

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษา

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้ ได้ศึกษาแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการศึกษาด้านต่างๆ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ คือ แนวคิดการประยุกต์ใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ แนวคิดการวิเคราะห์การรับน้ำฝนของดิน แนวคิดกำลังรับน้ำฝนของเสาเข็ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 แนวคิดการประยุกต์ใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย (2553) อธิบายว่าระบบสารสนเทศ (GIS) หมายถึง กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งข้อมูลในเชิงพื้นที่แบบที่คนทั่วไปเข้าใจได้ง่ายๆ ก็คือ ข้อมูลที่ปรากฏบนพื้นที่ทั้งหมด ทั้งถนน แม่น้ำ เสาไฟฟ้า สถานที่สำคัญต่างๆ แม้กระทั่งอาคาร บ้านเรือน ที่เรามองเห็นโดยทั่วไปนั่นเอง โดย GIS มีหน้าที่ในการนำเข้าข้อมูลเหล่านั้น มาทำการปรับแต่งและบริหารจัดการร่วมกับข้อมูลประกอบอื่นๆ เพื่อทำการวิเคราะห์และแสดงผลออกมาในรูปแบบของแผนที่

Campbell (1995) กล่าวว่าประมาณปี พ.ศ.2503 ได้เริ่มมีการประยุกต์เอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ หน่วยงาน LUNRI (The Land Use and Natural Resources Inventory) แห่งมลรัฐนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา และหน่วยงาน CGIS (The Canadian Geographic Information System) ในประเทศแคนาดา เป็นสองหน่วยงานแรกที่ได้นำเทคโนโลยี GIS มาใช้ โดยเน้นการนำภาพถ่ายทางอากาศมาใช้ร่วมกับแผนที่ต่างๆ เพื่อจัดทำคลังข้อมูลทางด้านทรัพยากร ข้อมูลเชิงพื้นที่ต่างๆ ที่ถูกจัดเก็บไว้ใน GIS ได้แก่ ข้อมูลทางด้านเกษตร ข้อมูลเกี่ยวกับดิน ข้อมูล ป่าไม้ ข้อมูลเกี่ยวกับชีวิตสัตว์ป่า และข้อมูลทางธรณีวิทยา

สุเพชร จิระจรกุล (2544) กล่าวว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์หรือระบบ GIS เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) โดยข้อมูลลักษณะต่างๆ ในพื้นที่ที่ทำการศึกษาก็จะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามต้องการ และอธิบายถึงขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สามารถแบ่งได้ 5 ขั้นตอน คือ

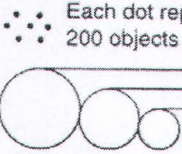
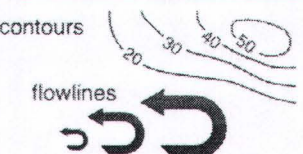
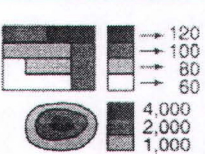
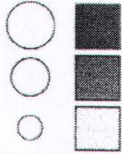
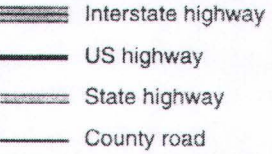
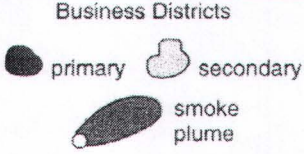
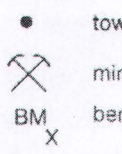
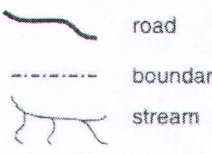
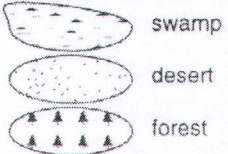
1) การจัดเก็บรวบรวมข้อมูล (data capture) เป็นขั้นตอนสำรวจข้อมูลต่างๆ และการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงพื้นที่ เช่น ข้อมูลด้านการใช้ที่ดิน การคมนาคม ลำมะโนประชากร

2) การเก็บบันทึกและเรียกค้นข้อมูล (data storage and retrieval) ข้อมูลที่จะเข้าสู่ระบบ GIS จะต้องมีลักษณะเป็นตัวเลข ดังนั้นจำเป็นต้องมีการแปลงข้อมูลแผนที่ซึ่งอยู่ในรูปข้อมูลภาพ หรือ รายงานเอกสาร (analog) ให้เป็นข้อมูลตัวเลขของคอมพิวเตอร์ (digital) ในขั้นตอนนี้สามารถที่จะทำการเก็บบันทึกได้หลายวิธี เช่น ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า digitizer หรือใช้วิธีอ่านข้อมูลด้วย scanner นอกจากนี้ยังสามารถนำเข้าข้อมูลตัวเลขจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลดาวเทียม ข้อมูลจากรายงาน เอกสารต่างๆ ตามรูปแบบที่ระบบ GIS ในแต่ละระบบที่จะรับได้เข้าสู่ระบบได้โดยตรง ขั้นตอนนี้นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งจะสามารถบอกได้ว่างานนั้นมีประสิทธิภาพมากเพียงใด และมีโอกาสจะประสบผลสำเร็จมากน้อยเท่าใดด้วย ประเภทของข้อมูล GIS มีดังนี้ คือ

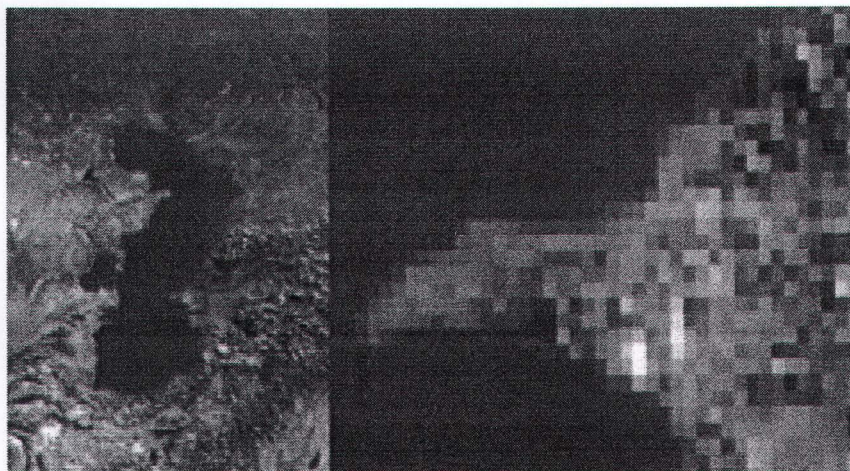
2.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) เป็นข้อมูลที่ระบุตำแหน่งพิกัดที่ตั้ง ข้อมูลประเภทนี้เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งเพราะ GIS เป็นระบบข้อมูลที่ต้องการอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ (Geo-Referenced) โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

- ข้อมูลแบบเชิงเส้น (vector data) คือ ข้อมูลกราฟิกที่อาศัยหลักคณิตศาสตร์เป็นการจัดเก็บข้อมูลที่ละจุดหรือตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งประกอบด้วยพิกัด X และ Y พร้อมข้อมูลทิศทาง เป็นข้อมูลที่ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บน้อย ดังรูปที่ 2.1

- ข้อมูลเชิงตารางกริด (raster data) คือ ข้อมูลที่มีโครงสร้างการจัดเก็บเป็นตารางกริดประกอบด้วยแนวนอนและแนวตั้งแต่ละช่องของตารางกริด (pixel) เป็นค่าตัวเลขแทนพื้นที่และวัตถุต่างๆ ข้อมูลที่ใช้เป็นภาพถ่ายทั่วไป ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม ในการจัดเก็บจะใช้พื้นที่มาก ดังรูปที่ 2.2

	Point	Line	Area
Interval/Ratio	 Each dot represents 200 objects 10,000 > 5,000 - 9,999 0 - 4,999	 contours flowlines	 Population density Elevation zones
Ordinal	 large medium small	 Interstate highway US highway State highway County road	 Business Districts primary secondary smoke plume
Nominal	 town mine BM X bench mark	 road boundary stream	 swamp desert forest

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะข้อมูลแบบเชิงเส้น (vector data)



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะข้อมูลเชิงตารางกริด (raster data)

2.2) ข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (non-spatial data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่างๆ แต่ยังคงจะต้องเกี่ยวข้องกับพื้นที่นั้นๆ (associated attributes) ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ ข้อมูลประชากร ข้อมูลโรงเรียน

3) การวิเคราะห์ข้อมูล (data analysis) คือการนำเอาข้อมูลแผนที่ต่างๆ ที่เก็บไว้ในระบบมาทำการประมวลผล ด้วยวิธีการซ้อนทับ (overlay) และการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลบรรยาย เพื่อทำการวิเคราะห์ หรือกำหนดวางแผนการจัดการกับพื้นที่นั้นๆ เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ตามที่ต้องการ เพิ่มข้อมูลแต่ละแฟ้มจะถูกประมวลผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วถูกนำซ้อนกันซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็คือคำตอบที่ผู้ใช้ GIS ต้องการ

4) การวิเคราะห์/ประมวลข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial operation on data) ที่สำคัญ ได้แก่ การแสดงผล (display) ในรูปแบบที่ การค้นหา (query) การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (map analysis) แบบจำลองที่ตั้ง/ทำเล (location/allocation model)

5) การแสดงผลข้อมูล (data display) ในการเรียกค้นข้อมูลหรือผลการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบ GIS สามารถแสดงผลออกมาได้ในลักษณะของแผนที่ หรือตารางแสดงผลข้อมูลออกมาได้ทั้งในจอคอมพิวเตอร์ หรือจะพิมพ์ออกมาเป็นภาพจัดทำเป็นรายการต่างๆ ได้ จะทำได้หลากหลายและสวยงามเพียงใดขึ้นอยู่กับซอฟต์แวร์ที่ระบบ GIS นั้นๆ ใช้รวมทั้งความสามารถของผู้ใช้ด้วย ข้อเด่นของ GIS ในการแสดงผล คือ ความสามารถสร้างภาพที่เหมือนจริง (visualization) เป็นวิธีการที่สร้างภาพให้เหมือนจริง หรือเสมือนมองเห็นได้ในสภาพจริง ทำให้ผลลัพธ์ออกมาในลักษณะที่สื่อความหมายได้ง่าย เช่น ภาพมุมมองสามมิติ การใช้ระบบมัลติมีเดีย (multimedia) ช่วยเสริมในระบบ GIS สามารถที่จะทำการแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูลได้ ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่ม ข้อมูลใหม่เข้าไปรวมหรือซ่อนข้อมูลแผนที่ ปรับปรุงข้อมูล เรียกค้นข้อมูลที่มีลักษณะตามต้องการได้

รายงานเกี่ยวกับข้อมูลแผนที่ และตารางพื้นที่ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการแสดงผลข้อมูลของระบบ GIS ได้มากขึ้น

สุจิตรา เจริญหิรัญยัยศ (2553) อธิบายถึงการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล และประเมินความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1) การแปลงเชิงเรขาคณิต (geometric transformation) เป็นการกำหนดค่าพิกัดให้กับชั้นข้อมูลที่อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้สามารถอ้างอิงตำแหน่งซึ่งกันและกัน และสามารถซ้อนทับกันได้กับชั้นข้อมูลอื่นๆที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันได้อย่างสนิทสำหรับวิธีในการกำหนดค่าพิกัดหรือตำแหน่งนั้นสามารถทำได้ 2 วิธี คือการใช้ตำแหน่งสัมพัทธ์ เป็นการกำหนดตำแหน่งโดยใช้ตำแหน่งของวัตถุเป็นตัวอย่างเช่นสามแยกมุมอาคารเป็นต้นและการใช้ตำแหน่งสมบูรณ์ คือใช้ตำแหน่งที่สามารถอ้างอิงได้ตามค่าพิกัดภูมิศาสตร์หรืออ้างอิงด้วยระบบพิกัดยูทีเอ็ม

1.2) การแก้ไขปัจจัยทางภูมิศาสตร์ (editing geographic element) เป็นฟังก์ชันในการเพิ่ม (add) ลบ (delete) เคลื่อนย้ายตำแหน่ง (move) ของรายละเอียดที่ปรากฏบนแผนที่ซึ่งไม่สามารถทับกันสนิท เช่น มีเศษแทรก มีการนำเข้าเกิน การนำเข้าขาด เป็นต้น

2) การวิเคราะห์ข้อมูลอรรถธิบาย (attribute data analysis) เป็นการตรวจสอบแก้ไข และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่อยู่ในฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้แก่

2.1) การแก้ไขข้อมูลอรรถธิบาย (attribute editing) มีหน้าที่ในการค้นคืน การพิจารณา และเปลี่ยนแปลงข้อมูลอรรถธิบายทั้งในการเพิ่มเติมข้อมูลใหม่และลบข้อมูลเก่ารวมทั้งสามารถค้นคืนข้อมูลอรรถธิบายจากแฟ้มข้อมูล

2.2) การสอบถามข้อมูลอรรถธิบาย (attribute querying) เป็นการค้นข้อมูลที่อยู่ในแฟ้มข้อมูล ตัวอย่างเช่นการหาพื้นที่ที่มีขนาดมากกว่า 10 ตารางเมตรหรือหาบ่อกึ่งที่มีความยาวรอบบ่อมากกว่า 5 ตารางเมตรหรือการค้นคืนข้อมูลของดินที่มีหน่วยของดินเท่ากับ 5

3) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ร่วมกับข้อมูลเชิงบรรยาย (integrated analysis of the spatial and non-spatial data) เป็นจุดเด่นของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ทำให้แตกต่างจากระบบการทำแผนที่อัตโนมัติ (automatic mapping หรือ computer aided drafting system : AM /CAD) ซึ่ง มีรายละเอียดดังนี้

3.1) การเรียกคืนข้อมูล (data retrieval) เป็นการค้นคืนข้อมูลจากฟังก์ชันการค้นหาซึ่งผลลัพธ์ข้อมูลจะไม่มีเปลี่ยนแปลงรูปแบบใดๆ เลย การค้นหาข้อมูลสามารถแบ่ง



ออกเป็น การค้นหาข้อมูลมาตรฐาน การค้นหาทางเลือกจากฐานข้อมูล โดยใช้พีชคณิตแบบบูลีน (boolean algebra) เช่น AND, OR, NOR, NOT การเรียกค้นข้อมูลจากการเลือกพื้นที่ที่ต้องการ และแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลในตารางข้อมูลอธิบายในแต่ละเรคอร์ดหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการสอบถามจากแผนที่ที่ถูกเลือกในฐานข้อมูล

3.2) การแบ่งกลุ่มข้อมูล (classification) การแบ่งกลุ่มข้อมูลอาจการจำแนกใหม่ หรือการให้รหัสใหม่เพื่อเป็นการกำหนดค่าใหม่ให้กับข้อมูลอธิบายหรือเป็นกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกันให้อยู่ด้วยกันและกำหนดเป็นค่าใหม่ขึ้นมาเพื่อลดรายละเอียดของข้อมูลให้น้อยลง เช่น การจำแนกหน่วยดินใหม่หรือการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินใหม่เป็นต้น โดยมีฟังก์ชันที่ใช้ ได้แก่ การจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ (reclassify) การลบขอบเขตระหว่างพื้นที่ที่เป็นชนิดเดียวกัน (dissolve) และการรวมข้อมูลพื้นที่ที่เข้าด้วยกัน (merge)

3.3) การวางซ้อนทับข้อมูล (overlay function) เป็นการนำชั้นข้อมูลตั้งแต่ 2 ชั้น ขึ้นไปมาวางซ้อนกันแล้วทำให้เกิดเป็นชั้นข้อมูลใหม่หนึ่งชั้น โดยชั้นข้อมูลใหม่นี้จะมีทั้งข้อมูลกราฟิก (รูปหลายเหลี่ยม) และข้อมูลอธิบายเกิดขึ้น (มีการเพิ่มเรคคอร์ดและฟิลด์ในตาราง) ซึ่งเป็นการรวมข้อมูลที่เกิดจากชั้นข้อมูลดั้งเดิม โดยทั่วไปหลักการในการซ้อนทับข้อมูล คือ การซ้อนทับข้อมูลแผนที่จะอาศัยจุดพิกัดคาร์ทีเซียนหรือที่รู้จักกันว่าพิกัดเอ็กซ์-ย (x, y) และข้อมูลอธิบายจะถูกสร้างขึ้นมาใหม่หลังจากที่เราทำการซ้อนทับในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การซ้อนทับข้อมูลด้วยกระบวนการทางเลขคณิต (arithmetic operation) เช่น การบวก ลบ คูณ หารทางนิพจน์ตรรกะ (logical expression) เช่น AND, OR, XOR เป็นต้น

2.1.2 แนวคิดการวิเคราะห์การรับน้ำหนักของดิน

ความสามารถในการรับน้ำหนักของดิน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ความหนาแน่นของดิน ความเชื่อมแน่น (cohesion) แรงเสียดทานระหว่างเม็ดดินที่อยู่ในรูปของมุมเสียดทานภายใน (angle of internal friction) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับตำแหน่ง รูปร่าง และขนาดของฐานรากอีกด้วย

การทดสอบ Standard Penetration Test เป็นการทดสอบโดยการตอกอุปกรณ์ที่เรียกว่า Penetrometers ลงไปในดินเพื่อหาแรงต้านทานของดินต่อการทะลุทะลวงของ Penetrometer ทำให้ดินเกิดการวิบัติโดยแรงเฉือน (shear failure) การทดสอบแบบนี้จึงเป็นการหาค่ากำลังรับแรงเฉือนในสนาม (in-situ shear strength) ของดินโดยทางอ้อม แต่เดิม standard penetration test ใช้สำหรับวัดค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) ของดินทราย (cohesiveness soil) แต่ในปัจจุบันได้มี

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ	
วันที่.....	ห้องสมุดงานวิจัย 2555
เลขทะเบียน.....	246606
เลขเรียกหนังสือ.....	

การประยุกต์ใช้ค่าจากการทดลองในการออกแบบเสาเข็มและใช้ในการหาค่ากำลังรับน้ำหนักของดิน สำหรับฐานรากแบบตื้น (Shallow Foundations)

Simons N.E. and Menzies B.K. (1977) อธิบายว่า SPT เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ทำนายการทรุดตัวของ Granular soil ได้โดยอาศัยการคำนวณจากการทดสอบแบบอิงประสบการณ์ (Empirical Method) วิธีการทดสอบ จะทำการตอก Split spoon ลงไปในชั้นทราย 30 cm แล้วนับจำนวนการตอกเป็นค่า N-value

ในการหาค่าการทรุดตัวจากค่า N-value มีผู้เสนอทฤษฎีและกราฟมากมาย รวมถึงการปรับค่า N-value แต่สำหรับค่า N-value จะมีความผิดพลาดได้มากในกรณีที่ดินนั้นเป็น ทรายละเอียดมาก หรือทรายที่มีตะกอนทรายปน (very fine or silty sand) ที่อยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดิน (Saturated condition) โดยค่าปรับแก้ดังนี้

$$N_{corrected} = 15 + 0.5(N_{measured} - 15) \dots\dots\dots (2.1)$$

โดยทั่วไปเนื่องจาก น้ำในช่องว่างของทรายจะถูกขับออกไปได้ง่าย (ทรายเม็ดใหญ่) แต่ในกรณีที่ทรายเม็ดละเอียด หรือมีตะกอนทรายปน (silt) น้ำในช่องว่างจะถูกขับออกยาก และมีแรงดันน้ำส่วนเกินในช่องว่าง (excess pore pressure) เกิดขึ้นเมื่อทรายนั้นถูกรบกวน ดังนั้นทรายนชนิดนี้เมื่อถูกตอกด้วยหัว Split spoon ค่าการตอกจึงมีค่ามากกว่าปกติ (แรงดันน้ำระหว่างเม็ดดินละเอียดที่เกิดจากการรบกวนจะช่วยต้านการตอก) โดยค่า $N < 15$ ถือเป็นช่วงวิกฤติที่ u เริ่มมีผลต่อการตอก ดังนั้นจึงควรมีการปรับแก้

Terzaghi (1923) ในการวิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักของดิน การที่จะวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักสูงสุดที่ดินได้ฐานรากนั้น สามารถรับได้โดยไม่เกิดการพิบัติ ดังนั้นจึงได้วิเคราะห์และกำหนดสูตรสำหรับหาค่ากำลังรับน้ำหนักของดินสำหรับฐานรากรูปต่างๆ ดังนี้

$$\text{สำหรับฐานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส} \quad Q_{ult.} = 1.3cN_c + \gamma DN_q + 0.4 \gamma BN_\gamma \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\text{สำหรับฐานต่อเนื่อง} \quad Q_{ult.} = cN_c + \gamma DN_q + 0.5 \gamma BN_\gamma \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\text{สำหรับฐานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า} \quad Q_{ult.} = cN_c (1+0.3B/L) + \gamma DN_q + 0.5 \gamma BN_\gamma (1-0.28B/L) \dots\dots (2.4)$$

$$\text{สำหรับฐานรากรูปกลม} \quad Q_{ult.} = 1.3cN_c + \gamma DN_q + 0.6 \gamma RN_\gamma \dots\dots\dots (2.5)$$

เมื่อ Q_{ult} = กำลังรับน้ำหนักสูงสุดของดิน

C = ความเชื่อมแน่นของดิน

γ = หน่วยน้ำหนักของดิน

D = ความลึกของฐานรากจากระดับผิวดิน

B = ความกว้างของฐานราก

L = ความยาวของฐานราก

R = รัศมีของฐานราก (กรณีของฐานรากแบบกลม)

N_c, N_q, N_γ = สัมประสิทธิ์ความสามารถในการรับน้ำหนักของดิน ขึ้นอยู่กับมุมเสียดทานภายในดิน ϕ (รูปที่ 2.3)

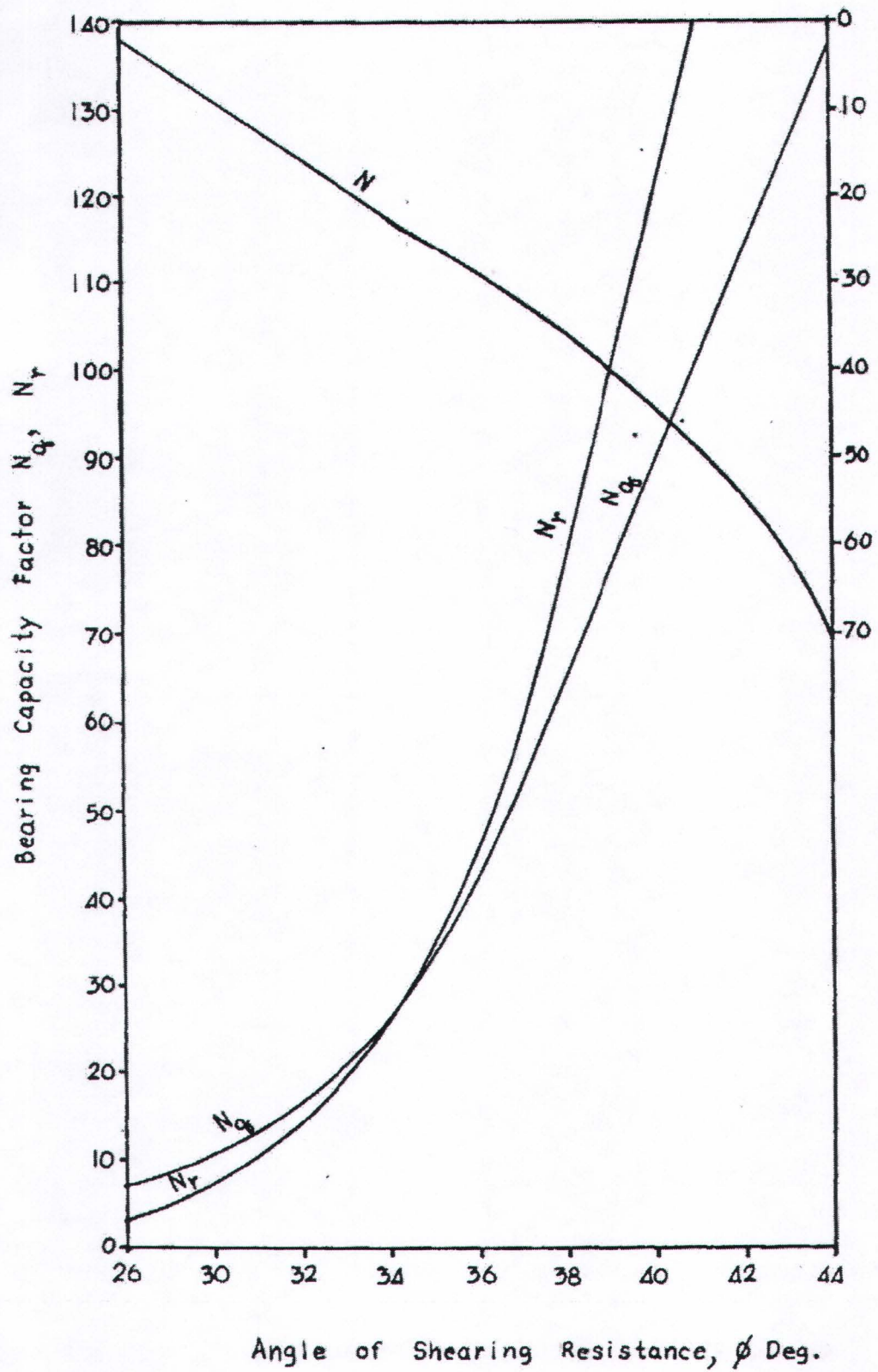
จากสมการทั้ง 4 นี้หาค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดที่ดินสามารถรับได้สำหรับกรณีการพิบัติของดินเป็นแบบ General Shear Failure เท่านั้น ถ้าเป็นการพิบัติในชั้นดินอ่อนเหนียวทรายเป็นหลวม ซึ่งการพิบัติเป็น Local Shear Failure ค่าของสัมประสิทธิ์ความสามารถในการรับน้ำหนักของดินจะเปลี่ยนไปเป็น N_c', N_q' และ N_γ' ซึ่งค่าเหล่านี้จะสามารถดูได้จากตาราง 2.1 และค่าของ Cohesion ของดินจะลดลงเป็น $2/3$ ของค่าที่หาได้จากการทดลอง ($c' = 2/3c$) นั่นคือสำหรับฐานรากสี่เหลี่ยมจัตุรัส ถ้าเป็นการพิบัติแบบ Local Shear Failure สมการที่ 2.2 จะเปลี่ยนเป็น

$$Q_{ult} = 1.3c'N_c' + \gamma DN_q' + 0.40\gamma BN_\gamma' \dots\dots\dots (2.6)$$

ในกรณีที่มิระดบน้ำได้ดินอยู่ใกล้ระดับวางฐานรากจะต้องมีค่าลดกำลังรับน้ำหนักของฐานรากลง โดยการคูณค่า Reduction Factor W และ W' ลงในเทอมที่ 2 และ 3 ของสมการ เช่น สำหรับ สมการที่ (2.6) มิระดบน้ำได้ดินเข้ามาเกี่ยวข้อง ค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของดินจะกลายเป็น

$$Q_{ult} = 1.3c'N_c' + \gamma DN_q'W + 0.40\gamma BN_\gamma'W' \dots\dots\dots (2.7)$$

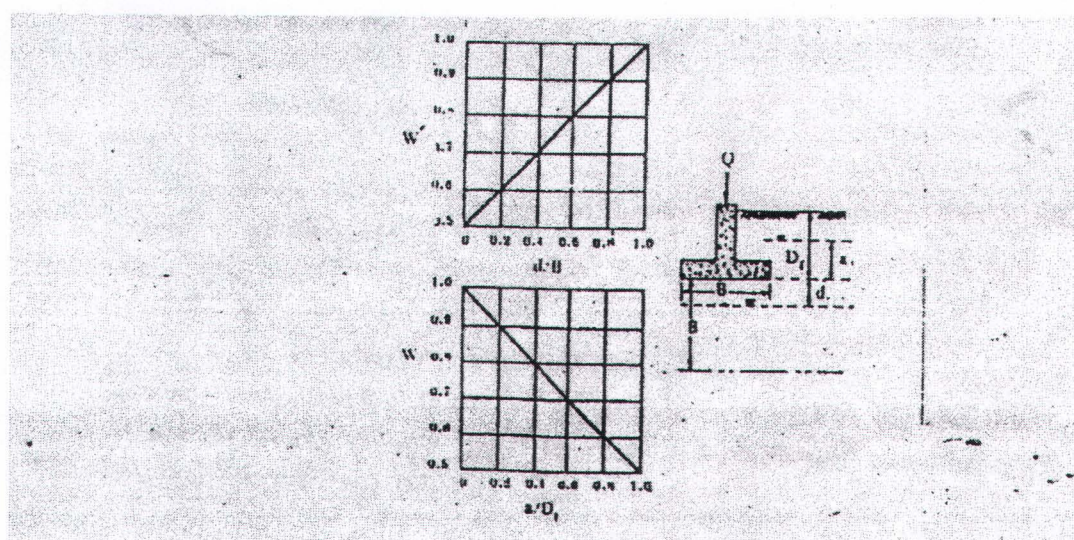
ค่าของ W และ W' สามารถหาได้จากรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า ϕ กับค่า N , N_c , N_q , N_γ

ตารางที่ 2.1 Water reduction factors for location of water table as shown

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N'_γ
0	5.7	1.0	0	5.7	1.0	0
5	7.3	1.6	0.5	6.7	1.4	0.2
10	9.6	2.7	1.2	8.0	1.9	0.5
15	12.9	4.4	2.5	9.7	2.7	0.9
20	17.7	7.4	5.0	11.8	3.9	1.7
25	25.1	12.7	9.7	14.8	5.6	3.2
30	37.2	22.5	19.7	19.0	8.3	5.7
34	52.6	36.5	35.0	23.7	11.7	9.0
35	57.8	41.4	42.4	25.2	12.6	10.1
40	95.7	81.3	100.4	34.9	20.5	13.8
45	172.3	173.3	297.5	51.2	35.1	37.7
48	258.3	287.9	780.1	66.8	50.5	60.4
50	347.5	415.1	1153.2	81.3	65.6	87.2



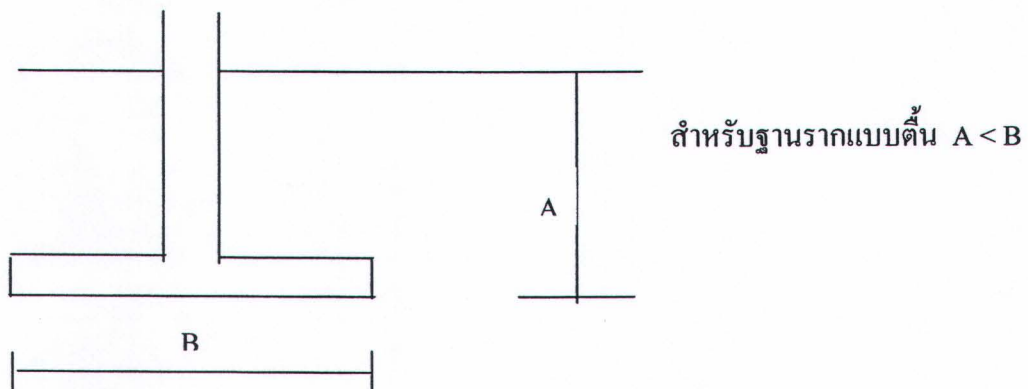
รูปที่ 2.4 แสดงการปรับค่า กรณีมีระดับน้ำใต้ดินซึ่งมีผลกระทบต่อความสามารถในการรับน้ำหนักแบกทานของดิน

2.1.3 แนวคิดการวิเคราะห์และออกแบบระบบฐานราก

ระบบฐานรากของอาคาร โดยทั่วไปจะแบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ

1) ฐานรากแบบตื้น (Shallow foundation)

ฐานรากที่ความลึกของระดับที่วางฐานราก (A) น้อยกว่าความกว้าง (B) ของฐานราก ฐานรากแบบนี้จะทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักของ โครงสร้างลงสู่ชั้นดินที่รองรับฐานรากโดยตรง ในการ วิเคราะห์ฐานรากแบบนี้ จะพิจารณาถึงความสามารถในการรับน้ำหนักของดินใต้ฐานราก ส่วนที่ น้ำหนักจากโครงสร้างส่วนบนแผ่ลงไปถึงเท่านั้น ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ลักษณะฐานรากแบบตื้น

2) ฐานรากแบบลึก (deep foundation) ระบบฐานรากแบบลึก ได้แก่ฐานรากที่รับน้ำหนัก จากโครงสร้างแล้วถ่ายลงไปสู่ดินส่วนล่างที่ลึกลงมาจากผิวดิน ฐานรากแบบนี้จะใช้ในกรณีที่ดิน ชั้นบนเป็นดินอ่อนไม่สามารถรับน้ำหนักได้ ส่วนใหญ่ฐานรากแบบลึกจะให้น้ำหนักข้างบนถ่ายลง สู่เสาเข็มซึ่งวางอยู่บนชั้นดินแข็งเพื่อถ่ายน้ำหนักจากโครงสร้างสู่ชั้นดินแข็งและดินที่อยู่รอบๆ เสาเข็มเป็นตัวช่วยรับน้ำหนัก

ความยาวของเสาเข็มจะขึ้นอยู่กับรูปร่าง ขนาด และชนิดของเสาเข็ม น้ำหนักของ โครงสร้างที่ถ่ายลงสู่ฐานรากและลักษณะการวางตัวของชั้นดิน

ดังนั้นสำหรับฐานรากแบบลึก โดยทั่วไปจะหมายถึงรากที่ใช้เสาเข็มเป็นตัวถ่ายแรง จากโครงสร้างบนลงที่อยู่ลึกลงไป

ในการวิเคราะห์การรับกำลังแบกทานของดินและความยาวเสาเข็มตามทฤษฎีของ Bowles สามารถนำข้อมูลค่า SPT-N Value (blows/ ft) ในหลุมเจาะสำรวจชั้นดินมาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า N ที่ได้จากการทดสอบ SPT-N Value (blows/ ft) สามารถบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ดังนี้ คือ กรณียของดินทราย ค่า N (จำนวนครั้งของการตอกกระบอกมาตรฐานให้จมลงในดิน 30 เซนติเมตร) มีค่าน้อยหรือมาก สัมพันธ์กับค่า Angle of internal, ϕ (degree) จะมีค่าน้อยหรือมากตามไปด้วยตามลำดับ และมีผลต่อความหนาแน่นของดินในการรับน้ำหนักบรรทุกของดิน (Relative density) ดังแสดงตารางที่ 2.2

ตาราง 2.2 Bowles แสดงความสัมพันธ์ SPT-N Value กับความแข็งแรงของทราย

SPT-N Value (blows/ft)	Angle of internal friction, ϕ (degree)	Relative density
0 - 4	25 - 30	very loose
4 - 10	27 - 32	loose
10 - 30	30 - 35	medium
30 - 50	35 - 40	dense
> 50	38 - 45	very dense

กรณียของดินเหนียว ค่า N (จำนวนครั้งของการตอกกระบอกมาตรฐานให้จมลงในดิน 30 เซนติเมตร) มีค่าน้อยหรือมาก สัมพันธ์กับค่า Unconfined Compressive Strength จะมีค่าน้อยหรือมากตามไปด้วยและมีผลต่อค่าความเหนียวแน่นของดิน (Consistency) ในการรับน้ำหนักบรรทุกของดิน ดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 Bowles แสดงความสัมพันธ์ SPT-N Value กับความแข็งแรงของดินเหนียว

SPT-N Value (blows/ft)	Unconfined Compressive Strength, q_u (KN/m ²)	Consistency
< 2	< 25	very soft
2 - 4	25 - 50	soft
4 - 8	50 - 100	medium stiff
8 - 15	100 - 200	stiff
15 - 30	200 - 400	very stiff
> 30	> 400	hard

2.2 ทบทวนวรรณกรรม

2.2.1 การพัฒนาฐานข้อมูลดินทางวิศวกรรมเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐาน กรณีศึกษาพื้นที่ดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2553) ได้ทำการศึกษาดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ พื้นที่ดินบวมตัวหรือพื้นที่ดินกระจายตัว ระบบฐานข้อมูลชั้นดิน โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลชั้นดิน ฐานข้อมูลชั้นดิน การจัดเก็บข้อมูลชั้นดินจากผลการเจาะสำรวจ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแล้วทำการแปลผลชั้นดินเชิงพื้นที่ในลักษณะกริดขนาด 5x5 ตร.กม. และศึกษาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางวิศวกรรม โดยแบ่งเป็นคุณสมบัติเชิงพื้นที่ (แต่ละกริด) ตามความลึก และความสัมพันธ์ของคุณสมบัติต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา เช่น ปริมาณน้ำในมวลดิน (water content) กับหน่วยน้ำหนักรวม (total unit weight), ค่ากำลังรับแรงเฉือน (undrained shear strength, su) เป็นต้น

2.2.2 การคำนวณการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาสำนักควบคุมการก่อสร้างพฤศจิกายน (2547) เสาเข็มเป็นวัสดุที่ใช้แพร่หลายมากที่สุดในการรับน้ำหนักของอาคาร โดยเสาเข็มจะรับน้ำหนักจากฐานรากก่อน แล้วจึงค่อยถ่ายให้ดิน ซึ่งจะต่างจากฐานรากแบบแผ่ ที่ดินรับน้ำหนักจากฐานรากโดยตรง การออกแบบฐานโดยใช้เสาเข็ม ก็เพราะดินที่อยู่ต้นรับน้ำหนักได้น้อย จึงต้องใช้เสาเข็มเป็นตัวช่วยถ่ายน้ำหนักข้างบนลงไปยังดินชั้นล่างที่แข็งแรงกว่า ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มขึ้นอยู่กับตัวเสาเข็มเอง (วัสดุที่ใช้ในการทำ เสาเข็ม) และความสามารถในการรับน้ำหนักของดิน รอบตัวเสาเข็ม (skin friction) และปลายเสาเข็ม (end bearing)

2.2.3 แผนที่ดินฐานรากเชียงใหม่

อนิรุทธิ์ และเดชวูธ (2550) ได้ศึกษาแนวทางการนำแผนที่ดินทางการเกษตรมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดทำแผนที่ดินฐานราก ข้อมูลการเจาะหลุมสำรวจชั้นดินของโครงการก่อสร้างต่างๆ ในเขตเมืองเชียงใหม่ จำนวนทั้งหมด 154 หลุม ได้ทำการรวบรวมและนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อประเมินคุณสมบัติการเป็นชั้นดินฐานรากของ 6 หน่วยดิน ในแผนที่ดินทางการเกษตรในเขตเมืองเชียงใหม่ ซึ่งจากได้ผลการวิเคราะห์ว่า หน่วยแรงแบกทานปลอดภัยสำหรับฐานรากดินในหน่วยดินต่างๆ มีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 7.5-15.0 ตันต่อตารางเมตร นอกจากนี้ยังพบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าแรงทานปลอดภัยในระหว่างหน่วยดินต่างๆ มีแนวโน้มที่สัมพันธ์สอดคล้องกับลักษณะทางธรณีวิทยาของชุดดิน โดยชุดดินที่มีอายุการเกิดมากกว่าจะมีค่าหน่วยแรงแบกทานปลอดภัยสูงกว่าชุดดินที่มีอายุการเกิดน้อยกว่า

2.2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพในกระบวนการออกแบบและกระบวนการก่อสร้างอาคาร

จิรพรรณ คลรภัยและกมลวัลย์ ลือประเสริฐ (2550) ได้ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพในการออกแบบและกระบวนการก่อสร้างอาคาร โดยศึกษาจากทัศนคติของกลุ่มผู้ออกแบบ และกลุ่มผู้ควบคุมงานที่ทำงานในบริษัทที่ปรึกษาที่ได้รับใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร โดยการใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถแบ่งกลุ่มตัวแปรของปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการออกแบบอาคารในมุมมองของผู้ออกแบบได้ 7 องค์ประกอบ และผู้ควบคุมงานสามารถแบ่งได้ 6 องค์ประกอบ พบว่าทั้งกลุ่มผู้ออกแบบและกลุ่มผู้ควบคุมงานให้ความสำคัญกับความสามารถสร้างได้จริงของแบบก่อสร้างเป็นอันดับแรกในกระบวนการออกแบบ และให้ความสำคัญกับความชัดเจนของสัญญามากที่สุดในส่วนของการก่อสร้าง

2.2.5 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เบื้องต้น

ศิริพร กมลธรรม (2550) ได้อธิบายถึงความหมายและองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ได้แก่ ข้อมูลเชิงพื้นที่ บุคลากร ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ เพื่อใช้ร่วมกันในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ พร้อมทั้งอธิบายถึงโครงสร้างข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ (1) โครงสร้างข้อมูลแบบเวกเตอร์ (Vector data) ประกอบด้วยข้อมูลจุด เป็นหน่วยย่อยที่สุดของเวกเตอร์และแสดงเพียงตำแหน่งซึ่งไม่สามารถวัดพื้นที่ได้ ข้อมูลเส้น มีลักษณะเป็นเส้นตรงเรียงต่อเนื่องกันเป็นลำดับข้อมูลอาณาบริเวณ ประกอบด้วยเวกเตอร์ที่เรียงต่อเนื่องกันเป็นอนุกรม ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นปิด ดังนั้นข้อมูลอาณาบริเวณจึงสามารถวัดพื้นที่ได้ (2) โครงสร้างข้อมูลแบบแรสเตอร์ มีโครงสร้างเป็นช่องสี่เหลี่ยม เรียกว่า จดภาพหรือกริดเซลล์ (grid cell) เรียงต่อเนื่องกันในแนวราบและแนวดิ่ง ในแต่ละจุดภาพสามารถเก็บค่าได้ 1 ค่า และสามารถจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่โดยการแทนค่าข้อมูลจากพื้นที่จริงลงในจุดภาพซึ่งมีตำแหน่งตามแนวแกน X และ Y ตรงกัน ค่าที่เก็บในแต่ละจุดภาพสามารถเป็นได้ทั้งข้อมูลที่มีลักษณะสัมพันธ์ หรือรหัสที่ใช้อ้างอิงถึงข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลก็ได้