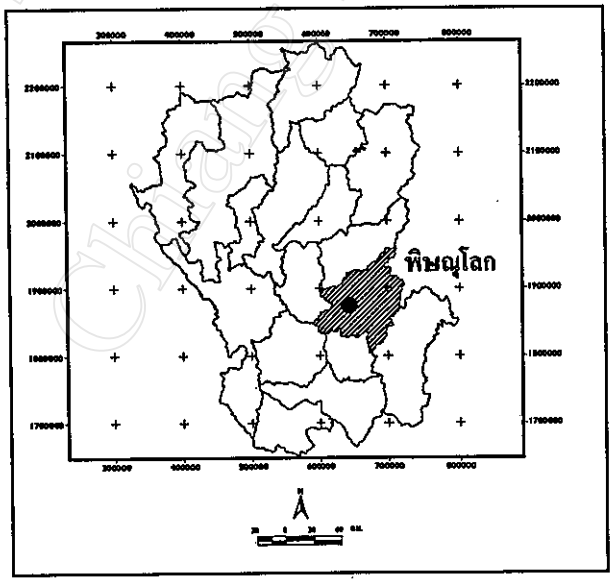
บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้จะใช้แผนที่ชุดดินมาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก (รูปที่ 4) จัดทำโดยกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งหน่วยแผนที่ดินนั้นจะแสดงชุดดินประเภทต่างๆ เช่น ดินเดี่ยว ชุดดินสัมพันธ์ ประเภทชุดดิน ชุดดินคล้าย หน่วยจำแนกดินตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไปที่เกิดผสมปนเปกันอย่างไม่สม่ำเสมอทางภูมิศาสตร์และอื่นๆ ส่วนคำอธิบายลักษณะของหน่วยแผนที่ดินรวมทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีของแต่ละชั้นดินนั้นได้รวบรวมจากรายงานการสำรวจและวิเคราะห์ดินของกรมพัฒนาที่ดิน สารสนเทศทรัพยากรดิน (ทวีศักดิ์ และขนิษฐศรี, 2534) จากเอกสารวิชาการด้านกำหนดลักษณะ และวินิจฉัยความเหมาะสมของชุดดินในภาคต่างๆ ของประเทศ ซึ่งใช้ระบบการจำแนกตามระบบ อนุกรมวิธานดิน ปี 1975 (เฉลียว และคณะ, 2531; วุฒิชาติ และคณะ, 2533; นิพันธ์ และบุญยงค์, 2536; ปราโมทย์ และคณะ, 2536) และจากเอกสารวิชาการชุดดินที่จัดตั้งในภาคต่างๆ ของประเทศไทย จำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน ปี 1998 (นิพันธ์, 2542; สันต์ และบุรี, 2542; สถิระ, 2542; วุฒิชาติ, 2542) และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในทางวิศวกรรมจากรายงานของสุวณี (2538)



รูปที่ 4 พื้นที่ศึกษา จังหวัดพิษณุโลก

ฐานข้อมูลกลุ่มชุดดิน (DLDGROUP) ที่ใช้ในการศึกษาได้สร้างขึ้นจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งตีพิมพ์โดยกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน ภายหลังได้พัฒนาให้อยู่ในรูปฐานข้อมูลเชิงพื้นที่โดย พนมศักดิ์ และเมธี (2539) ในส่วนของคำอธิบายตารางอรรถาธิบายข้อมูลกลุ่มชุดดินรวบรวมจากการรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน (2540; 2541) ซึ่งข้อมูลส่วนนี้มีรายละเอียดเฉพาะการใช้ประโยชน์และรายละเอียดด้านความอุดมสมบูรณ์บางส่วนเท่านั้น แต่ขาดข้อมูลในส่วนของคุณสมบัติเฉพาะอื่นๆ

3.2 ขั้นตอนหลักของการศึกษา

3.2.1 การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ชุดดิน (S_SERIES)

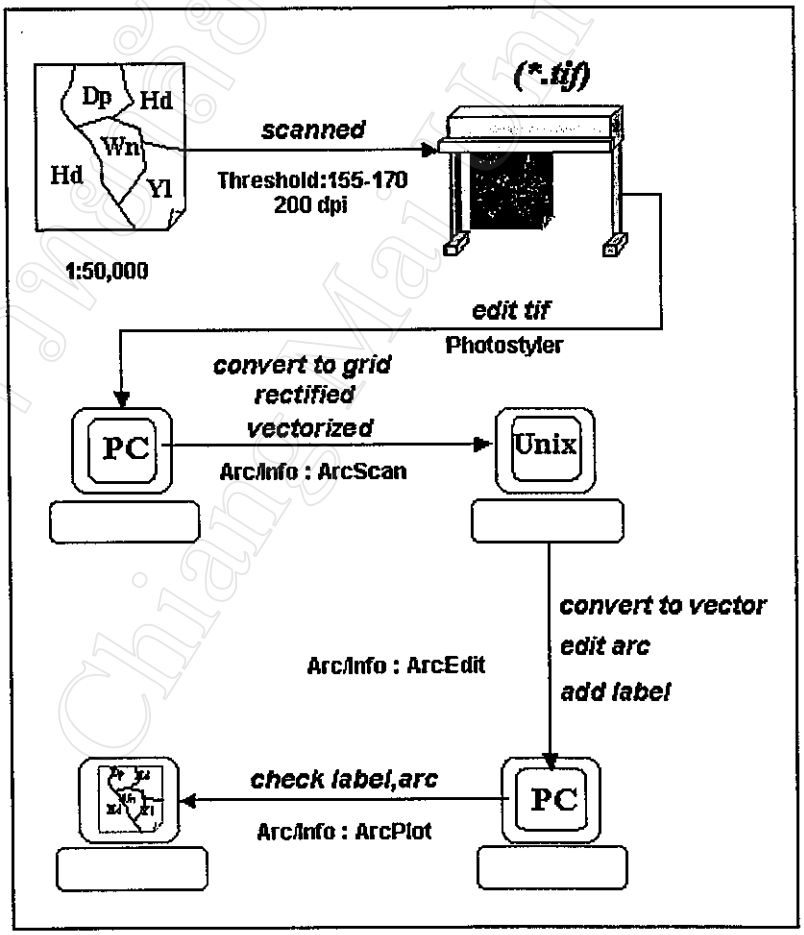
ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ชุดดินในการศึกษานี้ สร้างขึ้นจากการนำเข้าแผนที่ชุดดินต้นฉบับของกรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1:50, 000 ให้อยู่ในรูปข้อมูลดิจิตอล โดยวิธีการสแกน ด้วยเครื่องกราดภาพ (Scanner) ขนาด A0 (CalComp ScanPlus III 800T) กำหนดค่าวิกฤตของความเข้มลายเส้นที่ระดับ 155-170 และใช้ค่าความละเอียดของจุดภาพที่ประมาณ 200 จุดต่อนิ้ว (dpi) มากหรือน้อยกว่านี้ตามรายละเอียดและคุณภาพของแผนที่ต้นฉบับ ทำการแก้ไขรายละเอียดข้อมูลด้วยโปรแกรม PhotoStyler เพื่อลบข้อมูลอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง แล้วจึงแปลงข้อมูลนั้นให้เป็นข้อมูลประเภทกริด (grid) ในโปรแกรม ARC/INFO รุ่น 7. 0. 4 ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Unix บนเครื่อง SUN SparcStation 20

เมื่อข้อมูลผ่านการสแกนและแปลงเป็นข้อมูลเป็นกริดแล้วจะนำมาผ่านวิธีการปรับค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่ง (rectification) ให้ถูกต้องตามระบบพิกัดสากลก่อน จากนั้นจะแปลงให้อยู่ในรูปลายเส้น (vectorized) โดยใช้ชุดโปรแกรม ArcScan ใน ARC/INFO (ESRI, 1994b) จะได้ชั้นข้อมูล (coverage) ที่สามารถจัดเก็บได้บนโปรแกรม ARC/INFO นำชั้นข้อมูลชุดดินนั้นมาทำการแก้ไขและลงรหัสชุดดิน แล้วตรวจสอบความผิดพลาดของลายเส้น และการลงรหัส โดยใช้ชุดโปรแกรม ArcPlot ใน ARC/INFO (ESRI, 1994c) ให้สมบูรณ์ก่อนนำมาเชื่อมต่อชั้นข้อมูลจำนวน 27 ระวางเข้าด้วยกันเป็นแผนที่ชุดดินของจังหวัดพิษณุโลก ในการศึกษานี้ให้ชื่อว่า S_SERIES ดังขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 5

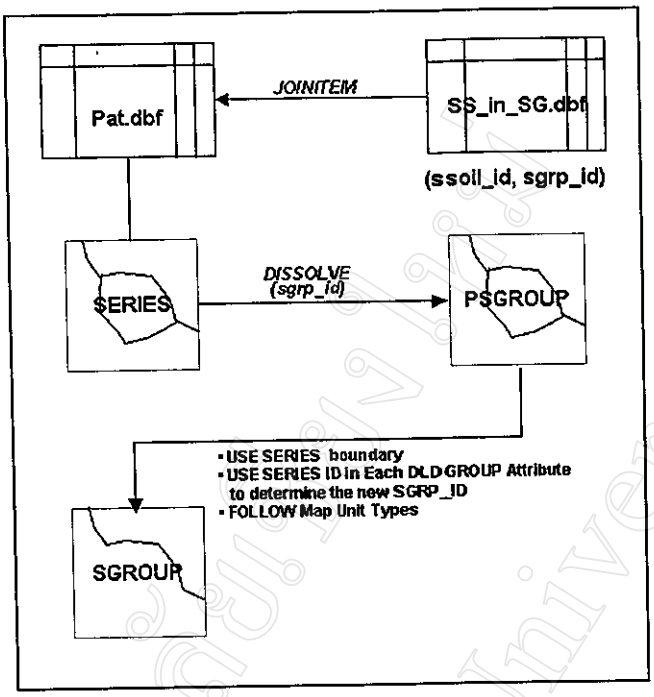
การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่กลุ่มชุดดินจากฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ชุดดิน

การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่กลุ่มดินในการศึกษานี้ใช้ 2 วิธีการ คือ (1) <u>วิธีการแรก</u> ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่กลุ่มชุดดินชื่อ SGROUP สร้างโดยใช้ GIS และอาศัยคำจำกัดความของกลุ่มชุดดินที่

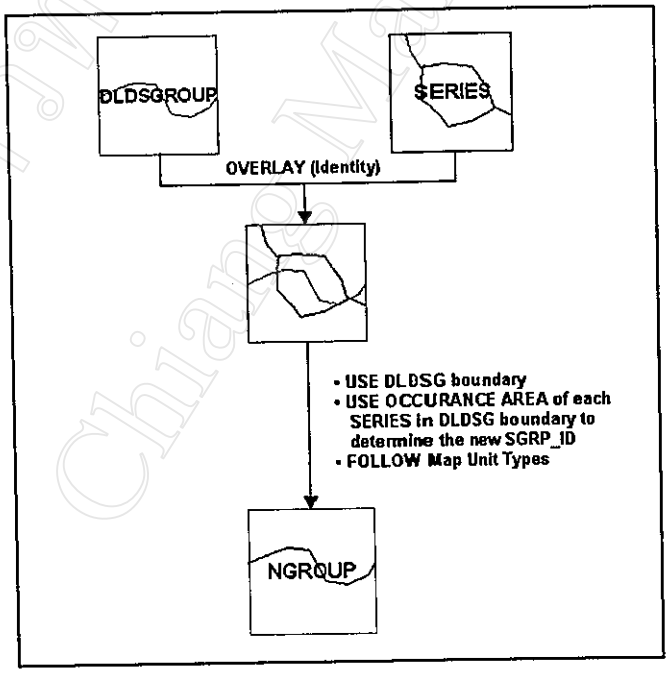
ระบุชุดดินที่เป็นสมาชิกของแต่ละกลุ่มดินไว้ในรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน โดยจะทำการเชื่อม (join) ตารางที่มีรายการชุดดินต่างๆ ซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มชุดดินเข้ากับตารางประกอบชั้นข้อมูล S_SERIES แล้วทำการยุบรวม (dissolve) ขอบเขตรูปหลายเหลี่ยมที่มีหมายเลขกำกับหน่วยแผนที่กลุ่มชุดดินที่เหมือนกันให้เกิดเป็นรูปหลายเหลี่ยมเดียวกัน (รูปที่ 6) และ (2) <u>วิธีการที่ 2</u> สร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่กลุ่มชุดดินชื่อ NGROUP โดยการนำเอาชั้นข้อมูล DLDGROUP นั้นมาทำการซ้อนทับ (overlay) แบบ Identity กับชั้นข้อมูล S_SERIES และให้รหัสกลุ่มชุดดินใน NGROUP ตามหลักการระบุหน่วยแผนที่ดิน (Rossiter, 1998) โดยถือเอาขอบเขตของ DLDGROUP เป็นหลัก ขั้นตอนการพัฒนาฐานข้อมูลกลุ่มชุดดินใหม่ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักนี้แสดงในรูปที่ 7 และหลักการระบุหน่วยแผนที่ใหม่แสดงในรูปที่ 8



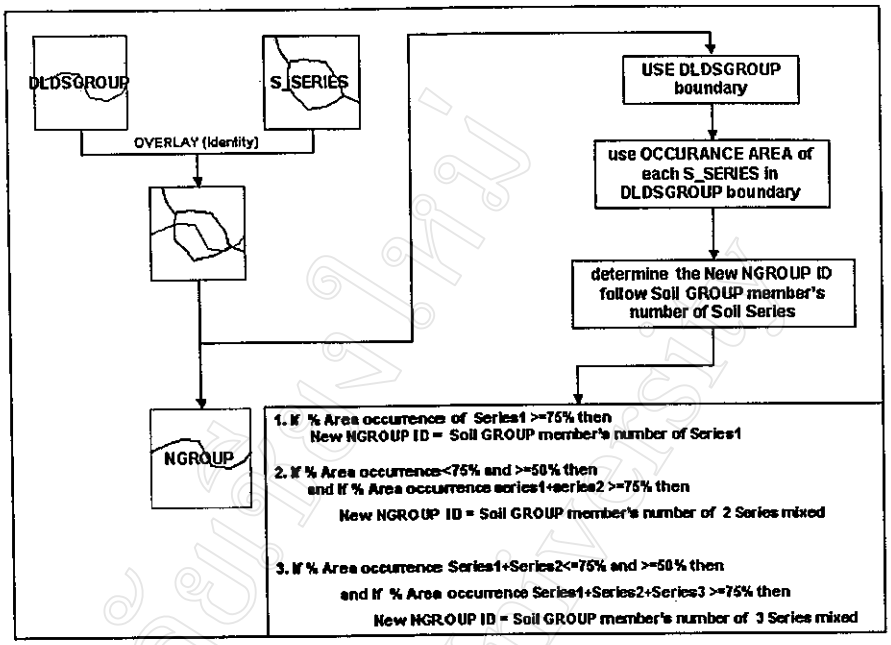
รูปที่ 5 การออกแบบและนำเข้าฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ชุดดิน



รูปที่ 6 การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ SGROUP จากข้อมูลเชิงพื้นที่ S_SERIES โดยการ dissolve ชุดดินที่เป็นสมาชิกของกลุ่มชุดดิน



รูปที่ 7 การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ NGROUP จากข้อมูลเชิงพื้นที่ S_SERIES โดยการซ้อนทับ



รูปที่ 8 การกำหนดรหัสของกลุ่มชุดดินในฐานข้อมูล NGROUP จากเปอร์เซ็นต์การเกิดขึ้นของพื้นที่ชุดดินภายในขอบเขตหน่วยแผนที่ DLDGROUP

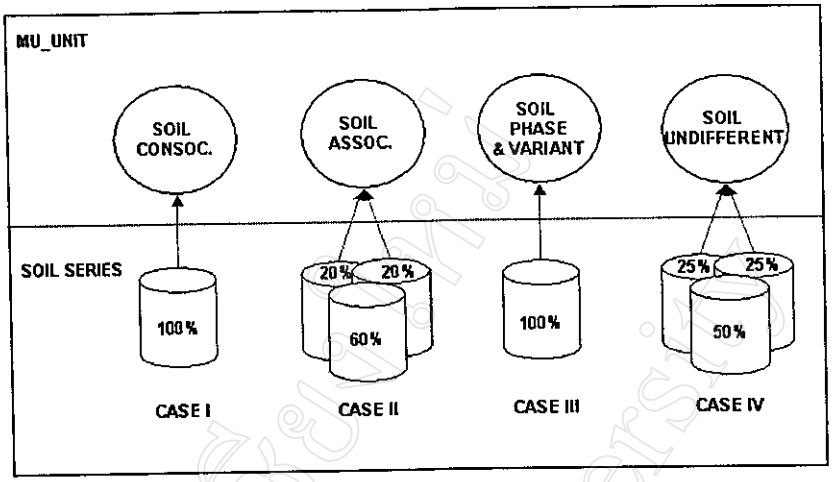
3.2.2 การสร้างฐานข้อมูลอรรถาธิบาย

การสร้างฐานข้อมูลอรรถาธิบายของชุดดิน

การออกแบบฐานข้อมูลดินในโครงการนี้ใช้วิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Fernandez and Rusinkiewiez (1993) และระบบฐานข้อมูลดิน CANSIS (Canadian Soil Information System) แห่งประเทศแคนาดา (Schut, 2001) หลักการที่สำคัญของวิธีการนี้คือ เมื่อแผนที่ดินได้รับการนำเข้าเป็นข้อมูลดิจิตอลใน GIS แล้วรูปหลายเหลี่ยม (polygon) แต่ละรูปจะเป็นตัวแทนของแต่ละหน่วยแผนที่ดิน ซึ่งอยู่ในลักษณะหนึ่งใน 3 ลักษณะดังนี้ (1) consociation เป็นกรณีที่สมบัติของดินภายในรูปหลายเหลี่ยมอธิบายได้โดยชุดดินเดียว (2) complexes สมบัติของดินภายในรูปหลายเหลี่ยมเป็นสมบัติของดินหลายชนิด เช่นชุดดินสัมพันธ์ (soil associations) และ หน่วยจำแนกดินตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไปที่เกิดผสมปนเปกันอย่างไม่สม่ำเสมอทางภูมิศาสตร์ (undifferentiated soils) (3) ชุดดินคล้าย (variants) และประเภทของชุดดิน (phase) ซึ่งเป็นหน่วยดินเดี่ยวที่มีลักษณะบางอย่างแตกต่างออกไปจากชุดดินเดิม และ (4) miscellaneous area เป็นรูปหลายเหลี่ยมซึ่งเป็นตัวแทนของวัตถุที่ไม่ใช่ดินเป็นส่วนใหญ่

ขั้นตอนในการออกแบบฉัดมาคือ การแปลงโครงสร้างฐานข้อมูล (schema) ให้เป็นตารางสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (relational table) เพื่อประโยชน์ในการแก้ไขและเรียกใช้ข้อมูลโดยหลีกเลี่ยงความซ้ำซ้อนในการจัดเก็บข้อมูลให้มากที่สุด จากนั้นจึงจัดทำคำอธิบายชั้นข้อมูลและโครงสร้างของตารางสัมพันธ์ของฐานข้อมูลดินเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ในการแก้ไขข้อมูล เนื่องจากรายงานการสำรวจและวิเคราะห์ดินของกรมพัฒนาที่ดินไม่ได้มีการระบุสัดส่วนของดินแต่ละชนิดในหน่วยแผนที่ดินนั้นอย่างแน่ชัด ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการพัฒนาวิธีการสร้างหน่วยดินตัวแทนที่มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของดินตามสัดส่วนของแต่ละชุดดินในแต่ละหน่วยแผนที่ เพื่อนำมาคำนวณเป็นคุณสมบัติของแต่ละหน่วยแผนที่ดิน ทำให้สามารถสะท้อนความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น การศึกษาในครั้งนี้จึงใช้สัดส่วนของดินหลักและดินรองของหน่วยแผนที่ดินแต่ละชนิด ตามที่กรมพัฒนาที่ดินได้ปฏิบัติ ดังต่อไปนี้คือ (1) หน่วยดินเดี่ยว หน่วยชุดดินคล้าย และหน่วยชุดดินประเภทดิน ให้สัดส่วนองค์ประกอบหลักและรองเป็น 100:0 (2) ส่วนหน่วยชุดดินสัมพันธ์ ให้สัดส่วนองค์ประกอบหลักและรอง 60:40 หรือ 60:20:20 ถ้ามีชุดดินรองมากกว่า1 ชุด (3) หน่วยจำแนกดินตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไปที่เกิดผสมปนเปกันอย่างไม่สม่ำเสมอทางภูมิศาสตร์นั้นให้สัดส่วนองค์ประกอบเป็น 50:50 หรือ 50:25:25 (4) ส่วนหน่วยแผนที่ดินเบ็ดเตล็ดอื่นๆ ซึ่งไม่ใช่ดินนั้นเป็นหน่วยที่ที่ไม่มีดินเป็นองค์ประกอบอยู่เลย

การสร้างตารางสัมพันธ์ของข้อมูลชุดดิน จะเริ่มจากการสร้างตารางสัมพันธ์ที่สามารถระบุชนิดของหน่วยแผนที่ดินนั้น (COMPONENT Table) ว่าเป็นชุดดินประเภทใดและมีสัดส่วนของชุดดินหลักและชุดดินรองเป็นเท่าใดในแต่ละชุดดินสัมพันธ์และชุดดินที่ไม่สามารถระบุสัดส่วนได้ชัดเจน ทั้งนี้ตามการระบุสัดส่วนของดินหลักและรองของกรมพัฒนาที่ดินดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จากนั้นจึงนำผลมาใช้ในการสร้างตารางคุณสมบัติใหม่ของดินที่เป็นหน่วยชุดดินสัมพันธ์และหน่วยจำแนกดินตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไปที่เกิดผสมปนเปกันอย่างไม่สม่ำเสมอทางภูมิศาสตร์นั้น โดยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนัก แนวคิดของการสร้างฐานข้อมูลอรรถาธิบายของชุดดินใหม่นี้แสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 แนวคิดสำหรับการสร้างฐานข้อมูลอรรถาธิบายหน่วยดินผสมโดยการถ่วงน้ำหนัก

การสร้างฐานข้อมูลอรรถาธิบายเริ่มจากการถ่วงน้ำหนักด้วยเปอร์เซ็นต์พื้นที่ของชุดดินหลักและชุดดินรองตามชนิดของหน่วยแผนที่ดินพร้อมทั้งถ่วงน้ำหนักด้วยความลึกในแต่ละชั้นดินใน 2 ลักษณะ ตามการนำไปใช้งานคือ

(1). เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองพืชในระบบ DSSAT (Tsuji *et al*., 1994) และ งานอื่นๆ ที่ต้องการข้อมูลทุกชั้นดินตลอดโปรโฟล์โดยแบ่งชั้นดินออกเป็นชั้นที่มีความลึกเท่าๆ กัน (ตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวกรูปที่ 1) สามารถแสดงในรูปสมการดังนี้

$$x_z = \sum_{j=1}^{n} \left[x_j^m w_m \left(d_j^m - d_i^m \right) + x_j^s w_s \left(d_j^s - d_i^s \right) \right] \Big/ d_z \quad \text{.....(3.1)}$$

โดย

x_z = ค่าข้อมูลสมบัติดิน ณ ชั้นที่ต้องการคำนวณ

x_j^m = ค่าข้อมูลสมบัติของดินที่เป็นองค์ประกอบหลักชั้นที่ j

w_m = ค่าน้ำหนักของชุดดินองค์ประกอบหลัก

d_j = ความลึก ณ ชั้น j

d_i = ความลึกในชั้นก่อนหน้าชั้น j

x_i^s = ค่าข้อมูลสมบัติของดินที่เป็นองค์ประกอบรองชั้นที่ i

w_s = ค่าน้ำหนักของชุดดินองค์ประกอบรอง

d_z = ความลึกกำหนดที่ต้องการแบ่งออกเป็นชั้นเท่าๆกัน

n = จำนวนชั้นดินซึ่งอยู่ในช่วงความลึกกำหนด

หมายเหตุ : การคำนวณในชั้นแรก $d_i = 0$

(2). เพื่อสนับสนุนงานด้านการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินและงานลักษณะอื่นๆที่ใกล้เคียงกัน โดยจะทำการแบ่งชั้นดินออกเป็นสองชั้นคือ ชั้นดินบนและชั้นดินล่าง ตัวอย่างเช่นถ้ากำหนดให้ชั้นดินบนลึก 30 เซนติเมตรจากผิวดิน ชั้นดินล่างจะเป็นชั้นที่ต่ำกว่า 30 เซนติเมตรลงมาจนถึงชั้นที่ลึกที่สุดที่มีข้อมูล (ตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวกรูปที่ 2) สามารถแสดงในรูปสมการดังต่อไปนี้

<u>ชั้นดินบน</u>

$$x_{top} = \sum_{j=1}^{n} \left[x_j^m w_m \left(d_j^m - d_i^m \right) + x_j^s w_s \left(d_j^s - d_i^s \right) \right] \Big/ d_u \quad \text{.....(3.2)}$$

<u>ชั้นดินล่าง</u>

$$x_{sub} = \sum_{j=1}^{n} \left[x_j^m w_m \left(d_j^m - d_i^m \right) + x_j^s w_s \left(d_j^s - d_i^s \right) \right] \Big/ \left(d_l - d_u \right) \quad \text{.....(3.3)}$$

โดย

x_{top} = ข้อมูลผลลัพธ์ ณ ชั้นดินบนที่ต้องการคำนวณ

x_{sub} = ข้อมูลผลลัพธ์ ณ ชั้นดินล่างที่ต้องการคำนวณ

x_j^m = ค่าข้อมูลสมบัติของดินที่เป็นองค์ประกอบหลักชั้นที่ j

w_m = ค่าน้ำหนักของชุดดินองค์ประกอบหลัก

d_j = ความลึก ณ ชั้น j

d_i = ความลึกในชั้นก่อนหน้าชั้น j

x_j^s = ค่าข้อมูลสมบัติของดินที่เป็นองค์ประกอบรองชั้นที่ j

w_s = ค่าน้ำหนักของชุดดินองค์ประกอบรอง

d_l = ความลึกในชั้นสุดท้ายของชั้นดินที่ดินองค์ประกอบหลักและรองมีข้อมูล

d_u = ความลึกกำหนดชั้นดินบน (เช่น 30 เซนติเมตร)

n = จำนวนชั้นดินซึ่งอยู่ในช่วงความลึกกำหนด

การสร้างฐานข้อมูลอรรถาธิบายของกลุ่มชุดดิน

ในการออกแบบฐานข้อมูลอรรถาธิบายกลุ่มชุดดินยังคงใช้หลักการออกแบบและเชื่อมโยงแต่ละตาราง เช่นเดียวกับการออกแบบและเชื่อมโยงฐานข้อมูลชุดดิน แต่การได้มาซึ่งคุณสมบัติและรายละเอียดของข้อมูลแต่ละกลุ่มชุดดินนั้น

อาศัยการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (spatial interpolation) แบบเชิงปริมาตรโดยวิธีการซ้อนทับ (overlay) และถ่วงน้ำหนักด้วยพื้นที่ (areal weight) ซึ่งให้น้ำหนักของแต่ละคุณสมบัติของดินตามสัดส่วนของพื้นที่ชุดดินแต่ละชุดที่พบภายในหน่วยแผนที่กลุ่มชุดดิน เนื่องจากแผนที่กลุ่มชุดดินใหม่ที่สร้างขึ้นเกิดจากการซ้อนทับแผนที่กลุ่มชุดดินบนแผนที่ชุดดิน ดังนั้นการเกิดขึ้นเป็นหน่วยแผนที่กลุ่มชุดดินใหม่อาจเกิดขึ้นได้จากหลายกรณีดังรูปที่ 10 สำหรับการประมาณค่าสัดส่วนของพื้นที่แต่ละชุดดิน สามารถทำได้โดยการซ้อนทับชั้นข้อมูลกลุ่มชุดดินเข้ากับชุดดินโดยให้กลุ่มชุดดินเป็นหน่วยแผนที่เป้าหมาย (target polygon) และหน่วยแผนที่ชุดดินเป็นหน่วยแผนที่เริ่มต้น (source polygon) ในการหาค่าน้ำหนักข้อมูลของหน่วยแผนที่เป้าหมายนั้นจะดำเนินการโดยนำชั้นข้อมูลกลุ่มชุดดิน DLDGROUP, SGROUP และ NGROUP มาซ้อนทับ แบบ Identity บนชั้นข้อมูลชุดดิน S_SERIES จะได้พื้นที่ของชุดดินภายในแต่ละรูปหลายเหลี่ยม (polygon) ของชั้นข้อมูลกลุ่มชุดดิน จากนั้นจึงเอาพื้นที่ชุดดินที่เกิดขึ้นนั้นมาเป็นค่าน้ำหนักเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าคุณสมบัติของดินในหน่วยแผนที่กลุ่มชุดดินเป้าหมายตามวิธีการของ Flowerdew and Green (1994) เมื่อทำการถ่วงน้ำหนักด้วยพื้นที่แล้ว จึงถ่วงน้ำหนักด้วยความลึกของชั้นดิน เช่นเดียวกับการสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ของข้อมูลชุดดินที่กล่าวมาแล้วนั้นอีกครั้งหนึ่ง ดังแสดงในแผนผังการสร้างฐานข้อมูลอรรถาธิบายกลุ่มชุดดินจากฐานข้อมูลชุดดินใน รูปที่ 11

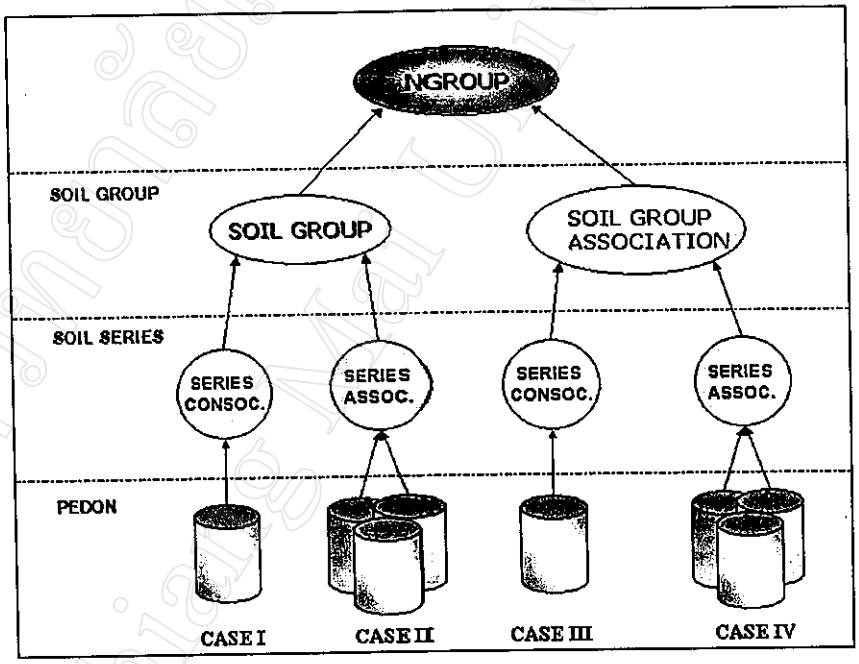
3.2.3 การเปรียบเทียบความสอดคล้อง (Agreement assessment)

ก) การเปรียบเทียบความสอดคล้องของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial agreement)

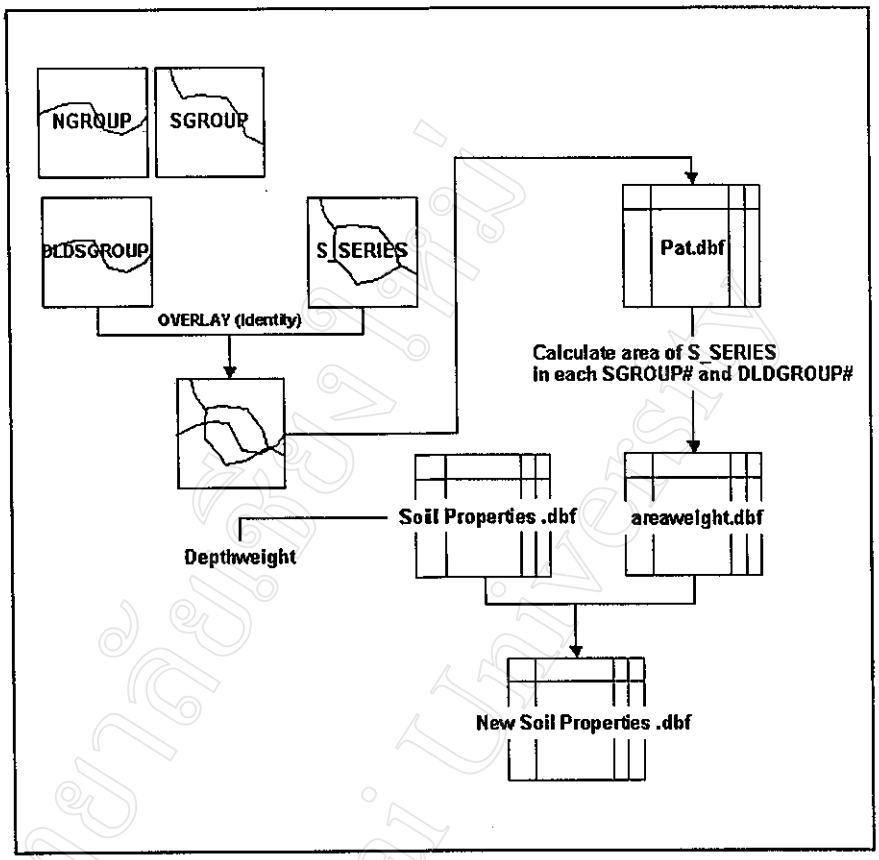
ทำการเปรียบเทียบชั้นข้อมูลกลุ่มชุดดิน DLDGROUP, SGROUP และ NGROUP ที่สร้างขึ้นจากองค์ประกอบของชุดดินในงานวิจัยนี้ โดยกระบวนการวิเคราะห์ใน GIS เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องในแง่เส้นขอบเขตของแต่ละหน่วยแผนที่ จำนวนและการกระจายของพื้นที่ที่สอดคล้องกันและไม่สอดคล้อง โดยวิเคราะห์เป็นตารางความคลาดเคลื่อน (error matrix) เพื่อหาค่าoverall accuracy, observed accuracy และ expected accuracy (Bonham-Cater, 1994)

ข) การเปรียบเทียบความสอดคล้องของข้อมูลอรรถาธิบาย (Attribute database agreement)

การเปรียบเทียบความสอดคล้องของข้อมูลเชิงอรรถาธิบายทำได้โดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลของชั้นดินบน (top soil) จากรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน (2540 ; 2541) โดยใช้วิธีการทางสถิติเชิงพรรณา (descriptive statistics) เช่น ค่าต่ำสุด (min) สูงสุด (max) ค่าเฉลี่ยข้อมูล (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard derviation) ค่าพิสัย (range) และการทดสอบความเป็นจริงของแบบจำลองโดยใช้การวิเคราะห์รีเกรชชั่น (regression) พร้อมทั้งค่า Root Mean Square Error (RMSE) (Mitchell, 1997; Analla, 1998)



รูปที่ 10 แผนผังแสดงแนวความคิดในการสร้างฐานข้อมูลกลุ่มชุดดินจากข้อมูลชุดดิน



รูปที่ 11 แผนผังการสร้างฐานข้อมูลกลุ่มชุดดินจากฐานข้อมูลชุดดินโดยวิธีการถ่วงน้ำหนัก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University