากตามไปด้วย เนื่องจากบริเวณที่มีความแตกต่างนั้น จะทำให้สิ่งมีชีวิตต่างๆมีการพัฒนาที่เหมาะสมกับแต่ละบริเวณ ทำให้มีความหลากหลายมาก (จิรากรณ์, 2540: 58)

2.2.2 ปัจจัยของนิเวศภูมิทัศน์

1. ปัจจัยที่เป็นสิ่งที่มีชีวิต (Biotic Factors)

1.1 สัตว์ป่า (Wildlife)

ความสัมพันธ์ของสัตว์ป่ากับระบบนิเวศสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ (Elton's niche และ Bailey, 1984 อ้างถึงใน นริศ, 2543: 32)

1) หน้าที่ของสัตว์ป่าในระบบนิเวศ (Animal Function)

2) ตำแหน่งที่อยู่เฉพาะของสัตว์ป่าแต่ละชนิด (Specific Habitat)

สัตว์ป่าจัดเป็นผู้บริโภคในระบบนิเวศ มีบทบาทหน้าที่ (Role and function) แตกต่างกันตามสภาพพื้นที่ (Place) และเวลา (Time) ความหลากหลายและการกระจายของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่แห่งใดแห่งหนึ่ง ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของคุณภาพ (Quality) และปริมาณ (Quantity) ในองค์ประกอบของถิ่นอาศัยนั้นๆ (Habitat)

ปัจจัยเพื่อการดำรงชีวิตของสัตว์ป่า (Welfare Factor)

(เกษม, 2526: 7-7 ถึง 7-9)

1) อาหาร (Food) อาหารของสัตว์ป่าแตกต่างไปตามชนิดของสัตว์และสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันไป ชนิด (Species) ปริมาณ (Abundance) คุณภาพ (Quality) และการกระจาย (Distribution) มีความสำคัญอย่างมาก ดินเป็นแหล่งรวมของแร่ธาตุที่เป็นที่ต้องการของพืชและสัตว์ ในบริเวณที่มีดินดี พืชอาหารสัตว์ก็ย่อมอุดมสมบูรณ์และมีสัตว์ป่าอาศัยอยู่มากด้วย

2) ที่อยู่อาศัย (Cover) หมายถึง บริเวณที่สัตว์ป่าใช้ในการปกปิดกำบังเพื่อหลบหลีกภัยอันตรายต่างๆจากสัตว์ผู้ล่าหรือจากภูมิอากาศ สัตว์ต่างชนิดกันต้องการที่อยู่อาศัยแตกต่างกัน และที่อยู่อาศัยของสัตว์ชนิดเดียวกันก็ยังต้องการองค์ประกอบของที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกันไปตามฤดูกาลด้วย แหล่งหลบภัยของสัตว์ป่าทุกฤดูกาลสามารถอำนวยผลประโยชน์ในเรื่องของอาหาร ซึ่งสัตว์ป่าได้ใช้อาหารเหล่านี้โดยไม่ต้องออกไปหากินไกลๆ

3) น้ำ (Water) น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด และน้ำในบางลักษณะเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากสำหรับที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า (Habitat) ชนิดและปริมาณของน้ำที่สัตว์ต้องการแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ สัตว์ชนิดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำอยู่เป็นระยะไกลจะปรับตัวเองให้มีการเดินทางไกลจากสัตว์ที่อยู่ใกล้บริเวณแหล่งน้ำ

4) อาณาเขตเพื่อการหากินและพื้นที่เพื่อกิจการอื่นๆ (Living Space) สัตว์ป่าแต่ละชนิดต้องการพื้นที่ทำกิจประจำวันที่แน่นอน (Certain amount of space needed) สัตว์แต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของอาหาร ตลอดจนที่อยู่อาศัยที่จำกัดสำหรับสัตว์นั้นๆ หรืออาจจะ

เกี่ยวกับเรื่องการหลบหนีอันตรายจากสัตว์อื่นๆ (Predator) สำหรับบางชนิดอาจจะขึ้นอยู่กับการย้ายถิ่น (Migration)

1.2 พืชพรรณ (Vegetation)

พืชพรรณและสัตว์ป่าเป็นดัชนีที่ใช้ในการบอกระดับในขบวนการฟื้นตัวทางธรรมชาติที่เรียกว่า Succession Stage การศึกษาพืชพรรณในแนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับ จึงเน้นเรื่องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างป่ากับปัจจัยแวดล้อมต่างๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งภายในและภายนอก (อุทิศ 2535: 15)

ปัจจัยแวดล้อม (Environmental Factors) (อุทิศ, 2535: 37-38)

สิ่งมีชีวิตต่างๆ ล้วนมีช่วงความทนทานทางนิเวศวิทยา (Amplitude of tolerance or ecological amplitude) เฉพาะของแต่ละชนิด พืชพันธุ์ชนิดหนึ่งชนิดใดจะขึ้นอยู่ได้ในท้องที่ใดนั้น ปัจจัยแวดล้อมรวมในพื้นที่จะต้องอยู่ในช่วงความทนทานทางนิเวศวิทยาของมันเป็นอันดับแรก ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงขีดความสามารถในการรองรับพื้นที่ของระบบได้ ดังนั้นความสมบูรณ์ของสังคมป่าล้วนถูกควบคุมด้วยความเหมาะสมและความสมบูรณ์ของปัจจัยแวดล้อมที่มีให้ในพื้นที่ ปัจจัยแวดล้อมของป่า สามารถจำแนกได้ดังนี้

1) ปัจจัยที่เกี่ยวกับภูมิอากาศ (Climatic factors) สภาพภูมิอากาศถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อสังคมพืชคลุมดินในแต่ละแถบของโลกหรือในแต่ละส่วนของประเทศผันแปรไป โอกาสที่ชนิดป่าหรือสังคมพืชจะผันแปรไปจะต้องไม่เกินขีดจำกัดของภูมิอากาศที่เปิดโอกาสนี้ ปัจจัยที่อยู่ในกลุ่มของภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณความชื้นในบรรยากาศ ฤดูกาล และลม

2) ปัจจัยที่เกี่ยวกับดิน (Edaphic factors) ดินมีบทบาทให้เกิดความแปรผันของสังคมพืชคลุมดินในที่ต่างๆได้ ปัจจัยที่สำคัญกลุ่มนี้ได้แก่ ชนิดของดิน คุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินชนิดต่างๆ เช่น ดินทรายจัด ดินลูกรัง ดินเหนียว และดินอินทรีย์ที่มีส่วนให้เกิดป่าแตกต่างกันได้

3) ปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ (Topographic factors) ได้แก่ รูปร่างของภูมิประเทศ ระดับความสูงจากน้ำทะเล และทิศทางด้านลาดเท

4) ปัจจัยที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต (Biotic Factor) สัตว์มีผลทำให้ป่าบางชนิดเกิดขึ้นหรือหายไปได้ แต่สัตว์ป่าอาจเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของป่าน้อยกว่าปัจจัยอื่นๆ สำหรับพืชด้วยกันก็มีผลไม่น้อยที่ก่อให้เกิดความแตกต่างในด้านโครงสร้างของป่าแต่ละชนิดด้วย

5) ไฟป่า (Forest fire) ไฟป่าเป็นปัจจัยที่ควบคุมให้ป่าบางชนิดเปลี่ยนไปได้ โดยเฉพาะป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบจะคงอยู่ได้ก็ต้องมีไฟป่าทุกปี หรือสองถึงสามปีครั้ง

2. ปัจจัยที่เป็นสิ่งไม่มีชีวิต (Abiotic Factors)

2.1 ดิน (Soil)

ดินเป็นผลจากการผุพังอยู่กับที่ของหิน มีความแตกต่างจากแห่งหนึ่งไปอีกแห่งหนึ่ง ทั้งคุณภาพและความสามารถที่จะช่วยให้พืชเจริญเติบโต (ธงชัย, 2530: 122) คุณสมบัติต่างๆของดิน เช่น ความลึกของดิน, เนื้อดิน, การซึมผ่านของน้ำใต้ดิน, และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เหล่านี้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ได้

ปัจจัยในการเกิดดิน (Factor in soil formation) (ธงชัย, 2530: 125-126)

1) ภูมิอากาศ (Climate) สภาพภูมิอากาศเกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดดินทั้งทางตรง คือ จากการผุกร่อนของหินจากลมฟ้าอากาศ และทางอ้อมคือ จากการแปรสภาพและการกำเนิดดินชนิดต่างๆตามการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล

2) พืชและสิ่งมีชีวิตในดิน (Biota) พืชและสัตว์มีบทบาทในการกำเนิดดินและการปรุงแต่งดิน เช่น รากพืชจะช่วยยึดดินและป้องกันไม่ให้ลมหรือน้ำพัดพาไป

3) ภูมิประเทศ (Topography) ลักษณะภูมิประเทศจะมีผลโดยตรงต่อการชะล้างหรือสะสมหน้าดิน ระดับความสูงต่ำของพื้นดินจะมีผลต่อการแทรกซึมและการเคลื่อนที่ของน้ำบาดาล ตำแหน่งของน้ำใต้ดินจะสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศ ส่วนระดับความแตกต่างของดินระหว่างความชันด้านเหนือและด้านใต้ ก็สัมพันธ์กับปริมาณแสงแดดและการระเหยด้วย

4) หินต้นกำเนิด (Parent material) ความแตกต่างของหินที่เป็นต้นกำเนิดของดินจะมีผลในระยะแรกของการเกิดดิน แต่ในขั้นสุดท้ายอิทธิพลของภูมิอากาศจะมีบทบาทสำคัญกว่าภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน ซึ่งดินชนิดเดียวกันสามารถพัฒนามาจากหินต่างชนิดกันได้

5) ระยะเวลา (Time) เป็นปัจจัยที่มีขีดจำกัดในการพัฒนาการของดิน ในการสร้างความหนาของชั้นดิน

2.2 ธรณีวิทยา (Geology)

กระบวนการต่างๆตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสัณฐานของแผ่นดิน ซึ่งโครงสร้างทางธรณีวิทยาเป็นปัจจัยควบคุมในการวิวัฒนาการของภูมิประเทศและสัณฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างอุทกศาสตร์และธรณีวิทยาก็มีความสำคัญที่จะเป็นตัวบอกความคงตัวของความลาดชันของพื้นที่และชนิดของหิน เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ได้

ปัจจัยที่มีผลต่อการะบวนการผุพังอยู่กับที่ (Weathering)

(ธงชัย, 2530: 112-113)

1) ชนิดของดิน (Kind of rock) เป็นผลจากอัตราการผุพังของแร่ที่ประกอบขึ้นเป็นหินส่วนต่างกัน ซึ่งทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศที่ต่างกัน

2) ความลาดเท (Slope)

3) ภูมิอากาศ (Climate) ปริมาณความชื้นและความร้อนมากจะช่วยกระตุ้นปฏิกิริยาทางเคมี การผุพังอยู่กับที่จะเกิดในบริเวณที่มีภูมิอากาศชื้นและอบอุ่นได้ลึกกว่าในบริเวณที่แห้งแล้งและหนาว

4) พืชพรรณ (Vegetation) พืชจะยับยั้งทางกายภาพ ยกเว้นรากพืชที่ชอนไชเข้าไปตามรอยแยกในการผุพังทางเคมี พืชจะดูดความชื้นและสารเคมีจากดิน

5) ระยะเวลา (Time)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของมวล (Mass movement)

(ธงชัย, 2530: 132)

1) ความลาด

2) น้ำ ทำให้มวลของดินและหินมีการหล่อลื่น

3) พืช รากพืชบางชนิดจะช่วยทำให้ความลาดเสถียรขึ้น (Slope Stability) และป้องกันมิให้เกิดการไถล

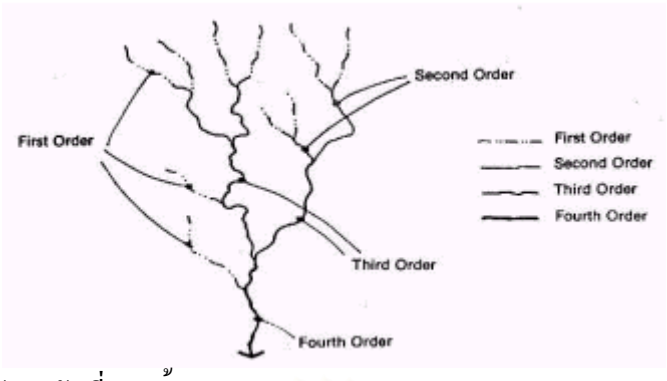
4) ชนิดหิน

5) การผุพังอยู่กับที่

2.3 น้ำ(Hydrology)

ทรัพยากรน้ำแบ่งออกเป็น น้ำผิวดิน (Surface water) และน้ำใต้ดิน (Ground water) ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับน้ำ ประกอบด้วยแหล่งน้ำผิวดินในรูปแบบต่างๆ แหล่งน้ำใต้ดินและความลึกของระดับน้ำใต้ดิน ปริมาณของน้ำใต้ดิน และพื้นที่ลุ่มน้ำ

พื้นที่ลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำ (Watershed area) ของแม่น้ำสายหนึ่ง คือ พื้นที่ซึ่งเมื่อฝนตกลงมาแล้ว น้ำจะไหลรวมกันลงสู่แม่น้ำนั้น ในการวิเคราะห์สัณฐานของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยแบ่งทางน้ำเป็นลำดับที่ (Order) ต่างๆ ทางน้ำลำดับที่หนึ่ง (First order stream) ทางน้ำสายที่สอง และทางน้ำลำดับที่สาม เป็นทางน้ำที่ได้รับน้ำจากลำดับที่หนึ่งและที่สอง ซึ่งจะเป็นเช่นนี้เรื่อยๆไป (จีรพรรณ, 2528: 66 – 67; สุเทพ, 2521: 161)



ภาพที่ 2 แสดงการจัดลำดับที่ทางน้ำ (Stream Order)

ที่มา: Marsh, 1997:169

ปัจจัยที่มีผลต่อน้ำท่ากับลักษณะของพื้นที่รับน้ำ (ประกอบ, 2539: 87-91)

1) ชนิดของดิน (Soil type) มีผลโดยตรงต่อการสูญหายของน้ำฝน ความหนาของชั้นดินและการเรียงตัวของชั้นดินก็มีผลต่อปริมาณและอัตราการซึมลง และการไหลตามผิวดิน

2) ลักษณะการใช้พื้นที่ (Land use) ลักษณะการใช้พื้นที่มีผลต่อปริมาณการสูญหายเนื่องจากการดัก การกักขังบนผิวดิน การคายระเหย และการซึมลง

3) ขนาดของพื้นที่รับน้ำ (Watershed area) พื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่จะมีอัตราการไหลของน้ำท่าสูงสุด (Peak flow) ต่อหน่วยพื้นที่น้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่รับน้ำที่มีขนาดเล็ก

4) รูปร่างของพื้นที่รับน้ำ รูปร่างของพื้นที่รับน้ำมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางของน้ำ พื้นที่รับน้ำที่มีรูปร่างกลมสั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำท่าที่เกิดจากฝนเร็วกว่าและมีอัตราการไหลสูงสุด (Peak flow) มากกว่าพื้นที่รับน้ำที่มีรูปร่างเรียวยาว

5) ความลาดชัน (Slope) ความลาดชันของลุ่มน้ำจะลาดเทในสองทิศทาง คือ จากเส้นขอบเขตของพื้นที่รับน้ำลงสู่ลำน้ำ และจากต้นน้ำไปยังท้ายน้ำ ถ้าความลาดชันของลุ่มน้ำมีมากจะทำให้น้ำหลากตามผิวดินสู่ลำน้ำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีปริมาณมาก

6) ทิศทางการวางตัวของพื้นที่รับน้ำ (Orientation) ทิศทางการวางตัวของพื้นที่รับน้ำ เมื่อพิจารณาร่วมกับการเกิดฝนและการเคลื่อนที่ของฝน

7) สภาพการระบายน้ำของลุ่มน้ำ (Drainage condition) พื้นที่รับน้ำที่มีสาขาต่างๆ มาก มีลำน้ำหลักขนาดใหญ่และมีความยาวมากกว่า จะสามารถระบายน้ำได้สะดวกกว่า

8) สภาพการกักเก็บน้ำ (Storage Characteristics) การกักเก็บน้ำบนผิวดิน เช่น หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ จะมีผลโดยตรงต่อปริมาณและอัตราการไหลของน้ำท่า

9) สภาพการขาดแคลนน้ำใต้ดิน (Soil moisture deficit) ถ้าปริมาณความชื้นอยู่น้อย ฝนที่ตกลงมาจะซึมลงใต้ผิวดินและสูญหายไปเป็นความชื้นในดินเป็นปริมาณมาก

10) สภาพการไหลของน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำท่าส่วนหนึ่งได้มาจากการที่น้ำใต้ดินไหลเสริมเข้าสู่ลำน้ำในบริเวณที่ท้องน้ำติดต่อกันกับชั้นให้น้ำใต้ดิน (Aquifer)

2.4 ลักษณะภูมิประเทศ (Physiography)

ธรณีสัณฐานที่อยู่ภายใต้และขบวนการสลายตัวอย่างช้าๆ เป็นตัวบ่งบอกถึงรูปทรงของแผ่นดิน (Landform) ที่ปรากฏในลักษณะต่างๆกัน เช่น บริเวณที่มีความลาดชัน (Slope) หุบเขา (Valleys) สันเขา (Ridge) และเนินดิน (Knolls) สภาพพื้นผิวของพื้นที่ที่มองเห็นจะครอบคลุมเรื่องของระดับความสูง (Elevation) ความลาดชัน (Slope) และความลาดเท (Aspect)

ความลาดชัน (Slope)

ความลาดชัน (Slope) หมายถึงความลาดเอียงของพื้นที่ หรือเส้นที่เอียง ทำมุมกับแนวระนาบ เช่น ที่ลาดริมเขา พื้นที่ลาดเชิงเขา หรือพื้นที่ราบลุ่มน้ำ การจำแนกช่วงความลาดชันมีการแบ่งในหลายลักษณะด้วยกัน (ดูตารางที่ 3)

ระดับความสูง (Elevation)

หมายถึง ระยะทางในแนวดิ่งระหว่างจุดใดจุดหนึ่ง เมื่อเทียบกับระนาบอ้างอิง (Datum plane) ระนาบอ้างอิงปกติ จะใช้ระดับน้ำทะเล (จีรพรรณ, 2528: 32)

ตารางที่ 1 แสดงระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล

เมตร	ฟุต	เรียกว่า
0 - 200	0 - 600	พื้นที่ต่ำ
200 – 1,500	60 – 4,500	พื้นที่ระดับสูงปานกลาง
มากกว่า 1,500	มากกว่า 4,500	พื้นที่ระดับสูง

ที่มา: จีราพรรณ, 2528: 61

ตารางที่ 2 แสดงระดับความสูงต่ำของพื้นที่

เมตร	ฟุต	เรียกว่า
0 - 200	0 - 600	พื้นที่ราบ
200 – 1,000	60 – 3,000	พื้นที่เนินเขาหรือพื้นที่มีความสูงต่ำปานกลาง
มากกว่า 1,000	มากกว่า 3,000	พื้นที่มีความสูงต่ำมาก หรือพื้นที่ภูเขา

ที่มา: จีรพรรณ, 2528: 60

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบการจำแนกมุมความลาดชัน

Angle (log degree)	A	B	C	D
90	Very steep	Very steep	Cliffed	Overhanging
				Almost vertical
70			Precipitous	Precipitous
45			Very steep	Very steep
30				
20	Steep	Steep	Steep	Steep
18	Mod. Steep		High moderate	Moderately steep
15				
10	Strongly sloping	Mod. Steep		
8	Moderately sloping		Low moderate	Moderate
5		Sloping	Gentle	Gentle
3.5				
3		Gently sloping		
2	Gently sloping		Very high gradient	Very gentle
1				Almost level
0.5	Flat	Flat or almost flat		
0.25			High gradient	Level

A = Eclectic (Curtis, et.al. 1965) B = FAO Soil Survey Manual (1974)

C = Based on equal increments of altan D = Young (1972)

ที่มา: อภิสิทธิ์, 2526: 49

2.5 ลักษณะภูมิอากาศ (Climate)

ลักษณะภูมิอากาศมีความเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิประเทศ พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม และทิศทางของลม ภูมิอากาศเป็นเงื่อนไขของพื้นที่ในแต่ละช่วงเวลา ช่วงข้อมูลในเรื่องของฤดูกาล อุณหภูมิ ทิศทางลม ความชื้น ปริมาณน้ำฝน เป็นตัวบอกถึงสภาพอากาศของพื้นที่ รวมทั้งปัญหาและโอกาสต่างๆในการใช้พื้นที่

ปัจจัยที่ควบคุมลักษณะภูมิอากาศ (ดวงพร, 2536: 5-7)

1) ละติจูด ละติจูดเป็นปัจจัยควบคุมอุณหภูมิอากาศที่สำคัญที่สุด ละติจูดที่แตกต่างกันได้รับพลังงานดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ในละติจูดต่ำดวงอาทิตย์จะได้รับพลังงานอย่างเต็มที่ ต่ำจึงมีอากาศร้อนและกึ่งโซนร้อน

2) พื้นดินและพื้นน้ำ พื้นดินจะได้รับความร้อนเร็วกว่าพื้นน้ำ และเมื่อคายความร้อนจะเย็นลงอย่างเร็วกว่าพื้นน้ำ บริเวณที่ไม่ได้ตั้งอยู่บนชายฝั่งของทวีปในฤดูร้อนจะร้อนมากกว่า

3) ความกดอากาศและลม ในเขตละติจูดกลางจะมีลมฝ่ายตะวันตกพัดอยู่เป็นประจำ ส่วนในเขตละติจูดต่ำจะมีลงฝ่ายตะวันออกพัดอยู่เป็นประจำ ระบบความกดอากาศต่ำและความกดอากาศสูงทำให้อากาศเปลี่ยนแปลงประจำวัน

4) กระแสน้ำในมหาสมุทร ทั้งกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น ซึ่งลมพัดพาไปมีความสำคัญต่อการควบคุมภูมิอากาศ

5) ความสูงของพื้นที่ ตามปกติอุณหภูมิของอากาศจะลดลงตามระดับความสูงของพื้นที่ที่สูงขึ้น ดังนั้นความสูงเป็นปัจจัยควบคุมภูมิอากาศ เทือกเขาสูงที่กีดขวางลมประจำที่พัดตามเขตต่างๆของโลกจะกีดขวางการเคลื่อนที่ของอากาศ ภูเขาด้านที่รับลมจะลอยตัวสูงขึ้นเบื้องบน ทำให้เกิดฝน ส่วนด้านที่ไม่ได้รับลมอากาศจะไหลลงเป็นเขตเงาฝน

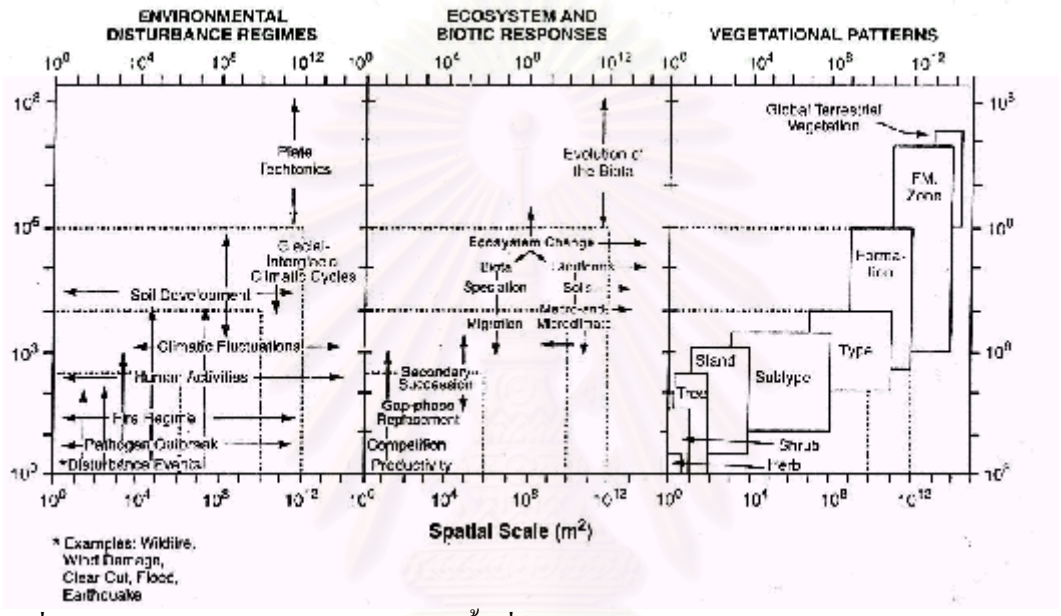
6) ลักษณะท้องถิ่น ท้องถิ่นมีลักษณะแตกต่างกันมีผลต่อภูมิอากาศ เช่น ความลาดเอียงของพื้นดิน ลักษณะพืชพรรณธรรมชาติและดิน

2.2.3. **มาตราการเปลี่ยนแปลงทางภูมิทัศน์** (Landscape Scale)

สิ่งที่ปรากฏให้เห็นอยู่ในปัจจุบันจากองค์ประกอบของนิเวศภูมิทัศน์ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น อาจจะเป็นผลสืบเนื่องที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ในอดีต การเปลี่ยนแปลงนิเวศภูมิทัศน์จึงมีความเกี่ยวข้องทั้งในเรื่องของมาตราทางเวลาและทางพื้นที่ (Spatial – Temporal Scale) (Meentemeyer and Box, 1987 อ้างถึงใน ดนัย, 2544ข: 119) มาตราทางพื้นที่ (Spatial Scale) เป็นเรื่องของ ระยะทาง, ทิศทาง, รูปร่าง, รูปทรง ที่สามารถวัดได้ มาตราทางพื้นที่จึงเป็นสิ่งที่สามารถปรากฏให้เห็นและทำการวัดและเปรียบเทียบได้ง่าย เช่น ขนาดของป่าที่ลดลงเมื่อเกิดการ

บุกรุกพื้นที่ป่าจากการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ ทำให้ขนาดของถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าลดลงซึ่งเราสามารถทำการวัดขนาดของพื้นที่ที่เปลี่ยนไปได้

ส่วนมาตราทางเวลา (Temporal Scale) เหมือนกับการวัดทางพื้นที่ แต่เวลาจะมีเพียงมิติเดียวและทิศทางเดียวเท่านั้น คือระยะเวลาที่สิ่งต่างๆจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเป็นเรื่องของวิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลง จึงเป็นการยากที่จะทำการวัดให้เห็นได้อย่างชัดเจน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆจะใช้เวลาไม่เท่ากัน เช่นวงจรชีวิตของแมลงจะใช้เวลาเพียงไม่กี่วัน แต่การแปรสภาพจากหินมาเป็นดินนั้นอาจใช้เวลานานนับเป็นล้านๆปี เป็นต้น



ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของมาตราเชิงพื้นที่และเชิงเวลา (Spatial –Temporal Scale)
ที่มา: Barnes et.al, 1980: 23

ดังนั้นในการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับฯจากการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ในที่นี้จึงทำการศึกษาเพียงมาตราทางพื้นที่เป็นหลัก ซึ่งการนำมาตราทางเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องนั้นจะมีความซับซ้อนและยุ่งยาก เป็นการยากที่จะเปรียบเทียบขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ได้ในเวลาที่ต่างกัน เพราะการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยบางอย่างอาจจะส่งผลต่อระดับความสามารถของพื้นที่ช้าหรือเร็วต่างกันด้วย แต่ก็ควรที่จะต้องมีการคำนึงถึงมาตราทางเวลาด้วยอยู่เสมอ เนื่องจากวางแผนภูมิทัศน์เป็นงานในระยะยาวไม่ได้จบอยู่แค่เพียง ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น

2.2.4 **ขอบเขตของภูมิทัศน์**

การกำหนดขอบเขตของภูมิทัศน์เป็นการกำหนดกรอบหรือขอบเขตของการศึกษาเพื่อการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิ รวมถึงการศึกษาปัจจัยและตัวบ่งชี้ของขีดความสามารถในการรองรับฯที่นำมาพิจารณา ขอบเขตของภูมิทัศน์ คือบริเวณที่แสดงคุณลักษณะที่สำคัญของภูมิทัศน์ภายในบริเวณนั้นๆ ขอบเขตภูมิทัศน์บางแห่งอาจจะกำหนดจากรอยต่อระหว่างผืนดินและน้ำ

แนวรอยต่อของป่าไม้กับทุ่งหญ้า หรือขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นต้น การกำหนดขอบเขตของภูมิทัศน์สามารถพิจารณาได้ 2 แนวทางคือ (Beanlands and Duinker, 1983; Forman and Moore, 1992อ้างถึงใน ดนัย, 2544ข: 130 - 131)

- ขอบเขตทางกายภาพหรือโครงสร้าง (Physical or Structural Boundary)
- ขอบเขตทางนิเวศวิทยา (Ecological Boundary or Stability Boundary)

1. ขอบเขตทางกายภาพหรือโครงสร้าง (Physical or Structural Boundary)

กำหนดจากคุณลักษณะของภูมิทัศน์ เช่น บริเวณที่แยกออกจากกันหรือมีความแตกต่างกันของภูมิทัศน์อย่างชัดเจน หรือมีระดับความมากน้อยขององค์ประกอบภูมิทัศน์ต่างกัน โดยสามารถจำแนกขอบเขตทางกายภาพได้ดังนี้ (Forman and Gordon, 1986 อ้างถึงในดนัย, 2544ข: 131)

1) กระบวนการทางธรณีวิทยา (Geomorphic process) คือบริเวณที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการทางธรณีวิทยา โดยสามารถนำมากำหนดขอบเขตของภูมิทัศน์ที่แตกต่างกันได้
2) กระบวนการทางธรรมชาติ (Natural Disturbance) การเปลี่ยนแปลงโดยกระบวนการทางธรรมชาติจะให้ผลคล้ายคลึงกับกระบวนการทางธรณีวิทยา แต่จะสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนกว่า และเกิดขึ้นในช่วงเวลาไม่นานมากนัก
3) การกระทำของมนุษย์ (Human Influence) มีความแตกต่างจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ ซึ่งอาจจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ที่รุนแรงกว่าได้ ทำให้เกิดการจำแนกขอบเขตของภูมิทัศน์มากกว่า 1 รูปแบบได้

2. ขอบเขตทางนิเวศวิทยา (Ecological Boundary or Stability Boundary)

กำหนดจากรูปแบบความหลากหลายของระบบในบริเวณนั้นๆ โดยจำแนกระดับของนิเวศวิทยาออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ (Beanlands and Duinker, 1983 ;Rubec และ Wiken, 1983 อ้างถึงใน ดนัย, 2544ข: 132, 136)

1) Ecoprovince ได้แก่บริเวณผิวโลกที่แสดงคุณลักษณะของภูมิทัศน์ด้วยรูปทรงของแผ่นดินหรือโครงสร้างหลักๆของพื้นที่ เขตพืชพรรณของโลกหรือเขตภูมิอากาศของโลก เป็นต้น
2) Ecoregion เป็นส่วนหนึ่งของ Ecoprovince แสดงคุณลักษณะของภูมิทัศน์ที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของเขตภูมิอากาศในระดับภูมิภาค เช่น ระบบนิเวศป่าไม้ ระบบนิเวศสัตว์ป่า เป็นต้น

3) Ecodistrict เป็นส่วนหนึ่งของ Ecoregion แสดงคุณลักษณะของภูมิทัศน์ด้วยความแตกต่างของรูปทรงแผ่นดิน ลักษณะทางธรณีสัณฐาน กลุ่มพืชพรรณ และสัตว์ป่า เป็นต้น

4) Ecosection เป็นส่วนหนึ่งของ Ecodistrict แสดงคุณลักษณะของภูมิทัศน์ด้วยรูปแบบของผืนดิน ดิน พืชพรรณ รูปร่างของแหล่งน้ำ และชนิดพันธุ์สัตว์ป่า เป็นต้น

5) Ecosite เป็นส่วนหนึ่งของ Ecosection แสดงคุณลักษณะของภูมิทัศน์ด้วยความแตกต่างของวัตถุแม่ (Parent Material) กลุ่มชุดดิน ชนิดพืชพรรณที่มีความคล้ายคลึงกัน

6) Ecoelement เป็นส่วนหนึ่งของ Ecosite แสดงคุณลักษณะของภูมิทัศน์ด้วยชนิดของดิน ชนิดของพืชพรรณ หรือประเภทของแหล่งน้ำ เป็นต้น

โดยสรุปแล้ว ขอบเขตของภูมิทัศน์ที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้กับแบบจำลองเชิงปริภูมิในระดับงานวางแผนภูมิทัศน์ สามารถกำหนดได้ทั้งจากขอบเขตทางกายภาพและขอบเขตทางนิเวศวิทยา ตามแต่วัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้และสภาพพื้นที่เป็นหลัก ตลอดจนขนาดและแหล่งที่มาของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ด้วย โดยเฉพาะขอบเขตทางนิเวศวิทยานั้น จะมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับระบบนิเวศในระดับ Ecoregion และ Ecodistrict โดยกำหนดขอบเขตพื้นที่จากปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงและกำหนดขีดความสามารถฯที่มีความสอดคล้องกับการวิเคราะห์พื้นที่ในระดับงานวางแผนภูมิทัศน์ ตัวอย่างเช่น ระบบนิเวศป่าไม้เขตร้อน พื้นที่ลุ่มน้ำ พื้นที่ป่าสงวน เป็นต้น

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา

2.3.1 แนวคิดพื้นฐานของขีดความสามารถในการรองรับ

1. ความหมายและแนวความคิด

แนวความคิดด้านขีดความสามารถในการรองรับ (Carrying Capacity) ได้มีการพัฒนามาเป็นเวลานาน โดยมีต้นกำเนิดมาจากทฤษฎีทางนิเวศวิทยาและการจัดการระบบนิเวศ ในเชิงทฤษฎีแล้วแนวความคิดดังกล่าวสามารถทำความเข้าใจได้โดยไม่ยากนัก แต่ในทางปฏิบัติเป็นการยากที่จะบ่งชี้ขีดความสามารถในการรองรับในเชิงปริมาณได้อย่างถูกต้องหรือชัดเจน เนื่องจาก

ความซับซ้อนของระบบนิเวศและองค์ประกอบอื่นๆที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งระบบต่างๆที่มนุษย์สร้างขึ้นมา

ความหมายของขีดความสามารถในการรองรับได้มีการตีความไปในด้านต่างๆมากพอสมควร ขึ้นอยู่กับระบบและการมองแนวความคิดที่แตกต่างกันออกไป ในการตีความในเชิงนิเวศวิทยา ขีดความสามารถในการรองรับ (Carrying Capacity) หมายถึง "ความสามารถสูงสุดที่สภาวะแวดล้อมหนึ่ง หรือพื้นที่หนึ่ง หรือระบบแวดล้อมหนึ่ง จะสามารถมีได้ของสรรพสิ่งร่วมกันในจำนวนสูงสุดได้จำกัด ทั้งนี้โดยคำนึงถึงความอยู่ดีมีสุขของสรรพสิ่งต่างๆเหล่านั้นด้วย" จากความหมายข้างต้น สามารถอธิบายได้ว่า ในสภาวะแวดล้อมหนึ่งหรือพื้นที่หนึ่ง จะมีความสามารถจำกัดเฉพาะของพื้นที่นั้นๆ ที่จะให้มีสรรพสิ่งต่างๆในปริมาณที่มากที่สุด โดยที่สิ่งต่างๆเหล่านั้นไม่มีผลกระทบในทางที่ไม่พึงประสงค์ต่อกัน หรือไม่ทำให้สภาวะแวดล้อมเป็นพิษเกิดขึ้น หรืออาจจะกล่าวได้ว่า เมื่อสรรพสิ่งต่างๆมีจำนวนและปริมาณตลอดจนสัดส่วนที่เหมาะสมแล้ว จะทำให้สุขภาพ พลานามัย ผลิตผล และสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตามในทางกลับกัน ถ้าหากเมื่อไรที่ปริมาณและสัดส่วนของสรรพสิ่งต่างๆไม่เป็นสัดส่วนที่พอเหมาะ สภาวะและสภาพที่ไม่พึงประสงค์ คือ สภาวะแวดล้อมเป็นพิษจะเกิดขึ้น (ชุมพล, 2526: 2-2 ถึง 2-3)

ส่วนในการตีความของนักวางแผนทางกายภาพ ขีดความสามารถในการรองรับ หมายถึง "ขีดจำกัดของการเจริญเติบโตหรือการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ หรือสิ่งแวดล้อมหนึ่งโดยพื้นที่ หรือสิ่งแวดล้อมนั้นสามารถคงอยู่หรือดำเนินชีวิตอยู่ได้อย่างเป็นปกติ และปราศจากผลกระทบที่ก่อให้เกิดความเสียหายหรือความเสี่ยงต่อสวัสดิภาพ สุขภาพ พลานามัยของพื้นที่ หรือสิ่งแวดล้อมนั้น และองค์ประกอบต่างๆของพื้นที่หรือสิ่งแวดล้อมนั้น ซึ่งรวมทั้งมนุษย์ด้วย หรือหมายถึงความสามารถของระบบธรรมชาติหรือระบบที่มนุษย์สร้างขึ้น ในการรองรับการขยายตัวหรือการเจริญเติบโตของประชากร หรือการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอื่นๆ โดยปราศจากความเสื่อมหรือความเสียหายที่สำคัญ ที่อาจมีผลให้ระบบนั้นไม่สามารถดำเนินกิจกรรมหรือชีวิตต่อไปได้อย่างปกติวิสัย" (Schneider et.al, 1978:1)

2. พื้นฐานแนวความคิดด้านขีดความสามารถในการรองรับ

(Schneider et.al, 1978:1-2)

1) ระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อมหรือพื้นที่หนึ่งมีขีดความสามารถในการรองรับการเจริญเติบโต หรือการพัฒนาในปริมาณหรือขอบเขตที่จำกัด โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายหรือ

ความเสื่อมสลายของระบบที่ทำให้สุขภาพ พลานามัย ผลผลิต ของสิ่งแวดล้อม และสาธารณะลดลง หรือเสื่อมสลายทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ

2) สามารถบ่งชี้ขีดจำกัด (Thresholds) วิกฤต (Critical) ของประชากร (Population) ในกรณีที่การเจริญเติบโตหรือการพัฒนาเกินกว่าขีดจำกัดนี้จะก่อให้เกิดผลกระทบที่เป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหาย หรือความเสื่อมสลายของระบบได้

3) มีขีดความสามารถในการรองรับระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อม หรือพื้นที่หนึ่ง ไม่จำกัดอยู่กับที่ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วยการกระทำของมนุษย์

4) การบ่งชี้ขีดจำกัดของขีดความสามารถในการรองรับของระบบนิเวศ ระบบสิ่งแวดล้อม หรือพื้นที่หนึ่งเป็นการตัดสินใจที่เกิดจากการประมวลความคิดหลายด้านเข้าด้วยกัน ถึงแม้ว่าจะมีรากฐานทางวิทยาศาสตร์ก็ตาม การตัดสินใจเลือกขีดจำกัดมาจากหลายๆทางเลือกที่มีเพื่อที่จะบ่งชี้การเจริญเติบโตหรือการพัฒนานั้นมีความปลอดภัยหรือไม่ปลอดภัยภายใต้กฎเกณฑ์หรือข้อกำหนดที่ได้วางไว้

3. การจำแนกขีดความสามารถในการรองรับ (Gilg: 1996,191)

ขีดความสามารถในการรองรับ สามารถจำแนกได้ 4 ลักษณะ ดังนี้

1) ความสามารถในการรองรับด้านเศรษฐกิจ (Economic Carrying Capacity) พิจารณาขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ ว่าควรใช้พื้นที่ในระดับความเข้มข้นเท่าใดจึงจะให้ผลประโยชน์สูงสุดทางด้านเศรษฐกิจ

2) ความสามารถในการรองรับด้านกายภาพ (Physical Carrying Capacity) เป็นขีดจำกัดที่กำหนดได้ค่อนข้างชัดเจนและจับต้องได้มากกว่าการพิจารณาในแง่อื่นๆ เช่น ขนาดของพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวซึ่งมีอยู่แน่นอนตายตัว ย่อมเป็นตัวกำหนดว่าจะสามารถสร้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้างได้จำนวนมากน้อยเพียงใด เป็นต้น

3) ความสามารถในการรองรับด้านนิเวศวิทยา (Ecological Carrying Capacity) คือ ระดับการใช้ประโยชน์สูงสุดของพื้นที่ที่จะแบกรับได้ก่อนที่สภาพแวดล้อม หรือระบบจะเสื่อมโทรมลงจนยากที่จะแก้ไขให้กลับคืนสู่จุดเดิมได้

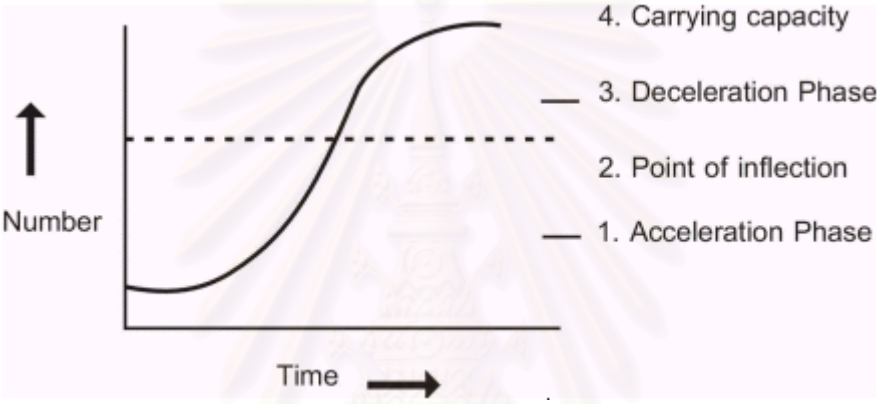
4) ความสามารถในการรองรับทางความรู้สึก (Perceptual Carrying Capacity) ความสามารถในการรองรับตามความรู้สึกจะอาศัยความต้องการและความรู้สึกของผู้มาใช้สถานที่เป็นหลักในการกำหนด

3. ปัจจัยที่เป็นตัวจำกัด (Limiting Factor)

ปัจจัยที่เป็นตัวจำกัด หมายถึง ปัจจัยใดๆก็ตามที่ควบคุมหรือจำกัดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต อันประกอบไปด้วย ปัจจัยที่เกี่ยวกับอากาศ (Climatic factors) ปัจจัยที่เกี่ยวกับคน

(Edaphic) ปัจจัยทางสรีระ (Physiographic) และปัจจัยที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต (Biotic factor) ปัจจัยต่างๆดังกล่าวล้วนมีส่วนในการควบคุมหรือจำกัดการเจริญของสิ่งมีชีวิตไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง (Gysel, 1974 อ้างถึงใน ชุมพล, 2526: 2-2)

จากแนวความคิดเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ต่างๆที่กล่าวมาแล้ว ปัจจัยที่เป็นตัวจำกัดเป็นสิ่งที่คอยควบคุมการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ในขณะเดียวกันก็มีความสัมพันธ์กับขีดความสามารถในการรองรับ ซึ่งได้มีการพิจารณาปัจจัยที่เป็นตัวจำกัด ที่ทำให้เกิดช่วงของการเจริญเติบโต 4 ขั้นตอน ดังนี้ (ชุมพล: 2526, 2-5)



ภาพที่ 4 กราฟความเจริญเติบโตแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เป็นตัวจำกัด (Limiting Factor) กับขีดความสามารถในการรองรับ (Carrying Capacity)
ที่มา: ชุมพล งามผ่องใส, 2526: 2-4

1. ช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (Acceleration Phase) ช่วงนี้เป็นช่วงที่ภาวะต่างๆของธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อมยังคงสมบูรณ์ สิ่งที่มีชีวิตจึงมีการเจริญและเพิ่มพูนอย่างมากมายในรูปของ J-shape curve
2. ช่วงที่สิ่งมีชีวิตมีการเจริญหรือเพิ่มมากที่สุด (Point or Inflection) ตรงจุดนี้จะมีผลผลิต (Production) มากที่สุด แต่เมื่อเลยจุดนี้ไปแล้ว ปัจจัยในธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อมจะเข้ามามีบทบาทควบคุม ทำให้การเจริญหรือการเพิ่มลดลง
3. ช่วงที่การเจริญลดลง (Deceleration Phase) อันเนื่องมาจากปัจจัยธรรมชาติ หรือสภาวะแวดล้อมเข้ามามีบทบาท เป็นต้นว่าปัจจัยในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตเกิดจำกัดขึ้น การเจริญจึงลดลงเมื่อเทียบกับช่วงอื่นๆ

4. ช่วงของความสมดุล (Carrying Capacity) ช่วงนี้ความเจริญและการเพิ่มของสิ่งมีชีวิตจะคงที่ ช่วงนี้เป็นช่วงที่สภาวะของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอยู่ในสภาพที่เหมาะสมที่สุด อันจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาใดๆแก่สิ่งมีชีวิต

จากกราฟ จะพบว่าส่วนหรือช่วงของกราฟที่มีความสำคัญมากก็คือ ช่วงที่ 3 คือช่วงที่การเจริญลดลง เนื่องจากสภาวะแวดล้อมหรือปัจจัยภายนอกเข้ามามีบทบาท หรืออาจจะกล่าวได้ว่า มีปัจจัยที่จำกัด (Limiting Factor) เข้ามามีบทบาท เมื่อใดก็ตามถ้าเราสามารถปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้ดีและเหมาะสมแล้ว การเจริญและการเพิ่มของสิ่งมีชีวิตก็จะมีมากขึ้น แต่จะไม่เกินความสามารถของช่วงที่ 4 คือ สภาพที่มีความสมดุล (Carrying Capacity)

2.3.2 การพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับ

1. สภาวะที่สมดุลของขีดความสามารถในการรองรับ (ชุมพล: 2526, 2-6)

ในทางชีววิทยามักจะวัดความสามารถของพื้นที่หรือสิ่งแวดล้อมใดๆ ออกมาเป็นความหนาแน่น โดยยึดถือจำนวนของสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ต่อหน่วยเนื้อที่ ซึ่งในบางกรณีการใช้ความหนาแน่นมาเพื่อวัดความเหมาะสมอาจจะไม่ถูกต้องนัก การที่จะทราบว่าพื้นที่หรือสิ่งแวดล้อมนั้น มีขีดความสามารถในการรองรับที่อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมหรือไม่ วิธีที่เหมาะสมและใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ สิ่งที่ปรากฏขึ้นให้เห็นในธรรมชาติหรือสภาวะแวดล้อมนั้นจริงๆแสดงออกมา ตราบใดที่สภาวะแวดล้อมนั้นยังคงเป็นปกติ ก็แสดงว่าสภาวะแวดล้อมนั้นอาจจะอยู่ในช่วงของขีดความสามารถ (Carrying Capacity) หรือต่ำกว่า และเมื่อไรก็ตามเกิดมีตัวบ่งชี้ (Indicator) ที่บ่งบอกว่ามีความไม่เหมาะสมเกิดขึ้น เป็นต้นว่า ต้นไม้ตายไป หรือพื้นดินมีการพังทลายของดิน ก็แสดงว่าสภาวะดังกล่าวเกินจุดของขีดความสามารถ (Carrying Capacity) ไปแล้ว

2. การเปลี่ยนแปลงของขีดความสามารถในการรองรับ

ความสามารถสูงสุดของพื้นที่ใดๆ หรือสิ่งแวดล้อมใดๆ จะแปรผันไปตามองค์ประกอบหรือปัจจัยของสิ่งแวดล้อมในขณะนั้น ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงขีดความสามารถในการรองรับ จึงสามารถเป็นไปได้ทั้งในทางเพิ่มหรือลดทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพขององค์ประกอบหรือปัจจัยของสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถกระทำได้ดังนี้ (Storer และ Usinger 1957 อ้างถึงใน ชุมพล: 2526, 2-6 ถึง 2-7)

1) การปรับปรุงที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมต่างๆให้มีความเหมาะสมกับความต้องการของสิ่งมีชีวิตในปริมาณและสัดส่วนที่พอเหมาะ

2) การปรับปรุงโดยการนำเอาผลิตผลส่วนเกินที่เหลือจากการใช้ในสภาวะปกติมาใช้ประโยชน์ เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์

3) หลีกเลี่ยงการรวมกลุ่มหรือจัดให้สิ่งมีชีวิตมีการกระจายตัวอย่างกว้างขวาง เพื่อไม่ให้มีการใช้หรือรบกวนทรัพยากรในบริเวณหนึ่งบริเวณใดที่มากเกินกว่าบริเวณนั้นจะรองรับได้ ซึ่งจะเป็นการก่อให้เกิดความเสียหายต่อบริเวณ และผลกระทบตามมาในด้านของการลดขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่นั้นๆ

4) ส่งเสริมและปรับปรุงให้มีการกระจายตัวของสิ่งแวดล้อมและความหลากชนิดของพื้นที่ เนื่องจากการกระจายตัวและความหลากหลายของสิ่งแวดล้อมจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่หรือสิ่งแวดล้อมนั้นๆ

ดังนั้นการทำความเข้าใจในเรื่องขององค์ประกอบเชิงปริภูมิของภูมิทัศน์และการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในรูปแบบต่างๆที่จะส่งผลต่อการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯ จะเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้แนวคิดดังกล่าวในงานวางแผนภูมิทัศน์ การวิเคราะห์และใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงปริภูมิระหว่างองค์ประกอบทั้งสิ่งที่มีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิต ตลอดจนคาดการณ์ผลกระทบต่อระบบนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ เพื่อสามารถวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯต่อไปได้

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองเชิงปริภูมิในการวางแผนภูมิทัศน์

2.4.1 แบบจำลองเชิงปริภูมิ

แบบจำลอง หมายถึง ตัวแทนของวิธีการที่จะอธิบายหรือวิเคราะห์ความเป็นจริง หรือวิธีการสำหรับการกำหนดความสัมพันธ์อย่างมีเหตุผลระหว่างสภาพแวดล้อมและวัตถุประสงค์ในการดำเนินการ แบบจำลองอาจนำไปใช้งานได้หลายลักษณะ ดังนี้ (ศิริจันทร์, 2537: 3)

1. เป็นเครื่องช่วยคิด เช่น แบบจำลองโครงข่าย (Network Model) ช่วยทำให้ผู้สร้างแบบจำลองได้มองเห็นว่าจะมีกิจกรรมที่ต้องทำอะไรบ้าง และทำอะไรก่อนหลัง
2. เป็นเครื่องสื่อความหมาย แบบจำลองจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงานและช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรม ปัญหา และการแก้ปัญหาของระบบงาน
3. เป็นเครื่องช่วยสอนและฝึกอบรม เช่น แบบจำลองเครื่องควบคุมการบิน จะช่วยให้นักบินทำความเข้าใจและความคุ้นเคยกับระบบการควบคุมเครื่องบินจริงก่อนขึ้นฝึกบินจริง

4. เป็นเครื่องมือสำหรับการทำนาย จากการที่แบบจำลองจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงาน ก็จะช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองสามารถคาดคะเนหรือทำนายได้ว่า เมื่อมีเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของระบบเกิดขึ้น จะมีผลอะไรเกิดขึ้นกับระบบ
5. เป็นเครื่องมือสำหรับการทดลอง โดยที่แบบจำลองเป็นสิ่งซึ่งสร้างขึ้นแทนระบบจริง ในกรณีที่ต้องการทดลองเงื่อนไขต่างๆกับระบบจริงแต่ทำไม่ได้ ก็น่าเอาเงื่อนไขนั้นๆ มาทดลองกับแบบจำลองเพื่อดูว่าจะให้ผลอย่างไร เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจว่าควรจะนำเงื่อนไขนั้นๆไปใช้กับระบบงานจริงหรือไม่

คำว่า เชิงปริภูมิ (Spatial) เป็นคำที่มีการใช้ในความหมายที่สื่อถึงลักษณะที่เป็น 3 มิติ มีระยะทาง ทิศทาง เป็นต้น (วิมลสิทธิ์, 2541: 43) เชิงปริภูมิเป็นคำคุณศัพท์ที่มาจากคำว่า ที่ว่าง (Space) ตามพจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน (2525: 514) ซึ่งหมายถึง เซตที่มีโครงสร้างบางอย่าง อาจเป็นโครงสร้างแบบเรขาคณิตหรือโครงสร้างแบบอื่นก็ได้

ดังนั้นแบบจำลองเชิงปริภูมิ หมายถึงสิ่งที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์เชิงปริภูมิขององค์ประกอบต่างๆในระบบ เพื่อแสดงถึงลักษณะและคุณลักษณะของบริเวณที่เราทำการศึกษา และเป็นเครื่องมือที่ช่วยทำนายผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในระบบ เพื่อหาข้อสรุปที่จะนำไปสู่กระบวนการตัดสินใจในกระบวนการศึกษาต่อไป

2.4.2 กรอบแนวคิดของแบบจำลองในการวางแผนภูมิทัศน์

Carl Steinitz (1990) ได้เสนอการวางกรอบแนวคิด (Framework) เพื่อการวางแผนภูมิทัศน์เป็น 6 ระดับ โดยแบ่งระดับของคำถามเพื่อนำมาใช้ในการอธิบาย จำแนกและประเมินภูมิทัศน์และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้นในภูมิทัศน์ เพื่อที่จะนำมาใช้สร้างแบบจำลองในการวางแผนภูมิทัศน์ ดังนี้ (Steinitz, 1990: 137)

<u>แบบจำลองที่ 1</u> แบบจำลองตัวแทนภูมิทัศน์ (Representation Models)
เป็นแบบจำลองที่บ่งบอกถึงสถานะภาพของภูมิทัศน์ในเชิงคุณลักษณะ (Attributes) บริบท (Context) ขอบเขต (Boundary) พื้นที่ (Area) และเวลา (Time)

<u>แบบจำลองที่ 2</u> แบบจำลองกระบวนการ (Process Models)
หมายถึง แบบที่สร้างขึ้นจากกลุ่มคำถามที่ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ของบทบาทหน้าที่ (Function) และโครงสร้าง (Structure) ขององค์ประกอบของภูมิทัศน์

แบบจำลองที่ 3 แบบจำลองการประเมิน (Evaluation Models)

เป็นแบบที่ใช้ในการประเมินเพื่อตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของภูมิทัศน์ ไม่ว่าจะเป็นด้านความงาม คุณค่าระบบนิเวศ สุขภาพภูมิทัศน์ ขีดความสามารถในการรองรับ หรือคุณค่าทางสังคม เช่น ความพึงพอใจที่มีต่อภูมิทัศน์

แบบจำลองที่ 4 แบบจำลองการเปลี่ยนแปลง (Change Models)

หมายถึง แบบจำลองที่ใช้แสดงการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในภูมิทัศน์เมื่อเทียบกับสภาพของภูมิทัศน์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

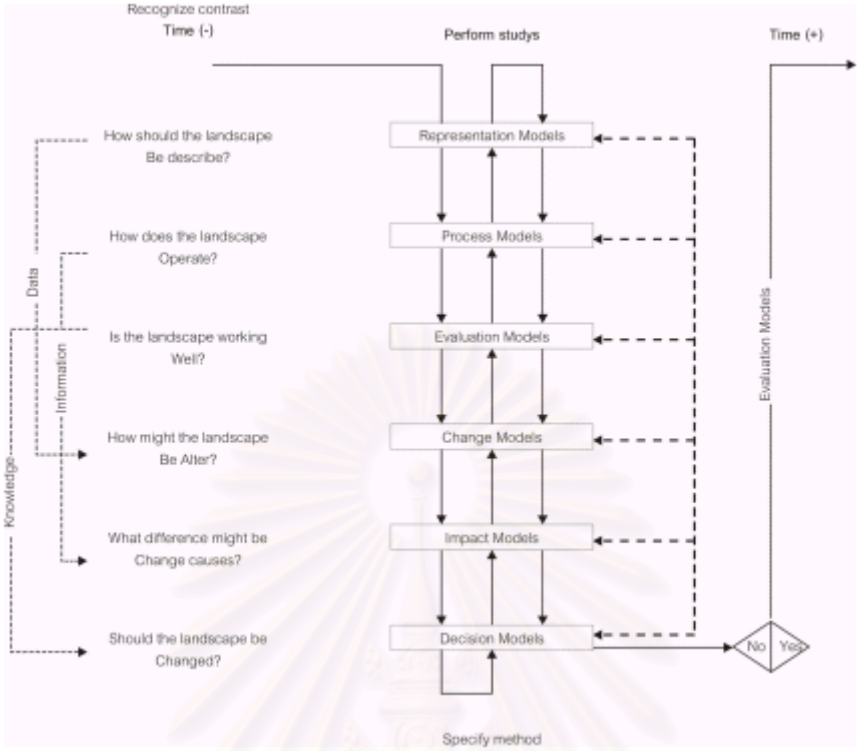
แบบจำลองที่ 5 แบบจำลองผลกระทบ (Impact Models)

หมายถึง แบบจำลองที่แสดงการคาดการณ์ หรือการทำนายความแตกต่าง และผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงใดๆในอนาคต

แบบจำลองที่ 6 แบบจำลองการตัดสินใจ (Decision Models)

หมายถึงแบบจำลองที่เกิดจากการประเมินผลทางเลือกแบบต่างๆ ที่คาดว่าจะเกิดในอนาคต เพื่อนำไปสู่กระบวนการตัดสินใจในการกำหนดนโยบายเพื่อการวางแผนทางภูมิทัศน์ ไม่ว่าจะเป็นการอนุรักษ์ สงวนรักษา ป้องกันและปรับปรุงภูมิทัศน์ ตลอดจนแนวทางในการพัฒนาภูมิทัศน์ในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 3 แสดงกรอบแนวคิดแบบจำลองของการวางแผนทางภูมิทัศน์

ที่มา: Carl Steinitz, 1990: 138

จากระดับความสัมพันธ์ของแบบจำลองทั้ง 6 ระดับ ได้แสดงความสัมพันธ์ของแบบจำลองแบบโครงสร้างการย้อนกลับ คือในการตัดสินใจที่จะทำการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์หรือไม่ ผู้ออกแบบจะต้องสามารถประเมินหรือคาดการณ์ผลที่อาจจะเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ผู้ออกแบบยังจะต้องสามารถเปรียบเทียบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงในลักษณะต่างๆได้ตลอดจนตรวจสอบได้ว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ซึ่งแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ เพื่อการวางแผนภูมิทัศน์นั้นเป็นแบบจำลองการประเมิน (Evaluation Model) ที่เข้ามาวิเคราะห์และประเมินระดับของผลกระทบที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์ จึงจำเป็นต้องตระหนักว่าภูมิทัศน์นั้นมีบทบาทและหน้าที่อย่างไรก่อน และเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงทางภูมิทัศน์แล้วจะเกิดผลกระทบต่อขีดความสามารถของพื้นที่นั้นอย่างไร และสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

2.4.3 ตัวอย่างแบบจำลองเชิงปริภูมิในงานวางแผนภูมิทัศน์

การสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิในงานวางแผนภูมิทัศน์นั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของพื้นที่ต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ตลอดจนนำมาวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ได้ การวิเคราะห์พื้นที่ได้มีวิวัฒนาการมาเป็นเวลานานแล้ว ตัวอย่างการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายนั้น ได้แก่ Philip

Lewis, Angus Hill และ Ian McHarg ซึ่งเป็นผู้ที่ได้ใช้วิธีการซ้อนทับแผนที่ (Overlay) ข้อมูลเพียงแต่มีแนวทางในการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. Phillip Lewis: The natural Corridor (Lovejoy, 1973: 74; อังสนา, 2544: 5-7 ถึง 5-9)

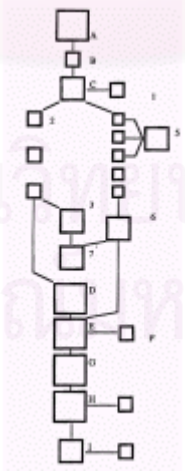
Lewis เป็นผู้มีความสนใจในเรื่องของรูปแบบที่มีคุณลักษณะพิเศษของธรรมชาติและของวัฒนธรรมท้องถิ่น ตลอดจนการนำเอาคุณลักษณะพิเศษเหล่านี้มาใช้ในงานภูมิทัศน์ เขาพบว่าคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติในภูมิทัศน์มี 2 ลักษณะ คือ

- คุณค่าที่แท้จริง (Intrinsic Values) เป็นคุณค่าที่ติดอยู่กับภูมิทัศน์
- คุณค่าภายนอก (Extrinsic Values) ที่เกิดจากการใช้งาน เช่น คุณค่าสำหรับการนันทนาการในภูมิทัศน์

เป้าหมายหลักของ Lewis คือการบ่งชี้ การสงวนรักษา การป้องกันและการปรับปรุงคุณค่าที่มีอยู่ของทรัพยากรทางธรรมชาติในการออกแบบและวางผัง และเพื่อเป็นการประกันว่าการพัฒนานั้นจะต้องมีความกลมกลืนกับคุณภาพของทรัพยากรที่เป็นอยู่ ซึ่งการกำหนดและให้คุณค่า (Value) จะนำไปสู่การกำหนดลำดับก่อนหลังในการพัฒนาหรือการสงวนรักษาพื้นที่

Lewis ได้ทำการแบ่งทรัพยากรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

- ทรัพยากรหลัก (Major resources) เช่น ลำธาร, wetland, สภาพภูมิประเทศ เป็นต้น
- ทรัพยากรเสริม (Additional resources) เช่น น้ำตก, บ่อน้ำ, สถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น



แผนภูมิที่ 4 แสดงแบบจำลองขั้นตอนในการวิเคราะห์ของ Philip Lewis
ที่มา: Lovejoy, 1973: 75

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง

ขั้นตอนที่ 1 เลือกพื้นที่ที่จะทำการศึกษาทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดประเภทกิจกรรมที่จะวิเคราะห์ และเกณฑ์ในการวิเคราะห์ตามความต้องการทางกายภาพของกิจกรรมแต่ละประเภท

ขั้นตอนที่ 3 เลือกพื้นที่ศึกษาที่มีความสัมพันธ์และมีลักษณะทางภูมิศาสตร์และทรัพยากรที่เด่นชัด แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบของภูมิทัศน์ (Landscape Pattern) ดังนี้

- หาคุณลักษณะของทรัพยากรที่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ให้ไว้
- สร้างบัญชีรายการ (Inventory) ของทรัพยากรที่สำคัญ โดยแยกไว้เป็นลำดับชั้น
- รวมลักษณะของรูปแบบของทรัพยากรหลัก (Major Resources Pattern) โดยการซ้อนชั้น
- สร้างบัญชีรายการของ ทรัพยากรเสริม (Additional resources)
- หาลักษณะเฉพาะของรูปแบบที่มีความหลากหลาย (Variety Pattern) เพื่อความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้
- รวมลักษณะของรูปแบบเพื่อหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ของทรัพยากรหลักและทรัพยากรเสริม (Major and Additional resources) เพื่อนำมากำหนดรูปแบบของเส้นทาง (Environmental Corridor) และจุดรวม (Node) ในพื้นที่ศึกษา

ขั้นตอนที่ 4 สร้างบัญชีรายการของทรัพยากรหลักสำหรับภูมิทัศน์ทั้งหมด เพื่อกำหนดแนวทางในการพัฒนา สงวนรักษาด้านสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 5 สร้างบัญชีรายการของทรัพยากรเสริม (Additional resources) เพื่อหาความสำคัญและลักษณะเฉพาะที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินคุณค่าในการวางแผนการใช้พื้นที่

ขั้นตอนที่ 6 สร้างเครื่องมือในการประเมินและให้คะแนนคุณค่าของทรัพยากร

ขั้นตอนที่ 7 รวมคะแนนเพื่อหาระดับความสำคัญของทรัพยากรที่สัมพันธ์กับพื้นที่ พื้นที่ที่มีคะแนนสูงสุดจะมีความเร่งด่วนและความสำคัญในการสงวนรักษามากที่สุด

ขั้นตอนที่ 8 กำหนดความต้องการการใช้พื้นที่ และหาความเหมาะสมในการเลือกใช้พื้นที่ในอนาคต

ขั้นตอนที่ 9 กำหนดข้อจำกัดในการพัฒนาในแต่ละพื้นที่กิจกรรมต่างๆ

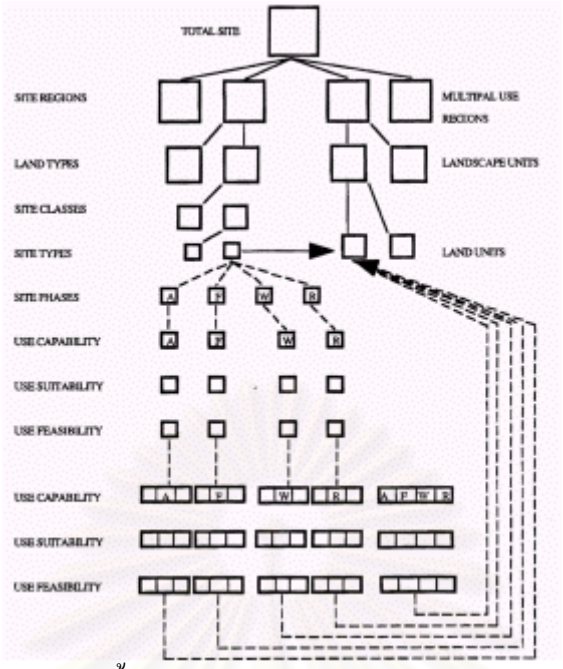
จากแบบจำลองเชิงปริภูมิแสดงการวิเคราะห์พื้นที่ของ Lewis พบว่ามีวิธีการแบ่งข้อมูลออกเป็นเรื่องๆ (Thematic Map) มีการกำหนดหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความต้องการใช้ประโยชน์แต่ละประเภท และมีการให้คะแนนแต่ละข้อมูลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วแสดงให้เห็นถึงค่าที่แตกต่างกันของแต่ละข้อมูลให้ชัดเจนขึ้น

2. Angus Hill: The Land Classification (Lovejoy, 1973: 74; อังสนา, 2544: 5-4 ถึง 5-6)

Hill สนใจศึกษาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำและดิน เพื่อนำมาพิจารณาศักยภาพทางชีวะภาพและทางนิเวศวิทยาที่เอื้อต่อผลผลิตของป่าไม้, เกษตรกรรม และสัตว์ป่า และการนันทนาการในพื้นที่ธรรมชาติ Hill มีความเชื่อว่า พื้นที่จะสามารถถูกแบ่งย่อยไปได้จนถึง หน่วย (Unit) ที่เล็กที่สุดโดยที่หน่วยพื้นที่นั้นจะยังแสดงองค์ประกอบของพื้นที่ หรือ Landscape make up (ภูมิอากาศ, รูปทรงที่ดิน, ธรณีวิทยา, ดิน เป็นต้น) ที่มีความเหมือนกัน โดยเรียกหน่วยที่เล็กที่สุดของพื้นที่นั้นว่า Physiographic Site Type ซึ่งในการจำแนกพบว่าพื้นที่หนึ่งอาจจะมี Physiographic Site Type ได้หลายแบบ และแต่ละแบบก็จะมีความแตกต่างกันในเรื่องของศักยภาพของการใช้งาน

Hill ได้ทำการประเมินคุณค่าของกลุ่ม Physiographic Site Type ที่จำแนกมานี้กับศักยภาพและข้อจำกัดต่างๆในการใช้ประโยชน์ที่ต้องการ โดยมีข้อแม้ว่าการใช้ประโยชน์นั้นต้องไม่ทำลายสภาพแวดล้อมของพื้นที่ โดยกำหนดออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ความสามารถรองรับ (Capability) เป็นศักยภาพที่แท้จริงตามธรรมชาติของพื้นที่, ความเหมาะสม (Suitability) คือ ศักยภาพพอประมาณที่ต้องอาศัยการจัดการบางอย่างเข้ามาช่วยให้มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์ และความคุ้มค่า (Feasibility) คือ ศักยภาพที่เป็นไปได้ว่าจะเกิดขึ้นหากมีการบริหารจัดการที่ดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 5 แสดงแบบจำลองขั้นตอนในการวิเคราะห์ของ The Hill system of Land Classification

ที่มา: Lovejoy, 1973: 74

ขั้นตอนที่ 1 การแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นหน่วยย่อยๆตามลักษณะทางภูมิศาสตร์กายภาพ ได้แก่ สภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศ ดังนี้

- Site Region แบ่งโดย การกำหนดสภาพภูมิอากาศที่คล้ายคลึงกัน
- Land Types and Water types แบ่งตามความแตกต่างของลักษณะภูมิประเทศ (Landform) องค์ประกอบทางธรณีสัณฐาน และลักษณะของทรัพยากรน้ำในพื้นที่
- Site Classes จำแนกพื้นที่ภายใน Land Types ตามความแตกต่างทางสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่น
- Site Types จำแนกตามความแตกต่างของความหลากหลายของ ลักษณะภูมิประเทศ (Landform) ภายใน Site Classes

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดประเภทของการใช้ที่ดินและความต้องการของการใช้ที่ดินในแต่ละประเภท เช่น การใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (Agriculture), เพื่อการอนุรักษ์สัตว์ป่า (Wildlife), การจัดการป่าไม้ (Forest) และเพื่อการนันทนาการ (Recreation)

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินศักยภาพของการใช้ที่ดินประเภทต่างๆโดยการให้คะแนน และจัดลำดับความสำคัญของคุณค่าของทรัพยากร โดยแบ่งเกณฑ์การพิจารณาเป็น 3 ลักษณะ คือ

- ความสามารถรองรับ (Capability)
- ความเหมาะสม (Suitability)
- ความคุ้มค่า (Feasibility)

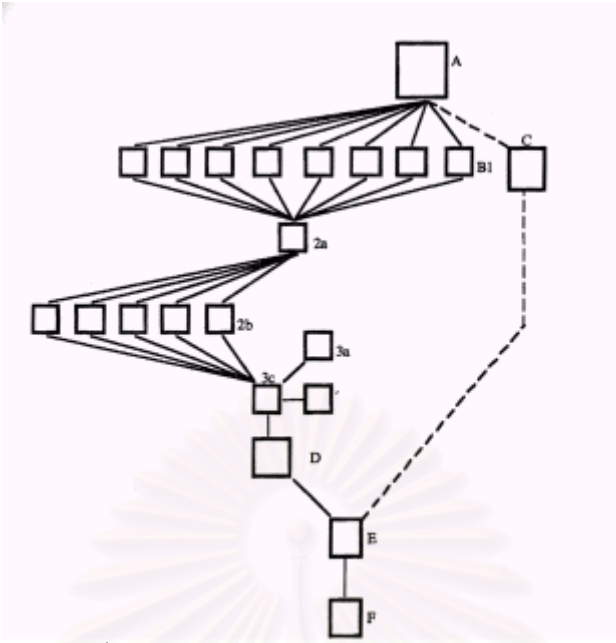
ขั้นตอนที่ 4 ประเภทของพื้นที่ (Site Types) ถูกแบ่งออกให้เป็นหน่วยย่อยๆที่มีขนาดเล็กลงตามการจำแนกรูปแบบของลักษณะภูมิประเทศท้องถิ่น (Local Landform Pattern) เป็น Landscape unit และ Land Unit ตามลำดับ ซึ่งเป็นขนาดที่มีลักษณะเฉพาะตัว เหมาะสมกับการใช้ที่ดินในแต่ละประเภท

ขั้นตอนที่ 5 ประเภทของกิจกรรมและการใช้ที่ดินใน Landscape units และ land units จะถูกนำมาประเมินและให้คะแนนตามเกณฑ์เดิม เพื่อหาน้ำหนักและสัดส่วนการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ พร้อมทั้งเสนอแนะบริเวณที่เหมาะสมกับกิจกรรมแต่ละประเภท

ในแบบจำลองเชิงปริภูมิของการวิเคราะห์ของ Hill จะเห็นถึงการแบ่งซอยพื้นที่ออกเป็นส่วนย่อยๆลงไปอีกเรื่อยๆจนได้หน่วยที่เล็กที่สุดที่เป็น Site Type และมีการนำเอาหน่วยย่อยๆนี้กลับมารวมกันอีกเป็นหน่วยเล็กๆที่ติดต่อกัน เพื่อให้เกิดภาพรวมของพื้นที่ทั้งหมดภายหลัง แต่ภาพรวมที่เกิดขึ้นใหม่ในแบบจำลองของ Hill จะมีค่าต่างๆที่ได้จากการประเมินแล้วติดมาด้วย เหมือนกับการกำหนดช่วงคะแนนหรือการให้คะแนนในแต่ละพื้นที่ สำหรับเส้นที่โยงจากผลขั้นสุดท้ายกลับสู่ลำดับแรกของการประเมินแบบจำลองนั้น Hill ต้องการให้แบบจำลองมีความยืดหยุ่นและเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นก็จะสามารถเริ่มขั้นตอนการประเมินใหม่ได้

3. Ian McHarg: The Ecological Approach (Lovejoy, 1973: 76; อังสนา, 2544: 5-10 ถึง 5-13)

McHarg เป็นผู้ที่ตระหนักถึงอิทธิพลของกระบวนการทางธรรมชาติ (Natural Process) คือกระบวนการที่มีอิทธิพลสำคัญในการออกแบบและวางผังทั้งในระดับมหภาคและจุลภาค McHarg เป็นผู้ที่กำหนดแนวความคิดของกระบวนการทางธรรมชาติเป็นศูนย์กลางหรือหลักสำคัญของกรอบทางนิเวศวิทยา และเชื่อว่ากระบวนการทางนิเวศวิทยา (Ecological Process) เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดการใช้ที่ดิน นอกจากนี้ McHargยังเป็นผู้ที่นำเอาผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจเข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ด้วย ดังนั้นการเข้าใจถึงกระบวนการเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นในการที่จะลดความขัดแย้งระหว่างการกระทำของมนุษย์ได้



แผนภูมิที่ 6 แสดงแบบจำลองขั้นตอนในการวิเคราะห์ของ Ian McHarg

ที่มา: Lovejoy, 1973: 75

ขั้นตอนที่ 1 การเลือกบริเวณ กำหนดบริเวณพื้นที่ศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 จัดเตรียมและแปลความหมายของบัญชีรายการที่เป็นองค์ประกอบทางนิเวศวิทยา

- จัดทำแผนที่ตามบัญชีรายการของทรัพยากร 2 ประเภท คือ ทางธรรมชาติและทางสังคม/วัฒนธรรม McHarg แบ่งทรัพยากร (resource) ที่มีความสำคัญในการวางแผนออกเป็น 8 คือ

- ภูมิอากาศ (Climate)
- ธรณีสัณฐาน (Geology)
- Physiography
- อุทกวิยา (Hydrology)
- ดิน (Soil)
- พืชพันธ์ (Vegetation)
- สัตว์ป่า (Wildlife)
- การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- แปลความหมายหรือ ตีความหมายของปัจจัยหรือองค์ประกอบแต่ละอย่างที่แสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละส่วนย่อยๆ ซึ่งพิจารณาทั้งในทางบวก (Positive) ทางลบ (Negative) และเป็นกลาง (Neutral) ต่อการใช้ที่ดินในแต่ละประเภท
- ให้ค่ากับแต่ละบริเวณสำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท โดยการใช้แมทริกซ์ (Metric) ที่แสดงศักยภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดิน

● กำหนดความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยกับการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท

● ให้ค่าความสัมพันธ์และความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 การทำบัญชีรายการและการตีความหมายในเชิงเศรษฐศาสตร์ของข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่

- คุณค่าของตำแหน่งที่ตั้ง
- ธรรมชาติของที่ตั้ง
- ความต้องการเชิงพื้นที่

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน ซึ่งเป็นผลจากการใช้ประโยชน์ที่ดินมาประกอบการพิจารณา

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดเกณฑ์ในการออกแบบ

ขั้นตอนที่ 6 การทำให้แผนที่วางไว้เป็นจริง เช่น การใช้อำนาจของกฎหมาย หรือการใช้เงินทุน เป็นต้น

แบบจำลองเชิงปริภูมิการวิเคราะห์พื้นที่ของ McHarg ได้แสดงให้เห็นวิธีการแยกข้อมูลทางธรรมชาติเป็นเรื่องๆก่อนเริ่มลงมือบันทึกข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่มีความสำคัญสำหรับการวางแผนมีอยู่ 8 เรื่อง ความสัมพันธ์ของข้อมูลดังกล่าวได้สนับสนุนแนวคิดที่เรียกว่า Concept of causality ซึ่งหมายความว่าหากเรามีความเข้าใจในองค์ประกอบหนึ่งก็จะสามารถชักนำให้เกิดความเข้าใจในองค์ประกอบอื่นๆได้ ดังนั้นการเก็บข้อมูลจึงควรเก็บลำดับที่ต่อเนื่องกันไป หลังจากนั้นก็จะเป็นการตั้งคำถามหลักเกณฑ์ในการประเมินหาผลกระทบในทางบวกและทางลบของการใช้ประโยชน์ต่างๆในพื้นที่ดังกล่าว

หลังจากนั้นจึงทำการประเมินการใช้ประโยชน์แต่ละประเภทว่ามีความเหมาะสมกับพื้นที่มากน้อยเพียงใดจากข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับพื้นที่ กับหลักเกณฑ์ของความเหมาะสมที่กำหนดขึ้นมา ก็

จะได้แผนที่ที่แสดงถึงบริเวณต่างๆที่มีข้อมูลเชิงอรรถที่บอกถึงระดับของความเหมาะสมกับการใช้งานต่างๆแล้วจึงกำหนดวิธีการให้คะแนนขึ้นมาเพื่อกำหนดค่าให้กับข้อมูลต่างๆตามผลการประเมิน วิธีการตามแบบจำลองของ McHarg เป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีความใกล้เคียงกับแนวทางในการวิเคราะห์ในระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) แต่การซ้อนทับกันของข้อมูลจะเกิดขึ้นเมื่อมีข้อมูลมากกว่า 4 ชั้นข้อมูล (Layer) มาซ้อนทับกันซึ่งจะทำให้มีปัญหาการมองผ่านกระดาษโปร่งแสง

2.4.4 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวอย่างแบบจำลองเชิงปริภูมิในงานวางแผนทางภูมิทัศน์

การใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิเพื่อการวิเคราะห์พื้นที่ได้มีการใช้มาเป็นเวลานานแล้ว และมีการเรียกใช้ในหลายลักษณะด้วยกัน เช่น การประเมินพื้นที่ทางธรรมชาติ (Natural Resource Evaluation) การวิเคราะห์ความสามารถของพื้นที่ (Land Capability Analysis) การวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ (Suitability Analysis) เป็นต้น ซึ่งโดยหลักการพื้นฐานแล้ว ก็คือการวิเคราะห์พื้นที่เพื่อการบ่งชี้ถึงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งที่มุษย์สร้างขึ้น หากมีการพัฒนาหรือมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นแล้ว จะส่งผลต่อคุณค่าหรือคุณลักษณะของพื้นที่ไปในลักษณะใดบ้าง (Gordon et.al, 1985: 116) จากตัวอย่างของแบบจำลองเชิงปริภูมิเพื่อการวิเคราะห์พื้นที่ทั้ง 3 แบบ สามารถสรุปขั้นตอนในการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิดังกล่าวออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
   - การกำหนดพื้นที่ด้วยลักษณะทางกายภาพ
   - วิธีการรวบรวมข้อมูลที่จะต้องถูกประเมิน (Data Inventory)
2. ขั้นตอนการประเมินผลและวิธีการที่นำมาใช้ คือการให้ค่าน้ำหนักและจัดลำดับเป็นกลุ่มของข้อมูลที่หมาะสมสำหรับการใช้พื้นที่

ในแต่ละขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลจะมีวิธีการที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากวัตถุประสงค์ของการศึกษา (Purpose of the study) ภูมิหลังหรือความสนใจของนักวิจัย และความซับซ้อนของโครงการที่จะทำการออกแบบและวางแผน ซึ่งแบบจำลองเชิงปริภูมิทั้ง 3 แบบได้พัฒนาวิธีการขึ้นมาสำหรับพื้นที่ที่มีความสำคัญและมีความหลากหลายของทรัพยากรธรรมชาติ โดยให้ความสำคัญกับเรื่องของการอนุรักษ์ (Conservation) และความสมดุลของมนุษย์และธรรมชาติเป็นหลัก ทั้ง Lewis และ McHarg ได้เพิ่มปัจจัยทางด้านความงามโดยให้ความสำคัญเท่าๆกับคุณภาพทางกายภาพของทรัพยากร ถึงแม้ว่าความชัดเจนของวิธีการประเมินด้านความงามยังคงเป็นปัญหาอยู่ แต่ก็ยังคงมีการนำมาใช้อยู่ โดยเฉพาะการพัฒนาพื้นที่เพื่อการท่องเที่ยว

ปัญหาหลักของนักวิจัยทั้ง 3 คนคือ ข้อมูลที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นในการทำบัญชีรายการจำเป็นต้องใช้เวลามาก ซึ่งวิธีการของ Lewis จะใช้เวลาและมีความซับซ้อนของข้อมูลน้อยที่สุด เนื่องจากวิธีการของเขาเป็นการเน้นที่จะหาตัวบ่งชี้ที่บอกถึงคุณภาพและความหลากหลายในสิ่งแวดล้อม โดยไม่ได้รวบรวมข้อมูลที่มีความเป็นไปได้ทั้งหมดทุกตัว

วิธีการของ Hill คือการแบ่งพื้นที่ออกเป็นหน่วยย่อยๆ จากลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน วิธีการดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของระบบในการปะติดปะต่อกันของข้อมูลบางชนิด เนื่องจากว่าเมื่อปัจจัยทางกายภาพทั้งหมดถูกรวมกันเข้าใน 1 หน่วยพื้นที่ จึงเป็นการยากที่จะประเมินปัจจัยหนึ่งๆในหนึ่งหน่วยพื้นที่นั้น ซึ่งปัจจัยหนึ่งอาจมีผลต่อการกำหนดการใช้ที่ดินที่มีความหลากหลายได้ ดังนั้นการรวบรวมข้อมูลเป็นส่วนๆที่แยกเป็นอิสระต่อกันดังเช่นที่ McHarg ได้เสนอไว้ จะนำไปสู่การพัฒนาการใช้ที่ดินที่มีความหลากหลายมากกว่า

หัวใจสำคัญของระบบการวิเคราะห์พื้นที่คือ ความสามารถในการที่จะรวบรวมเอาตัวแปรอิสระต่างๆ เพื่อที่จะแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันได้ด้วยการใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิ ซึ่งทั้ง 3 วิธีการยังขาดประเด็นทางด้านเศรษฐกิจ สังคม ถึงแม้ว่าจะมีการอ้างถึงอยู่บ้าง แต่ก็ยังขาดความชัดเจนในความสัมพันธ์ ปัจจุบันการรวบรวมเอาประเด็นของสภาพแวดล้อม, สังคม และเศรษฐกิจเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะในการนำไปปฏิบัติงานจริงจำเป็นจะต้องพิจารณาประเด็นเหล่านี้มาประกอบด้วย

จากตัวอย่างแบบจำลองเชิงปริภูมิ สามารถสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่ เพื่อประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ ดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดการพื้นที่
2) หาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการใช้พื้นที่กับองค์ประกอบทางด้านธรรมชาติ เพื่อนำมากำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
3) กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาขีดความสามารถฯของปัจจัย เพื่อที่จะแสดงถึงระดับต่างๆของความสามารถและข้อจำกัดของพื้นที่
4) ซ้อนทับแผนที่ (Overlay) ของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้เกณฑ์ที่เป็นตัวบ่งชี้ขีดความสามารถของพื้นที่ เพื่อสร้างแผนที่ที่แสดงระดับความสามารถของพื้นที่ต่อการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ
5) สร้างแผนที่รวม (Composite map) ของขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ ที่สอดคล้องต่อการใช้ที่ดินตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับฯเพื่อการประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิ

3.1.1 การวิเคราะห์แนวคิดขีดความสามารถในการรองรับฯ

สามารถวิเคราะห์แนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับฯเพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิ ด้วยการคำนึงถึง ความสามารถสูงสุดของพื้นที่หรือสิ่งแวดล้อม คือ ความสามารถของระบบในพื้นที่หนึ่งๆที่จะสามารถทนทานหรือรองรับการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นได้ โดยที่ยังไม่ทำให้ระบบเสียความสมดุลไป (Schneider et.al, 1978: 1) เพื่อที่จะสามารถหาวิธีการบ่งชี้ขีดจำกัดของขีดความสามารถในการรองรับ หรือการบ่งบอกถึงความไม่เหมาะสมที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางภูมิทัศน์ที่เกิดขึ้นนั้นเกินขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ ณ เวลานั้น (ชุมพล, 2526: 2-3) ได้ดังนี้

- ลักษณะเชิงปริภูมิของพื้นที่หรือสิ่งแวดล้อม คือ ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ขององค์ประกอบภายในระบบ ณ เวลาหนึ่ง ที่แสดงให้เห็นถึงบทบาทและหน้าที่ของภูมิทัศน์ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางภูมิทัศน์ที่เกิดขึ้น (ดนัย, 2544ก: 117)
- ปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับ คือ ปัจจัยที่มีผลต่อบทบาทหน้าที่และการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ ตลอดจนผลต่อการกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ (Gysel, 1974 อ้างถึงใน ชุมพล, 2526: 2-2)

การนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองเชิงปริภูมิสำหรับงานวางแผนภูมิทัศน์ จะคำนึงถึงความสามารถสูงสุดของพื้นที่จากปัจจัยต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกันในระบบนิเวศ โดยศึกษาว่าปัจจัยอะไรบ้างที่เป็นตัวจำกัดหรือควบคุมการเจริญเติบโต รวมทั้งศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงปัจจัยใดที่จะส่งผลกระทบต่อปัจจัยอื่นๆมากน้อยเพียงไร และจะสามารถบ่งชี้หรือวัดขีดความสามารถในการรองรับฯนั้นๆได้อย่างไร

3.1.2 การกำหนดขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา

เราสามารถจะทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับฯได้ไม่ยากนัก แต่การบ่งชี้ระดับของการเปลี่ยนแปลงจนถึงระดับของขีดความสามารถในการรองรับฯเป็นเรื่องยากที่จะกำหนดลงไปอย่างชัดเจน แนวคิดหนึ่งที่ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลาย

ทั่วไป คือการกำหนดมาตรฐานของระดับผลกระทบที่ยอมรับได้ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ระดับของผลกระทบหรือสภาพที่เหมาะสมสามารถยอมรับได้ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือขีดจำกัดของการเปลี่ยนแปลงที่สามารถยอมรับได้ (Limit of Acceptable Change) โดยมีแนวคิดดังนี้ (McCool, 1996: 3-7)

1. วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้เพื่อการจัดการพื้นที่จะต้องมีความเฉพาะเจาะจงและบ่งชี้ว่าอะไรจะต้องมีการจัดการหรือปกป้องรักษาด้วยวิธีการใด ดังนั้นคำตอบของระดับการเปลี่ยนแปลงที่สามารถยอมรับได้ตลอดจนการกำหนดปัจจัยของขีดความสามารถฯ จึงแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

2. การรักษาความหลากหลายของระบบนิเวศ (Ecological Diversity) เป็นหัวใจสำคัญของการกำหนดระดับของการเปลี่ยนแปลงที่สามารถยอมรับได้ ไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้น บริเวณนั้นจะต้องยังคงรักษาความหลากหลายของระบบนิเวศเอาไว้ได้

3. การกระทำต่างๆของมนุษย์จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆภายในระบบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้จะนำมาพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่สามารถยอมรับได้ ส่วนการเปลี่ยนแปลงตามกระบวนการทางธรรมชาตินั้นจะถือว่าระบบจะยังคงรักษาความสมดุลภายในเองได้ หากไม่มีการแทรกแซงกระบวนการนี้จากการกระทำของมนุษย์

4. การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยหนึ่งๆอาจจะส่งผลต่อระดับการเปลี่ยนแปลงของระบบไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับระดับความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นการพิจารณาจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งไม่สามารถให้ผลของการวิเคราะห์ที่สมบูรณ์เพียงพอ จำเป็นจะต้องนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาพิจารณาช่วงของการเปลี่ยนแปลงร่วมกัน

5. การใช้แนวคิดของการเปลี่ยนแปลงที่สามารถยอมรับได้ เป็นเพียงวิธีการหนึ่งเท่านั้นในกระบวนการวางแผนภูมิทัศน์ย่อมจะต้องพิจารณาข้อจำกัดและปัจจัยด้านอื่นๆมาประกอบการพิจารณาด้วย

6. การติดตาม ตรวจสอบ ประเมินผล ตลอดจนควบคุมผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง จำเป็นต้องมีการนำมาใช้ร่วมกันโดยกระบวนการบริหารและการจัดการ

3.1.3 ลักษณะเชิงปริภูมิของปัจจัยของขีดความสามารถในการรองรับ

ปัจจัยของขีดความสามารถในการรองรับฯในแบบจำลองเชิงปริภูมิ คือปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่มีส่วนควบคุมหรือจำกัดการเปลี่ยนแปลงความสมดุล เสถียรภาพ และความหลาหลายทางภูมิทัศน์ในพื้นที่นั้น โดยจำแนกปัจจัย เป็น 2 กลุ่ม 7 ประเภท ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ปัจจัยที่เป็นสิ่งที่มีชีวิต (Biotic Factors)

1. สัตว์ป่า (Wildlife)

2. พืชพรรณ (Vegetation)

กลุ่มที่ 2 ปัจจัยที่เกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Factors)

1. ดิน (Soil)
2. น้ำ (Hydrology)
3. ธรณีวิทยา (Geology)
4. ลักษณะภูมิประเทศ (Physiography)
5. ลักษณะภูมิอากาศ (Climate)

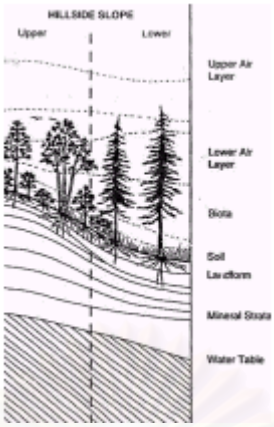
ลักษณะเชิงปริภูมิของปัจจัยของขีดความสามารถฯทั้ง 7 ปัจจัย สามารถจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้ (Rowe: 1961 cited in Barnes et.al, 1980: 9)

1. แนวดิ่ง (Vertical Approach) เป็นลำดับความสัมพันธ์ที่มีการซ้อนชั้นกันทางแนวดิ่ง ปัจจัยของขีดความสามารถฯที่มีลักษณะเช่นนี้ ได้แก่ พืชพรรณ ดิน ลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศ

2. แนวราบ (Horizontal Approach) เป็นความสัมพันธ์ที่มีการเชื่อมโยงกันเป็นโครงข่าย (Network) มีการกระจายตัว (Distribution) ในรูปแบบต่างๆกัน ในการพิจารณาลักษณะเชิงปริภูมิของปัจจัยจะกำหนดเป็นแนวกันชน (Buffer) ของตำแหน่งที่ตั้งให้เป็นพื้นที่เสียก่อน เพื่อแสดงอาณาบริเวณที่ได้รับอิทธิพลหรือส่งผลต่อปัจจัยนั้น โดยมีปัจจัยของขีดความสามารถฯที่มีลักษณะเชิงปริภูมิเช่นนี้ คือ

- สัตว์ป่า (Wildlife) จะกำหนดเป็นขอบเขตการหากินหรือบริเวณที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าแต่ละประเภทจากตำแหน่งที่พบของสัตว์ป่า เพื่อแสดงให้เห็นอาณาบริเวณที่มีผลต่อการดำรงชีพของสัตว์ป่า
- น้ำ (Hydrology) กำหนดเป็นขอบเขตของพื้นที่ริมน้ำหรือพื้นที่รับน้ำ เพื่อแสดงให้เห็นถึงบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ และความสามารถในการใช้แหล่งน้ำเพื่อการดำรงชีพของพืชและสัตว์ป่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์เชิงปริภูมิของปัจจัยต่างๆในระบบ

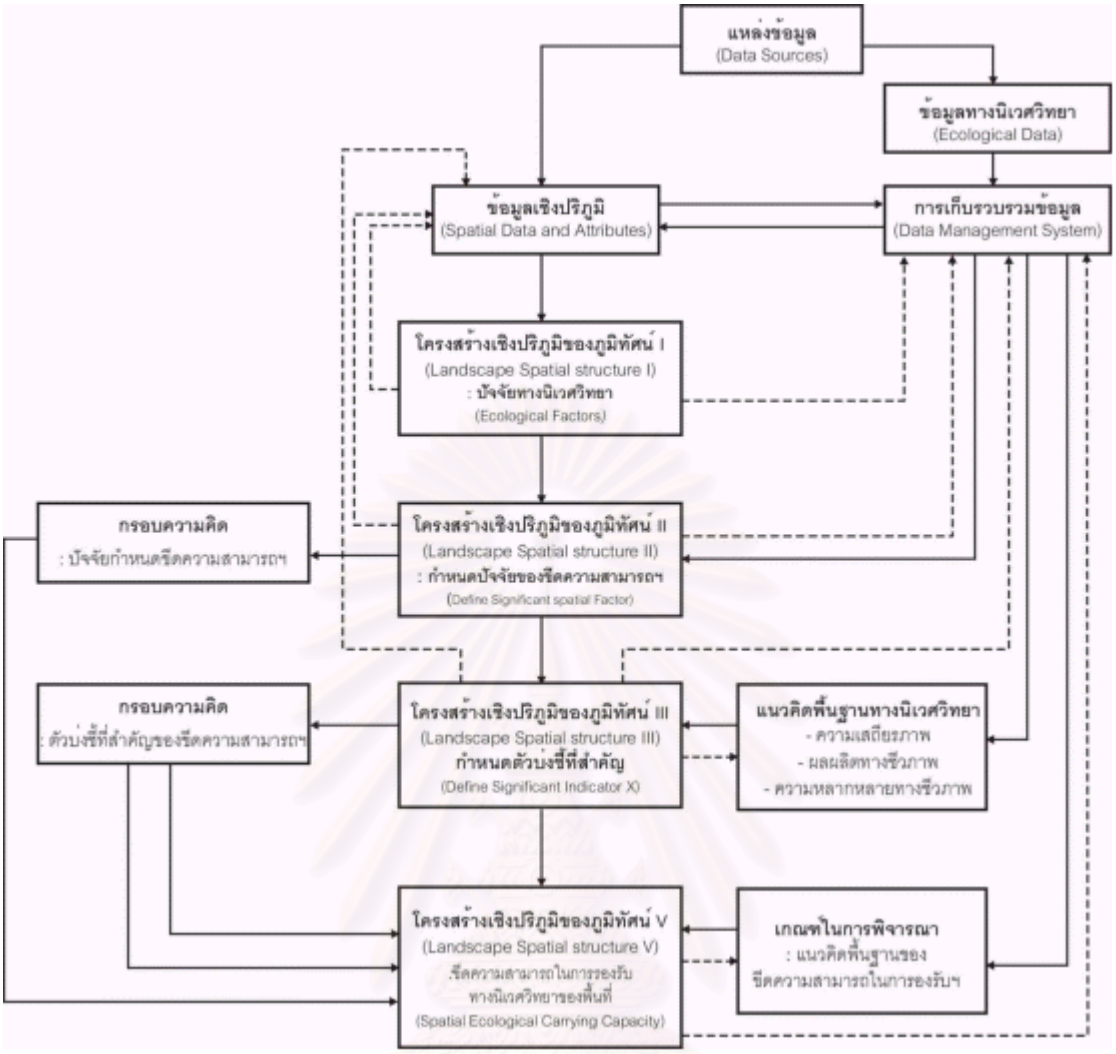
ที่มา: Barnes et.al, 1980: 9

จากลักษณะเชิงปริภูมิของปัจจัยทั้งในแนวราบและแนวดิ่งนั้น ต่างก็มีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงซึ่งกันและกันที่แสดงให้เห็นถึงบทบาทหน้าที่ของแต่ละปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ที่ระดับความสูงจากพื้นดินที่แตกต่างกันก็ส่งผลต่ออุณหภูมิของพื้นที่ที่ต่างกัน ความหนาแน่นของเรือนยอดของป่าชนิดต่างๆก็ส่งผลต่อปริมาณแสงแดดที่ส่องลงสู่พื้นดินด้านล่างได้มากน้อยไม่เท่ากัน เป็นต้น

3.2 การสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ

การสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิจากการวิเคราะห์จากแนวคิดขีดความสามารถในการรองรับฯ เริ่มจากการทำความเข้าใจถึงโครงสร้างเชิงปริภูมิของปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้องกับงานวางแผนภูมิทัศน์ทั้ง 7 ปัจจัย จากนั้นจึงกำหนดว่าอะไรเป็นตัวบ่งชี้ที่บอกถึงข้อจำกัดของขีดความสามารถในการรองรับฯได้จากแนวคิดพื้นฐานทางด้านนิเวศวิทยา อันได้แก่ ความสมดุล, ผลิตผล, และความหลากหลายของระบบหรือสิ่งแวดล้อมที่สามารถปรากฏให้เห็นได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 7 แสดงกรอบแนวคิดของการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา

ที่มา: ดัดแปลงจาก ดนัย, 2544ก: 121

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดลักษณะเชิงปริภูมิของภูมิทัศน์

เป็นการศึกษาและทำความเข้าใจลักษณะเชิงปริภูมิ โดยเฉพาะข้อมูลทางนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนภูมิทัศน์ เริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลทางนิเวศวิทยาจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แล้วจำแนกข้อมูลที่รวบรวมได้เฉพาะข้อมูลเชิงปริภูมิเท่านั้น (Spatial Data and Attribute)

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดโครงสร้างปริภูมิของปัจจัยกำหนดขีดความสามารถ

ด้วยการกำหนดปัจจัยทางนิเวศวิทยาเพื่อการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯ ของพื้นที่ในที่นี้ คือปัจจัยของขีดความสามารถ 7 ปัจจัย ด้วยการทำความเข้าใจถึงโครงสร้าง (Structure) และบทบาทหน้าที่ (Function) ในภูมิทัศน์ จากนั้นจึงนำปัจจัยเหล่านี้มาจำแนกประเภทและจัดกลุ่มเฉพาะข้อมูลเชิงปริภูมิที่สามารถนำมาวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯ ในระดับงานวางแผนภูมิทัศน์ได้อย่างเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดตัวบ่งชี้ของขีดความสามารถในการรองรับ

ด้วยการคำนึงถึงแนวคิดพื้นฐานทางนิเวศวิทยาประกอบกับแนวความคิดของขีดความสามารถในการรองรับฯมาเป็นตัวกำหนดตัวบ่งชี้ของแต่ละปัจจัย ซึ่งได้แก่ความอุดมสมบูรณ์ ความแข็งแรงทนทาน ความเสียงต่อการพังทลาย ตลอดจนความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมในช่วงของความทนทานต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 การกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์ขีดความสามารถของพื้นที่

การกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์ขีดความสามารถของแต่ละปัจจัย ด้วยการจัดช่วงของค่า (Rating Scale) แต่ละปัจจัย โดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาที่ได้มีการกำหนดไว้ แล้วนำมาประยุกต์เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักของระดับการเปลี่ยนแปลงที่สามารถยอมรับได้

3.3 การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ

3.3.1 การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยการซ้อนทับแผนที่

การซ้อนทับแผนที่ (Overlay) คือ การนำเอาแผนที่ตั้งแต่ 2 แผนที่มาซ้อนทับกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆบนแผนที่ วิธีการซ้อนทับของแผนที่สามารถจำแนกเป็น (สุมิตรา, 2538: 19-22)

1. Sieve Analysis เป็นเทคนิคที่ค่อนข้างง่ายและนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายในการเลือกหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนา โดยมีหลักการคือ การศึกษาตัวแปรต่างๆที่เป็นตัวกำหนดการพัฒนา ผลจากการซ้อนทับข้อมูลจะปรากฏเป็นพื้นที่ที่มีข้อจำกัด และพื้นที่ว่างที่นอกเหนือจากข้อกำหนด เทคนิคการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยวิธีดังกล่าวเป็นวิธีการที่ง่ายต่อการนำไปใช้และตีความ เนื่องจากข้อมูลถูกแสดงเป็นภาพ (Graphic)

2. McHarg's Technique เป็นวิธีการวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับแผนที่เหมือนกัน แต่ McHarg ได้ทำการจำแนกข้อมูลแต่ละประเภท และแสดงด้วยการใช้สีที่แตกต่างกันและมีการจัดลำดับความเหมาะสมของพื้นที่ด้วยความเข้ม – จาง ของสี (Tone) การจัดลำดับความเหมาะสมของพื้นที่จะทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีทางเลือกหลายทาง แต่วิธีการดังกล่าวก็มีข้อจำกัด คือ หากข้อมูลมีปริมาณมาก การใช้ความเข้มของสีแสดงผลข้อมูลจะทำให้ดูยากและเกิด

ความสับสน ทั้งนี้สายตาของมนุษย์โดยปกติจะสามารถจำแนกความแตกต่างของสีได้ดีที่สุดประมาณ 7 – 8 สีเท่านั้น

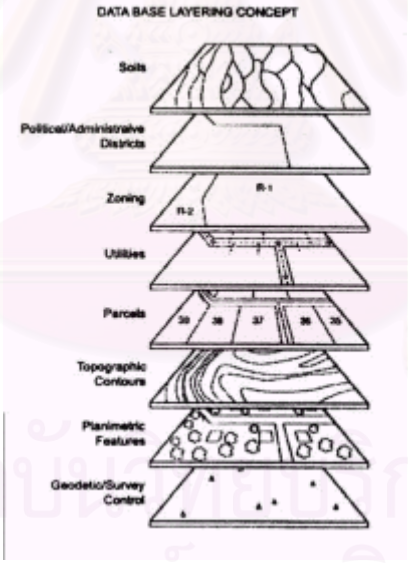
3. Potential Surface Analysis: PSA เป็นวิธีการวิเคราะห์เพื่อหาศักยภาพของพื้นที่สำหรับกิจกรรมแต่ละกิจกรรมอย่างเป็นระบบ และสามารถบอกได้ว่าพื้นที่หนึ่งๆมีศักยภาพในการใช้ประโยชน์หรือการพัฒนามากน้อยเพียงใด โดยมีหลักการ คือ

3.1 กำหนดปัจจัยต่างๆ ซึ่งจะใช้ในการพิจารณาร่วมกัน เพื่อหาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมหนึ่งๆ ที่สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของการพิจารณา

3.2 วัดค่าปัจจัยต่างๆเหล่านั้น

3.3 กำหนดค่าปัจจัยต่างๆลงในแผนที่

การจัดทำแผนที่แสดงลักษณะต่างๆที่ได้แบ่งระดับของข้อจำกัดการใช้ประโยชน์จากระดับต่ำสุดถึงระดับสูงสุด จากนั้นจึงให้ค่าน้ำหนัก (Weighting) แก่พื้นที่ตามระดับข้อจำกัด ผลรวมของค่าน้ำหนักทั้งหมดของแต่ละปัจจัยในพื้นที่หนึ่งๆ จะบ่งบอกถึงศักยภาพของการใช้พื้นที่นั้นๆ โดยหากพื้นที่มีค่าน้ำหนักสูงก็แสดงว่า พื้นที่นั้นมีศักยภาพในการใช้พื้นที่สูง พื้นที่ที่มีค่าน้ำหนักรองลงมาก็มีศักยภาพรองลงไปตามลำดับ

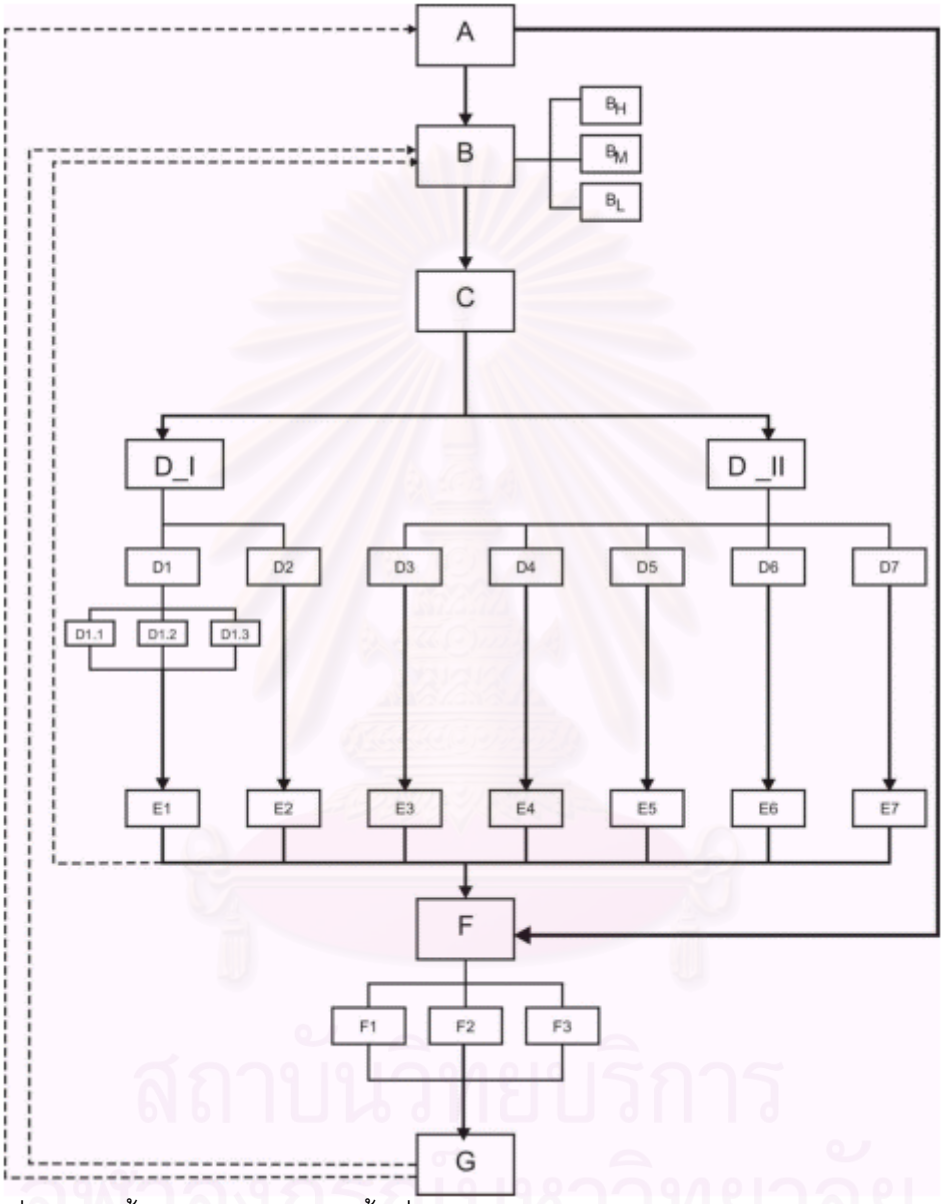


ภาพที่ 6 แสดงแนวคิดของการซ้อนทับกัน (Overlay Technique) ของชั้นข้อมูลต่างๆ
ที่มา: อังสนา, 2544: 4-5

การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยวิธีการดังกล่าวข้างต้น สามารถกระทำได้ทั้งมือและใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งการซ้อนทับข้อมูลนับได้ว่าเป็นวิธีหลักในการทำวิเคราะห์ทางด้านภูมิสถาปัตยกรรม เป็นวิธีการที่ง่ายและมีความสะดวกในการนำมาใช้ ตลอดจนสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับแบบจำลองเชิงปริภูมิ สำหรับการพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับฯ

3.3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิ

การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยการซ้อนทับแผนที่ดังกล่าวข้างต้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้



แผนภูมิที่ 8 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา

ที่มา: ดัดแปลงจาก Angsana Boonyobhas, 1996: 87

ขั้นตอนที่ 1 การจัดเตรียมและรวบรวมข้อมูลเชิงปริภูมิ (Preparing Environmental Data)

ขั้น A เป็นการวางแผนการวิเคราะห์พื้นที่ ประกอบด้วยการกำหนดวัตถุประสงค์ของการประเมินขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ (Criteria) ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ และกำหนดชนิด ประเภทและรายละเอียดต่างๆในการเก็บข้อมูลสำหรับพื้นที่ศึกษา

ขั้น B การกำหนดระดับของการเปลี่ยนแปลงที่สามารถยอมรับได้ เพื่ออธิบายขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่เพื่อการกำหนดทางเลือกของการจัดการพื้นที่ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขั้น C กำหนดตัวบ่งชี้ที่สำคัญที่สามารถวัดหรือบ่งชี้ระดับของการเปลี่ยนแปลงของระบบได้โดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ขั้นตอนที่ 2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิ

ขั้น D การเก็บรวบรวมข้อมูลของปัจจัย 7 ประเภท มาใช้กับแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ

ขั้น E การกำหนดตัวบ่งชี้ (Indicator) ของขีดความสามารถในการรองรับฯแต่ละปัจจัยตลอดจนกำหนดเกณฑ์ (Criteria) ในการวิเคราะห์ด้วยการกำหนดช่วงของค่า (Rating Scale) ของแต่ละปัจจัยว่าอยู่ในช่วงใด แล้วจึงจัดลำดับความสำคัญ (Weighting) ของแต่ละปัจจัย ที่กำหนดขึ้นในขั้น D ว่าปัจจัยใดจะมีผลหรือความสำคัญต่อการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่มากน้อยต่างกัน

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลของข้อมูล

ขั้น F ขั้นตอนการซ้อนทับข้อมูลต่างๆ ออกมาเป็นแผนที่รวม (Composite Map) ซึ่งผลของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ จะมีการแสดงผลการคำนวณออกเป็นระดับการเปลี่ยนแปลงที่สามารถยอมรับได้ เพื่ออธิบายขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ โดยจำแนกออกเป็น ข้อจำกัด (Limitation) ความเหมาะสม (Suitability) และความเสี่ยง (Vulnerability) ของพื้นที่ต่อการพัฒนาตามวัตถุประสงค์โครงการที่ตั้งไว้ในขั้น A โดยผู้วิเคราะห์และผู้ประเมินจะทำการพิจารณาและตัดสินระดับของขีดความสามารถในการรองรับว่าอยู่ในช่วงใด

ขั้น G การกำหนดแนวทางในการพัฒนาและการจัดการพื้นที่ด้วยการประมวลผลการวิเคราะห์พื้นที่ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่น ปัจจัยทางสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรม และกายภาพ เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดการพื้นที่

จากวิธีการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิ ด้วยการวิเคราะห์แนวคิดของขีดความสามารถฯ การกำหนดปัจจัยและตัวบ่งชี้ของขีดความสามารถฯ ตลอดจนการกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ขีดความสามารถของพื้นที่ ด้วยการพิจารณาขีดความสามารถของแต่ละปัจจัย แล้วจึงนำมาซ้อนทับรวมกันของแผนที่ เพื่อแสดงให้เห็นถึงผลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ต่อขีดความสามารถในการรองรับฯจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์ได้ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของ
ขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา

4.1 ปัจจัยและตัวบ่งชี้ขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา

ปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯที่ใช้ในแบบจำลองเชิงปริภูมิสำหรับงานวางแผนภูมิทัศน์ จะมีตัวบ่งชี้ (Indicator) เพื่อบอกขีดความสามารถในการรองรับฯที่แสดงถึงทิศทางของการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ทั้งที่เป็นบวก (+ Positive) เป็นลบ (- Negative) และเป็นกลาง (Neutral)

ตารางที่ 4 แสดงปัจจัยและตัวบ่งชี้ของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา และเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา

ปัจจัยกำหนดขีดความสามารถฯ (Ecological Factor)	**ตัวบ่งชี้** (Indicator)	**เกณฑ์ในการพิจารณา** (Criteria)
<u>สัตว์ป่า (Wildlife)</u> ชนิดของสัตว์ป่าที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพทางนิเวศวิทยา (Species Indicator) (ทวี, 2525: 94)	ความหนาแน่นของประชากรสัตว์ป่า (Optimum Density)	จำนวนมากที่สุดของสัตว์ป่าที่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ดี ในสภาพแวดล้อมที่เลวที่สุด
	สภาพถิ่นที่อยู่อาศัย (Habitat Quality)	ระดับความหลากหลายและขนาดถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า
<u>พืชพรรณ (Vegetation)</u> ระบบนิเวศป่าไม้ (Vegetation Community) (อุทิศ, 2535: 35)	ความอุดมสมบูรณ์ของป่า	ปัจจัยกำหนดสิ่งแวดล้อมของป่าแต่ละชนิด
<u>ดิน (Soil)</u> การระบายน้ำของดิน (Soil Drainage) (เอิบ, 2533: 56-58)	ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณ (Fertility)	ความสามารถของดินในการให้น้ำซึมผ่าน
ความลึกของดิน (Soil Depth) (ธวัช, 2529: 104)		ข้อจำกัดของรากพืช (Rooting condition)
เนื้อหน้าดิน (Soil Texture) (ธวัช, 2529: 105)		คุณสมบัติทางกายภาพ ความหยาบ, ละเอียด ความสำคัญในการอุ้มน้ำของดิน การระบายน้ำของดิน และการดูดซับธาตุอาหาร

ตารางที่ 4 แสดงปัจจัยและตัวบ่งชี้ขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา และเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (ต่อ)

ปัจจัยกำหนดขีดความสามารถฯ (Ecological Factor)	**ตัวบ่งชี้** (Indicator)	**เกณฑ์ในการพิจารณา** (Criteria)
ปฏิกิริยาของดิน (Soil Reaction; pH) (เอิบ, 2533: 90)		ศักยภาพของดินในความสามารถให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์และเหมาะสมต่อพืช
ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ (เอิบ, 2533: 646)		ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน, ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ, ความสามารถของดินที่จะให้แร่ธาตุ
การชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erosion) (กรมพัฒนาที่ดิน)	ความเสี่ยง (Vulnerability)	ระดับความเสี่ยงของการชะล้างพังทลายของดิน
<u>ธรณีวิทยา (Geology)</u> วัสดุผิวสัณฐาน (Surface Material) (อภิสิทธิ์, 2526: 79-82)	ความเสี่ยงต่อการผุพังของชั้นหิน (Vulnerability)	ระดับความคงทนต่อการผุพังของชั้นหิน
โครงสร้างของธรณีสัณฐาน		โอกาสที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ
<u>น้ำ (Hydrology)</u> แหล่งน้ำผิวดิน (Surface water) (จีรพรรณ, 2528: 68)	ความสามารถในการใช้แหล่งน้ำ (Accessibility)	ระดับความหนาแน่นของทางน้ำ (Drainage area) และพื้นที่รับน้ำ (Stream Density)
<u>ลักษณะภูมิประเทศ (Physiography)</u> ความลาดชัน (Slope) (อภิสิทธิ์, 2526: 51)	ความเสี่ยง (Vulnerability)	ช่วงของความลาดชันที่เหมาะสม
ทิศทางด้านลาดเท (Slope Orientation) (ชำนาญ, 2525: 102-104)	ความเหมาะสม (Suitability)	ด้านที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณและการอยู่อาศัยของสัตว์ป่า
ระดับความสูง (Elevation) (จีรพรรณ, 2528: 60-61)	ความเหมาะสม (Suitability)	ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม
<u>ภูมิอากาศ (Climate)</u> อุณหภูมิ (Temperature) (จงกลนีและคณะ, 2536: 21)	ความเหมาะสม (Suitability)	ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืชพรรณ
ปริมาณฝน (Rain fall) (วิไลลักษณ์, 2540: 172)		ช่วงปริมาณฝนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณ

1. สัตว์ป่า (Wildlife)

ขีดความสามารถในการรองรับของประชากรสัตว์ป่า หมายถึง ปริมาณมากที่สุดของสัตว์ป่าตามชนิดและคุณภาพที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างดีในสภาพแวดล้อม ในช่วงเวลาที่เลวร้ายที่สุด เป็นเรื่องของปัจจัยต่างๆในระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของประชากรสัตว์ป่า (ทวี, 2525: 94)

1.1 ปัจจัยของขีดความสามารถฯ

- ชนิดสัตว์ป่าที่เป็นตัวบ่งชี้ของระบบนิเวศ (Indicator Species)

คือสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งที่เป็นตัวบ่งชี้ลักษณะเฉพาะหรือคุณภาพบางอย่างของถิ่นอาศัยนั้นๆ ตัวอย่าง สัตว์กินผลไม้ขนาดใหญ่ เช่น นกเงือก สามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของไม้ผลในพื้นที่นั้น สัตว์กินเนื้อขนาดใหญ่ เช่น เสือโคร่ง สามารถเป็นตัวบ่งชี้สภาพปัจจุบันของเหยื่อที่มีขนาดใหญ่ เช่น กวางหรือหมูป่า ในทางตรงกันข้าม การหายไปตามธรรมชาติของสัตว์บางชนิดก็สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่นั้นได้ (อลัน, 2542: 142)

- สภาพถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า

ถิ่นที่อาศัยเป็นแหล่งรองรับการอยู่อาศัย การหากิน หรือดำเนินกิจกรรมต่างๆ และให้ปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ป่า เช่น แหล่งอาหาร แหล่งน้ำ ที่หลบภัย และสิ่งจำเป็นต่างๆที่สัตว์ต้องการ สภาพถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าสามารถอธิบายได้ 2 ลักษณะคือ (อลัน, 2542: 66-67)

1. Macro Habitat เป็นการอธิบายหรือพรรณนาถึงลักษณะหรือโครงสร้างอย่างคร่าวๆของถิ่นอาศัยที่สัตว์นั้นอยู่อาศัย ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลที่สำคัญที่ใช้ในการบ่งถึงลักษณะอย่างกว้างๆของถิ่นอาศัย ที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ชนิดใดชนิดหนึ่ง
2. Micro Habitat เป็นการอธิบายหรือพรรณนาถึงลักษณะหรือโครงสร้างอย่างละเอียดของถิ่นอาศัยที่เฉพาะที่สัตว์นั้นๆอาศัยอยู่ ข้อมูลที่ได้จะใช้บ่งชี้ถึงความแตกต่างของถิ่นอาศัยของสัตว์แต่ละชนิด ที่อาศัยอยู่ใน Macro Habitat เดียวกัน

1.2 ตัวบ่งชี้ของขีดความสามารถฯ

ตัวบ่งชี้ของประชากรสัตว์สามารถวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

1. จำนวนประชากรที่เหมาะสมของชนิดสัตว์ป่าที่เป็นตัวบ่งชี้ของระบบนิเวศ
2. คุณภาพของถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า

ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ประกอบกับความเหมาะสมของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการรองรับประชากรสัตว์ป่าของพื้นที่ และความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์ป่าก็อาจเป็นตัวชี้ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ได้เช่นกัน หากคุณภาพของถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่ามีความเหมาะสม ก็จะสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณของสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ด้วย

2. พืชพรรณ

2.1 ปัจจัยของขีดความสามารถฯ

ปัจจัยพืชพรรณที่เป็นตัวกำหนดขีดความสามารถฯของพื้นที่ในระดับงานวางแผนภูมิทัศน์ คือระบบนิเวศป่าไม้ เนื่องจากประเภทป่าไม้นอกจากจะบ่งบอกได้ว่าในป่าประเภทนั้นๆน่าจะมีพรรณไม้ชนิดใดแล้ว ยังสามารถคาดคะเนได้ว่ามีสัตว์ป่าชนิดใดที่อาศัยอยู่ในป่านั้นด้วย สามารถจำแนกประเภทของป่าไม้ในเมืองไทยเป็น 2 ประเภท คือ (อุทิศ, 2535: 35)

- ป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen Forest)

- ป่าผลัดใบ (Deciduous Forest)

ซึ่งป่าแต่ละประเภทจะมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species diversity) และชนิดพันธุ์ประจำถิ่นที่แตกต่างกัน จากปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกัน

2.2 ตัวบ่งชี้ขีดความสามารถฯ

ความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ เป็นตัวบ่งชี้ถึงขีดความสามารถฯ ของป่าแต่ละประเภทที่จะสามารถเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าตลอดจนสิ่งมีชีวิตในระบบด้วย ความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าไม้ล้วนถูกควบคุมด้วยความเหมาะสมและความสมบูรณ์ของปัจจัยแวดล้อมที่มีในพื้นที่ทั้งสิ้น ปัจจัยแวดล้อมได้แก่ ภูมิอากาศ ดิน ลักษณะภูมิประเทศ สิ่งมีชีวิต และไฟป่า ซึ่งจะมีบทบาทต่อการกระจายพันธุ์ การพัฒนา การเจริญเติบโต ตลอดจนการดำรงชีพในพื้นที่ โดยเฉพาะบทบาทสำคัญในการสร้างสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชและสัตว์แต่ละชนิด (อุทิศ, 2535: 37)

3. ดิน

ดินเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อาศัยอยู่บนโลกไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ จุลินทรีย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะดินเป็นแหล่งของธาตุอาหาร น้ำ อากาศ และเป็นที่ยึดเกาะของรากพืช พรรณพืชแต่ละชนิดก็มีความต้องการปัจจัยจำเป็นที่อยู่ในดินแตกต่างกันไป แต่คุณสมบัติของดินบางประการเท่านั้นที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการกระจายของพรรณไม้ (Miller and Danahue, 1990 อ้างถึงใน ภูวดล, 2539: 20)

3.1 ปัจจัยของขีดความสามารถฯ จำแนกเป็น 2 กลุ่ม

1) คุณสมบัติของดินที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณ

1. การระบายน้ำของดิน

2. ความลึกของดิน

3. เนื้อหน้าดิน

4. ปฏิกิริยาของดิน

5. ความอุดมสมบูรณ์ของดินตามธรรมชาติ

2) ปัจจัยที่เกี่ยวกับการพังทลายของดิน

1. ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลาย

2. ปัจจัยความคงทนต่อการชะล้างพังทลาย

3. ปัจจัยความยาวลาดเท

4. ปัจจัยความลาดชัน

5. ปัจจัยการจัดการพืช

6. ปัจจัยการจัดการพื้นที่

3.2 ตัวบ่งชี้ขีดความสามารถฯ

1. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นตัวชี้วัดคุณสมบัติของดินที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณมากน้อยอย่างไร หากดินนั้นมีความอุดมสมบูรณ์มาก ก็แสดงว่าพืชพรรณบริเวณนั้นก็สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าบริเวณที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และยังส่งผลต่อคุณภาพถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าด้วย

2. ความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน

ความเสี่ยงต่อการพังทลายของดินเป็นตัวชี้วัดระดับการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ หรือความคงทนต่อการคงสภาพนั้นจากการเข้าไปเปลี่ยนแปลงพื้นที่ ทั้งที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์และโดยธรรมชาติ

4. ธรณีวิทยา

4.1 ปัจจัยของขีดความสามารถฯ

- วัสดุผิวสัณฐาน

องค์ประกอบของวัสดุผิวสัณฐานมีความสำคัญต่อกระบวนการทางธรณีสัณฐานและโครงสร้างทางธรณีวิทยา เป็นปัจจัยควบคุมการวิวัฒนาการของภูมิประเทศ วัสดุผิวสัณฐานที่ใช้วิเคราะห์ขีดความสามารถฯ คือหินชนิดต่างๆ สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทคือ

- หินอัคนี(Igneous rocks)
- หินตะกอน (Sedimentary rocks)
- หินแปร (Metamorphic rocks)

- ค่าการวางตัวของชั้นหิน

หมายถึง แนวระนาบชั้นหิน (Bedding plane) ลาดเอียงลงจากแนวระดับ (Horizontal plane) การวางตัวของชั้นหินในลักษณะต่างๆจะมีผลต่อโครงสร้างธรณีสัณฐานของบริเวณนั้นด้วย

4.2 ตัวบ่งชี้ขีดความสามารถฯ

คือความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างธรณีสัณฐาน เป็นการวัดการความคงทนของชั้นหินต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีสัณฐาน อันได้แก่ การผุพังอยู่กับที่ (Weathering) การกัดเซาะ (Erosion) และการเคลื่อนที่ของมวล (Mass movement)

5. น้ำ

5.1 ปัจจัยของขีดความสามารถฯ

กำหนดจากความหนาแน่นทางน้ำของแหล่งน้ำผิวดิน สิ่งที่เกี่ยวข้องกับความหนาแน่นของทางน้ำ ได้แก่ ภูมิอากาศ, ปริมาณน้ำฝน และความรุนแรงของฝนตก นอกจากเขตภูมิอากาศที่ต่างกันจะทำให้ความหนาแน่นของทางน้ำต่างกันแล้ว ยังมีความแตกต่างในชนิดหิน ซึ่งหินแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติต่างกัน เช่น ความพรุน การยอมให้น้ำซึมผ่าน และความคงทนต่อการผุกร่อน เป็นต้น

5.2 ตัวบ่งชี้ขีดความสามารถฯ

ตัวบ่งชี้คือ สามารถในการใช้แหล่งน้ำ (Accessibility) ซึ่งจะมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ป่าและการเจริญเติบโตของพืชพรรณ โดยศึกษาจากขนาดและความหนาแน่นของทางน้ำ (Drainage Texture) มาประกอบกับการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ริมน้ำ (Riparian Zone) เพื่อกำหนดเป็นบริเวณแนวกันชน (Buffer Zone) คือ บริเวณที่ที่สามารถเข้าถึงแหล่งน้ำได้

6. ลักษณะภูมิประเทศ

6.1 ปัจจัยของขีดความสามารถฯ

1) ความลาดชัน

2) ทิศทางด้านลาดเท

3) ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล

6.2 ตัวบ่งชี้ขีดความสามารถฯ

1) ความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการดำรงอยู่ได้ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้แก่ ทิศทางด้านลาดเท และระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล

2) ความเสี่ยง (Vulnerability) ต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิประเทศในลักษณะต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณและดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต รวมถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ เช่น ความลาดชันของพื้นที่

7. ภูมิอากาศ

7.1 ปัจจัยของขีดความสามารถฯ

คือปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณและสิ่งมีชีวิต ตลอดจนผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ได้แก่

- อุณหภูมิเฉลี่ย
- ปริมาณฝนเฉลี่ย

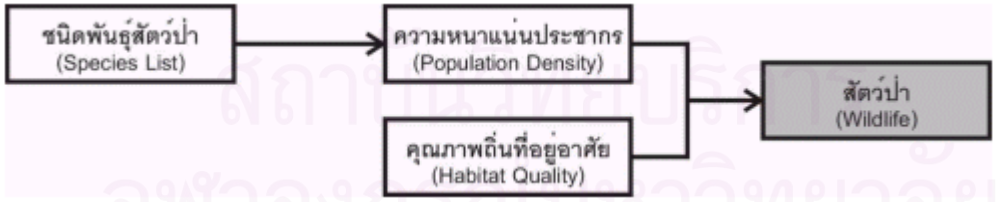
7.2 ตัวบ่งชี้ขีดความสามารถฯ

ตัวบ่งชี้ของปัจจัยเกี่ยวกับอุณหภูมิ และปริมาณฝน คือความเหมาะสมของช่วงอุณหภูมิและปริมาณฝนที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณและสิ่งมีชีวิต

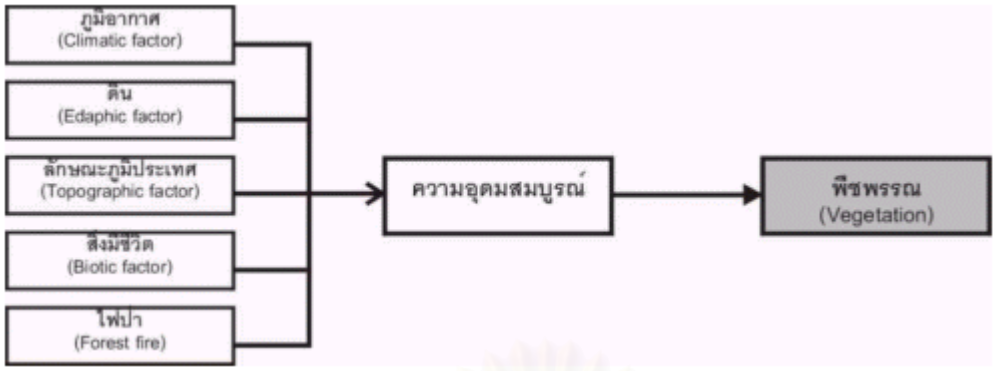
4.2 แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา

4.2.1 แบบจำลองปัจจัยของขีดความสามารถในการรองรับฯ

แบบจำลองของปัจจัยของขีดความสามารถฯ แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขีดความสามารถฯ ที่มีความสัมพันธ์กับตัวบ่งชี้ (Indicator) ดังนี้



แผนภูมิที่ 9 แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของปัจจัยสัตว์ป่า

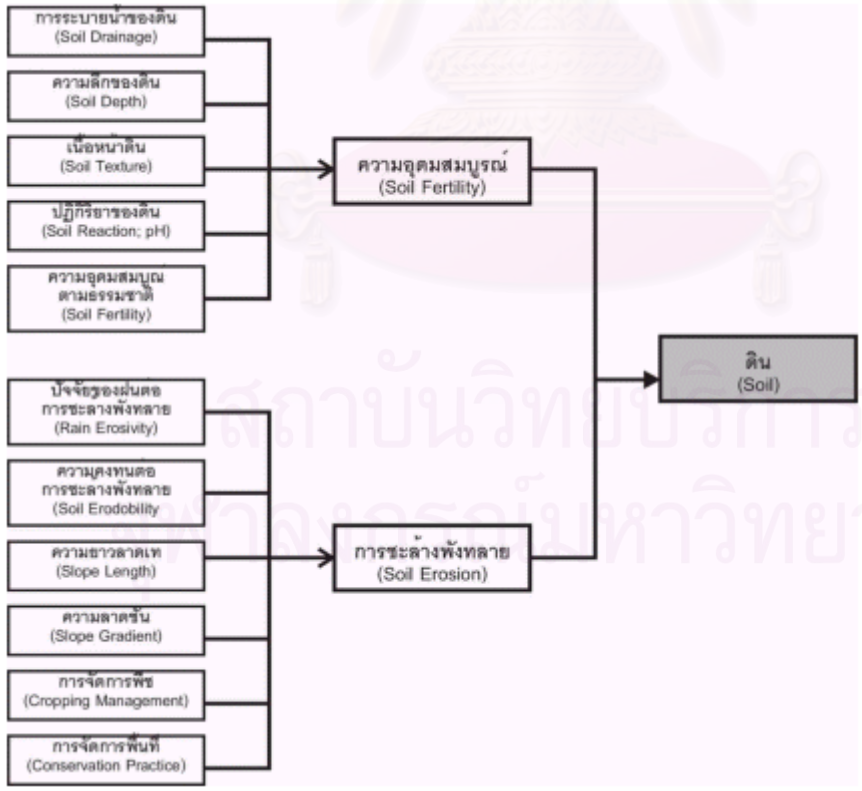


แผนภูมิที่ 10 แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิ ของพืชพรรณ

ตารางที่ 5 แสดงการจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าไม้

ประเภทป่า	ระดับความอุดมสมบูรณ์
ป่าสนเขา	ต่ำ
ป่าเต็งรัง	ค่อนข้างต่ำ
ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบเขา	ปานกลาง
ป่าดิบแล้ง	ค่อนข้างสูง
ป่าดิบชื้น	สูง

ที่มา: จากการวิเคราะห์และดัดแปลงจาก อุทิศ กุฎอินทร์, 2535: 64 – 78; อุทิศ, 2539: 145 - 170



แผนภูมิที่ 11 แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของดิน

ตารางที่ 8 แสดงการจัดระดับความเหมาะสมฯของลักษณะการระบายน้ำของดิน

ระดับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช	ลักษณะการระบายน้ำ
น้อย	การระบายน้ำเลวมาก (Very poorly drained) และการระบายน้ำดีเกินไป (Excessively drained)
ค่อนข้างน้อย	การระบายน้ำเลว (Poorly drained) และการระบายน้ำค่อนข้างดีเกินไป (somewhat excessively drained)
ปานกลาง	การระบายน้ำค่อนข้างเลว (Imperfectly drained or somewhat poorly drained)
ค่อนข้างมาก	การระบายน้ำดีปานกลาง (Moderately well drained)
มาก	การระบายน้ำดี (Well drained)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Soil Survey Staff, 1951, 1981; อ้างถึงในเอิบ เขียวรื่นรมณ์, 2533: 56-58

ตารางที่ 7 แสดงการจัดระดับความเหมาะสมฯของความลึกของดิน

ระดับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช	ช่วงความลึก
มาก	มากกว่า 1.50 ม.
ค่อนข้างมาก	1.00 ม. – 1.50 ม.
ปานกลาง	50 ซม. – 1.00 ม.
ค่อนข้างน้อย	25 ซม. – 50 ซม.
น้อย	น้อยกว่า 25 ซม.

ที่มา: ดัดแปลงจากUS Soil Conservation Service; อ้างถึงใน ธวัช สิงห์ภู่, 2529: 104

ตารางที่ 8 แสดงการจัดระดับความเหมาะสมของเนื้อดิน

ระดับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช	เนื้อดิน
น้อย	ทราย, ทรายร่วน และเหนียวมาก
ปานกลาง	เหนียวปนทราย
มาก	ร่วนปนทราย, เหนียวร่วนปนทราย และร่วนเหนียว

ที่มา: ดัดแปลงจาก Soil Survey Staff, 1951, 1981; อ้างถึงในธวัช สิงห์ภู่, 2529: 105

ตารางที่ 9 แสดงการจัดระดับความเหมาะสมของช่วงความเป็นกรด – ด่างของดิน

ระดับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช	**ช่วงความเป็นกรด-ด่าง**
น้อย	น้อยกว่า 4.5 – 5.0 และมากกว่า 9.0
ปานกลาง	5.1 – 6.0 และ 7.9 – 9.0
มาก	6.1 – 7.8

ที่มา: ดัดแปลงจาก เอิบ เขียวรื่นรมณ์, 2533: 90

ตารางที่10 แสดงระดับความอุดมสมบูรณ์ และเกณฑ์ความสูง – ต่ำของค่าวิเคราะห์สมบัติของดิน

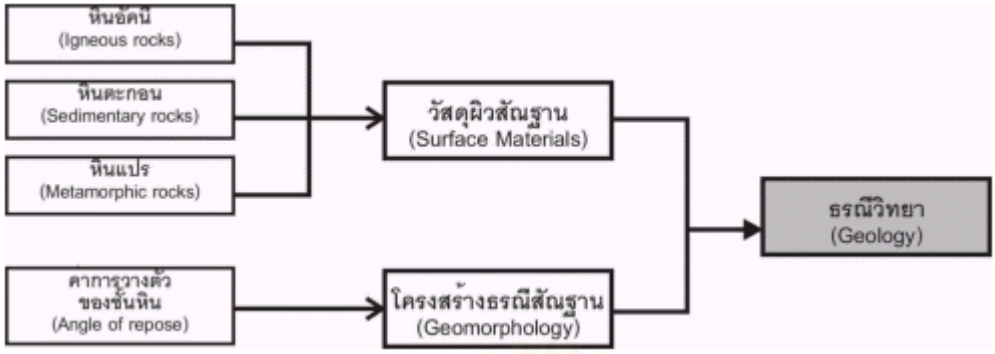
ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน	O.M. ($g\ kg^{-1}$)	B.S. ($g\ kg^{-1}$)	C.E.C. ($cmol\ kg^{-1}$)	Avail. P ($mg\ kg^{-1}$)	Avail. K ($mg\ kg^{-1}$)
ต่ำ	<15 (1)	<35 (1)	<10 (1)	<10 (1)	<60 (1)
ปานกลาง	15 – 35 (2)	35 – 75 (2)	10 – 20 (2)	10 – 25 (2)	60 – 90 (2)
สูง	>35 (3)	>75 (3)	>20 (3)	>25 (3)	>90 (3)

ที่มา: เอิบ เขียวรื่นรมณ์, 2533: 646

ตารางที่ 11 แสดงระดับความเสี่ยงของการชะล้างพังทลายของดิน

ระดับความเสี่ยงของการชะล้างพังทลายของดิน	**ปริมาณดินตะกอนที่สูญเสียต่อหน่วยพื้นที่** (A)(ตัน/เฮกเตอร์/ปี)
ต่ำมาก	ไม่เกิน 6.25
ต่ำ	6.26 – 31.25
ปานกลาง	31.26 – 125.00
สูง	125.01 – 625.00
สูงมาก	มากกว่า 625.00

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน



แผนภูมิที่ 12 แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของธรณีวิทยา

ตารางที่ 12 แสดงระดับความคงทนต่อการผุพังของวัสดุสัณฐาน

ชุดหิน	ระดับความคงทนต่อการผุพังของชั้นหิน
กลุ่มหินแกรนิต และไรโอไลต์	สูง
กลุ่มหินบะซอลต์, แกบโบร, แอนดีไซต์,ไดโอไรต์, หินปูน และหินมาร์ล	ค่อนข้างสูง
กลุ่มหินทราย, หินดินดาน และหินอ่อน	ปานกลาง
กลุ่มหินไนส์	ค่อนข้างต่ำ
หินฟิลไลต์ และไมกา-ซิลต์	ต่ำ

ที่มา: ดัดแปลงจาก อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2526: 79 - 82

ตารางที่ 13 แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างธรณีสัณฐาน จากค่าการวางตัวของชั้นหิน

ระดับความเสี่ยง	ค่าการวางตัวของชั้นหิน (องศา)
สูง	40 - 90
ปานกลาง	25 – 40
ต่ำ	0 - 25

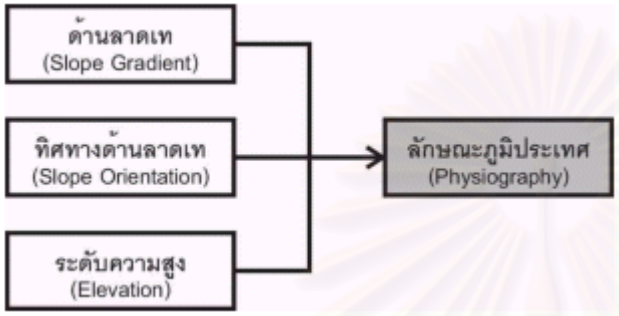
ที่มา: ดัดแปลงจาก ทวีศักดิ์, 2525: 52

แผนภูมิที่ 13 แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของน้ำ

ตารางที่ 14 แสดงระดับความสามารถในการเข้าถึงแหล่งน้ำ

ความหนาแน่นทางน้ำ	ระดับความสามารถในการเข้าถึง
น้อย	น้อย
ปานกลาง	ปานกลาง
มาก	มาก

ที่มา: ดัดแปลงจาก จีรพรณ, 2528: 68



แผนภูมิที่ 14 แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของลักษณะภูมิประเทศ

ตารางที่ 15 แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของความลาดชัน

ระดับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลง	ช่วงความลาดชัน (องศา)
ต่ำ	0 – 10
ปานกลาง	10 – 30
สูง	มากกว่า 30

ที่มา: ดัดแปลงจาก อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2526: 51

ตารางที่ 16 แสดงระดับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตของทิศทางด้านลาดเท

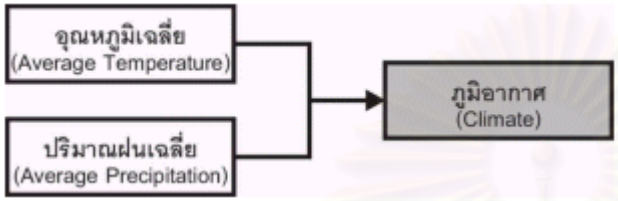
ทิศทางด้านลาดเท	ระดับความเหมาะสม
เหนือ (N และตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	ต่ำ
ตะวันตก (W) และตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	ปานกลาง
ตะวันออก (E), ตะวันออกเฉียงใต้ (SE), ใต้ (S) และตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	มาก

ที่มา: ดัดแปลงจาก ชำนาญ, 2525: 102-104

ตารางที่ 17 แสดงระดับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมตามระดับความสูง

ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ระดับความเหมาะสม
0 – 200	ปานกลาง
200 – 1,500	สูง
มากกว่า 1,500	ต่ำ

ที่มา: ดัดแปลงจาก จีรพรณ, 2528: 60 – 61



แผนภูมิที่ 15 แสดงแบบจำลองเชิงปริภูมิของภูมิอากาศ

ตารางที่ 18 แสดงระดับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิตของอุณหภูมิเฉลี่ย

ระดับความเหมาะสม	ช่วงอุณหภูมิ (c)
ต่ำ	ต่ำกว่า 0 และมากกว่า 30
ปานกลาง	0 - 15
มาก	15 – 30

ที่มา: ดัดแปลงจาก จงกลนีและคณะ, 2536: 2 และอภิสิทธิ์, 2526: 157

ตารางที่ 19 แสดงระดับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิตของปริมาณฝน

ระดับความเหมาะสม	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/ปี)
ต่ำ	0 – 250
ปานกลาง	250 – 500
มาก	500 – 1,000
ค่อนข้างมาก	1,000 – 2,000
ค่อนข้างต่ำ	มากกว่า 2,000

ที่มา: ดัดแปลงจาก วิไลลักษณ์, 2540: 172 และอภิสิทธิ์, 2526: 157

4.2.2 **การพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา**

จากแบบจำลองปัจจัยกำหนดขีดความสามารถฯและตัวบ่งชี้ของขีดความสามารถสามารถพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับฯ โดยจำแนกเป็นเกณฑ์ของแต่ละปัจจัย ดังนี้

1. สัตว์ป่า (Wildlife)

1.1 เกณฑ์การพิจารณาประชากรสัตว์ป่าประกอบด้วย

1) รายชื่อชนิดพันธุ์สัตว์ป่า (Species List) ใช้บอกข้อมูลจำนวนประชากรและชนิดสัตว์ป่า ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลและความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการทรัพยากรสัตว์ป่า การประมาณจำนวนประชากรสัตว์ป่า สามารถทำได้โดยเปรียบเทียบข้อมูลของสัตว์ป่าชนิดเดียวกันกับแหล่งอื่นซึ่งมีระบบนิเวศใกล้เคียงกัน หรือคาดการณ์จำนวนประชากรสัตว์ทั้งหมดกับขนาดและลักษณะของพื้นที่ (กนกพร, 2540: 62)

2) ขนาดของพื้นที่อาศัย (Home range) ของสัตว์ป่า เพื่อแสดงขอบเขตของพื้นที่ที่มีการอ้างอิงจำนวนประชากรสัตว์ป่าในพื้นที่ที่ทำการศึกษา เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อแสดงความหนาแน่นของจำนวนประชากรสัตว์ป่าในบริเวณนั้นๆ

สัตว์ป่าทุกชนิดมีอาณาเขตพื้นที่อาศัย เพื่อการดำรงชีพหากิน และดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในสภาพตามความต้องการพื้นฐานของสัตว์แต่ละชนิด ซึ่งเป็นผลมาจากพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด ขนาดพื้นที่อาศัยของสัตว์ป่าแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป สัตว์ใหญ่ใช้พื้นที่ขนาดใหญ่กว่าสัตว์ขนาดกลางและเล็ก ตัวอย่างเช่น กระทิง (Bos Gaerus) เพศผู้โตเต็มวัยในประเทศมาเลเซียใช้ขนาดพื้นที่อาศัย 137.3 ตร.กม. เพศเมียใกล้โตเต็มวัยใช้พื้นที่ขนาด 52.1 ตร.กม. เสือดาว (Pathera pardus) ใช้ขนาดพื้นที่ 5 – 10 ตร.กม. เป็นต้น

1.2 เกณฑ์การพิจารณาสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า (อลัน, 2542: 71)

1) ประเภทของพืชพรรณ

- พันธุ์ไม้หลัก
  - ชนิดของป่า เช่น ป่าผลัดใบ (Deciduous Forest) ป่าดิบ (Evergreen Forest) ป่าเต็งรัง (Dipterocrap Forest)
  - พื้นที่โล่ง เช่น ทุ่งหญ้า (Grassland) ทุ่งซาวันนา (Savana)
- ไม้ยืนต้นหรือไม้เด่น (Dominant or Common Plant Species)
- ไม้พื้นล่างที่มีความสำคัญต่อสัตว์ป่า
  - ความหนาแน่นของไม้ชั้นล่าง (Understory Density)
  - เปอร์เซนต์ของพืชคลุมดิน (Ground Cover)
  - ความหนาทึบของเรือนยอด (Canopy Cover)

2) แหล่งน้ำที่พบในพื้นที่

- แหล่งน้ำที่สามารถหาได้ทั่วไป เช่น ทางเดินน้ำ (Waterway) โป่งซับน้ำ (Water Holes)

- ระยะทางไปยังแหล่งน้ำ
- การเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำในฤดูต่างๆ

3) ลักษณะภูมิประเทศ

- ภูมิประเทศ
  - ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่ เช่น ภูเขา พื้นที่ราบ ที่ราบสูง
  - ค่าความลาดชัน
  - รูปแบบการก่อตัวของหินใต้แผ่นดิน
- ระดับความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเล (Elevation)

4) ลักษณะภูมิอากาศ

- อุณหภูมิ
  - ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ
  - รูปแบบของอุณหภูมิในฤดูกาลต่างๆ
- ปริมาณน้ำฝน
  - ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน
  - รูปแบบของฝนที่ตกลงใสในฤดูกาล/เดือนต่างๆ

5) พื้นที่ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยหรือแหล่งหากินที่สำคัญของสัตว์ป่า

- สภาพของธรณีวิทยา เช่น โป่ง แหล่งน้ำ ถ้ำ หินที่โผล่ออกมาเหนือผิวดิน และหน้าผา
- พรรณไม้ เช่นไม่ผลที่สำคัญ พืชตระกูลหญ้าหรือหญ้าอ่อน และต้นไม้ขนาดใหญ่

6) สภาพแวดล้อมในพื้นที่

- ความเร็วลมและทิศทาง
- ความชื้นสัมพัทธ์
- ชนิดของดิน โครงสร้าง และลักษณะ
- การกระจายหรือความหนาแน่นของชนิดสัตว์ที่เป็นเหยื่อที่สำคัญหรือเหยื่อพื้นฐาน (Prey Base)
- ความหนาแน่นของพืชที่เป็นอาหารของสัตว์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากเกณฑ์การพิจารณาสภาพถิ่นอาศัยของสัตว์ป่าด้วยข้อมูลดังกล่าว เป็น การประเมินคุณภาพของถิ่นที่อยู่อาศัย (Habitat Quality) ด้วยปัจจัยแวดล้อมต่างๆ อันได้แก่ พืชพรรณ, ดิน, ธรณีวิทยา, น้ำ, ลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศ

เราสามารถแสดงความสัมพันธ์ของสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่เป็นตัวบ่งชี้กับลักษณะและการดำรงชีพของสัตว์ป่า ด้วยการใช้แมทริกซ์ (Matrix) เปรียบเทียบ ดังตัวอย่างของการทำ Species-Habitat Matrix for the Palouse region of eastern Washington and northern Idaho (Steiner, 1999: 106) ดังนี้

ตารางที่ 20 แสดงความสัมพันธ์ของสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่เป็นตัวบ่งชี้ลักษณะและการดำรงชีวิตของสัตว์

Species	Animal Habitat			Occurrence					Comments
	Breeding	Living	Eating	Common	Uncommon	Rare	Migrant	Resident	
Barn Owl Tyto albo	W	W	WS	●				●	
Mouring Dove Zenaida marcroura	GS	GS	GSC	●				●	
Beaver Castor canadensis	WR	R	WR		●			●	

G = Grass, S = Shrub, W = Woods, C = Crop, R = River

ที่มา: Steiner, 1999: 106

2. พืชพรรณ (Vegetation)

2.1 เกณฑ์ในการพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าไม้

การพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าไม้กำหนดจากความแตกต่างของปัจจัยแวดล้อมที่ก่อให้เกิดสภาพที่เหมาะสมและความอุดมสมบูณ์กับป่าชนิดนั้นๆ โดยจำแนกประเภทของป่าไม้ ดังนี้ (อุทิศ, 2535: 64 – 78; อุทิศ, 2539: 145 - 170)

<u>ป่าผลัดใบ (Deciduous Forest)</u>

ป่าเต็งรัง (Deciduous Diterocarp forest)

ความหนาแน่นของต้นไม้น้อยกว่าป่าผสมผลัดใบ (ป่าเบญจพรรณ) ลักษณะเป็นป่าโปร่ง ลักษณะดินจะมีหน้าดินค่อนข้างตื้น ความอุดมสมบูรณ์น้อยและมีหินลูกรังปนอยู่ค่อนข้างมาก

ความสูงของพื้นที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเล 50 – 1,300 เมตร ป่าประเภทนี้เป็นป่าที่แห้งแล้งมาก และเกิดไฟไหม้แทบทุกปี

ป่าผสมผลัดใบ (Mixed Deciduous forest)

มีพันธุ์ไม้หลายชนิดผสมกัน เป็นระบบนิเวศป่าผลัดใบที่พันธุ์ไม้เกือบทุกชนิดจะทิ้งใบหมดในช่วงฤดูร้อนหรือช่วงฤดูแล้งที่พืชขาดแคลนน้ำ ลักษณะของดินเป็นดินร่วนลึก และอาจมีหินโผล่เป็นแห่งๆ อยู่ในระดับความสูงตั้งแต่ 50 – 800 เมตร หรือเกินกว่านี้ ปัจจัยที่ทำให้ป่าชนิดนี้ดำรงอยู่ได้ คือ มีฤดูกาลแยกกันเด่นชัด 3 ฤดูกาล มีช่วงแห้งแล้งเกินกว่า 3 เดือนขึ้นไป และมีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 1,600 มิลลิเมตร

ป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen Forest)

ป่าสนเขา (Tropical Pine forest)

มีชนิดพันธุ์ไม้เป็นหลักเพียงอย่างเดียว คือ ป่าที่มีไม้สนสองใบ และสนสามใบ อยู่ในพื้นที่ที่แห้งแล้งหรือบริเวณที่ดินเก็บน้ำได้ไม่ดี เนื่องจากไม้สนขึ้นได้ดีในสภาพภูมิประเทศที่ค่อนข้างเย็นและมีช่วงความเย็นยาวนานพอสมควร พบได้ตั้งแต่ระดับความสูง 200 – 1,800 เมตร จากระดับน้ำทะเล สภาพดินที่ค่อนข้างเป็นกรดจัด สัตว์ป่าที่อยู่อาศัยประจำในสังคมจึงมีไม่มากชนิด

ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen forest)

เป็นสังคมถาวรในสภาพภูมิอากาศแถบกึ่งร้อน (Subtropical climate) มีช่วงความแห้งแล้งที่ยาวนานประมาณ 3 – 4 เดือน มีดินค่อนข้างลึก สามารถเก็บน้ำได้ดีพอสมควร และไม่มีไฟป่าเข้ามารบกวน ด้วยสาเหตุนี้ดินในป่าดงดิบแล้งจึงมักเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย ปกติป่าชนิดนี้พบตั้งแต่ระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 100 – 800 เมตร มีน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1,000 – 2,000 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนปัจจัยที่เกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นนับว่ามีบทบาทน้อย เป็นแหล่งสัตว์ป่าที่สำคัญ เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมกับสัตว์ป่าในหลายกลุ่มหลายประเภท

ป่าดงดิบเขา (Hill evergreen forest)

ป่าที่ขึ้นปกคลุมอยู่บนยอดเขาสูงที่มีอากาศหนาวเย็นตลอดปี มีอุณหภูมิสูงสุดไม่เกินกว่า 20 องศาเซลเซียส และช่วงต่ำสุดอาจน้อยกว่า 0 องศาเซลเซียส มีระดับความสูงเกิน 1,200 เมตร จากระดับน้ำทะเล สภาพดินโดยทั่วไปมีความลึกพอควร สามารถที่จะพยุงไม้ขนาดใหญ่ได้ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญ

ป่าดงดิบชื้น (Moist evergreen of tropical rain forest)

ป่าชนิดนี้เกิดขึ้นและคงสภาพถาวรอยู่เนื่องจากความชื้นในดินและในอากาศ มีปริมาณน้ำฝนเกิน 1,600 มิลลิเมตรต่อปี และมีฝนกระจายมากกว่า 8 เดือน อุณหภูมิค่อนข้างสูง ป่าดงดิบชื้นระดับต่ำมักอยู่สูงไม่เกิน 400 เมตร จากระดับน้ำทะเล และป่าดงดิบชื้นระดับสูงมักไม่เกิน 800 เมตร มีปัจจัยแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้มีการหลั่งไหลของพลังงานและหมุนเวียนของสารค่อนข้างรวดเร็ว ปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นการทำงานของระบบทางชีวภาพ (Biological process)

2.2. การวิเคราะห์ความหลากหลายของพันธุ์ไม้ (Species diversity analysis)

ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species diversity) หมายถึง ความมากน้อยของจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตซึ่งอาศัยอยู่ในระบบนิเวศ ระบบนิเวศใดมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์มาก จะมีความสมบูรณ์และมั่นคงมากกว่าระบบที่มีความหลากหลายน้อย การวิเคราะห์ความหลากหลายของพันธุ์ไม้ เป็นคุณค่าเฉพาะตัวของระบบนิเวศป่าไม้แต่ละชนิดเท่านั้น ซึ่งการคำนวณหาดัชนีความหลากหลายมีด้วยกันหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้คือ Shannon-Wiener index ($H_{(s)}$) หรือ Shannon's index โดยมีสูตรคำนวณดังนี้ (อิโคลัส, 2543: 5-34)

$$H_{(s)} = -\sum_{i=1}^{s} (p_i \log_2 p_i)$$

เมื่อ pi = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นของพันธุ์ไม้ (i) ต่อจำนวนต้นของพันธุ์ไม้ทั้งหมด

S = จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ทั้งหมด

ตารางที่ 21 แสดง Shannon-Wiener species diversity index ของป่าประเภทต่างๆในประเทศไทย

ประเภทป่า	ความหนาแน่น (ต้น/เฮกเตอร์)	ความหลากชนิด (ชนิด/เฮกเตอร์)	Shannon-Wiener Diversity index
ป่าเต็งรัง	554 – 789	35 – 37	3.6 – 4.0
ป่าเบญจพรรณ	253	14	3.5 – 3.9
ป่าสนเขา	145 – 280	22 - 34	3.3 – 4
ป่าดิบแล้ง	731	57	3.5 – 4.9
ป่าดิบเขา	726	56 - 70	5.0 – 5.1
ป่าดงดิบชื้น	818 – 1,540	69 – 109	5.0 – 6.2

ที่มา: อิโคลัส, 2543: 5-22

3. ดิน (Soil)

3.1 เกณฑ์การพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของดิน

กำหนดจากคุณสมบัติบางประการของดินที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการกระจายพันธุ์ ดังนี้

1) การระบายน้ำของดิน (Soil Drainage)

การระบายน้ำของดิน หมายถึง ความสามารถของดิน ที่จะให้น้ำซึมผ่านผิวดิน และผ่านดินชั้นล่างได้ดีมากน้อยเพียงไร ทั้งนี้มีผลต่อการไหลบ่า (Runoff) และความสามารถให้น้ำซึมผ่าน (permeability) ของดิน และการไหลซึมของน้ำภายในดิน (internal soil drainage) ด้วย การระบายน้ำของดินจะดีหรือเลวนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยควบคุมต่อไปนี้

1. สภาพพื้นที่ ถ้าสภาพพื้นที่ชัน น้ำก็จะไหลซึมผ่านลงดินได้น้อย และจะมีการไหลบ่าหน้าดินมาก แต่ถ้าเป็นที่ราบหรือแอ่งต่ำ น้ำก็จะสามารถซึมลงดินได้มาก

2. ระดับน้ำใต้ดิน ถ้าหากว่าอยู่ใกล้กับผิวดิน น้ำจะซึมผ่านลงไปได้ลำบาก และจะทำให้เกิดการไหลบ่า หรือการขังน้ำผิวหน้าดินได้มาก

3. สมบัติทางกายภาพของดิน เช่น เนื้อดิน โครงสร้างดิน ชนิดของรูพรุนในดิน ดินที่เนื้อหยาบ และมีช่องว่างหรือรูพรุนขนาดใหญ่และต่อเนื่องกัน จะมีการระบายน้ำดีกว่าดินที่มีเนื้อละเอียดซึ่งมีช่องว่างขนาดเล็กมาก

ตารางที่ 22 แสดงลักษณะการระบายน้ำของดิน

ลักษณะการระบายน้ำ	คุณสมบัติการระบายน้ำ
การระบายน้ำเลวมาก (very poorly drained)	น้ำไหลซึมจากดินช้ามาก มักจะมีน้ำอยู่ใกล้กับผิวดิน หรือมีน้ำขังเป็นระยะเวลานานๆในหนึ่งปี มักพบระดับน้ำใต้ดินลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร กว่า 6 เดือน ในปีหนึ่งๆ มักเป็นที่ราบต่ำ เป็นหนองหรือบึง เป็นต้น ดินเปียกเกินไป ทำให้ปลูกพืชทั่วไปไม่เจริญงอกงาม
การระบายน้ำเลว (poorly drained)	น้ำไหลซึมจากดินช้า ทำให้ดินเปียกชื้นเป็นเวลานาน ระดับน้ำใต้ดินในฤดูฝนจะอยู่ที่ระดับผิวดินเป็นระยะเวลาสั้นกว่า 6 เดือน เกิดในที่ต่ำ อาจมีสาเหตุมาจาก 1) ระดับน้ำใต้ดินตื้น 2) มีชั้นน้ำซึมผ่านได้ช้าอยู่ 3) ได้รับอิทธิพลของน้ำซึมมาจามที่สูงกว่า หรืออาจจะทั้ง 3 ประการร่วมกัน
การระบายน้ำค่อนข้างเลว (imperfectly drained or somewhat poorly drained)	น้ำจะไหลซึมออกไปจากดินค่อนข้างช้า พอที่จะทำให้ดินเปียกอยู่เป็นระยะเวลานาน เป็นอุปสรรคต่อการปลูกพืชไร่ เพราะอาจจะมีน้ำใต้ดินอยู่ตื้น หรือได้รับน้ำมาจากแหล่งสูงกว่าหรืออื่นๆ
การระบายน้ำดีปานกลาง (moderately well drained)	น้ำจะไหลซึมไปจากดินค่อนข้างช้า ดินจะเปียกอยู่เป็นบางเวลา สภาพพื้นที่เป็นแบบลูกคลื่นลอนลาด ระดับน้ำใต้ดินจะค่อนข้างตื้น (บางแห่งตื้นกว่า 100 ซม.)

ที่มา: Soil Survey Staff, 1951,1981; อ้างถึงใน เอิบ เขียวรื่นรมณ์, 2533: 56-58

ตารางที่ 22 แสดงลักษณะการระบายน้ำของดิน (ต่อ)

ลักษณะการระบายน้ำ	คุณสมบัติการระบายน้ำ
การระบายน้ำดี (well drained)	น้ำไหลซึมผ่านจากดินได้ง่าย แต่ไม่เร็วจนเกินไป ดินยังคงมีความชื้นเหลืออยู่ภายหลังจากฝนตก เนื้อดินค่อนข้างหยาบ แต่จะสามารถรักษาความชื้นไว้ได้เพียงพอสำหรับพืช
การระบายน้ำค่อนข้างดีเกินไป (somewhat excessively drained)	การไหลซึมของน้ำไปจากดิน เป็นไปอย่างรวดเร็ว เช่นดินที่ประกอบด้วยหินที่ยังสลายตัวไม่หมด หรือเพิ่งมีพัฒนาการของชั้นดินเพียงเล็กน้อย เนื้อดินเป็นทรายจัดและมีความพรุนมาก ในฤดูแล้งจะแห้งลึกลงไปถึง 100 ซม. หรือมากกว่า
การระบายน้ำดีเกินไป (Excessively drained)	การไหลซึมของน้ำจากดินเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก เนื้อดินหยาบ มีหินปนมาก อยู่ในบริเวณที่มีความชันมาก ดินมีการอุ้มน้ำต่ำ เก็บความชื้นไม่ได้

ที่มา: Soil Survey Staff, 1951,1981; อ้างถึงใน เอิบ เขียวรื่นรมณ์, 2533: 56-58

2) ความลึกของดิน (Soil Depth)

ความลึกการใช้งาน หมายถึง ความลึกของดินที่เป็นตัวกลางที่ให้รากพืชเจริญได้ สามารถเก็บน้ำที่มีอยู่และแร่ธาตุอาหารพืชได้ ซึ่งลึกถึงวัตถุแม่ที่ให้กำเนิดดิน

ตารางที่ 23 แสดงความลึกของการใช้งานของดิน

สัญลักษณ์	ความลึกของดิน	ช่วงความลึก
5	ลึก (Deep)	มากกว่า 1.50 ม.
4	ลึกปานกลาง (Moderate deep)	1.00 ม. – 1.50 ม.
3	ตื้นปานกลาง (Moderate shallow)	50 ซม. – 1.00 ม.
2	ตื้น (Shallow)	25 ซม. – 50 ซม.
1	ตื้นมาก (Very shallow)	น้อยกว่า 25 ซม.

ที่มา: United State Soil Conservation Service อ้างถึงใน ธวัช สิงห์ภู่, 2529: 104

3) เนื้อหน้าดิน (Soil Texture)

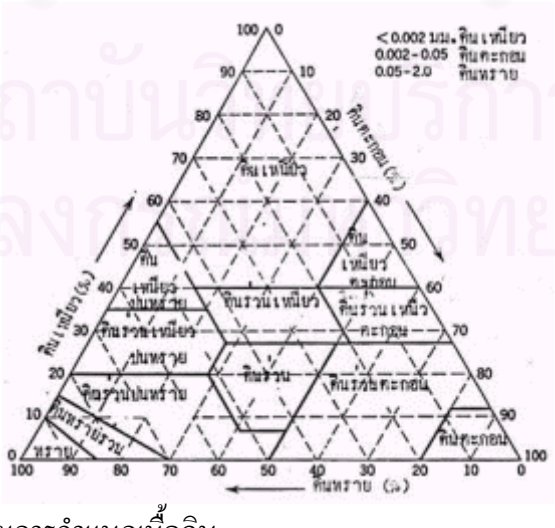
เนื้อดิน เป็นสมบัติทางกายภาพที่บ่งถึงความหยาบ (Coarseness) หรือความละเอียด (Fineness) ของชิ้นส่วนองค์ประกอบหลักของดิน โดยคิดจากอัตราส่วนสัมพัทธ์ของอนุภาคดิน ส่วนที่เป็นอนินทรียวัตถุ และเป็นของแข็งที่มีขนาดเล็กกว่า 2มม.ในดิน ซึ่งได้แก่ อนุภาคของทราย

(Sand) ขนาดทรายแป้ง (Silt) และขนาดดินเหนียว (Clay) เนื้อดินมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการกระจายพรรณไม้ เพราะเนื้อดินมีผลต่อปริมาณน้ำในดิน และมีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ดินปล่อยให้แก่พืช (ภูวดล, 2539: 21) นอกจากนี้ ลักษณะเนื้อดินยังมีความสำคัญในการอุ้มน้ำของดิน การระบายน้ำของดิน และการดูดซับธาตุอาหารและสามารถนำไปใช้ในการพิจารณาสมรรถนะที่ดินหรือความเหมาะสมของที่ดิน (เอิบ, 2533: 76)

ตารางที่ 24 แสดงการจัดเนื้อดิน พิจารณาจากความหยาบมากไปจนละเอียดมาก

สัญลักษณ์	เนื้อดิน	ส่วนประกอบดิน%
A	ทราย	ทรายมากกว่า 85%
X	ทรายร่วน	ทราย 80 85 %
B	ร่วนปนทราย	เหนียวน้อยกว่า 20% ทราย 50 – 80 %
C	เหนียวร่วนปนทราย	เหนียว 20 –30 % ทราย 50 – 80 %
D	ร่วนเหนียว	เหนียว 20 – 30 % ทรายน้อยกว่า 50 %
E	เหนียวปนทราย	เหนียวมากกว่า 30% ทราย 50 – 70 %
F	เหนียวปนทราย	เหนียว 30 – 50 % ทราย 50 %
G	เหนียวมาก	เหนียวมากกว่า 50%

ที่มา: Soil Survey Staff, 1951,1981; อ้างถึงใน ธวัช สิงห์ภู่, 2529: 105



ภาพที่ 7 แสดงสามเหลี่ยมการจำแนกเนื้อดิน

ที่มา: ธวัช สิงห์ภู่, 2529: 108

4) ปฏิกิริยาของดิน (Soil Reaction; pH)

ค่าความเป็นกรด – ด่างของดิน เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญและเป็นดัชนีในการกำหนดศักยภาพของดินว่าจะสามารถให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณเพียงใด (ไพบูลย์, 2528; อ้างถึงใน ภูวดล, 2539: 22) เนื่องจากความเป็นกรด – ด่างของดิน เป็นตัวควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินและยังมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ

โดยปกติพืชทั่วไปจะชอบดินเป็นกรดเล็กน้อย ประมาณ pH 6 – 7 สำหรับดินที่มีความเป็นด่างมาก จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าดินเป็นกรด เนื่องจากด่างจะกัดไขที่เคลือบรากขนอ่อน ทำให้พืชไม่สามารถดูดซึมธาตุอาหารจากดินได้

ตารางที่ 25 แสดงค่าปฏิกิริยาของดิน อัตราความเป็นกรดด่าง

คำอธิบาย	ช่วงความเป็นกรด-ด่าง
กรดจัดมาก (Extremely acid)	น้อยกว่า 4.5
กรดจัด (Very strongly acid)	4.5 – 5.0
กรดแก่ (Strongly acid)	5.1 – 5.5
กรดปานกลาง (Medium acid)	5.6 – 6.0
กรดเล็กน้อย (Slightly acid)	6.1 – 6.5
เป็นกลาง (Neutral)	6.6 – 7.3
ด่างอ่อน (Mildly alkaline)	7.4 – 7.8
ด่างปานกลาง (Moderately alkaline)	7.9 – 8.4
ด่างแก่ (Strongly alkaline)	8.5 – 9.0
ด่างจัด (Very strongly alkaline)	มากกว่า 9.0

ที่มา: เอิบ เขียวรื่นรมณ์, 2533: 90

5) ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน วิเคราะห์จากคุณสมบัติของดินที่ใช้ในประเทศไทย ดังนี้

1. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter: O.M.)

อินทรียวัตถุในดินมีส่วนสำคัญในการรักษาสมดุลของธาตุอาหารพืชและป้องกันการสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้างของน้ำฝน แหล่งที่มาของอนินทรียวัตถุในดินส่วนใหญ่ได้จากเศษใบไม้และชิ้นส่วนต่างๆของพืชที่ตกทับถมบนผิวหน้าดิน ดินที่อยู่ในสภาพป่าธรรมชาติจึงมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรมทั่วไป อย่างไรก็ตามป่าไม้ในแต่ละแห่งจะมีปริมาณอินทรียวัตถุมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของป่าและสภาพแวดล้อมในการสลายตัวของอินทรียวัตถุ (Sanchez, 1977; อ้างถึงใน ภูวดล, 2539: 26)

2. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (Cation exchangeable capacity: C.E.C.)

เนื่องจากอนุภาคต่างๆในดินมีประจุลบ จึงมีความสามารถในการดูดซับและแลกเปลี่ยนธาตุประจุบวกได้ดี ธาตุประจุบวกที่สำคัญในดิน เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม โพแทสเซียม โดยปกติดินที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวจะมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงกว่าเนื้อดินแบบอื่นๆ และความจุในการแลกเปลี่ยนบวกของดินจะค่อยๆลดลงเมื่อมีเนื้อดินหยาบขึ้น (อำนาจ, 2525 ; อ้างถึงใน ภูวดล, 2539: 26)

3. ความสามารถของดินที่จะให้แร่ธาตุอาหารพืช (Nutrient supplying power)

ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้นได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง กำมะถัน โบรอน โมลิบดินั่ม และคลอรีน (Miller and Donahue, 1990; อ้างถึงใน ภูวดล, 2539: 23) ธาตุอาหารที่สะสมอยู่บริเวณผิวดินของป่าส่วนใหญ่ได้มาจากวัตถุต้นกำเนิดดินและการสลายตัวของซากพืชและเศษใบไม้ร่วงหล่นลงมา บางส่วนได้จากอากาศที่ละลายมากับน้ำฝน ซึ่งธาตุเหล่านี้จะถูกพืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตกลายเป็นมวลชีวภาพ เมื่อส่วนต่างๆของพืชร่วงหล่นลงสู่พื้นป่า กระบวนการย่อยสลายของอินทรียวัตถุก็จะปลดปล่อยธาตุอาหารกลับสู่ผิวดินอีกครั้งหนึ่ง

3.2 เกณฑ์การพิจารณาความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erosion)

จากสมการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation: USLE) สามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณดินที่สูญเสียต่อหน่วยพื้นที่ โดยเขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้ (Wischmerier and Smith, 1978; อ้างถึงใน ชาลีและคณะ, 2543: 2)

A = RKLSCP

A (Actual soil erosion)

คือ ปริมาณดินที่สูญเสียต่อหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น ตัน/เฮกเตอร์/ปี

R (Rain erosivity factor)

คือ ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน ในปีที่มีระดับฝนตกปกติ

K (Soil erodibility factor)

คือ ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน จากการทดลอง

L (Slope length factor)

คือ ปัจจัยความยาวลาดเท เป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากสภาพความยาว ความลาดเทในสนาม กับความยาวความลาดเทที่ 726 ฟุต

S (Slope gradient factor)

คือ ปัจจัยความลาดชัน เป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนการสูญเสียดินระหว่าง การสูญเสียดินที่เกิดจากความลาดชันในสนามกับความลาดชันที่ 9 เปอร์เซ็นต์

C (Cropping management factor)

คือ ปัจจัยการจัดการพืช เป็นค่าที่ได้จากการประเมินอัตราส่วนการสูญเสียดินระหว่าง การสูญเสียดินที่เกิดจากในสนามโดยมีพืชและการจัดการอย่างหนึ่งอย่างใด โดยเฉพาะกับการสูญเสียดินจากแปลงที่มีการไถพรวนขึ้นลงตามความลาดเทแล้วปล่อยให้พื้นที่ว่างเปล่า

P (Conservation practice factor)

คือ ปัจจัยการจัดการพื้นที่ ประเมินได้จากอัตราการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินจากแปลงที่ทำการอนุรักษ์ดิน เช่น การไถพรวนตามแนวระดับ การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับหรือการทำขั้นบันไดกับการสูญเสียดินที่เกิดจากการไถพรวนและปลูกพืชขนานไปกับทิศทางของความลาดเท

1) ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (R)

คำนวณโดยนำค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจากแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน ของกรมอุตุนิยมวิทยา มาแทนค่าในสมการ

R = 38.5 + 0.35p (El-Swaify et. Al, 1987)

R = ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (ตัน-เซนติเมตร/เฮกเตอร์-ชั่วโมง)

P= ปริมาณของฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี (มิลลิเมตร)

2) ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K)

โดยการนำข้อมูลการจัดกลุ่มชุดดิน จากแผนที่ชุดดิน ของกรมพัฒนาที่ดิน มาหาค่าของปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K) ในแต่ละกลุ่มชุดดิน

3) ปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ (LS)

เป็นค่าเฉพาะตามกลุ่มชุดดิน คำนวณจากสมการ

$LS = (L/22.13)^{m} (0.065+0.0455+0.0065S^{2})$

โดยที่ L = ความยาวของความลาดชัน (เมตร)

S = มุมของความลาดชัน (เปอร์เซ็นต์)

m= ค่ายกกำลังที่เปลี่ยนแปลงไปตามมุมของความลาดชัน

เมื่อ m = 0.5 เมื่อมุมของความลาดชัน ไม่เกิน 5%

m = 0.4 เมื่อมุมของความลาดชัน ไม่เกิน 3.5%

m = 0.3 เมื่อมุมของความลาดชัน ไม่เกิน 1.0%

4) ปัจจัยการจัดการพืช (C)

นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน มาจัดกลุ่มค่าปัจจัยที่เกี่ยวกับการจัดการพืช ตามมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน

5) ปัจจัยการจัดการพื้นที่ (P)

ตั้งสมมติฐานของค่าที่เกี่ยวกับการจัดการใดๆในพื้นที่

4. ธรณีวิทยา (Geology)

4.1 เกณฑ์การพิจารณาความคงทนของโครงสร้างทางธรณีสัณฐาน

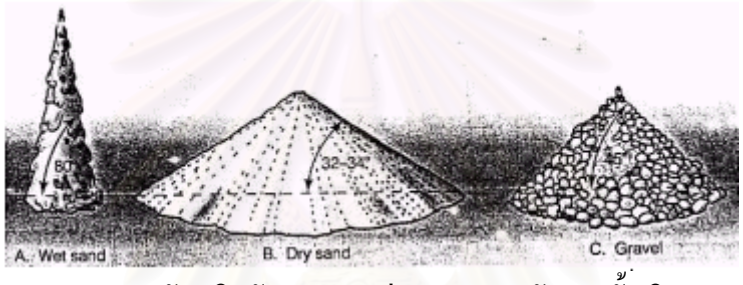
กระบวนการทางธรณีวิทยา ล้วนมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรณีสัณฐานทั้งสิ้น โดยมีปัจจัยภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น น้ำ, ลม หรือพืชพรรณ แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางธรณีสัณฐานเป็นกระบวนการที่ใช้เวลานานนับเป็นล้านๆปี จึงไม่สามารถมองเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน ดังนั้นการศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานจึงศึกษาจากร่องรอยของสัณฐาน การวางตัวของชั้นหิน และองค์ประกอบของวัสดุสัณฐานที่เกิดขึ้น ระดับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลง จะกำหนดจากปัจจัยที่ส่งผลต่อความคงทนแข็งแรงของโครงสร้างธรณีสัณฐาน ได้แก่

1. ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ น้ำที่ไหลล้นตามผิวดิน (Surface run off) จะไหลชะจากส่วนบน ทำให้ชั้นหิน อิ่มตัวไปด้วยน้ำและทำให้พังทลายลงมาได้ง่าย ลักษณะดังกล่าวจะเกิดได้ง่ายในบริเวณที่เป็นดินเปิด (Bared soils) คือ ไม่มีวัชพืชปกคลุม และการจับตัวระหว่างเม็ดทรายไม่แน่น และยังทำให้เกิดกระบวนการผุพังทางเคมี และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางธรณีสัณฐานได้ ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ จะพิจารณาจากคุณสมบัติของหินซึ่งเป็นวัสดุผิวสัณฐาน (ทวีศักดิ์, 2525: 192)

2. ลักษณะหรือคุณสมบัติของชนิดหินที่เป็นวัสดุผิวสัณฐาน วัสดุผิวสัณฐานแต่ละชนิดต่างก็มีความคงทนต่อการผุพัง และเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันใน ตัวอย่างเช่น บริเวณที่มี ความลาดชัน เป็นหินประเภทอ่อนนุ่ม กล่าวคือ เป็นหินดินดอนและหินดินดานกึ่งสะเลต (Slate) ชั้น

บางๆแทรกสลับกัน ตลอดจนหินดังกล่าวมีการโค้งงอและแตกหักเป็นจำนวนมาก อันเนื่องมาจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก การจับตัวของหินจึงไม่ดี มีปัญหาเรื่อง Sliding and rock falls (ทวีศักดิ์, 2525: 190)

3. ค่าการวางตัวของชั้นหิน การวางตัวในแนวราบ (Horizontal Strata) จะมีความมั่นคง ส่วนการวางตัวในแนวเอียงจากแนวราบ (Dipping Strata) ความมั่นคงจะขึ้นอยู่กับค่ามุมการวางตัวของชั้นหินว่ามากน้อยเพียงใด ซึ่งค่าความลาดเอียงสูงสุดที่วัตถุจะคงที่ได้มีค่าระหว่าง 25° – 40° (Angle of repose) และยังขึ้นอยู่กับลักษณะของวัสดุด้วย (ทวีศักดิ์, 2525:52) ถ้าค่าการวางตัวของชั้นหินไม่เหมาะสม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าชั้นหินเป็นพวกที่มีเนื้อแน่นและแข็งแทรกสลับกับเนื้อหินไม่แน่นและอ่อน (Interbedded hard and soft rocks) การพังทลายอาจเกิดขึ้นได้ง่ายตามแนวต่อ (Bedding plane) ของชั้นหินทั้งสองดังกล่าว (ทวีศักดิ์, 2525: 188)



ภาพที่ 8 แสดงความคงทนของวัสดุผิวสัณฐานจากค่ามุมการวางตัวของชั้นหิน
ที่มา: Barbara W. Murck et.al, 1996: 156

ตารางที่ 20 แสดงการจำแนกคุณสมบัติวัสดุผิวสัณฐาน

ประเภทหิน (Rock Type)	ชุดหิน	คุณสมบัติของหิน
หินอัคนี (Igneous rocks)	กลุ่มหินแกรนิต และไรโอไลต์	มีการผุพังทางเคมีได้ง่าย มักมีรอยแตก น้ำจึงซึมลงไปขังในระหว่างเนื้อหินได้ง่าย มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ถ้าเป็นหินที่สด (Fresh rock) จะเป็นหินที่มีความแข็งแรง (Strength) สูงมาก ความแข็งแรงของหินอัคนีจะลดลงไปมาก ถ้าหากว่าเป็นหินที่ค่อนข้างผุ หรือเป็นหินที่อยู่ในบริเวณที่เปลือกโลกที่มีการเคลื่อนตัวมาก ซึ่งเป็นผลทำให้เกิด Cracks, Joints and fractures
	กลุ่มหินบะซอลต์ และแกบโบร	มีการผุพังทางเคมีได้ง่าย มีสภาพการระบายน้ำไม่ดี เป็นพวกที่มีความแข็งแรงสูง แต่มักเป็นพวกที่มี Joints และ Fracture ตลอดจนความพรุนอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง มีการรั่วซึมของน้ำ

ตารางที่ 20 แสดงการจำแนกคุณสมบัติวัสดุผิวสัณฐาน (ต่อ)

ประเภทหิน (Rock Type)	ชุดหิน	คุณสมบัติของหิน
	กลุ่มหินแอนดีไซต์ และไดโอไรต์	หินพวกนี้มักจะแทรกดันขึ้นมาตามรอยแตก ทำให้เห็นเป็นแนวเขายาวไปตามรอยแตกนั้นๆ
หินตะกอน (Sedimentary rocks)	กลุ่มหินปูน และหินมาร์ล	หินปูนที่ตกผลึกใหม่ หินโดโลไมต์ หินปูนโดโลมิติก เป็นพวกเนื้อแน่น (Massive) มีความสามารถในการรับน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์สูง เป็นพวกละลายน้ำได้ ค่าความสามารถในการรับน้ำหนักและความแข็งแรงอาจจะลดลงไปได้ถ้ามีช่องว่าง (Cavities) อยู่มาก
	กลุ่มหินทราย	หินทราย ชั้นหินพรุน ช่องทางน้ำสามารถซึมผ่านได้ เมื่อมีการผุพังทางเคมี จะได้เม็ดแร่ควอร์ตซ์ที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง หินควอร์ไซต์ที่แปรสภาพมาจากหินทรายจะมีความแข็งแรง จะแตกหักเป็นก้อนเล็กน้อยจากกระบวนการทางกายภาพ ส่วนกระบวนการทางเคมีจะเกิดยากพอสมควร
หินตะกอน (Sedimentary rocks)	กลุ่มหินดินดาน	หินดินดานความสามารถในการรับน้ำหนักขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่อุ้มอยู่ ค่าความสามารถในการรับน้ำหนักจะลดลง เมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น น้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย
หินแปร (Metamorphic rocks)	กลุ่มหินไนส์	มีการผุพังทางเคมีได้ง่าย มักมีรอยแตก น้ำจึงซึมลงไปขังในระห่างเนื้อหินได้ง่าย มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ
	หินอ่อน	หินอ่อน มีความแข็งแรงแต่มีปัญหาการละลายน้ำ ทำให้เกิดปัญหาน้ำรั่วซึม
	หินฟิลไลต์ และไมกา-ชิลต์	เมื่อผุพังไปจะให้วัสดุต้นกำเนิดดิน จะยุ่ย ฉ่ำน้ำ บี้ให้แตกละเอียดได้ หินเหล่านี้อ่อน และถูกกษัยการ (Erosion) ได้ง่าย

ที่มา: อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2526: 79 – 82

5. น้ำ (Hydrology)

5.1 เกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการใช้แหล่งน้ำ

ความสามารถในการเข้าถึงและใช้แหล่งน้ำ (Accessibility) จะไม่สามารถกำหนดเป็นช่วงของค่าความหนาแน่นที่แน่นอนได้ จะต้องทำการคำนวณและวิเคราะห์เปรียบเทียบความหนาแน่นทางน้ำภายในพื้นที่ศึกษาเป็นกรณีไป

ความหนาแน่นของทางน้ำ คำนวณได้จากสมการ (จีรพรรณ, 2528: 69)

$$Dd = \frac{\sum 1}{A}$$

Dd = ความหนาแน่นทางน้ำ (เมตร/ตารางกิโลเมตร)

$\sum 1$ = ผลรวมของความยาวทางน้ำทั้งหมดในพื้นที่ (เมตร)

A = พื้นที่ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร)

จากค่าความหนาแน่นทางน้ำ จะบอกถึงลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำ เพราะว่าถ้ามีค่าความหนาแน่นทางน้ำมาก ก็แสดงว่าสภาพพื้นที่จะถูกทางน้ำกัดเซาะมาก พื้นที่ที่เป็นหินเนื้อทึบมีความสูงต่ำของภูมิประเทศมาก และมีต้นไม้ปกคลุมไม่มาก ส่วนมากมักจะมีค่าความหนาแน่นทางน้ำสูง ส่วนบริเวณที่เป็นหินเนื้อไม่ทึบยอมให้น้ำซึมผ่านได้ และมีความสูงต่ำของภูมิประเทศน้อย จะมีค่าความหนาแน่นทางน้ำน้อย

5.2. การกำหนดขอบเขตพื้นที่ริมน้ำ (Riparian Zone)

การกำหนดขอบเขตของพื้นที่ริมน้ำ (Riparian Zone) จะมีความสัมพันธ์กับการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจะมีบทบาทและความสำคัญต่อระบบนิเวศ เช่น

- บริเวณที่เป็นรอยต่อระหว่างส่วนบกกับส่วนที่เป็นน้ำ จะทำหน้าที่เป็นตัวกรองเศษดินและตะกอนที่เกิดจากการพัดพาและทับถมก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำ,
- ทำหน้าที่ช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายของดินลงสู่แหล่งน้ำ
- เป็นแหล่งอาหารและเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ต่างๆ

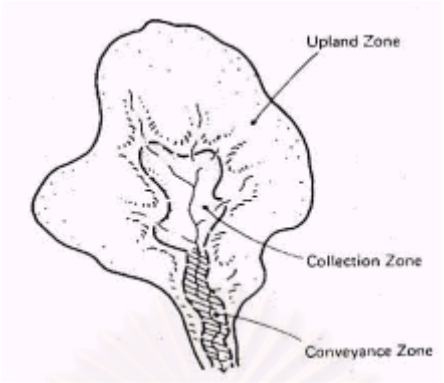
โดยจำแนก พื้นที่ริมแม่น้ำที่มีอิทธิพลต่อแหล่งที่อยู่อาศัย ออกเป็น 3 ส่วน คือ (Steiner, 1999: 175)

ส่วนที่ 1 บริเวณตอนบน (Outer, Upland Zone) คือ บริเวณที่อยู่ตอนบนสุดของพื้นที่ริมน้ำ เป็นบริเวณที่รวบรวมน้ำที่ไหลมาจากแหล่งน้ำต่างๆไหลลงสู่แหล่งน้ำนั้นๆ

ส่วนที่ 2 บริเวณสะสม (Collection Zone) บริเวณที่ต่อจากส่วนที่ 1 เป็นส่วนบกที่มีความสำคัญและต่อเนื่องกับส่วนอื่นๆเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์

ส่วนที่ 3 บริเวณพื้นที่ริมแม่น้ำ (Riparian Zone) บริเวณที่เป็นพื้นที่ริมแม่น้ำโดยกำหนดจากระดับน้ำสูงสุดออกไป 2 ฝั่งของแหล่งน้ำ เป็นรอยต่อของ

ส่วนที่เป็นบกและน้ำ เป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ



ภาพที่ 9 แสดงการจำแนกพื้นที่ริมแม่น้ำที่มีอิทธิพลต่อแหล่งที่อยู่อาศัย

ที่มา: William M. Marsh, 1997: 175

ตารางที่ 27 แสดงขอบเขตพื้นที่ริมแม่น้ำ (Riparian Zone)

Riparian Class	Average channel width (m.)	Riparian zone width (m.)
S1 (large river)	ตั้งแต่ 100	100
S1 (except large river)	น้อยกว่า 20	70
S2	มากกว่า 5 ถึง 20	50
S3	1.5 ถึง 5	40
S4	น้อยกว่า 1.5	30
S5	มากกว่า 3	30
S6	ไม่เกิน 3	20

ที่มา: Tamocai, C. et.al, 1988: 413 – 427

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. ลักษณะภูมิประเทศ (Physiography)

6.1 เกณฑ์การพิจารณาความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของความลาดชัน

ตารางที่ 28 แสดงการจำแนกช่วงความลาดชัน

ช่วงความลาดชัน (องศา)	ลักษณะของความลาดชัน	คุณสมบัติของความลาดชัน
0 – 2	Very gentle	ที่ราบ, สัณฐานกษัยการ ผิวหน้ากษัยการเก่า พืชสามารถเจริญเติบโตได้ ไม่มีปัญหาด้านการเกษตร มีความเหมาะสมสำหรับการก่อสร้างอาคาร
2 – 5	Gentle	เป็นที่ราบทั่วๆไป มีข้อจำกัดสำหรับการเกษตรบ้าง พืชสามารถเจริญเติบโตได้ สามารถก่อสร้างเป็นลานจอดรถหรือลานบริการได้
5 – 10	Moderate	เป็นลักษณะที่พบเห็นโดยทั่วไป มีข้อจำกัดทางการเกษตรมากขึ้น แต่พืชพรรณตามธรรมชาติยังสามารถเจริญเติบโตได้ ยังสามารถนำพื้นที่ไปก่อสร้างถนนและทางสัญจรได้
10 – 20	Moderately steep	ไม่เป็นที่ราบหรือที่เชาะกร่อนรุนแรง มีข้อจำกัดทางการเกษตร
20 – 30	Steep	มีปัญหาสำหรับการเกษตรมาก มีปัญหาด้านการใช้เพาะปลูก แต่พืชยังสามารถเจริญเติบโตได้แต่ไม่ดีนัก มีปัญหาการกัดเชาะพังทลายของดิน
30 – 40	Very steep	พื้นที่มีความลาดชันมาก ไม่สามารถทำการเกษตรได้ พืชพรรณและวัสดุปกคลุมดินเบาบาง มีความเสี่ยงการกัดเชาะพังทลายค่อนข้างสูง
มากกว่า 40	Precipitous to vertical	เป็นหน้าผาชัน ไม่สามารถทำการเกษตรได้ พืชพรรณและวัสดุปกคลุมดินมีความเบาบางสูง มีความเสี่ยงต่อการกัดเชาะพังทลายสูง

ที่มา: ดัดแปลงจาก อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2526: 51

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2 เกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมของลักษณะภูมิประเทศ

1. ทิศทางด้านลาดเท (Slope Orientation)

ตารางที่ 29 แสดงคุณสมบัติของทิศทางด้านลาดเท

ทิศทาง	คุณสมบัติ
เหนือ (N)	เป็นด้านที่อับลมในช่วงลมมรสุมฤดูร้อน แต่เป็นด้านที่รับลมมรสุมฤดูหนาวโดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดความแห้งแล้งและหนาวเย็น นอกจากนี้ยังเป็นด้านที่มีการทอดเงาของแสงแดดจากดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน จึงไม่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชพรรณ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ
ตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	เป็นด้านที่อับลมในช่วงลมมรสุมฤดูร้อน แต่เป็นด้านที่รับลมมรสุมฤดูหนาวโดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดความแห้งแล้งและหนาวเย็น ถึงแม้ว่าจะได้รับแสงแดดบ้างในช่วงเวลาเช้า แต่ก็ยังไม่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชพรรณ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ
ตะวันออก (E)	เป็นด้านที่ได้รับแสงแดดในช่วงเวลาเช้าถึงเที่ยง ซึ่งมีอุณหภูมิไม่สูงมากนัก จึงมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณและการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า
ตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	เป็นด้านที่ได้รับแสงแดดในช่วงเวลาเช้าถึงเที่ยง ซึ่งมีอุณหภูมิไม่สูงมากนัก และได้รับอิทธิพลของลมมรสุมฤดูร้อนบางส่วน จึงมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณและการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า
ใต้ (S)	เป็นด้านที่ได้รับแสงแดดเต็มที่ทั้งวัน แต่อาจส่งผลทำให้บริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากพลังงานของดวงอาทิตย์ แต่เป็นด้านที่ได้รับลมเต็มที่ ทั้งลมประจำและลมมรสุมฤดูร้อน มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณและการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า
ตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	เป็นด้านที่ได้รับแสงแดดในช่วงบ่ายถึงเย็น แต่อาจส่งผลทำให้บริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากพลังงานของดวงอาทิตย์ แต่เป็นด้านที่ได้รับลมเต็มที่ ทั้งลมประจำและลมมรสุมฤดูร้อน มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณและการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า
ตะวันตก (W)	เป็นด้านที่ได้รับแสงแดดในช่วงบ่ายถึงเย็น แต่อาจส่งผลทำให้บริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากพลังงานของดวงอาทิตย์ และเป็นด้านที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมฤดูร้อน มีความเหมาะสมปานกลางต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณและการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า
ตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	เป็นด้านที่ได้รับแสงแดดบางส่วนในช่วงเวลาบ่ายถึงเย็น และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมฤดูร้อนบางส่วน มีความเหมาะสมปานกลางต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณและการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า

ที่มา: ดัดแปลงจาก ชำนาญ, 2525: 102 - 104

2. ระดับความสูง (Elevation)

เมื่อระดับของแผ่นดินสูงขึ้นไปจากระดับน้ำทะเลมากขึ้นเท่าใด อุณหภูมิของบรรยากาศจะลดลง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การลดลงตามลำดับขั้น หรืออัตราการลดลงตามลำดับ อัตราการลดลงนี้ไม่เกี่ยวข้องกับเส้นแวง (Latitude) และจะลดลง 0.35 องศาเซลเซียส ต่อความสูง 100 เมตร ในฤดูหนาว 0.65 – 0.80 องศาเซลเซียส ต่อความสูง 100 เมตร หรือประมาณ 0.75 องศาเซลเซียส ต่อความสูง 100 เมตร โดยเฉลี่ย (สุเทพ, 2521: 11)

นอกจากนี้ ระดับความสูงของพื้นที่ยังมีความสัมพันธ์กับระบบนิเวศป่าไม้ การกระจายของสังคมป่าจะขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือปริมาณน้ำฝนในรอบปีและความยาวนานของช่วงความแห้งแล้ง อย่างไรก็ตามในแต่แห่งก็ยังมีปัจจัยเรื่องของระดับความสูงเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย แม้ว่าระดับความสูงจากน้ำทะเลจะมิได้มีผลโดยตรงต่อสังคมพืช แต่ก็เป็นตัวบ่งชี้ถึงปัจจัยแวดล้อมรวมที่ต่างกันไปตามระดับความสูงซึ่งก่อให้เกิดผลโดยตรงต่อพรรณพืชด้วย

7. ภูมิอากาศ (Climate)

7.2 เกณฑ์การพิจารณาอุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสม

ตารางที่ 30 แสดงการจำแนกช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม

ช่วงอุณหภูมิ (c)	อัตราการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์	กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ
ต่ำกว่า 0	สัตว์จะชะงักการเจริญเติบโต จะเป็นอัตรายต่อพืช เนื่องจากน้ำที่แข็งตัวจะทำลายระบบผนังเซลของพืช	มีการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพปานกลางถึงสูง
0 - 15	สัตว์จะชะงักการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตของพืชจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น	มีการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีปานกลาง
15 – 30	เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสัตว์ อัตราการเจริญเติบโตของพืชเพิ่มขึ้นมากกว่าช่วง 0 – 15 องศาเซลเซียส แต่น้อยลงตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น	มีการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีสูงถึงปานกลาง แต่ถ้าปริมาณฝนน้อยลง การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพจะลดลง
มากกว่า 30	สัตว์จะชะงักการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตจะลดลงตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น	ไม่มีข้อมูล

ที่มา: ดัดแปลงจาก จงกลนีและคณะ, 2536: 2 และอภิสิทธิ์, 2526: 157

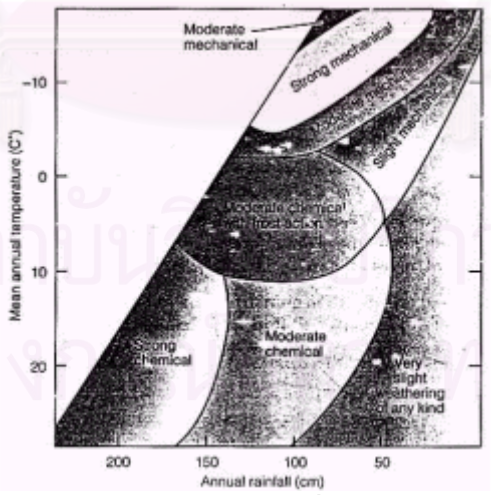
7.2.1 เกณฑ์การพิจารณาปริมาณฝนที่เหมาะสม

ตารางที่ 31 แสดงการจำแนกช่วงปริมาณฝนเฉลี่ยที่เหมาะสม

ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/ปี)	ลักษณะฝน	ความสามารถในการเจริญเติบโตของพืช	กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ
0 – 250	ฝนตกน้อย (Scantly)	แห้งแล้ง	มีการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพและทางเคมีน้อย
250 – 500	ฝนตกเบาบาง (Light)	มีหญ้าขึ้น	มีการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพและทางเคมีน้อย
500 – 1,000	ฝนตกปานกลาง (Moderate)	พอดี	มีการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพและทางเคมีปานกลาง
1,000 – 2,000	ฝนตกหนัก (Heavy)	พอดี	มีการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพและทางเคมีปานกลาง แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น จะมีการผุพังอยู่กับทางเคมีสูงขึ้น
มากกว่า 2,000	ฝนตกหนักมาก (Very heavy)	เหลือเฟือต่อการเจริญเติบโตของพืช	มีการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีสูงและทางกายภาพปานกลาง

ที่มา: ดัดแปลงจาก วิไลลักษณ์, 2540: 172 และอภิสิทธิ์, 2526: 157

นอกจากนี้ ภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อการกษัยการ การพัดพา และการทับถมของพื้นที่ต่างๆ ความยากง่ายต่อกระบวนการทางธรณีสัณฐานสามารถพิจารณาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ดังนี้



ภาพที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปี (c) กับปริมาณฝนเฉลี่ยต่อปี (ซม.) ของกระบวนการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีและทางกายภาพ

ที่มา: Thornbury, 1969; อ้างถึงใน อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2526: 157

4.3 การวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯจากแบบจำลองเชิงปริภูมิ

4.3.1 การวิเคราะห์ผลจากการซ้อนทับข้อมูล

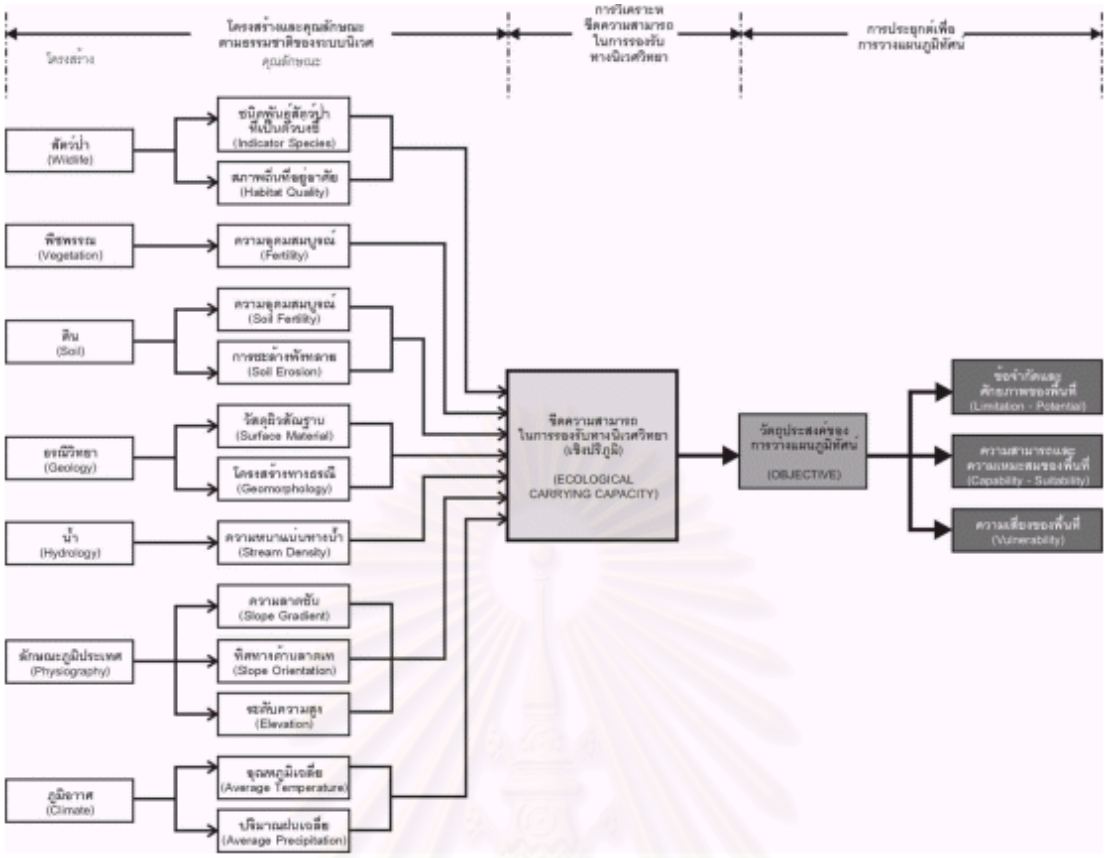
การนำเอาข้อมูลเชิงปริภูมิของปัจจัยของขีดความสามารถฯที่ได้มีการให้คะแนน แล้วนำมารวมกันด้วยวิธีการซ้อนทับแผนที่ (Overlay technique) ก็จะได้แผนที่รวม (Composite Map) ที่ประกอบด้วยปัจจัยทั้ง 7 ประเภท ที่แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของพื้นที่ เพื่อการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯ โดยมีขั้นตอนดังนี้ (แผนภูมิที่ 16)

ขั้นตอนที่ 1 การรวมแผนที่จากการวิเคราะห์ด้วยปัจจัยของขีดความสามารถในการรองรับฯทั้ง 7 ปัจจัย เป็นการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยา จากโครงสร้างและคุณลักษณะเชิงปริภูมิของระบบนิเวศด้วยปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 2 การนำแผนที่รวมของการวิเคราะห์พื้นที่ในขั้นตอนที่ 1 มาพิจารณาร่วมกับวัตถุประสงค์ของการวางแผนภูมิทัศน์ เพื่อพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้น ด้วยปัจจัยกำหนดขีดความสามารถฯที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรง เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขั้นตอนที่ 3 จากการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯจากวัตถุประสงค์ของการวางแผนภูมิทัศน์ จะสามารถจำแนกคุณลักษณะของพื้นที่ได้เป็น 3 ลักษณะตามแต่วัตถุประสงค์ที่วางไว้ดังนี้คือ บริเวณที่มีข้อจำกัดและศักยภาพต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ (Limitation – Potential) บริเวณที่มีความเหมาะสมและความสามารถเปลี่ยนแปลงพื้นที่ (Suitability – Capability) และบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ (Vulnerability)

ดังนั้น ในการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิเพื่อการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ ด้วยการคำนึงถึงความสามารถสูงสุดของพื้นที่ ลักษณะเชิงปริภูมิของพื้นที่ ปัจจัยและตัวบ่งชี้ของขีดความสามารถในการรองรับฯ เพื่อนำมาพิจารณาร่วมกับวัตถุประสงค์ของการวางแผนภูมิทัศน์ จะทำให้เราสามารถบ่งชี้ขีดความสามารถในการรองรับฯได้อย่างเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์ ด้วยการจำแนกพื้นที่ได้เป็นบริเวณที่แสดงข้อจำกัดและศักยภาพของพื้นที่ บริเวณที่แสดงความเหมาะสมและความสามารถในของพื้นที่ และบริเวณที่แสดงความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ (แผนภูมิที่ 17)



แผนภูมิที่ 16 แสดงการจำแนกข้อมูลเชิงปริภูมิเพื่อการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯ

แผนภูมิที่ 17 แสดงการบ่งชี้ขีดความสามารถในการรองรับฯ เพื่อการประยุกต์ใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์

ตารางที่ 32 แมทริกซ์ (Matrix) ของแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ

ปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯ	ช่วงค่าคะแนน (Rating Scale)						การจำแนกระดับ
	0	1	2	3	4	5	
<u>พืชพรรณ</u>							ระดับความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้
- ป่าสนเขา		X					ต่ำ = 1
- ป่าเต็งรัง			X				ค่อนข้างต่ำ = 2
- ป่าเบญจพรรณ/ป่าสนเขา				X			ปานกลาง = 3
- ป่าดิบแล้ง					X		ค่อนข้างสูง = 4
- ป่าดิบชื้น						X	สูง = 5
<u>ดิน</u>							
การระบายน้ำของดิน (หน่วยชุดดินที่)							ระดับความสามารถในการระบายน้ำ
- 9, 12, 13, 23, 44, 57		X					การระบายน้ำเลวมาก และระบายน้ำดีเกินไป = 1
- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 16, 20, 43, 58, 59			X				การระบายน้ำเลว และระบายน้ำค่อนข้างดีเกินไป = 2
- 7, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25				X			การระบายน้ำค่อนข้างเลว = 3
- 31, 33, 34, 37, 38, 41, 42, 54, 55, 60, 61					X		การระบายน้ำดีปานกลาง = 4
- 26, 27, 28, 29, 30, 32, 35, 36, 39, 40, 45						X	การระบายน้ำดี = 5
ความลึกของดิน (หน่วยชุดดินที่)							
- 12, 13, 14, 45, 46, 48, 49, 51, 52		X					ระดับความลึกของดินที่เหมาะสม
- 25, 47, 55			X				น้อยกว่า 25 ซม. ต่ำ = 1
- 50, 53, 54, 56				X			25 – 50 ซม. ค่อนข้างต่ำ = 2
- 42, 58					X		50 ซม. – 1.00 ม. ปานกลาง = 3
- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44						X	1.0 – 1.50 ม. ค่อนข้างมาก = 4 มากกว่า 1.50 ม. มาก = 5

ตารางที่ 32 แมทริกซ์ (Matrix) ของแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ (ต่อ)

ปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯ	ช่วงค่าคะแนน (Rating Scale)						การจำแนกระดับ
	0	1	2	3	4	5	
เนื้อหน้าดิน (หน่วยชุดดินที่) - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 23,24, 28, 29, 30, 31, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 54, 55 - 16, 17, 18, 21, 22, 25, 26, 27, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 48, 49, 50, 52, 53, 56, 58, 59, 60, 61 - 12, 15, 19, 20, 32, 35		X		X		X	ระดับความเหมาะสมของเนื้อหน้าดิน ทราย ทรายร่วน และเหนียวมาก เหมาะสมน้อย = 1 เหนียวปนทราย เหมาะสมปานกลาง = 3 ร่วนปนทราย เหนียวร่วนปนทราย และร่วนเหนียว เหมาะสมมาก = 5
ปฏิกิริยาของดิน (หน่วยชุดดินที่) -2, 6, 9, 10, 11, 14, 17, 19, 22, 25, 26, 29, 32, 34, 35, 37, 39, 40, 45 - 16, 27, 42, 46, 50, 51, 52, 53, 56 - 1, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 28, 30, 31, 33, 36, 38, 41, 43, 44, 47, 48, 49, 54, 55, 60		X		X		X	ระดับความเหมาะสมของปฏิกิริยาของดิน น้อยกว่า 4.5 – 5.0 หรือมากกว่า 9.0 เหมาะสมน้อย = 1 5.1 – 6.0 หรือ 7.9 – 9.0 เหมาะสมปานกลาง = 3 6.1 – 7.8 เหมาะสมมาก = 5
ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติของดิน หน่วยชุดดินที่ - 5, 6, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 56, 58 - 2, 3, 4, 7, 27, 30, 31, 38, 54, 55, 60 - 1, 8, 12, 28, 33, 52		X		X		X	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ต่ำ = 1 ปานกลาง = 3 สูง = 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 32 แมทริกซ์ (Matrix) ของแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ (ต่อ)

ปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯ	ช่วงค่าคะแนน (Rating Scale)						การจำแนกระดับ
	0	1	2	3	4	5	
ธรณีวิทยา							
ชุดหิน							ระดับความเสี่ยงต่อผุพังของชั้นหิน
- หินแกรนิต ไรโอไลต์		X					ต่ำ = 1
- หินบะซอลต์ แกบโบร แอนดีไซด์			X				ค่อนข้างต่ำ = 2
ไดโอไรต์ หินปูน หินมาร์ล							ปานกลาง = 3
- หินทราย หินดินดาน หินอ่อน				X			ค่อนข้างสูง = 4
- หินไนส์					X		สูง = 5
- หินฟิลไลต์ ไมกา-ซิลต์						X	
ค่าการวางตัวของชั้นหิน (องศา)							ระดับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลง
- > 40 – 90						X	ต่ำ = 1
- 25 – 40				X			ปานกลาง = 3
- < 25		X					สูง = 5
น้ำ							ระดับความสามารถในการใช้น้ำ
- ความหนาแน่นทางน้ำมาก						X	น้อย = 1
- ความหนาแน่นทางน้ำปานกลาง				X			ปานกลาง = 3
- ความหนาแน่นทางน้ำน้อย		X					มาก = 5
ลักษณะภูมิประเทศ							
ความลาดชัน							ระดับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลง
- 0 – 10 องศา		X					ต่ำ = 1
- มากกว่า 10 – 30 องศา				X			ปานกลาง = 3
- มากกว่า 30 องศา						X	สูง = 5
ทิศทางด้านลาดเท							
- ทิศเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ		X					ระดับความเหมาะสม
- ทิศตะวันตก และตะวันตกเฉียงเหนือ				X			ต่ำ = 1
							ปานกลาง = 3
- ทิศตะวันออก ตะวันออกเฉียงใต้ ทิศใต้ และตะวันตกเฉียงใต้						X	มาก = 5

ตารางที่ 32 แมทริกซ์ (Matrix) ของแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ (ต่อ)

ปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯ	ช่วงค่าคะแนน (Rating Scale)						การจำแนกระดับ
	0	1	2	3	4	5	
ภูมิอากาศ							
อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)							ระดับความเหมาะสม
- น้อยกว่า 0 หรือมากกว่า 30		X					ต่ำ = 1
- 0 – 15				X			ปานกลาง = 3
- มากกว่า 15 - 30						X	มาก = 5
ปริมาณฝนเฉลี่ย (มม./ปี)							ระดับความเหมาะสม
- 0 – 250		X					ต่ำ = 1
- มากกว่า 250 – 500				X			ค่อนข้างต่ำ = 2
- มากกว่า 500 – 1,000						X	ปานกลาง = 3
- มากกว่า 1,000 – 2,000					X		ค่อนข้างมาก = 4
- มากกว่า 2,000			X				มาก = 5

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ขีดความสามารถฯของพื้นที่ด้วยการซ้อนทับแผนที่ สามารถจำแนกคุณลักษณะของพื้นที่ออกเป็น 3 ลักษณะ ตามวัตถุประสงค์ของการวางแผนภูมิทัศน์ ดังนี้คือ

1) บริเวณที่แสดงข้อจำกัดและศักยภาพของพื้นที่ (Limitation – Potential) เพื่อแสดงถึงคุณลักษณะที่เป็นคุณค่าของบริเวณนั้น ตัวอย่างเช่นบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 40 องศา สภาพของดินมีการระบายน้ำต่ำมาก อยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำ และอยู่ในบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณต่ำ จะมีข้อจำกัดต่อการพัฒนามาก ส่วนที่บริเวณที่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ก็จะเป็นบริเวณที่มีศักยภาพสูงกว่า จึงสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่า

2) บริเวณที่แสดงความเหมาะสมหรือสามารถที่จะรองรับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ (Suitability – Capability) เป็นการนำเอาข้อจำกัดและศักยภาพของพื้นที่มาพิจารณาร่วมกับวัตถุประสงค์ของการวางแผนภูมิทัศน์ เช่น บริเวณที่ราบ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง อยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำจะมีความเหมาะสมต่อการใช้เป็นย่านที่พักอาศัยหรือพื้นที่เมือง แต่ในบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่สูง ดินเป็นดินร่วน มีการยึดเกาะตัวกันอย่างหลวมๆ จะเป็นบริเวณที่มีความสามารถที่จะรองรับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย หรือเพื่อจัดทำเป็นสวนสาธารณะต่ำ

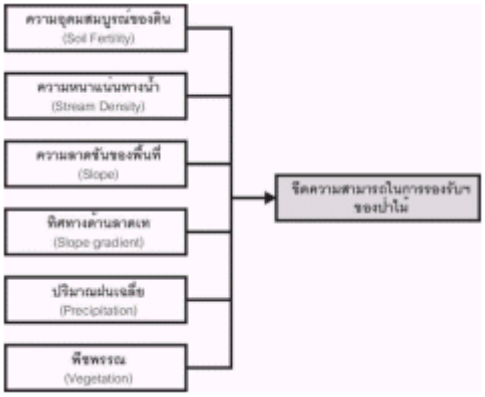
3) บริเวณที่แสดงความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ (Vulnerability) ระดับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ จะเป็นข้อคำนึงถึงที่มีความสำคัญมากที่สุด เป็นการบ่งชี้ถึงระดับการเปลี่ยนแปลงที่สามารถยอมรับได้มากน้อยแค่ไหนเพียงไร ตัวอย่างเช่น บริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่มากกว่า 40 องศา มีวัสดุผิวสัณฐานเป็นดินร่วนปนทราย พืชพรรณปกคลุมเบาบาง และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตต่ำจัดว่าเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงที่บริเวณนั้นจะไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพื้นหรือจะยังคงรักษาความสมดุลของระบบเอาไว้ได้ การเปลี่ยนแปลงปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งจะส่งผลกระทบต่อปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องอย่างรวดเร็วและมีความรุนแรง แต่ในทางกลับกันบริเวณที่เป็นที่ราบ มีพืชพรรณปกคลุมอยู่อย่างหนาแน่น อยู่ไม่ไกลจากแหล่งน้ำมากนัก มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูง ก็จะมีความเสี่ยงน้อยกว่า เพราะระบบมีความสมดุล หากเกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ ระบบก็จะยังคงสามารถรักษาสมดุลและฟื้นฟูกลับคืนมาได้

4.3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปัจจัยของขีดความสามารถฯ

ปัจจัยของขีดความสามารถที่ใช้ในแบบจำลองเชิงปริภูมิที่สร้างขึ้น สามารถนำมาวิเคราะห์หาขีดความสามารถของพื้นที่เฉพาะเรื่องตามลักษณะ ข้อจำกัดของสภาพพื้นที่และวัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้ เนื่องจากในบางพื้นที่นั้นบางปัจจัยอาจจะไม่ส่งผลหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขีดความสามารถของพื้นที่เลย ตลอดจนการวิเคราะห์ขีดความสามารถฯของพื้นที่ด้วยปัจจัยที่แตกต่างกันก็จะทำให้ได้ผลของการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันด้วย จากแบบจำลองปัจจัยของขีดความสามารถทั้งหมดสามารถแสดงตัวอย่างของความสัมพันธ์ของปัจจัยตามวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ขีดความสามารถฯได้ดังนี้

1. ขีดความสามารถของระบบนิเวศป่าไม้

การกำหนดขีดความสามารถของระบบนิเวศป่าไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาศักยภาพและข้อจำกัดของพื้นที่ (Limitation – Potential) ตลอดจนหาแนวทางในการพัฒนาพื้นที่ป่าไม้โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อขีดความสามารถของระบบนิเวศป่าไม้ โดยกำหนดจากปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมและจำกัดการเจริญเติบโตของระบบนิเวศป่าไม้ ดังนี้



แผนภูมิที่ 18 แสดงปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯของป่าไม้

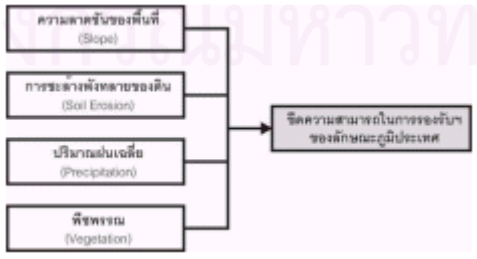
2. ขีดความสามารถของดิน

การกำหนดขีดความสามารถของดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อจำกัดและศักยภาพของดิน (Limitation - potential) เพื่อนำไปสู่การหาความเหมาะสมและความสามารถของพื้นที่ (Suitability - Capability) ตามวัตถุประสงค์ของการวางแผนภูมิทัศน์ ตัวอย่างเช่นการกำหนดขีดความสามารถฯ ของดินเพื่อการเกษตรกรรม กำหนดจากปัจจัยที่มีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินตลอดจนความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณ ดังนี้

แผนภูมิที่ 19 แสดงปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯของดิน

3. ขีดความสามารถของลักษณะภูมิประเทศ

การกำหนดขีดความสามารถของลักษณะภูมิประเทศ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ (Vulnerability) เมื่อมีการเข้าไปจัดการหรือเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของพื้นที่ กำหนดจากปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงและความคงทนของพื้นที่ ดังนี้



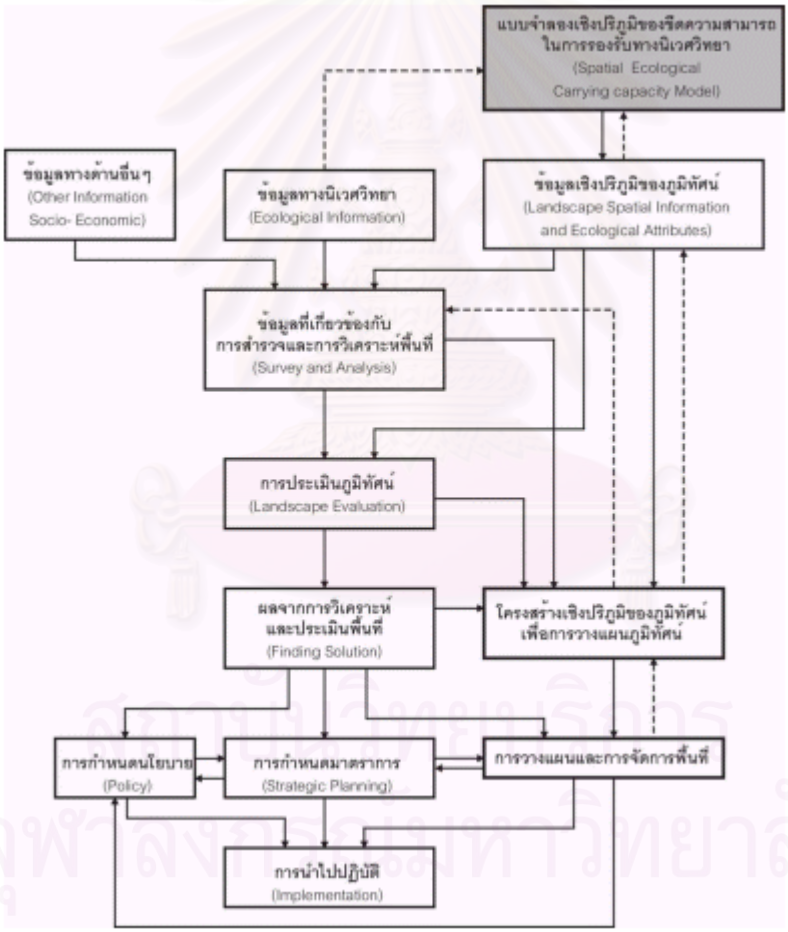
แผนภูมิที่ 20 แสดงปัจจัยกำหนดขีดความสามารถในการรองรับฯของลักษณะภูมิประเทศ

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิในงานวางแผนภูมิทัศน์

5.1.1 การประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ

การวิเคราะห์พื้นที่เป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการวางแผนภูมิทัศน์ เมื่อได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลและสำรวจพื้นที่แล้ว จะนำไปสู่การประเมินพื้นที่เพื่อการกำหนดบริเวณที่มีความเหมาะสมหรือมีความเป็นไปได้สำหรับการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ การนำแนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับฯมาประยุกต์ใช้นั้น จะช่วยให้การวิเคราะห์พื้นที่ในเบื้องต้นนั้นครอบคลุมประเด็นที่สำคัญมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในแผนภูมิที่ 21



แผนภูมิที่ 21 แสดงการประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ สำหรับการวางแผนภูมิทัศน์

ที่มา: ดัดแปลงจาก ดนัย, 2544ข: 121

จากแผนภูมิดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ จะเข้ามามีบทบาทและเป็นส่วนหนึ่งในขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่เบื้องต้นตลอดจนขั้นตอนของการวิเคราะห์และประเมินพื้นที่ ก่อนที่จะนำไปสู่ขั้นตอนของการวางแผนภูมิทัศน์ตลอดจนการกำหนดนโยบายและแนวทางในการปฏิบัติต่อไป ดังนั้นการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมินี้จึงเป็นเพียงวิธีการหนึ่งที่จะนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์พื้นเท่านั้น เนื่องจากวิธีการดังกล่าวจะเลือกใช้เฉพาะข้อมูลเชิงปริภูมิ เพราะทำให้เราสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และสามารถวิเคราะห์พื้นที่ได้ง่ายและมีความสะดวกต่อการนำไปใช้เพื่อการตัดสินใจต่อไป

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบจำลองจึงเป็นเพียงการคาดการณ์เบื้องต้น จะต้องออกทำการสำรวจพื้นที่และเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม เพื่อการวิเคราะห์และประเมินพื้นที่อีกครั้งหนึ่งตลอดจนเกณฑ์การพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับฯที่กำหนดขึ้นนั้น เป็นเพียงเกณฑ์ที่ได้จากการประมวลแนวคิดและให้ค่าความเหมาะสมจากการประยุกต์การจำแนกช่วงของความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขา จำเป็นจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขามาร่วมกำหนดเกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานเพื่อที่จะหาวิธีการบ่งชี้ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ต่อไป

5.1.2 ความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิในงานวางแผนภูมิทัศน์

ความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิ จำแนกตามขอบเขตของงานวางแผนภูมิทัศน์ (เดชา 2538: 73-81) ดังนี้

1. งานวิเคราะห์ภาคและทรัพยากร

ใช้สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ขนาดใหญ่ เพื่อให้ทราบถึงขีดความสามารถและข้อจำกัดของลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เช่น การบ่งชี้ว่าบริเวณใดมีแนวโน้มที่เป็นพื้นที่น้ำท่วม ที่ใดเหมาะแก่การก่อสร้างเมืองและที่อยู่อาศัย หรือที่ใดจำเป็นจะต้องทำการอนุรักษ์ไว้เพื่อการรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ เป็นต้น การบ่งชี้ศักยภาพของบริเวณต่างๆของพื้นที่ ว่าส่วนใดควรพัฒนาไปทางด้านใดจึงจะเกิดประโยชน์สูงสุดและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่น้อยที่สุด ประกอบกับการพิจารณาทางด้านเศรษฐกิจ การเมือง เพื่อการกำหนดลำดับก่อนหลังการวางแผนและกำหนดแผนการพัฒนาต่อไป

2. งานวางแผนการใช้ที่ดิน

เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ที่เป็นระดับรองลงมาและเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ภาค โดยการเข้าไปเกี่ยวข้องกับทรัพยากรหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องในรายละเอียดมายิ่งขึ้น เพื่อให้สามารถนำผลการวิเคราะห์ขีดความสามารถนั้นไปปฏิบัติได้จริง โดยลักษณะงานจะมีความคล้ายคลึงกับการวิเคราะห์ภาคและทรัพยากรแต่มีขอบเขตเล็กกว่า

3. งานผังเมือง

การวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิ สามารถนำมาใช้ในการกำหนดปริมาณ ขนาด และตำแหน่งที่เว้นว่าง (Open Space) ของเมืองตามความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ และลักษณะทางกายภาพของเมือง เพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงเข้าการใช้ที่ดินประเภทต่างๆของเมืองได้

4. งานพัฒนาอุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน และสวนรุกขชาติ

จากหลักการพัฒนาอุทยานแห่งชาติและวนอุทยาน โดยยึดหลักการธำรงสภาพเดิมของธรรมชาติไว้ให้มากที่สุด ดังนั้นการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯ จึงมีส่วนสำคัญในการกำหนดพื้นที่ใช้สอยส่วนต่างๆให้เกิดความเหมาะสมและเพื่อการรักษาสมดุลของพื้นที่ป่าไม้ ไม่ว่าจะเป็นบริเวณที่ต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชน หอดูสัตว์ ถนนและที่จอดรถ พื้นที่สงวนรักษา เป็นต้น

5.2 ข้อจำกัดของการศึกษา

5.2.1 แนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับฯ

1. การนำแนวคิดของขีดความสามารถในการรองรับฯ ไปใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์ ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ปัญหาสำคัญคือการที่จะกำหนดลงไปอย่างชัดเจนว่าระดับของการเปลี่ยนแปลงเพียงใดที่จะทำให้ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ลดลง และจะสามารถทำการวัดการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ด้วยตัวบ่งชี้อะไร ข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าเกิดจากสาเหตุดังนี้ (Schneider et. al, 1978:9)

1) สมมติฐานที่เป็นพื้นฐานในการประเมินหรือการวัด รวมถึงการประยุกต์ใช้ตามวัตถุประสงค์

2) ความแตกต่างและความหลากหลายของกระบวนการวิเคราะห์ ที่มีพื้นฐานมาจากสมมติฐานที่เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน

3) ความซับซ้อนและยุ่งยากของกระบวนการวิเคราะห์ ตั้งแต่การนับหรือการคำนวณทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายๆไปจนถึงการสร้างแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีความซับซ้อนและยุ่งยาก

4) ความแตกต่างของกระบวนการวัดหรือการประเมิน ที่สามารถจำแนกได้ตั้งแต่การวัดเป็นจำนวน หรือตัวเลข จนกระทั่งการประมาณการณ์หรือการตีความที่ซับซ้อนยุ่งยาก

5) ตัวแปรและความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีความหลากหลาย ยากต่อการวัดหรือจับต้อง หรือพิจารณาในเชิงรูปธรรม

6) ขนาด ความซับซ้อน ความถูกต้องและความเที่ยงตรงของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์

7) ความแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์ กับการนำเอาผลของการวิเคราะห์ไปประยุกต์ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ

2. การวัดระดับการเปลี่ยนแปลงที่สามารถยอมรับได้ เพื่ออธิบายขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ จำเป็นจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิชาการในแต่ละสาขาที่เกี่ยวข้องมาร่วมกันพิจารณาและทำการตกลงเกณฑ์ร่วมกัน วิธีการดังกล่าวได้อาศัยหลักการเลือกตัวชี้วัด และการกำหนดมาตรฐานทางชีวะกายภาพที่สามารถวัดได้ในเชิงปริมาณ และในกรณีที่เป็นมาตรฐานเชิงคุณภาพก็ต้องมีความเที่ยงตรง และเฉพาะเจาะจง ทั้งนี้การวางแผนจำเป็นจะต้องอาศัยผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐานในการกำหนดตัวชี้วัดและมาตรฐานของผลกระทบ ระดับของผลกระทบที่ไม่เกินมาตรฐานคือ ระดับที่ยอมรับได้หรือระดับที่อยู่ภายใต้ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่

3. แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯที่สร้างขึ้น เป็นการประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่ในแนวดิ่ง (Vertical Relationship) เป็นหลัก ด้วยการใช้วิธีการซ้อนทับแผนที่ ทำให้ได้แผนที่รวมที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของคุณลักษณะและขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการที่ง่าย สามารถทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ได้อย่างชัดเจน แต่ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆมิได้มีเพียงความสัมพันธ์ในแนวดิ่งเพียงอย่างเดียว ความสัมพันธ์ทางแนวราบ (Horizontal Relationship) ในรูปแบบต่างๆ ก็ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่ได้เช่นเดียวกัน ตัวอย่างเช่น การกระจายตัวของสังคมป่า ถึงแม้ว่าจะเป็นป่าชนิดเดียวกันแต่ป่าที่มีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกัน ก็จะทำให้เกิด Edge of Ecotone หรือบริเวณที่เป็นรอยต่อของป่าที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ บริเวณที่เป็นขอบรอบๆนอกของป่ากับบริเวณตอนในของป่าก็จะมีความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายทางชีวภาพที่แตกต่างกัน ความแตกต่างดังกล่าวก็จะทำให้ขีดความสามารถในการรองรับฯของพื้นที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นจึงควรต้องมีการพิจารณาความสัมพันธ์ของปัจจัยในแนวราบ (Horizontal

Relationship) โดยการหาวิธีการวัดหรือการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเหมาะสม เพื่อนำมาอธิบายขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ ให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

4. การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยแบบจำลอง

- ความไม่คงที่ของการกำหนดปัจจัยที่จะนำมาวิเคราะห์และกำหนดให้เป็นตัวบ่งชี้ขีดความสามารถฯของพื้นที่ มีความแตกต่างกันไปตามอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์และการนำไปใช้ รวมถึงลักษณะและข้อจำกัดของพื้นที่นั้นๆด้วย

- ความไม่ชัดเจนของการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินค่าของแต่ละปัจจัย ซึ่งวิธีการดังกล่าวจำเป็นจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญและเกณฑ์มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับมาประกอบการพิจารณาและยืนยันความน่าเชื่อถือด้วย

5.2.2 โครงสร้างฐานข้อมูลเชิงปริภูมิ

การเปรียบเทียบโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงปริภูมิ สามารถแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของโครงสร้างฐานข้อมูลเพื่อการนำไปประยุกต์ใช้กับแบบจำลองเชิงปริภูมิฯ โดยเปรียบเทียบจาก

1. บัญชีรายการ (Inventory Elements) (Steiner, 1999: 55 - 107)

Steiner ได้เสนอหัวข้อของการทำบัญชีรายการที่ใช้ในงานวางแผนภูมิทัศน์ ที่มีแนวคิดที่เกี่ยวกับการคำนึงถึงระบบนิเวศเป็นหลัก (Ecological Approach)

2. ฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยการใช้ภูมิสารสนเทศ (GIS) จำเป็นจะต้องอาศัยแบบจำลองเชิงปริภูมิเพื่อวิเคราะห์พื้นที่ ฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐที่ได้มีการรวบรวมข้อมูลด้านนิเวศวิทยาที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯได้

3. ฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) ของTDRI พื้นที่ห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี

เป็นตัวอย่างของฐานข้อมูลเชิงปริภูมิในระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) ของพื้นที่จริงที่ได้มีการรวบรวมและสำรวจข้อมูลเชิงพื้นที่ได้

4. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Suitability Analysis) ของ McHarg

แบบจำลองของ McHarg ได้เสนอวิธีการกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์พื้นที่วัตถุประสงค์ของโครงการและสภาพที่ตั้ง ตลอดจนวิธีการประเมินพื้นที่ด้วยการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา ก่อนที่จะนำไปซ้อนทับเพื่อประกอบกันเป็นแผนที่รวม แล้วกำหนดลำดับความสำคัญและความเหมาะสมของการพัฒนาพื้นที่ในส่วนต่างๆ (McHarg, 1969: 108 - 109) โดยเปรียบเทียบดูได้จากตารางที่34

ตารางที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (กองสารสนเทศ, 2536: 9)	**ห้วยขาแข้ง** (TDRI, 1995)	**Frederick Steiner (1999)**	**Ian McHarg (1969)**		**แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถฯ (Spatial Ecological Carrying Capacity Model)**	
ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อม	ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อม	บัญชีรายการ (Inventory)	ปัจจัยทางนิเวศวิทยา (Ecological Factors)	เกณฑ์ (Criteria)	ปัจจัยทางนิเวศวิทยา (Ecological Factors)	ตัวบ่งชี้ (Indicator)
<u>สัตว์ป่า (WILDLIFE)</u> ไม่ปรากฏข้อมูล	รายชื่อชนิดสัตว์ป่า	Species List	Existing Habitat	Scarcity	รายชื่อชนิดสัตว์ป่า (Species List)	จำนวน ปชก. มากที่สุด
	- นกยูง (Peafowl)	Species-Habitat Matrix	Intertidal Species	Env. Quality		
	ขอบเขตที่อยู่อาศัย	Animal Populations	Water Associated species	Env. Quality	คุณภาพถิ่นที่อยู่อาศัย (Habitat Quality)	สภาพถิ่นที่อยู่
	- วงตีไก่ (Arch)	Habitat Value map				
		Habitat of rare, Endangered and Threaten species	Field and forest species	Forest Quality		
			Urban-related species	Presence of tree		
<u>พืชพรรณ (VEGETATION)</u> ประเภทป่าไม้	ประเภทป่าไม้	Plant Associated and Communities	Existing forest	Quality	ระบบนิเวศป่าไม้ (Vegetation Community)	ความสมบูรณ์
	- ป่าดิบแล้ง		Forest type	Scarcity		
	- ป่าเต็งรัง	Vegetative Units	Existing Marshes	Quality		
	- ป่าเบญจพรรณ	Species List				
	- ป่าไผ่	Species Composition and Distribution				
	- เกษตรกรรม					

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (ต่อ)

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (กองสารสนเทศ, 2536: 9)	**ห้วยขาแข้ง** (TDRI, 1995)	**Frederick Steiner (1999)**	**Ian McHarg (1969)**		**แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถฯ (Spatial Ecological Carrying Capacity Model)**	
ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อม	ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อม	บัญชีรายการ (Inventory)	ปัจจัยทางนิเวศวิทยา (Ecological Factors)	เกณฑ์ (Criteria)	ปัจจัยทางนิเวศวิทยา (Ecological Factors)	ตัวบ่งชี้ (Indicator)
<u>ดิน (SOIL)</u> ประเภทกลุ่มดิน 62 หน่วย	ประเภทดินชุด	Soil series	Soil Drainage	Permeability	การระบายน้ำของดิน	ความอุดมสมบูรณ์ (Fertility)
	- ชุดดินกำแพงแสง	Permeability	Foundation condition	Stability	ความลึกของดิน	
	- ชุดดินจันทึก	Texture	Erosion	Susceptibility	เนื้อหน้าดิน	
	(อื่นๆ)	Profile			ปฏิกิริยาของดิน	
		Erosion Potential			ความอุดมสมบูรณ์ตาม	
		Drainage Potential			ธรรมชาติ	
		Soil Associated			การชะล้างพังทลาย	ความเสี่ยง (Vulnerability)
		Cation and anion				
		Exchange				
		Acidity - Alkalinity				
<u>ธรณีวิทยา (GEOLOGY)</u> ไม่ปรากฏข้อมูล	แร่ธาตุชนิดต่างๆ	Regional Geographic	Feature of unique, Scientific and education value	Scarcity	วัสดุผิวสัณฐาน	ความคงทน (Stability)
		History			โครงสร้างธรณีสัณฐาน	
		Depth to bedrock				

ตารางที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (ต่อ)

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (กองสารสนเทศ, 2536: 9)	**ห้วยขาแข้ง** (TDRI, 1995)	**Frederick Steiner (1999)**	**Ian McHarg (1969)**		**แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถฯ (Spatial Ecological Carrying Capacity Model)**	
ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อม	ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อม	บัญชีรายการ (Inventory)	ปัจจัยทางนิเวศวิทยา (Ecological Factors)	เกณฑ์ (Criteria)	ปัจจัยทางนิเวศวิทยา (Ecological Factors)	ตัวบ่งชี้ (Indicator)
<u>ธรณีวิทยา (GEOLOGY)</u> (ต่อ)		Outcrops	Foundation condition	Strength		
		Cross sections,				
		Columnar section				
		Surficial deposits				
		Major fault line,				
		Earthquake zones				
		Rock slide & mud slide				
<u>น้ำ (HYDROLOGY)</u> แม่น้ำลำธารและแหล่งน้ำ - แม่น้ำมีน้ำตลอดปี	แม่น้ำลำธารและแหล่งน้ำ - แม่น้ำมีน้ำตลอดปี	Groundwater systems Surface water systems	Marine	Navigable channel	ความหนาแน่นทางน้ำ	ปริมาณ (Quantity)
- แม่น้ำไม่มีน้ำตลอดปี	- แม่น้ำไม่มีน้ำตลอดปี	Watershed and draiange	Fresh water	Expense of Water		
- แหล่งน้ำ, อ่างเก็บน้ำ	- แหล่งน้ำ, อ่างเก็บน้ำ	Basins				
คุณภาพน้ำ		Stream, Lake, Estuary	Watershed for stream Quality protection	Scenic stream		
แหล่งบำบัดน้ำเสีย		Etc. location				

ตารางที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (ต่อ)

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (กองสารสนเทศ, 2536: 9)	**ห้วยขาแข้ง** (TDRI, 1995)	**Frederick Steiner (1999)**	**Ian McHarg (1969)**		**แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถฯ (Spatial Ecological Carrying Capacity Model)**	
ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อม	ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อม	บัญชีรายการ (Inventory)	ปัจจัยทางนิเวศวิทยา (Ecological Factors)	เกณฑ์ (Criteria)	ปัจจัยทางนิเวศวิทยา (Ecological Factors)	ตัวบ่งชี้ (Indicator)
น้ำ (HYDROLOGY) (ต่อ)		Stream Volumes	Aquifer			
		Lake levels, Tides	Aquifer recharge zones			
		Physical water quality				
		Chemical water quality				
ลักษณะภูมิประเทศ PHYSIOGRAPHY)						
เส้นชั้นความสูงทุก 50 ม.	เส้นชั้นความสูง	Physiographic region	Feature of unique, Scientific and education value	Scarcity	ความลาดชัน	ความเสี่ยง
	ความลาดชัน	Elevation			ด้านลาดเท	ความเหมาะสม
	ทิศทางด้านลาดเท	Slope: Steepness and			ระดับความสูง	ความเหมาะสม
		Orientation	Land feature of scenic value	Distinctive		
		Lithology				
		Digital Terrain Model	Water feature of scenic value	Distinctive		
		Figure- Ground analysis				
			Riparian lands of water feature	Vulnerability		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (ต่อ)

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (กองสารสนเทศ, 2536: 9)	**ห้วยขาแข้ง** (TDRI, 1995)	**Frederick Steiner (1999)**	**Ian McHarg (1969)**		**แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถฯ (Spatial Ecological Carrying Capacity Model)**	
ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อม	ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อม	บัญชีรายการ (Inventory)	ปัจจัยทางนิเวศวิทยา (Ecological Factors)	เกณฑ์ (Criteria)	ปัจจัยทางนิเวศวิทยา (Ecological Factors)	ตัวบ่งชี้ (Indicator)
<u>ลักษณะภูมิประเทศ (PHYSIOGRAPHY)</u> (ต่อ)			Beach along the bay	Vulnerability		
			Surface drainage	Proportion of Surface water To land area		
			Slope	Gradient		
<u>ภูมิอากาศ (CLIMATE)</u> ไม่ปรากฏข้อมูล	ไม่ปรากฏข้อมูล	Average Temperature	Air Pollution	Incidence	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความเหมาะสม
		Average Precipitation	Tidal inundation	Incidence	ปริมาณฝนเฉลี่ย	ความเหมาะสม
		Prevailing winds, wind Velocity and duration				
		Relative humidity				

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการเปรียบเทียบฐานข้อมูลเชิงปริภูมิทั้ง 4 แบบ สามารถสรุปข้อจำกัดของการศึกษาจากฐานข้อมูลได้ดังนี้

1. ลักษณะของข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูลที่แตกต่างกัน กล่าวคือ กลุ่มฐานข้อมูลของ Steiner, McHarg กับกลุ่มของฐานข้อมูล GIS ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมกับของ TDRI และแบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯ มีการกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลักๆเหมือนกัน คือ ปัจจัยทางกายภาพและทางธรรมชาติ แต่ในรายละเอียดของข้อมูลบางประเภทเช่น ข้อมูลธรณีวิทยา, ชนิดของสัตว์ป่า จะมีความละเอียดของข้อมูลมากน้อยต่างกัน กลุ่มแรกจะมีรายละเอียดค่อนข้างมากและเป็นรายละเอียดที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นระบบ ในขณะที่กลุ่มที่ 2 จะมีรายละเอียดของข้อมูลน้อยกว่า เนื่องจากข้อจำกัดของการพัฒนาข้อมูล อุปกรณ์เทคโนโลยีและเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลยังไม่สมบูรณ์นัก รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง ต่างก็มีวัตถุประสงค์ของการใช้ข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน

2. แหล่งข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันที่จะสามารถนำไปใช้พิจารณาขีดความสามารถในการรองรับด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิที่สร้างขึ้น ส่วนใหญ่จะนำเอาข้อมูลที่ได้มีการรวบรวมและจัดทำฐานข้อมูล GIS จากหน่วยงานต่างๆ ซึ่งแต่ละหน่วยงานก็จะมีวัตถุประสงค์ของการสร้างฐานข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป ในบางครั้งข้อมูลบางประเภทจึงไม่สอดคล้องกับการนำมาพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับฯ จึงทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯ ของพื้นที่ มีความเบี่ยงเบนจากความเป็นจริงได้

3. ความถูกต้องและความละเอียดของข้อมูลที่นำมาใช้ จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงข้อมูลอยู่เสมอ เพื่อความถูกต้องของข้อมูล การจำแนกชั้นของข้อมูลและช่วงของข้อมูล จำเป็นจะต้องมีความละเอียดและมีที่มาของการจำแนกข้อมูลในบางปัจจัย เพื่อผลในการพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่

4. ความไม่เพียงพอของข้อมูลที่มีอยู่ในการพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับฯ ของพื้นที่ ก็จำเป็นจะต้องทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์พื้นที่เพิ่มเติม ซึ่งจำเป็นจะต้องอาศัยทีมสำรวจ ผู้เชี่ยวชาญ และงบประมาณในการทำการสำรวจเพิ่มเติม เพื่อผลในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

5.3 แหล่งที่มาของข้อมูล

ประเทศไทยมีข้อมูลเชิงปริภูมิที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศ ซึ่งมีการจำแนกข้อมูล (Classification Method) หลายระดับ ข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูลที่นำมาใช้กับการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับฯ ด้วยแบบจำลองเชิงปริภูมิ มีดังนี้

ตารางที่ 34 แสดงข้อมูลแผนที่ มาตราส่วน และแหล่งข้อมูล

ข้อมูล	ประเภทข้อมูล	มาตราส่วนและรายละเอียด	การปรับแก้ข้อมูล	แหล่งข้อมูล
แผนที่พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่ป่าไม้	1:250,000	ทุกระยะ 3 – 5 ปี	กรมป่าไม้
แผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยสัตว์ป่า	ตำแหน่งถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ชนิดพันธุ์สัตว์ป่า	1:250,000	นานๆครั้ง	ศูนย์ชีววิทยาอนุรักษ์
แผนที่ป่าสงวนแห่งชาติ	ประเภทป่าสงวนแห่งชาติ	1:250,000	ตามนโยบายของรัฐ	กรมป่าไม้
แผนที่ประเภทป่าไม้	ประเภทป่าไม้	1:50,000	ตามนโยบายของรัฐ	กรมป่าไม้
แผนที่ภูมิประเทศ	ความลาดชัน ทิศทางด้านลาดเท เส้นชั้นความสูง	1:250,000 1:50,000	นานๆครั้ง	กรมแผนที่ทหาร
แผนที่ธรณี	วัสดุผิวสัณฐาน ค่าวางตัวของหิน	1:250,000	นานๆครั้ง	กรมทรัพยากรธรณี
แผนที่ชนิดดิน	หน่วยชุดดิน	1:100,000	นานๆครั้ง	กรมพัฒนาที่ดิน
แผนที่กระจายน้ำฝน	เส้นชั้นปริมาณน้ำฝน	1:1,000,000 1:250,000	ทุกปี	กรมอุตุนิยมวิทยา
แผนที่อุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า	พื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติ	1:50,000	ตามนโยบายของรัฐ	กรมป่าไม้
แผนที่การจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	แหล่งน้ำผิวดิน พื้นที่รับน้ำ	1:50,000	ตามนโยบายของรัฐ	สำนักงานโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม

ที่มา: อิโคลัส, 2543: 5-21

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. การประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯในการวางแผนทางภูมิทัศน์ จะสามารถทำให้การวิเคราะห์พื้นที่ โดยเฉพาะการคำนึงถึงหลักการพื้นฐานทางนิเวศวิทยา ซึ่งเป็นสิ่งที่นักวางแผนควรจะให้ความสำคัญและตระหนักถึงอยู่เสมอ เนื่องจากการพิจารณาระบบนั้นจำเป็นจะต้องมองเป็นองค์รวม ไม่สามารถแยกพิจารณาเฉพาะปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งได้ ดังนั้นผลที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่จึงเป็นเพียงการวิเคราะห์เปรียบเทียบจากการจำแนกข้อมูลที่ได้มีผู้ทำไว้แล้วเท่านั้น แต่ในการกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์นั้น จำเป็นจะต้องอาศัยนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขามาร่วมกันพิจารณาและหาข้อสรุปที่เป็นเกณฑ์มาตรฐานร่วมกันต่อไป

2. แบบจำลองเชิงปริภูมิของขีดความสามารถในการรองรับฯที่ใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์นั้น เป็นเพียงแนวทางหนึ่งจากแนวคิดทางด้านนิเวศวิทยาเท่านั้น (Ecological Approach) ดังนั้นในขั้นตอนสุดท้ายของการตัดสินใจ (Making Decision) และการนำแผนไปปฏิบัตินั้น จำเป็นจะต้องพิจารณาร่วมกับแนวทางอื่นๆ เช่น ด้านเศรษฐกิน, สังคม และทางกฎหมาย เป็นต้น โดยเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของแต่ละแนวทางมาประมวลร่วมกัน (Compromise) ทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อทำให้เกิดความสมบูรณ์และความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติต่อไป

3. การตรวจสอบและการติดตามผลการวิเคราะห์พื้นที่และการวางแผนทางภูมิทัศน์

เนื่องจากการบวนการวางแผนภูมิทัศน์เป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่อง ไม่ได้สิ้นสุดเพียงการดำเนินการพัฒนาตามแผนหรือแบบเท่านั้น การกำหนดมาตรฐานในการติดตามตรวจสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หลังการพัฒนา ว่าส่งผลกระทบอย่างไรต่อระบบนิเวศ เพื่อเป็นการติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของระบบนิเวศที่ยอมรับได้ ยังคงถูกรักษาไว้และเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาไปปรับปรุงสำหรับการพัฒนาในอนาคตต่อไป สามารถจำแนกผลกระทบจากกิจกรรมพัฒนาและกิจกรรมการใช้ประโยชน์หลักการพัฒนาต่อระบบนิเวศเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1) ผลกระทบทางด้านชีวภาพ หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสังคมพืชและสัตว์ป่า
2) ผลกระทบทางกายภาพ หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรทางกายภาพในพื้นที่
3) ผลกระทบทางสังคม หรือการเปลี่ยนแปลงที่กระทบถึงคุณภาพของประสบการณ์ของผู้ใช้และคุณภาพของชุมชนในบริเวณนั้น

เป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการติดตาม ตรวจสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ ดังนี้

1) ติดตาม ตรวจสอบตัวแปรหลักหรือตัวบ่งชี้ของปัจจัย เพื่อทำความเข้าใจในเรื่องของสภาพ ความเสี่ยง และการคุกคามต่อระบบ โดยกำหนดมาตรฐานหรือหลักอ้างอิงสำหรับการติดตาม ตรวจสอบ ตลอดจนพัฒนากระบวนการและวิธีการรายงานและการบันทึกการติดตามตรวจสอบ

2) ติดตาม ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสภาพหรือเงื่อนไขที่เกิดขึ้น ตลอดช่วงเวลา เพื่อบ่งชี้ผลกระทบที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถยอมรับได้ โดยกำหนดหรือบ่งชี้ว่า เมื่อไหร่ ที่ไหน และสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงที่กำลังเกิดขึ้น

3) ดำเนินการรวบรวมและติดตามตรวจสอบ ด้วยแนวทางการจัดการทรัพยากรเชิงรวม และขยายกรอบของการรวบรวมและติดตามตรวจสอบตามแนวทางดังกล่าวให้ครอบคลุมองค์ประกอบต่างๆเท่าที่จะเป็นไปได้

4) จัดเตรียมข้อมูลสารสนเทศ สำหรับการปรับปรุงการตัดสินใจในการจัดการ การวางนโยบาย การปฏิบัติงาน และการประเมินผล เพื่อประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ตลอดจนรายงานการตัดสินใจที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่

5) ดำเนินการให้ความร่วมมือระหว่างผู้บริหารจัดการทรัพยากร นักวิทยาศาสตร์ สาธารณะชน และสถาบันการศึกษา จัดให้มีการสื่อสารระหว่างผู้มีส่วนร่วมและองค์กรระดับท้องถิ่น ระดับภาค และระดับชาติ และผู้ที่สนใจทั่วไป โดยจัดการบรรยาย สื่อสาร และสาธิตผลของการจัดการและการใช้ประโยชน์ของทรัพยากร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กนกพร สว่างแจ้ง. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม : Environmental Impact Assessment. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2540.

เกษม จันทร์แก้ว, ดร. .การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม Natural Resources and Environmental management. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526.

จงกลนี อยู่สบาย และสมาน ปราการรัตน์ .เอกสารวิชาการ “อุณหภูมิเวลากลางวันและกลางคืนประเทศไทย. กรมอุตุนิยมวิทยา, 2536.

จิรากรณ์ คชเสนี .หลักนิเวศวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

จีรพรรณ ธเนศพิพัฒ .แผนที่ภูมิประเทศและการตีความหมาย.(ม.ป.ท.), 2528.

ชาลี นาวานุเคราะห์, ดร., สุระ พัฒนเกียรติ, ผศ และนิสิตปริญญาโท คณะทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินจังหวัดชุมพร,” ใน วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Journal of Remote Sensing and GIS Association of Thailand). ปีที่ 1 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน – ธันวาคม, 2543, หน้า 1 – 21.

ชุมพล งามผ่องใส “สมรรถนะการยอมให้มีได้สูงสุดในระบบสิ่งแวดล้อม,” .การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม .เอกสารรวบรวมคำบรรยาย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526, หน้า 2-1 ถึง 2-8.

ชำนาญ ประทุมสินธุ์ .หลักภูมิศาสตร์กายภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ประสานมิตร, 2520

ดวงพร นพคุณ, ผศ. .ภูมิอากาศวิทยา. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ดนัย ทายตะคุ, ดร. “Natural Reserve Planning and Design Problems and Research Direction: An Overview,” วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมสาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ฉบับที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544ก.หน้า 116 – 124.

ดนัย ทายตะคุ, ดร. “ภูมิทัศน์ในฐานะที่อยู่อาศัย ในมุมมองทางนิเวศภูมิทัศน์: Landscape as Habitat A Landscape Ecological Approach,” .วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมสาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ฉบับที่ 1 ปีที่ 2545, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544ข, หน้า 116 – 138.

เดชา บุญค้ำ, ศ. .Introduction to Landscape Architecture. เอกสารบังคับอ่านประกอบรายวิชา LA 2504-371 ภูมิสถาปัตยกรรม, 2538.

นริศ ภูมิภาคพันธ์ .การจัดการสัตว์ป่า Wildlife Management. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.

ประกอบ วิโรจนกูฏ, รศ., ดร. .อุทกวิทยาของน้ำผิวดิน. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนารถวิทยา, 2539.

ทวี หนูทอง .การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่า (Wildlife Resource Management). กองอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2525.

ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์ และชาญ ตันติสุกฤต .ธรณีวิทยาสำหรับวิศวกร. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: โครงการตำรา มหาวิทยาลัยห้องจำหน่ายหนังสือ สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2525.

ธงชัย พึ่งรัศมี .ธรณีวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2530.

ธวัช สิงห์ภู่ .การอนุรักษ์ดินและน้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2529.

ราชบัณฑิตยสถาน, พจนานุกรม, 2525.

วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม,กระทรวง กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมกองการสารสนเทศสิ่งแวดล้อม.สารสนเทศภาพรวมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย Natural Resources and Environmental Information of Thailand. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2536.

วิมลสิทธิ์ หรยางกูร, ศ., ดร. .พฤติกรรมมนุษย์กับสภาพแวดล้อม มูลฐานทางพฤติกรรมเพื่อการออกแบบและวางแผน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

วิไลลักษณ์ ตั้งเจริญ, ผศ. .อุตุนิยมวิทยา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ทิพยวิสุทธิ์, 2540.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ .การจำลองแบบปัญหา Simulation. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย, 2537.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย .Carrying Capacity for Tourism Development of Ko Samui Tourism Area., 2531.

สมศักดิ์ สุขวงศ์, ดร. และคณะ .ความหลากหลายทางชีวภาพกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์., 2537.

สุนทรี เจริญสุขสัมฤทธิ์ .แนวทางการพัฒนาทางกายภาพของเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

สุวัฒนา ธาดานิติ,ผศ.,ดร. .หลักและทฤษฎีการวางแผน. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 2503610 ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง ชุดที่ 1 ความหมายของการวางแผน, 2544.

สุมิตรา พูลทอง .การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวางแผนโครงสร้างจังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

สุเทพ ติงศภัทิย์ และเคนซาคุ ทาเคดะ .คู่มืออุทกวิทยาสำหรับงานชลประทาน. โตเกียว: สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ, 2521.

ภูวดล โกมณเฑียร .ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับโครงสร้างระบบนิเวศป่าผลัดใบ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, รศ., ดร. .ธรณีสัณฐานวิทยา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2526.

อลัน ราบิโนวิทซ์, ดร. .คู่มืออบรมการทำวิจัยและการอนุรักษ์สัตว์ป่า Wildlife Field research and Conservation training manual. แปลโดย ศลิษา สถาปนวัฒน์ กรุงเทพฯ: Plan Printing, 2542.

อิโคลัส เอ็นวี, บริษัท. โครงการพัฒนาการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านนิเวศวิทยา. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2543.

อุทิศ กุฏอินทร์ “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับนิเวศวิทยา ระบบนิเวศ และนิเวศวิทยาป่าไม้,” การพัฒนาทรัพยากรป่าไม้. โดยศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535.

อุทิศ กุฏอินทร์ “ป่าไม้ผลัดใบของประเทศไทย (Evergreenforest of Thailand),” .ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม. โดยองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ดอกเบี้ย, 2539.

อังสนา บุณโยภาส, ดร. ภูมิสารสนเทศทางภูมิสถาปัตกรรม. ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544

เอิบ เขียวรื่นรมณ์ .ดินของประเทศไทย Soil of Thailand “ลักษณะการแจกกระจายและการใช้” Characteristics, Distribution and uses. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Barnes, Burton V., Donald R. Zak, Shirley R. Denton and Stephen H. Spurr .Forest Ecology. United States of America: John Wiley & Sons, 1980.

Boonyabhas, Angsana. Tourism Planning Concept for Ko Samui Thailand: A Sustainable Environment Development approach. The degree of Doctor of Environmental Design of Texas A & M University, 1996.

Dramstad, Wenche E. , James D. Olson, and Richard T.T. Forman .Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning. Harvard University Graduate School of Design. New York: Island Press, 1996.

Fabos, Gy Julius. Planning the total Landscape: A guide to intelligent Land use. The United States of America: Westview Press Boulder, 1979.

Gilg, Andrew W. .Countryside Planning. 2 nd. ed. New York: Routledge, 1996.

Gordon, Steven I. .Computer Models in environmental Planning. New York: Va Nostrad Reinhold company, 1985.

Laurie, Michael .An Introduction to Landscape Architecture. 2nd. ed. New Jersey: PTR Prentice Halll, 1986.

Laux, Jeff .Qualify in Examination. Department of Landscape Architecture College of Environmental Design University of Berkeley, 1983.

Lovejoy, Derek. Land use and Landscape Planning. Great Britain: The Pitman Press, 1973.

Marsh, William M. .Landscape Planning Environmental Applications. 3 rd. ed. United States of America: John Willey and Sons, 1997.

McCool, Stphen F., Prof. .Limits of Acceptable Change: A Framework for Managing National Protected Areas: Experience from The United States, 1996.

McHarg, Ian L. .Design with Nature. New York: Doubleday/ Nature History Press, 1969.

Murck, W .Babara, Brian J. Skimmer and Stephen C. Porter .Environmental Geology. United Ststes of America: John Wiley&Sons, 1996.

Schneider, Devon M.,David R. Godschalk and Norman Axler. .The Carrying Capacity Concept as a Planning Tool. The United State of America: The American Planning Associate, 1978.

Steiner, Frederick. The Living Landscape: An ecological approach to landscape planning. 2 nd. The United States of America: McGraw-Hill companies,1999.

Steinizt, Carl. "A Framwork for Theory Application to the Education of Landscape Architects (and Other Environment Design Professionals)," .Landscape Journal.. Fall, 1990, pp136 – 143.

Tamocai, C. and Others .The Canadian wetland classification system. In National wetlands working Group. Wetland of Canada. Ecological Land Classification Scries No.25, 1988.

TDRI: Thailand Development Research Institute .Fire and Water: An NRE Information System for Uthai Thani Province., 1995.

Thompson, George F. and Steiner R. Frederick. .Ecological Design and Planning. New York: John Wiley&Sons, 1997

Van Liver, H.N E.A. Cook.. Landscape Planning and ecological network. The Netherlands Amsterdam: Elsevier Science B.V., 1994.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ข้อมูลหน่วยชุดดิน

1. บรรทัดฐานการจำแนกหน่วยที่ดิน

การจำแนกหน่วยที่ดิน เป็นการจำแนกที่ดินตามองค์ประกอบต่างๆของดินที่สามารถตรวจสอบได้ เช่น สภาพภูมิประเทศ ธรณีวิทยา ดิน และพืชพรรณ เหล่านี้เป็นต้น แต่ในการนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ ควรพิจารณาบรรทัดฐานต่างๆที่นำมาจำแนกหน่วยที่ดินดังต่อไปนี้

1. การจำแนกหน่วยที่ดินแต่ละหน่วย ควรมีลักษณะที่เหมือนกันมากที่สุดเท่าที่จะมากได้
2. การจำแนกหน่วยที่ดิน ควรใช้ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างดินและที่ดินที่เป็นคุณสมบัติถาวรยากต่อการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย
3. การจำแนกหน่วยที่ดิน ควรใช้ลักษณะที่สามารถตรวจสอบได้งายในสนาม
4. การจำแนกหน่วยที่ดิน ควรสามารถที่จะกำหนดขอบเขตของแต่ละหน่วยที่ดินลงในแผนที่ได้ถูกต้อง

2. ประเภทหน่วยที่ดิน

การกำหนดหน่วยที่ดิน ได้อาศัยลักษณะและคุณสมบัติของดินที่ให้ผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกันน้อยที่สุด โดยอาศัยข้อมูลจากแผนที่ดินระดับค่อนข้างหยาบ มาตราส่วน 1: 50,000 ของกองสำรวจและจำแนกดิน และยังได้ใช้ลักษณะของสภาพทางธรณีสัณฐาน ความลาดชันของพื้นที่ ระดับความสูงต่ำของพื้นที่และลักษณะดื่นๆ มาเป็นตัวกำหนดหน่วยที่ดิน

3. การจำแนกหน่วยที่ดิน

แหล่งข้อมูลและข้อสนเทศทางดินที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้เกี่ยวกับการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับทางนิเวศวิทยาของดินในประเทศไทย จะศึกษาข้อมูลจากแผนที่และรายงานการสำรวจดิน คือ ข้อมูลการจำแนกกลุ่มชุดดิน (หน่วยที่ดิน) โดยกรมพัฒนาที่ดินซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐที่ทำหน้าที่ในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับดินโดยตรง โดยได้ทำการสำรวจและจำแนกดินเพื่อวัตถุประสงค์สำหรับการพัฒนาพื้นที่ขนาดใหญ่ระดับจังหวัดขึ้นไป จำแนกออกเป็นหน่วยแผนที่ดิน 62 ชุด โดยได้ทำการสำรวจทั่วประเทศเสร็จสิ้นในปี ซึ่งจะแสดงลักษณะต่างๆของดินไว้อย่างละเอียด ดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 1

ลักษณะดินโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นดินเหนียวจัด หน้าดินแตกระแหงเป็นร่องเล็กในฤดูร้อน สีดินส่วนมากเป็นสีดำ หรือสีเทาแก่ ตลดอชั้นดินอาจมีประสีจุดประน้ำตาลหรือสีเหลืองปะปนอยู่บ้างในดินชั้นบน ส่วนดินชั้นล่างมักจะมีก้อนปูนปะปน เกิดจากต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำบริเวณเทือกเขาหินปูน หรือหินภูเขาไฟ สภาพพื้นที่พบตามที่ราบลุ่มตั้งแต่ที่ราบน้ำท่วมถึงตะพักลำน้ำระดับต่ำ มีน้ำแช่ขังในฤดูฝนลึก 30 – 40 ซม. นาน 3-4 เดือน ดินลึก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลางถึงสูง pH 6.5 – 8.0

กลุ่มชุดดินที่ 2

ลักษณะดินโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินบนมีสีเทาหรือเทาแก่ ดินล่างมีสีเทา จุดประสีน้ำตาลและสีเหลืองหรือสีแดง พบตามที่ราบลุ่มภาคกลางเป็นส่วนใหญ่ มีน้ำแช่งขังลึก 20 – 50 ซม. นาน 3 – 5 เดือน ถ้าเป็นดินที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลจะพบสารจาโรไซต์สีเหลืองฟางข้าวในระดับความลึกเป็นดิน ลึก มีการระบายน้ำเลว ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง pH 4.5 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 3

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนเป็นสีเทาเข้ม สีน้ำตาลปนเทาเข้ม ดินล่างเป็นสีเทาหรือน้ำตาลอ่อน มีจุดประสีน้ำตาลแก่ สีน้ำตาลปนเหลือง สีแดงปนเหลือง พบตามที่ราบลุ่มหรือที่ราบเรียบ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลว ฤดูฝนขังน้ำลึก 20 – 50 ซม. นาน 4 – 5 เดือน ฤดูแล้งดินแห้งแตกระแหงเป็นร่องกว้างลึก ถ้าพบบริเวณชายฝั่งทะเล มักมีเปลือกหอยอยู่ในดินชั้นล่าง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลาง ถ้าเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรดด่างปริมาณ 5.5 – 6.5 ส่วนดินชั้นล่างหากมีเปลือกหอยปะปน จะมีปฏิกิริยาเป็นด่างอ่อนหรือมีค่าความเป็นด่างประมาณ 7.5 – 8.0

กลุ่มชุดดินที่ 4

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีสีน้ำตาลปนเทาหรือสีน้ำตาล ดินล่างมีสีน้ำตาลปนเทา หรือสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลปนสีเขียวมะกอก มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลแก่ อาจพบก้อนหินปูน ก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็ก และแมงกานีสในชั้นดินล่าง การระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว พบตามที่ราบเรียบหรือที่ราบลุ่มระหว่างคันดินริมลำน้ำ กับลานตะพักลำน้ำค่อนข้างใหม่ น้ำแช่ขังในฤดูฝนลึก 30 – 50 ซม. นาน 4 – 5 เดือน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง pH 5.5 – 6.5 ถ้าหากดินมีก้อนปูนปะปนอยู่ pH จะเป็น 7.0 – 8.0 ได้แก่ชุดดินชัยนาท ราชบุรี ท่าพล สระบุรี บางและมูลนาค

กลุ่มชุดดินที่ 5

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีสีเทาแก่ น้ำตาลปนเทา ดินล่างมีสีเทาอ่อนหรือสีเทา มีจุดประสีน้ำตาลแก่และน้ำตาลปนเหลือง ตลอดชั้นดินมักพบก้อนสารเคมี เหล็กและแมงกานีสปะปนอยู่ในพื้นที่ปลูกของไม้ผลแต่ละชนิด ชั้นดินลึก กลุ่มดินนี้เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำ และเป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลว พบในพื้นที่ราบเรียบตามลานตะพักลำน้ำค่อนข้างใหม่ และลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ น้ำแช่ขังลึกน้อยกว่า 30 ซม. นาน 3 – 5 เดือน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง pH 5.5 – 6.5 แต่ถ้าดินมีก้อนปูนปะปนในดินชั้นล่าง ดินชั้นนี้จะมีปฏิกิริยาเป็นด่างอ่อน pH 7.5 – 8.0 ได้แก่ ชุดดินหางดง และพาน

กลุ่มชุดดินที่ 6

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินบนมีสีเทาแก่ ดินล่างมีสีน้ำตาลปนเทาหรือสีเทา มีจุดประสีน้ำตาลหรือสีแดงตลอดชั้นดินบางแห่งมีศิลาแลงอ่อน หรือก้อนสารเคมีพวกเหล็กและแมงกานีสปะปนอยู่ด้วย กลุ่มดินนี้เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำ เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำเลว พบตามที่ราบตั้งแต่ที่ราบน้ำท่วมถึงลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ น้ำแช่ขัง 30 – 50 ซม. นาน 3 – 5 เดือน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำหรือค่อนข้างต่ำ pH 4.5 – 5.5 ได้แก่ ชุดดินบางนรา มโนรมย์ เชียงราย นครพนม ปากท่อ และแกลง สุไหงโกลก ท่าศาลา คลองขุด สตูล วังตง

กลุ่มชุดดินที่ 7

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว มีสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลปนเทา พบจุดประสีน้ำตาล สีแดงปนเหลือง สีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีแดงปะปนตลอดชั้นดิน กลุ่มดินนี้เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างเลว พบตามพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ ฤดูฝนขังน้ำลึก 30 – 50 ซม. นาน 3 – 4 เดือน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง pH 6.0 – 7.0 ได้แก่ดินชุดนครปฐม ผักกาด เดิมบาง อุตรดิตถ์ สุโขทัย พิจิตร

กลุ่มชุดดินที่ 8

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีลักษณะการทับถมเป็นชั้นๆของดินและอินทรียวัตถุที่ได้จากการขุดลอกร่องน้ำ ดินล่างมีสีเทา บางแห่งมีเปลือกหอยปะปนอยู่ด้วย พบบริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล ปัจจุบันเกษตรกรได้ทำการขุดยกร่องเพื่อพืชผลต่างๆ ทำให้สภาพพื้นผิวดินเดิมเปลี่ยนแปลงไปตามปกติดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลางถึงสูง pH 6.0 – 7.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มชุดดินที่ 9

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยดินนี้เป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว สีดินเป็นสีเทา มีจุดประสีเหลืองหรือสีแดงปะปน และพบจุดประสีเหลืองฟางข้างของจาโรไซต์อยู่ระดับตื้นกว่า 50 ซม. ดินล่างมีสีเทา หรือสีเทาปนเขียว และมีเศษพืชที่กำลังเน่าเปื่อยปะปนอยู่ด้วย พบบริเวณที่ราบลุ่มตามชายฝั่งทะเล อาจมีน้ำทะเลหรือน้ำกร่อยท่วมเป็นครั้งคราว เป็นดินที่มีการระบายน้ำเลวถึงเลวมาก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกิริยาดินชั้นบนเป็นกรดจัดมาก มีความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.0 หรือน้อยกว่า ส่วนดินล่างที่เป็นดินเลนเป็นกลางถึงด่างแก่ มีค่าความเป็นด่างประมาณ 7.0 – 8.5 และเป็นดินเค็ม

กลุ่มชุดดินที่ 10

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีสีดำหรือสีเทาแก่ ดินล่างมีสีเทามีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง สีแดง และพบจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองฟางข้าวของสารจาโรไซด์ ภายในระดับความลึก 100 ซม. จากผิวดิน พบบริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล น้ำแช่ขังลึก มีการระบายน้ำเลว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เป็นกรดจัดมาก pH 4.5

กลุ่มชุดดินที่ 11

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีสีดำหรือเทาแก่ ดินล่างมีสีเทาและมีจุดประสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดงปะปนอยู่เป็นจำนวนมากในช่วงดินล่างตอนบน และพบจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารจาโรไซด์ในระดับความลึก 50 –100 ซม. นาน 3 – 5 เดือน บางพื้นที่จะแช่ขังน้ำนาน 6 – 7 เดือน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลว มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด pH 4.5 – 5.0

กลุ่มชุดดินที่ 12

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง แต่มีลักษณะเป็นดินเลน ดินบนมีสีดำปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลเล็กน้อย ส่วนดินล่างเป็นดินเลนสีเทาแก่ หรือสีเมาปนเขียว พบบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง และบริเวณชะวากทะเลเป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลวมาก มีความอุดมสมบูรณ์สูง เป็นดินเค็มจัด ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงเป็นกรดปานกลาง pH 7.0 – 8.0 ได้แก่ ชุดดินท่าจีน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มชุดดินที่ 13

ลักษณะโดยทั่วไป

ดินนี้มีลักษณะ สภาพแวดล้อม และการใช้ประโยชน์ที่ดินคล้ายคลึงกับกลุ่มชุดดินที่ 12 แต่เป็นดินที่มีสารประกอบกำมะถันปะปนมาก ตามปกติเมื่อเปียกดินจะเป็นกลางหรือเป็นด่าง แต่เมื่อมีการระบายน้ำออกไปหรือทำให้ดินแล้ง สารประกอบกำมะถันจะแปรสภาพปล่อยกรดกำมะถันออกมา ทำให้ดินเป็นกรดจัดมาก การจัดการที่ดินจึงยุ่งยากขึ้นเป็นทวีคูณ ดินกลุ่มนี้จัดเป็นดินเค็มที่มีกรดแฝงอยู่ ได้แก่ ชุดดินบางปะกง ชุดดินตะกั่วทุ่ง

กลุ่มชุดดินที่ 14

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยดินนี้เป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีสีเทาปนดำหรือสีดำ ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง ดินล่างมีสีเทา มีจุดประสีเหลืองและสีน้ำตาลปะปนเล็กน้อย ดินล่างช่วงลึกกว่า 80 ซม. มีลักษณะเป็นดินเลนสีเทาปนสีเขียวที่มีสารประกอบกำมะถันมาก พบบริเวณที่ลุ่มต่ำชายฝั่งทะเลหรือบริเวณพื้นที่พรุ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลวมาก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่า 4.5

กลุ่มชุดดินที่ 15

ลักษณะทั่วไป

หน่วยที่ดินนี้เป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดิน เป็นพวกดินร่วนเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินบนมีสีน้ำตาลหรือสีเทาปนชมพูพบจุดประสีเหลืองหรือสีน้ำตาลปนเหลืองตลอดชั้นดิน ในดินชั้นล่างมักพบก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็กและแมงกานีส กลุ่มชุดดินนี้เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบบริเวณพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบเป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างเลว ดินมีความสมบูรณ์คามธรรมชาติค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0 – 7.5

กลุ่มชุดดินที่ 16

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทรายแป้ง สีดินมีสีน้ำตาลอ่อน หรือสีน้ำตาลปนเทา และมีจุดประสีน้ำตาลเข้ม สีเหลือง หรือสีแดง ในดินชั้นล่างอาจพบพวกเหล็กและแมงกานีสปะปน กลุ่มดินนี้เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบบริเวณพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ ตามลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ มีน้ำแช่ขังลึกเล็กน้อยกว่า 30 ซม. นาน 4 – 5 เดือน เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำเลว มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำหรือค่อนข้างต่ำ pH 5.0 – 6.0

กลุ่มชุดดินที่ 17

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินบนเป็นพวกดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนสีน้ำตาล น้ำตาลปนเทา ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนเหนียว มีสีน้ำตาลอ่อน, สีเทาอ่อน, สีเทาปนชมพูพบจุดประพวกสีน้ำตาลปนเหลือง สีแดงปนเหลืองหรือสีแดงปะปน บางแห่งอาจพบศิลาแลงอ่อนหรือก้อนสารเคมีพวกเหล็กและแมงกานีสในดินชั้นล่าง เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำ พบตามพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบ บริเวณลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ น้ำแช่ขังลึก 30 – 50 ซม. นาน 2 – 4 เดือน เป็นดินลึกมาก ดินมีการระบายน้ำค่อนข้างเลว มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 4.5 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 18

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย สีเทาปนน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลปนแดงอ่อน ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีเทาปนน้ำตาล สีเทาปนชมพู พบจุดประสีน้ำตาลแก่ สีแดงปนเหลืองปะปน เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำพบบริเวณพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบตามลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ น้ำแช่ขังลึก 30 ซม. นานประมาณ 4 เดือน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างเลว มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ ดินชั้นบน pH 6.0 – 7.0 ส่วนดินชั้นล่าง pH ประมาณ 5.5 – 6.5

กลุ่มชุดดินที่ 19

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินบนเป็นดินทรายปนดินร่วน ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย, ดินเหนียวปนทราย สีน้ำตาลปนแดง สีแดงปนเหลือง จุดประสีเทาปนน้ำตาล สีเทาปนชมพูบางพื้นที่ อาจพบศิลาแลงอ่อนปะปน อาจพบก้อนสารเคมีพวกหินปูนและเหล็กปะปนอยู่ เกิดจากตะกอนลำน้ำระดับกลาง น้ำแช่ขังลึก 20 – 30 ซม. นาน 3 – 4 เดือน ดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างเลว มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 4.5 – 5.0

กลุ่มชุดดินที่ 20

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนปนดินเหนียวมีสีน้ำตาลอ่อนหรือสีเทา พบจุดประสีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดงปะปน มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบหรือราบเรียบ ตามลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ น้ำแช่ขัง 30 – 100 ซม. นาน 3 – 4 เดือน เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ดินชั้นบน pH ประมาณ 6.0 – 7.0 จะมีเกลือโซเดียมสูง แต่ถ้ามีก้อนปูนปะปนมี pH ประมาณ 7.0 – 8.0 ดินกลุ่มนี้จะมีคราบเกลือเกิดขึ้น

กลุ่มชุดดินที่ 21

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทราย เป็นพวกดินเหนียวปนทราย มีสีน้ำตาลปนเทาหรือน้ำตาลอ่อน พบจุดประสีน้ำตาล หรือน้ำตาลปนเหลืองตลอดชั้นดิน ส่วนใหญ่จะมีแร่ไมก้าปะปนอยู่ด้วย เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำ พบบนส่วนต่ำของสันดินริมน้ำ มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ แช่ขังน้ำลึก 30 – 50 ซม. นาน 2 – 3 เดือน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีปานกลางถึงค่อนข้างเลว มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง pH ประมาณ 5.5 – 7.5

กลุ่มชุดดินที่ 22

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทราย ดินทรายปนดินร่วนสีพื้นเป็นสีเทาหรือน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน และอาจพบศิลาแลงอ่อนในดินชั้นล่าง มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างเลว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ ค่าความเป็นกรด เป็นด่างประมาณ pH 4.5 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 23

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินทราย บางแห่งมีเปลือกหอยปะปนอยู่ในดินชั้นล่าง สีดินเป็นสีเทา พบจุดประสีน้ำตาลหรือสีเหลืองปะปนอยู่ในดินชั้นล่าง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนน้ำทะเล พบในบริเวณที่ลุ่มระหว่างสันหาด หรือเนินทรายชายฝั่งทะเล น้ำแช่ขังลึก 30 – 50 ซม. นาน 4 – 5เดือน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลวถึงเลวมาก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH ประมาณ 6.0 – 7.0 แต่ถ้ามีเปลือกหอยปะปนอยู่ pH จะอยู่ 7.5 – 8.5

กลุ่มชุดดินที่ 24

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินทราย มีสีน้ำตาลปนเทาหรือสีเทาปนชมพู พบจุดประสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีเทาในชั้นดินล่าง บางแห่งจะพบชั้นที่มีการสะสมอินทรียวัตถุ เป็นชั้นบางๆมีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบหรือราบเรียบ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงดีปานกลาง มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 5.5 – 6.5

กลุ่มชุดดินที่ 25

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินร่วนปนดินเหนียวที่เป็นกรวดหรือลูกรังปะปนเป็นปริมาณมาก มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง สีเทาอ่อน หรือสีน้ำตาลปนเทา ใต้ชั้นดินลูกรังอาจพบชั้นดินเหนียวที่มีศิลาแลงอ่อนปะปน เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำทับอยู่บนชั้นหินผุ พบบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ ตามลานตะพักลำน้ำระดับต่ำและระดับกลาง น้ำแช่ขังลึก 30 ซม. นาน 3 – 4 เดือน เป็นดินตื้น ส่วนใหญ่มีการระบายน้ำค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH ประมาณ 4.5 – 6.0

กลุ่มชุดดินที่ 26

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียว หรือเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นพวกดินเหนียว พบในเขตที่มีฝนตกชุก เช่น ภาคใต้ สีดินเป็นสีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดงส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวของหินต้นกำเนิดชนิดต่างๆซึ่งมีทั้งหินอัคนี หินตะกอนและหินแปร พบบริเวณพื้นที่ดอน ซึ่งมีลักษณะเป็นลูกคลื่นจนถึงพื้นที่เนินเขา เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ถึงค่อนข้างต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึกรดแก่ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 27

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวที่ค่อนข้างร่วนซุย และมีโครสร้างดี พบบริเวณพื้นที่ฝนตกชุก เช่น ภาคตะวันออก สีดินเป็นสีน้ำตาลปนแดงหรือสีแดง เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินภูเขาไฟ เช่น หินบะซอลต์ สภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 28

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวจัดในชั้นดินล่างลึกๆ อาจพบชั้นปูนมาร์ล สีดินเป็นสีดำ เทาเข้มหรือสีน้ำตาล อาจพบจุดประสีน้ำตาลหรือสีแดงปนน้ำตาล แต่พบเป็นปริมาณน้อยในช่วงดินชั้นบน มีสภาพพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชันประมาณ 0.2 % บริเวณเทือกเขาหินปูน หรือพวกหินภูเขาไฟ เป็นดินลึก การระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลางถึงสูง pH ประมาณ 7.0 – 8.0

กลุ่มชุดดินที่ 29

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินมีสีน้ำตาลเหลือง หรือแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิด ดินพวกตะกอนลำน้ำ หรือเกิดจากการสรลายตัวผุพังของดินหลายชนิดที่มีเนื้อละเอียด พบบริเวณที่ดอนที่เป็นลูกคลื่นจนถึงเนินเขา มีความลาดชันประมาณ 3 – 25 % เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ pH ประมาณ 4.5 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 30

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว พบบริเวณพื้นที่ภูเขาเป็นส่วนใหญ่ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 500 เมตรขึ้นไป สีดินเป็นสีแดง เกิดจาวัตถุต้นกำเนิดดินพวกหินเนื้อละเอียด เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดแก่ถึงกรดเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5 – 6.5

กลุ่มชุดดินที่ 31

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินมีสีน้ำตาล เหลือง แดง เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินหลายชนิด พบบริเวณพื้นที่ดินที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน มีความลาดชันประมาณ 3 – 20 % เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตร ในฤดูฝนมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง pH 5.5 – 6.5

กลุ่มชุดดินที่ 32

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง บางแห่งอาจมีชั้นดินทรายละเอียดสลับชั้นอยู่ พบในเขตฝนตกชุก เช่น ภาคใต้ สีดินเป็นสีน้ำตาลหรือสีเหลืองปนน้ำตาล และมักมีแร่ปะปนกับเนื้อดิน เกิดจากตะกอนดินที่น้ำพัดมาทับถมบริเวณสันดินริมน้ำ ซึ่งมีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด เป็นดินลึกมากมีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 33

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ดินมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนแดงบางแห่ง ในดินล่างลึกๆมีจุดประสีเทาและน้ำตาล อาจมีแร่ไมก้าหรือก้อนปูนปะปน เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบบนสันดินริมน้ำเก่าและเนินตะกอนรูปพัด มีพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันประมาณ 2 – 12 % เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดีถึงปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ดินชั้นบนมี pH ประมาณ 6.5 – 7.5

กลุ่มชุดดินที่ 34

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทราย พบในเขตฝนตกชุก เช่น ภาคใต้ สีดินเป็นสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ หรือเกิดจากการสลายตัวผุพังของดินเนื้อหยาบ เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดีถึงปานกลาง มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 35

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ หรือเกิดจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ดินที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นจนถึงที่ลาดเชิงเขา ส่วนใหญ่มีความลาดชันประมาณ 3 – 20% และบางส่วนมีความลาดชันประมาณ 20 – 35 % เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1.50 เมตรต่อปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH ประมาณ 4.5 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 36

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย สีน้ำตาล หรือสีแดงปนเหลือง ส่วนมากเกิดจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ดอนที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด กับลอนชันของลานตะพักลำน้ำระดับกลางถึงสูง มีความลาดชันประมาณ 2 – 5 % เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ดินชั้นบน pH 5.5 – 6.5 ส่วนชั้นบน ดินล่างจะเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง pH 6.0 – 7.5

กลุ่มชุดดินที่ 37

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินบนเป็นดินทรายปนดินร่วน ส่วนดินชั้นในระดับความลึก 50 – 100 ซม. เป็นดินเหนียว ดินเหนียวปนเศษหิน หรือเป็นชั้นหินผุ สีดินบนเป็นสีน้ำตาลดินล่างเป็นสีน้ำตาลปนเทา บางแห่งมีจุดประสีแดงและมีศิลาแลงอ่อนปะปนอยู่จำนวนมาก พบบริเวณพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีปานกลาง มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 38

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายละเอียด มีลักษณะการทับถมเป็นชั้นของตะกอนลำน้ำในแต่ละช่วงเวลา ดินมีสีน้ำตาล อาจพบจุดประสีน้ำตาลเข้มในดินชั้นล่างเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบบริเวณสันดินริมน้ำที่มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชันประมาณ 1 เมตร ในฤดูฝนมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง pH 5.0 – 7.0

กลุ่มชุดดินที่ 39

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทรายที่อยู่ในเขตฝนตกชุก เช่น ภาคใต้ สีดินเป็นสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำหรือจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณที่ดินที่เป็นลูกคลื่นจนถึงที่ลาดเชิงเขา เป็นดินลึกทีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 40

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทราย ดินสีน้ำตาลอ่อน สีเหลืองหรือแดง บางแห่งอาจพบจุดประสีในดินชั้นล่าง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดพวกตะกอนลำน้ำหรือจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ จนถึงพื้นที่ลาดเชิงเขา ส่วนใหญ่มีความลาดชันประมาณ 2 – 20% และบางส่วนมีความลาดชันประมาณ 20 – 35% เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 4.5 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 41

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วน ลึก 50 ซม. ดินชั้นถัดไปเป็นดินร่วนหนียวปนทรายดินร่วน เป็นดินสีน้ำตาลเข้ม เกิดจากตะกอนลำน้ำหรือวัตถุน้ำ พามาจากบริเวณที่สูงทับอยู่บนชั้นดินที่สลายตัวผุพังของหินพื้น หรือเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดต่างชนิดต่างยุค พบบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบจนถึงลูกคลื่นลอนลาดบนลานตะพักลำน้ำระดับกลาง มีความลาดชันประมาณ 2 – 12% เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 3 เมตร ในฤดูแล้งมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ pH 6.0 – 8.0

กลุ่มชุดดินที่ 42

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินนี้เป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายจัด สีดินบนเป็นสีเทาแก่ ใต้ลงไปเป็นชั้นทรายสีขาว ดินล่างเป็นชั้นสะสมของพวกอินทรียวัตถุ มีสีน้ำตาลหรือสีแดง ชั้นล่างนี้มีการอัดตัวแน่นเป็นชั้นดาน พบบนหาดทรายเก่าหรือสันทรายชายทะเล เป็นพื้นที่ดินที่มีลักษณะค่อนข้างราบเรียบไปจนถึงลูกคลื่นเล็กน้อย เป็นดินค่อนข้างลึก มีการระบายน้ำดีปานกลาง มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงกรดปานกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ประมาณ 5.0 – 6.0

กลุ่มชุดดินที่ 43

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินทราย บางแห่งมีเปลือกหอยปะปนอยู่ในเนื้อดินมีสีเทา สีเทาถึงสีขาว หรือสีน้ำตาลปนเทา หรือสีเหลือง พบบริเวณลูกคลื่นลอนลาด บริเวณชายหาดทรายหรือสันทรายชายทะเลบางแห่ง บริเวณที่ลาดเชิงเขา มีความลาดชันประมาณ 2 – 4% เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างมากเกินไป ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1.5 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำมาก pH 5.5 – 6.5 แต่ถ้ามีเปลือกหอยปะปนจะมีปฏิกิริยาเป็นด่างปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 44

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินทราย สีเทาหรือสีน้ำตาลอ่อน เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดิน พวกดินตะกอนลำน้ำหรือเกิดจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ดินที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นจนถึงเชิงเขา มีความลาดชันประมาณ 3 – 20% เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีมากเกินไป มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำมาก pH 5.5 – 7.0

กลุ่มชุดดินที่ 45

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินนี้เป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวหรือดินร่วนที่มีกรวดหรือลูกรังปะปนเป็นปริมาณมาก พบในเขตชุมชื้น เช่น ภาคใต้ และภาคตะวันออก กรวดส่วนใหญ่เป็นพวกหินกลมมน สีดินเป็นสีน้ำตาลอ่อน สีเหลืองหรือสีแดง พบบริเวณพื้นที่ดอนที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นจนถึงเนินเขา เป็นดินตื้นมาก มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ มีค่าความเป็นกรด เป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.5 ปัญหาสำคัญในการใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยที่ดินนี้ ได้แก่ เป็นดินตื้น มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ บริเวณที่มีความลาดชันสูง มีแนวโน้มที่จะเกิดการชะล้างพังทลายได้ง่าย

กลุ่มชุดดินที่ 46

ลักษณะโดยทั่วไป

ส่วนใหญ่เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวปนกรวดหรือปนลูกรัง ดินสีน้ำตาลเหลืองหรือสีเหลืองหรือแดง พบบริเวณที่ดินมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันประมาณ 5 – 20% เป็นดินตื้นมาก มีการระบาน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 5 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 4.5 – 7.0

กลุ่มชุดดินที่ 47

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวหรือดินร่วน ที่มีเศษหินปะปนมาก และพบชั้นหิน พื้นลึก 50 – 80 ซม. ดินมีสีน้ำตาล สีน้ำตาลแดง เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อละเอียด มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงเนินเขา มีความลาดชันประมาณ 2 – 20% เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 3 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำถึงปานกลาง pH 5.0 – 7.5

กลุ่มชุดดินที่ 48

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินบนส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนปนเศษหินหรือปนกรวด ก้อนกรวดขนาดใหญ่เป็นหินกลมมน ถ้าเป็นดินปนเศษหินมักพบชั้นหินพื้นตื้นกว่า 50 ซม. ดินเป็นสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง สีแดงปนเหลือง พบบริเวณพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงเนินเขา มีความลาดชันประมาณ 3 – 25 % เป็นดินตื้นมาก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตรตลอดปี pH 5.0 – 7.0

กลุ่มชุดดินที่ 49

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ดินล่างเป็นดินเหนียวปนลูกรังหรือเศษหินทราย ดินมีสีน้ำตาลหรือเหลือง ใต้ลงไปเป็นดินเหนียวสีเทา มีจุดประสีน้ำตาล สีแดง และศิลาแลงอ่อนปะปนอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก อาจพบชั้นหินทรายหรือหินดินดานที่ผุพังสลายตัวในชั้นถัดไป พบบริเวณพื้นที่ดอน มีลักษณะเป็นลูกคลื่น มีความลาดชัน 3 – 20% เป็นดินตื้นถึงตื้นมาก มีการระบายน้ำดีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 5.0 – 6.5

กลุ่มชุดดินที่ 50

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินนี้เป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินช่วง 50 ซม. ตอนบนเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนเหนียวปนทราย ในระดับความลึกประมาณ 50 – 100 ซม. จะพบชั้นดินปนเศษหินหรือลูกรัง สีดินเป็นสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดง พบบริเวณเขตฝนตกชุก เช่น ภาคใต้ มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดจนถึง

เนินเขา เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 51

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินนี้เป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนเศษหิน พบในเขตฝนตกชุก เช่น ภาคใต้ เศษหินส่วนใหญ่เป็นพวกเศษหินทรายและควอร์ตหรือหินดินดาน สีดินเป็นสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดง พบทั่วไปในบริเวณที่ลาดเชิงเขาหรือเนินเขาต่างๆ เป็นดินตื้นมาก มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 52

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียว ที่มีก้อนปูนหรือปูนมาร์ลปะปนอยู่มากตั้งแต่ 30 ซม. จากผิวดิน ดินสีดำ สีน้ำตาล หรือแดงพบบริเวณเชิงเขาหินปูน ลักษณะพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันประมาณ 2 – 4% เป็นดินตื้นถึงตื้นมาก ระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 2 เมตร มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลางถึงสูง pH 7.0 – 8.5

กลุ่มชุดดินที่ 53

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียว ส่วนดินล่างในระดับความลึกระหว่าง 50 – 100 ซม. เป็นดินลูกรังหรือดินปนเศษหินผุ ซึ่งเป็นพวกหินดินดาน พบในเขตฝนตกชุก เช่น ภาคใต้ ลักษณะพื้นที่เป็นลูกคลื่นหรือเนินเขา ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0 – 5.5

กลุ่มชุดดินที่ 54

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว โดยปกติจะมีก้อนปูนหรือเศษหินที่กำลังผุพัง สลายตัวปะปนอยู่ในเนื้อดินด้วย ดินสีเทาเข้มหรือสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลปนแดง ชั้นดินล่างอาจมีจุดประสีเหลืองและสีแดง พบบริเวณพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันประมาณ 6 – 20 % เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดีถึงปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตร มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง pH 6.5 – 8.0

กลุ่มชุดดินที่ 55

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว สีดินเป็นสีน้ำตาลหรือแดง ในดินชั้นล่างระดับความลึกต่ำ 50 ซม. ลงไปจะพบหินผุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนเนื้อละเอียด บางแห่งมีก้อนปูนปะปนอยู่ด้วย สีดินเป็นสีน้ำตาลหรือสีแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิด ดินพวกหินตะกอนเนื้อละเอียดที่มีปูนปน ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบถึงลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดเท 1 – 2 % มีการระบายน้ำดีถึงปานกลาง ค่าความเป็นกรดประมาณ 6.0 – 7.5 มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 56

ลักษณะโดยทั่วไป

เนื้อดินช่วง 50 ซม. ตอนบนเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินปนเศษหิน ดินสีน้ำตาล เหลือง หรือแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกหินตะกอนเนื้อหยาบ หรือหินอัคนีเนื้อหยาบ พบบนสภาพพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดถึงเนินเขา มีความลาดชันประมาณ 6 – 35% เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 5.0 – 6.0

กลุ่มชุดดินที่ 58

ลักษณะโดยทั่วไป

หน่วยที่ดินนี้เป็นกลุ่มชุดดินที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มชุดดินที่ 57 กล่าวคือ เป็นดินอินทรีย์ในพื้นที่พรุ แต่ชั้นดินอินทรีย์ที่พบหนากว่า 100 ซม. และมีเนื้อหยาบกว่า อีกทั้งมีเศษพืชขนาดเล็กและขนาดใหญ่ปะปนอยู่ทั่วไป

กลุ่มชุดดินที่ 59

ลักษณะโดยทั่วไป

ดินมรการผสมของดินหลายชนิด ซึ่งเกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถมกัน พบบริเวณที่ราบลุ่มหรือบริเวณพื้นล่างของหุบเขา มีสภาพพื้นที่ราบเรียบ มีความลาดชันประมาณ 0 – 2% ดินที่พบส่วนใหญ่มีการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว มีลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ เช่น เนื้อดิน สีดิน ความลึกของดิน ปฏิกิริยาดิน ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินในบริเวณนั้นๆ ส่วนมากมีก้อนกรวดและเศษหินปะปนอยู่ในเนื้อดิน

กลุ่มชุดดินที่ 60

ลักษณะโดยทั่วไป

ดินนี้มีการผสมของดินหลายชนิด ซึ่งเกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถมบริเวณสันดินริมน้ำ บริเวณพื้นที่เนินตะกอนซึ่งส่วนใหญ่มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบจนถึงลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันประมาณ 2 – 12% โดยทั่วไปดินกลุ่มนี้มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ส่วนใหญ่เป็นดินลึก เนื้อดินเป็นพวกดินร่วน บางแห่งมีชั้นดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างเป็นทรายหรือมีชั้นกรวด ซึ่งแสดงถึงการตกตะกอนต่างยุค

ของดิน อันเป็นผลมาจากการเกิดน้ำท่วมใหญ่ในอดีต ดินกลุ่มน้ำโดยทั่วๆไปมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 61

ลักษณะโดยทั่วไป

ดินนี้มีการผสมของดินหลายชนิด ซึ่งเกิดจากการผุพังสลายตัวของหินต้นกำเนิดชนิดต่างๆ แล้วถูกพัดพามาทับถมบริเวณที่ลาดเชิงเขา เหมาะสมที่จะคงเป็นธรรมชาติ มีบางแห่งทำไร่เลื่อนลอย มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน มีความลาดชันประมาณ 6 – 20% ดินที่พบส่วนใหญ่มีการระบายน้ำดีถึงปานกลาง มีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามวัตถุต้นกำเนิดดิน เช่น เนื้อดิน สีดิน ความลึกของดิน ปฏิกิริยาของดิน ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์ทางพื้นที่ เศษหิน ก้อนหิน และพื้นหินโผล่กระจัดกระจายอยู่ทั่วไป

กลุ่มชุดดินที่ 62

ลักษณะทั่วไป

ดินน้ำประกอบด้วยพื้นที่ภูเขา ซึ่งมีความลาดชันมากกว่า 35% ดินที่พบในบริเวณดังกล่าวนี้มีทั้งดินลึกและดินตื้น ลักษณะของเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของหินต้นกำเนิดในบริเวณนั้น มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป ส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยป่าไม้ประเภทต่างๆ เช่น ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง หรือป่าดิบชื้น หลายแห่งมีการทำไร่เลื่อนลอย ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน จนบางแห่งเหลือแต่หินพื้นโผล่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว จุฑามาศ กาญจนไพโรจน์ เกิดวันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2519 ที่ แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตวังท่าพระ กรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2539 และได้เข้าศึกษาต่อ ในระดับปริญญาโท หลักสูตรภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2543 ปัจจุบัน เป็นสถาปนิกประจำที่บริษัท ซินครอน กรุ๊ป จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย