

การวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก
ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

**Analysis of the Water Flow Direction in a Small Watershed
Area of Northeast Thailand**

วิทยา ตริโลเกศ¹

Vidhaya Trelo-ges¹

Abstract: Analysed water flow direction in a small watershed area of Northeast by using of software computer program SURFER. The research site is similarly selected by using landscape and land-use as the representative watershed. The research area is the typically undulating landscape in order that results can be applied to other areas in the Northeast with similar landscape and land-use. The representative watershed focus on the Kummuang village, Khao Suan Kwang district, Khon Kaen province where far from the city around 40 km in North direction. Data collections are coordinate on small watershed and contour levels and then processed these data by using SURFER. The results of this study show the display in 3 dimensions model of representative watershed including to analyse and display in water flow direction model. This study will provide a more powerful resources for study on soil erosion and preventing them such as water flow diversion or cultivated ridge diversion.

¹ ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

¹ Department of Land Resources and Environment, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

บทคัดย่อ : วิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กของภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SURFER โดยการเลือกพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นลุ่มน้ำตัวแทนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดที่หมู่บ้านคำม่วง อ. เขาสวนกวาง จ. ขอนแก่น และเก็บข้อมูลของจุดพิกัดที่จุดต่างๆ บนพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กตลอดจนระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง นำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SURFER สร้างภาพจำลองของพื้นที่ลุ่มน้ำศึกษาเป็นภาพ 3 มิติ แสดงความสูงต่ำของพื้นที่ตลอดจนวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำศึกษา ซึ่งสามารถนำไปประกอบการพิจารณาการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินได้รวมทั้งแนวทางการป้องกันการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน เช่นการเบี่ยงเบนทิศทางการไหลของน้ำ การเปลี่ยนแปลงทิศทางการทำร่องปลูกระหว่างแถวพืช เป็นต้น

Index words : โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ทิศทางการไหลของน้ำ ลุ่มน้ำขนาดเล็ก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Software computer program, Water flow direction, Small watershed, Northeast

คำนำ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SURFER เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปหนึ่งที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีลักษณะเด่นคือ การนำข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ทำได้สะดวกและรวดเร็ว มีความสะดวกในการเก็บข้อมูลรวมทั้งมีจุดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานสากลของโลก มีระบบการจัดการฐานข้อมูล สามารถเชื่อมโยงกับโปรแกรมทางด้านสถิติอื่นๆ ได้

นอกจากนี้โปรแกรมสำเร็จรูป SURFER ยังอำนวยความสะดวกในการเข้าไปทำการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ การวาดภาพด้วยมือโดยการคัดลอกลายเพื่อบอกลักษณะต่างๆ ของพื้นที่และการใช้ประโยชน์ของพื้นที่นั้นจะมีผลต่อความละเอียดถูกต้องแม่นยำของพื้นที่เป็นอย่างมาก ในบางครั้งผู้วาดภาพไม่สามารถกำหนดขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำและทิศทางการไหลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำได้ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเนื่องจากขาดความละเอียดของข้อมูลในแผนที่หรือจากเส้นระดับ ดังนั้นโปรแกรมสำเร็จรูป SURFER จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ใช้งานด้านการทำระบบสาร

สนเทศภูมิศาสตร์และการอนุรักษ์ดินและน้ำเชิงพื้นที่ โปรแกรมสำเร็จรูป SURFER มีความสามารถในการกำหนดทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำได้ เนื่องจากสามารถประมวลผลออกมาเป็นเส้นระดับ (contour line) ได้ จึงกำหนดทิศทางการไหลของน้ำได้ การศึกษาทิศทางการไหลของน้ำในครั้งนี้ทำการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กของหมู่บ้านคำม่วง ต. คำม่วง อ. เขาสวนกวาง จ. ขอนแก่น ลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำจะเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดเหมือนกับพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั่วไป กล่าวคือ พื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ป่า ถัดลงมาเป็นพื้นที่เกษตรไร่ปลูกพืชไร่ต่างๆ เช่นอ้อย, มันสำปะหลัง, ข้าวโพด ฯลฯ และที่ตอนล่างเป็นพื้นที่นาข้าว ทิศทางการไหลของน้ำมีปัจจัยหลายปัจจัยเข้ามามีอิทธิพลร่วมด้วย อิทธิพลหนึ่งที่มีความสำคัญต่อทิศทางการไหลของน้ำคือ ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ซึ่งการไหลของน้ำนั้นจะเป็นไปตามลักษณะที่ตั้งฉากกับเส้นระดับ (contour line) ดังนั้นถ้าหากทราบทิศทางการไหลของน้ำแล้วจะสามารถประเมินการเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ รวมทั้งการหาแนวทางการป้องกันซึ่งสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของน้ำ การศึกษา

นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กตลอดจนเป็นแนวทางในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ ในการกำหนดทิศทางการไหลของน้ำได้เช่นเดียวกัน

วิธีการศึกษา

1. การเก็บข้อมูลพิกัดจุดต่างๆ บนพื้นที่ลุ่มน้ำตัวแทนของบ้านคำม่วง อ.เขาสวนกวาง จ. ขอนแก่น ซึ่งมีขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ 88 ไร่ ความลาดเท 2.5-3.0% ที่จุดพิกัดละติจูด 16 48'-16 49' เหนือ และลองจิจูด 102 52'-102 53' ตะวันออก มีลักษณะเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด (undulating terrain) ซึ่งเป็นการอ่านข้อมูลจากดาวเทียมที่ส่งข้อมูลมายังโลกเพื่อบอกให้ทราบถึงพิกัดจุดนั้นๆ และระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)
2. ข้อมูลที่เก็บได้นั้นจะเก็บไว้ในลักษณะที่เป็นตารางเพื่อให้สะดวกในการนำไปใช้ และการนำไปประมวลผลข้อมูล
3. นำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยในการทำครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SURFER เวอร์ชัน 6.0 ซึ่งมีรายละเอียดในการทำดังตัวอย่างที่แสดง
4. นำรูปที่แสดงลักษณะต่างๆ ของพื้นที่เข้าไปซ้อนทับกับรูปที่ได้จากการใช้โปรแกรมดังกล่าวได้ เพื่อให้ได้รูปที่แสดงลักษณะต่างๆ ของพื้นที่ได้อย่างครบถ้วน เช่น การใช้ประโยชน์ของพื้นที่, ทิศทางการไหลของน้ำ เป็นต้น
5. สร้างภาพที่มีลักษณะเป็น 3 มิติ เพื่อสามารถบอกถึงความแตกต่างของระดับพื้นที่ได้
6. ในการกำหนดทิศทางการไหลของน้ำนั้นสามารถกำหนดได้จากเส้นระดับ (contour line) โดยทิศทางการไหลของน้ำนั้นจะมีทิศที่ตั้งฉากกับเส้นระดับ (contour line) นั่นเอง

ขั้นตอนในการทำตารางโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

SURFER version 6.0 for Windows

1. เปิดโปรแกรมสำเร็จรูป SURFER เพื่อเข้ามาที่หน้าจอแรก

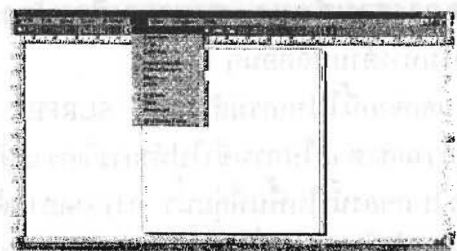


2. เลือกคำสั่งที่ปรากฏบนหน้าจอ

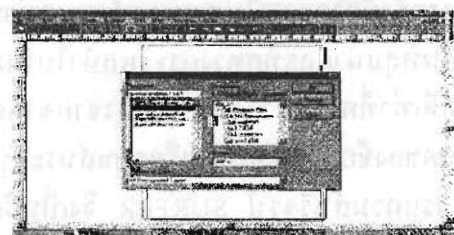
- เลือก Plot เมื่อต้องการเขียนรูปโดยนำข้อมูลเข้ามาจากโปรแกรมอื่น เช่น Excel เป็นต้น
- เลือก Worksheet เมื่อต้องการป้อนข้อมูลให้อยู่ในโปรแกรม SURFER ซึ่งมีลักษณะการป้อนข้อมูลเหมือน Excel

- เลือก Editor เมื่อต้องการพิมพ์ข้อมูล

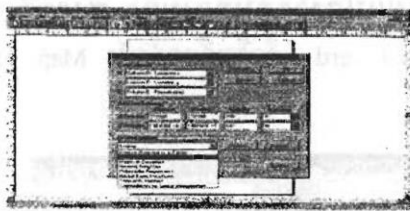
3. เลือก Plot แล้วเลือก Grid และ Data เพื่อเรียกข้อมูล (Import) จากโปรแกรมอื่น เช่น Excel เป็นต้น โดยข้อมูลดังกล่าวจะต้องถูกบันทึกให้อยู่ในนามสกุล .wkl เสมอ



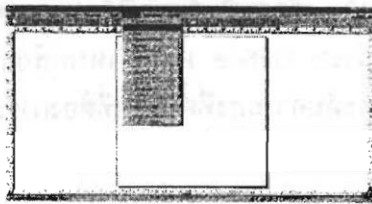
4. เลือกเพิ่มข้อมูลที่ต้องการและต้องมีนามสกุลเป็น .wkl เสมอ



5. เลือกข้อมูลให้ตรงกับช่องของแกน X, Y, Z กำหนดระดับของแกน X, Y และเลือก Kriging ในช่องของ Gridding Method เพื่อให้ได้เพิ่มข้อมูลที่มีนามสกุลเป็น .grd



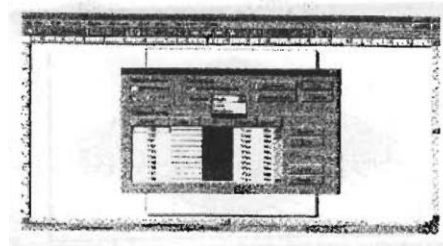
6. เลือก Map แล้วเลือก Contour เพื่อนำข้อมูลที่มีนามสกุล .grd มาทำเป็นเส้นระดับ (contour line)



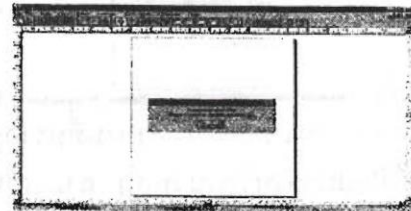
7. เลือกเพิ่มข้อมูลที่ต้องการโดยจะมีชื่อเดียวกับในตอนแรกแต่จะมีนามสกุลเป็น .grd แทนเท่านั้น



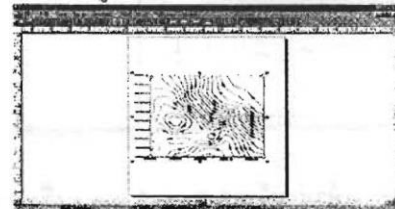
8. จะปรากฏหน้าจอ Contour Map แล้วจึงกำหนดลักษณะต่างๆ ที่ต้องการได้จากหน้าจอ



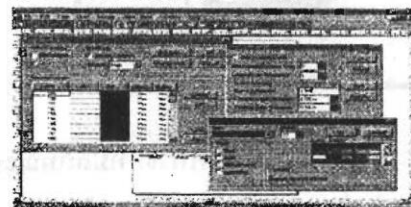
9. แล้วเลือก OK จะปรากฏหน้าจอนี้ เพื่อบอกถึงสถานะการทำเส้นระดับ และสามารถเลือก Cancel ได้ถ้าหากต้องการยกเลิกการทำเส้นระดับ (contour line)



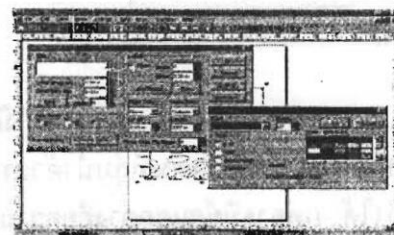
10. หลังจากนั้นจะได้เส้นระดับ (contour line) ที่ยังไม่สมบูรณ์



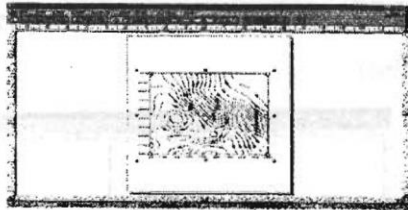
11. การแก้ไขให้คลิก 2 ครั้งที่รูป จะได้หน้าจอ contour line เลือก Label แล้วจึงเลือกคำสั่ง Font และ Format เพื่อแก้ไขการมีจุดทศนิยมและลักษณะของตัวเลข-ตัวอักษร



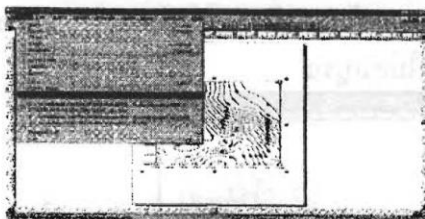
12. การเปลี่ยนแปลงเส้นขอบทั้ง 2 แกนสามารถทำได้โดยคลิกในแกนที่ต้องการเพื่อไปสู่นหน้าต่าง Axis เพื่อแก้ไขลักษณะของตัวเลขที่แกนทั้ง 2 แกนต่อไป



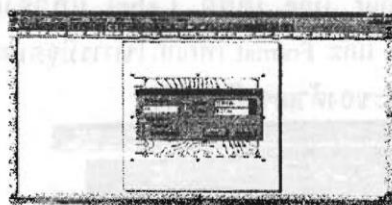
13. หลังจากนั้นจะได้เส้นระดับ (contour line)ตามที่ต้องการ



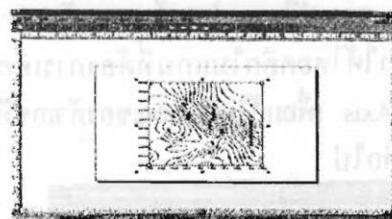
14. การเปลี่ยนแปลงภาพที่ปรากฏบนหน้าจอให้เป็นแนวตั้งหรือแนวนอน สามารถทำได้โดยเลือก File และ Page Layout



15. เข้าสู่หน้าจอ Page Layout เลือก Portrait สำหรับแนวตั้ง และ Landscape สำหรับแนวนอน



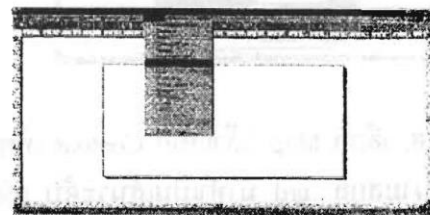
16. เลือก OK จะได้หน้าจอที่มีลักษณะตามที่ต้องการ



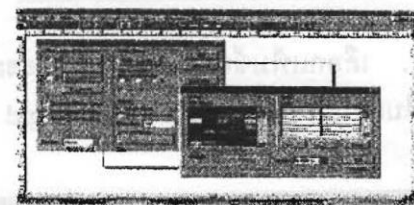
17. การทำรูปที่มีลักษณะเป็น 3 มิติเพื่อบอกระดับความสูง-ต่ำของพื้นที่ลุ่มน้ำตัวเท่านั้นสามารถทำได้ แต่อาจมีข้อแตกต่างคือความถี่ของเส้นในแกน X และ Y อาจแตกต่างกัน ซึ่งมักมีค่า

น้อยกว่าเพื่อให้ได้ ภาพที่มีความละเอียดมากกว่า ดังนั้นเราอาจสามารถทำเพิ่ม .grd ใหม่ที่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นได้

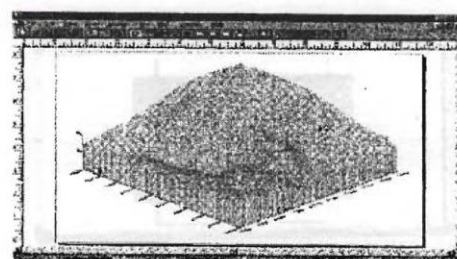
18. เมื่อได้เพิ่มข้อมูลที่ต้องการ (ที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงระดับความถี่) ซึ่งจะต้องมีนามสกุลเป็น .grd แล้วจึงเลือกคำสั่ง Map เลือก Surface



19. เลือกเพิ่มข้อมูลที่ต้องการ หลังจากนั้นเข้าสู่หน้าจอ Surface Plot กำหนดสีของเส้นต่างๆ รวมทั้งระดับความสูงที่ต่ำที่สุดที่ต้องการสร้างรูป 3 มิติ



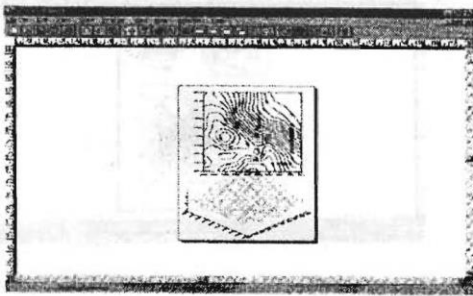
20. หลังจากนั้นจะได้ภาพที่มีลักษณะเป็น 3 มิติที่สามารถบอกระดับความสูง-ต่ำของแต่ละพื้นที่ได้ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆให้คลิกในบริเวณที่ต้องการแล้วจึงตั้งค่าโดยมีวิธีการเช่นเดียวกับการตั้งค่าของเส้นระดับ(contour line)



ผลการศึกษา

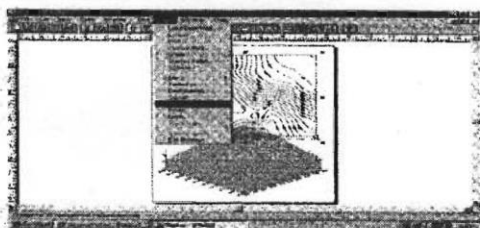
การนำแฟ้มข้อมูล 2 แฟ้มให้มาอยู่ในแฟ้มเดียวกัน

เป็นการซ้อนทับของแฟ้มเส้นระดับ (contour line) กับแฟ้มข้อมูล 3 มิติ สามารถทำได้โดยตามขั้นตอนข้างต้นซึ่งสามารถทำพร้อมกันโดยอยู่ในแฟ้มข้อมูลเดียวกัน แต่อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปของ .grd เนื่องจากแฟ้มข้อมูลของเส้นระดับจะมีความถี่ของเส้นค่อนข้างน้อยกว่า แต่แฟ้มข้อมูลที่เป็น 3 มิตินั้นต้องการความละเอียดมากเพื่อให้ได้รูปที่มีความละเอียดมากกว่านั่นเอง หลังจากได้รูปเส้นระดับ(contour line)และรูป 3 มิติแล้วซึ่งจะมีลักษณะเป็นดังนี้

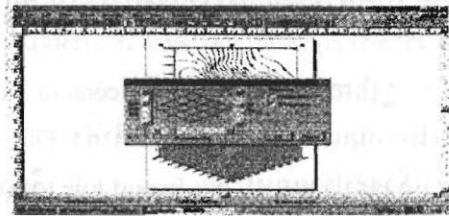


การทำรูปแสดงเส้นระดับ(contour line)ให้อยู่ในลักษณะที่เป็นรูป 3 มิติ

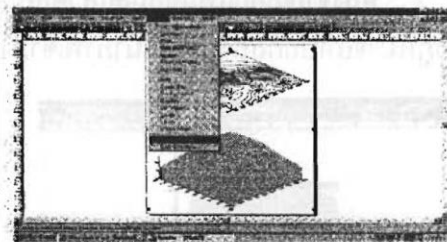
1. โดยเลือกคำสั่ง Map และ 3D View การตั้งค่านั้นสามารถสังเกตได้จากรูป 3 มิติที่มีอยู่เดิมว่ามีค่าต่างๆ เป็นเท่าใดแล้วจึงตั้งค่ารูป 3 มิติของเส้นระดับ(contour line)ให้มีค่าเท่ากับรูป 3 มิติที่มีอยู่เดิมเพื่อให้สะดวกในการซ้อนทับรูปทั้งสองเข้าด้วยกัน



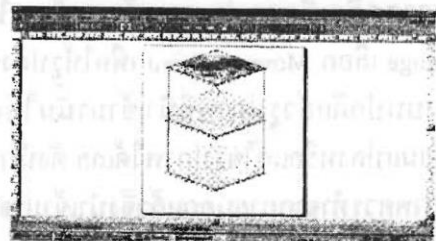
2. จะปรากฏหน้าจอ View กำหนดค่าต่างๆ ที่ปรากฏบนหน้าจอให้เท่ากับค่าของรูป 3 มิติที่มีอยู่



3. แล้วเลือก OK จะได้รูปแสดงเส้นระดับที่มีลักษณะเป็นรูป 3 มิติตามต้องการ ในขั้นตอนต่อไปให้กดที่รูปทั้ง 2 โดยกด Shift ค้างไว้เพื่อเป็นคำสั่งเลือกรูปทั้ง 2 รูป เลือกคำสั่ง Map จากเมนูแล้วเลือก Overlay Maps จะทำให้รูปทั้ง 2 รูปจะอยู่ในลักษณะที่ซ้อนทับกันอยู่



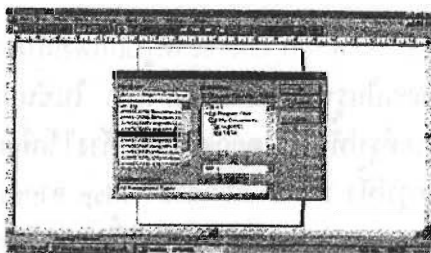
4. คลิก OK จะได้รูปที่เกิดจากการซ้อนกันของทั้ง 2 รูป หลังจากนั้นจึงแต่งรูปเพื่อความสวยงามต่อไป



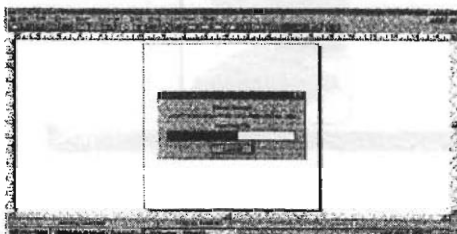
การซ้อนทับแฟ้มข้อมูลในลักษณะที่เป็น การนำแฟ้มที่เป็นรูปภาพ(.jpg, .bmp, .gif เป็นต้น) เข้ามาซ้อนทับกับข้อมูลที่ได้จากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SURFER แต่การนำแฟ้มข้อมูลที่เป็นรูปภาพมาซ้อนทับนั้นอาจมีข้อจำกัด กล่าวคือภาพที่ได้

นั้นจะอยู่ในลักษณะ 2 มิติเท่านั้น ไม่สามารถทำให้รูปดังกล่าวอยู่ในลักษณะที่เป็น 3 มิติได้ การทำในขั้นตอนแรกนั้นไม่แตกต่างจากวิธีการข้างต้นเพื่อทำเพิ่มเส้นระดับ(contour line)โดยมีวิธีการดังนี้

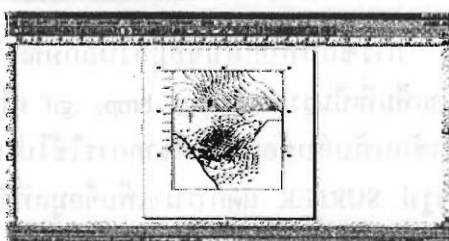
1. รูปแสดงเพิ่มเส้นระดับ(contour line)ที่เหมือนในตอนแรก ขึ้นต่อไปเลือกคำสั่ง File เลือก Import แล้วจะปรากฏหน้าจอ Import File เลือกเพิ่มข้อมูลรูปที่ต้องการ



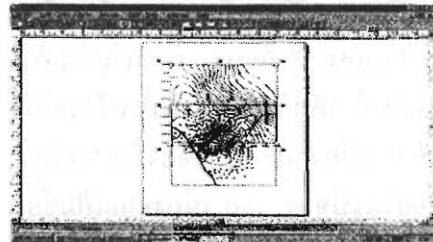
2. หลังจากเลือกเพิ่มข้อมูลแล้วคลิก OK จะปรากฏหน้าจอที่บอกสถานะการนำภาพเข้ามา



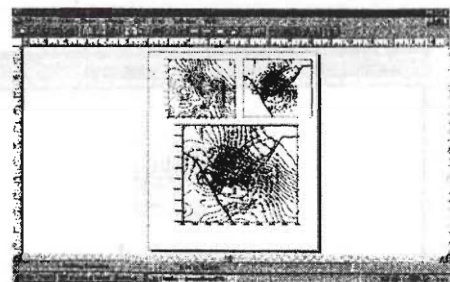
3. จะปรากฏภาพที่นำเข้ามาบนหน้าจอทันที ขึ้นต่อไปเป็นการนำรูปทั้ง 2 รูปมาซ้อนทับกัน เริ่มจากคลิกเลือกรูปแสดงเส้นระดับ ใช้คำสั่ง Arrange เลือก Move to Front เพื่อให้รูปดังกล่าวอยู่ด้านบนปกติแล้วรูปภาพที่นำเข้ามานั้นไม่สามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขรูปภาพได้เลย ดังนั้นการแต่งรูปภาพควรทำจากภายนอกแล้วจึงนำเข้ามาจะดีกว่า



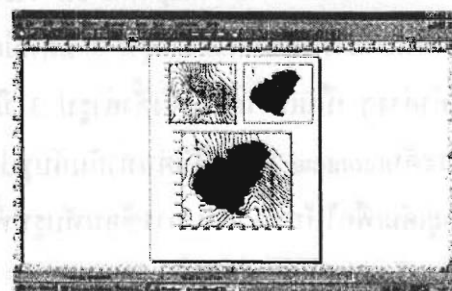
4. จะพบว่ารูปเกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณตำแหน่งที่ซ้อนทับกันคือ รูปแสดงเส้นระดับจะอยู่ด้านบนแทนรูปที่นำเข้ามา



5. จัดรูปภาพให้ได้ขนาดเท่ากันและซ้อนทับกันพอดี พร้อมทั้งใส่ทิศแต่งรูปตามความเหมาะสม



6. นอกจากนี้ยังสามารถใช้รูปที่มีลักษณะเป็นรูปถ่ายได้เช่นกัน โดยมีวิธีการทำเช่นเดียวกัน



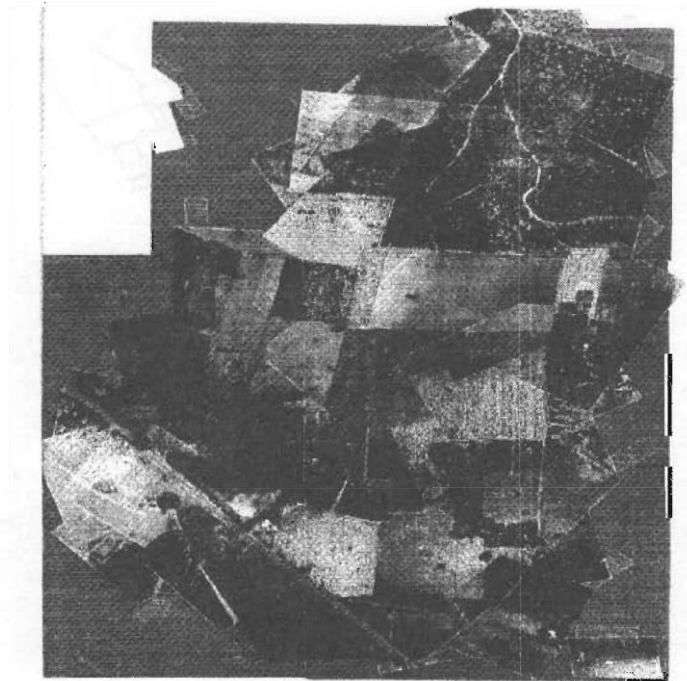


Figure 1 Aerial photograph taken from a balloon of the representative watershed at Kummuang village in early August 1999.

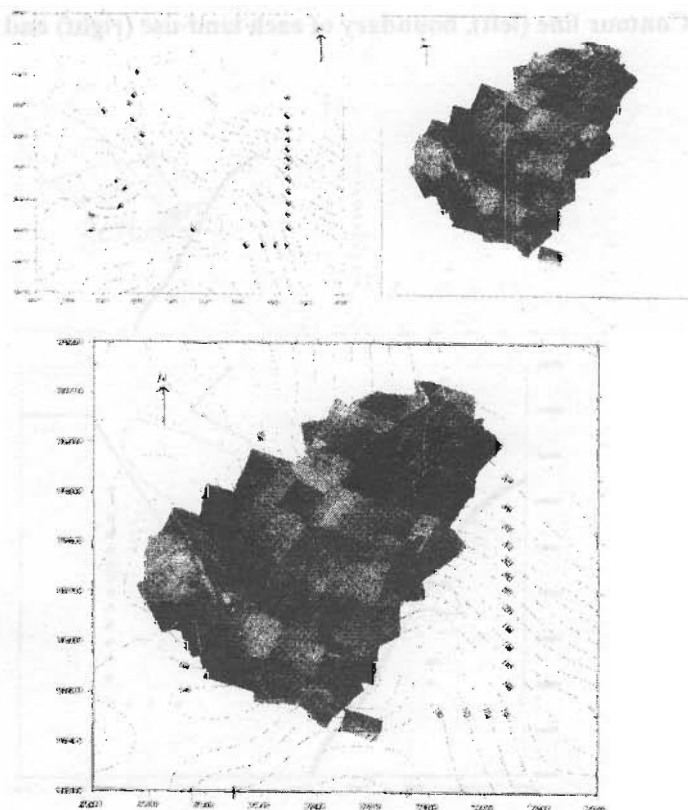


Figure 2 Contour line and different land-use from aerial photograph of the study site.

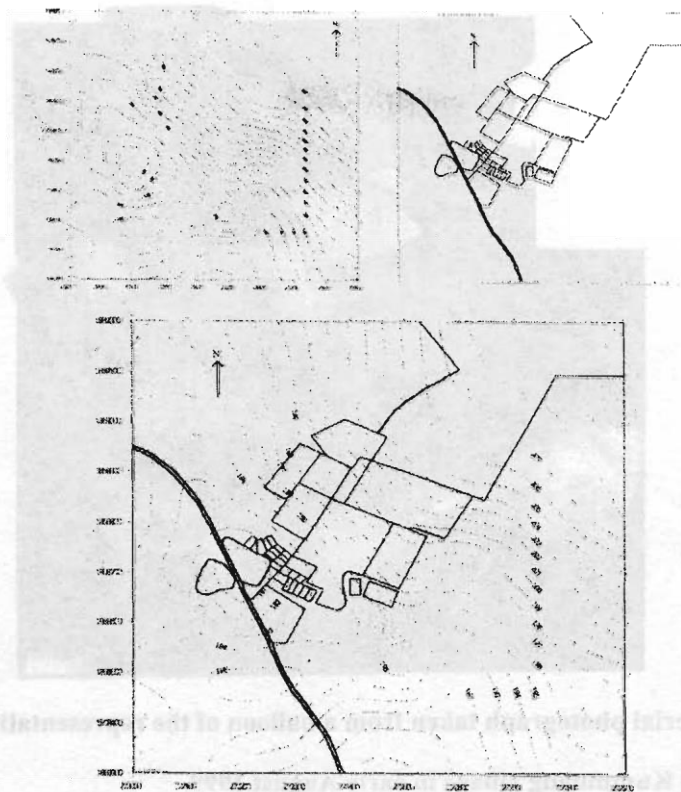


Figure 3 Contour line (left), boundary of each land-use (right) and overlay together.

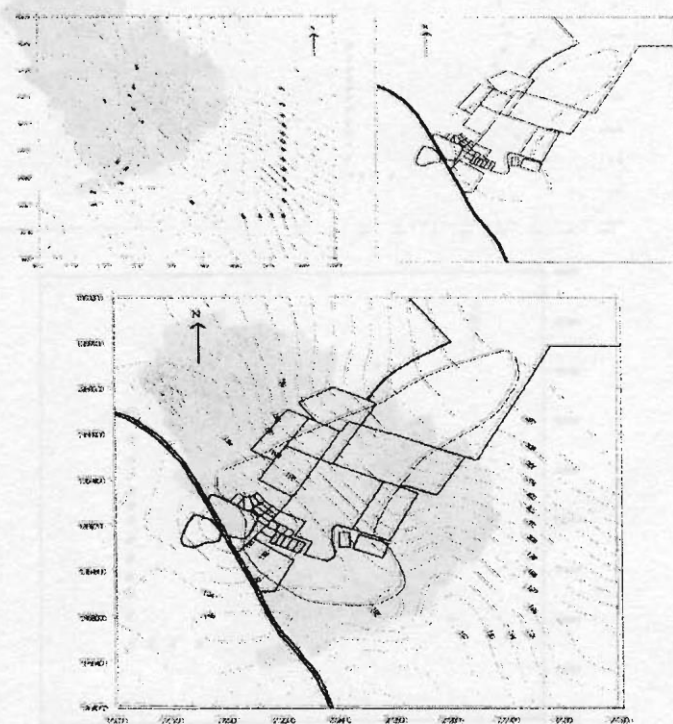


Figure 4 Contour line (left), boundary of each land-use and small watershed boundary (right) and overlay together.

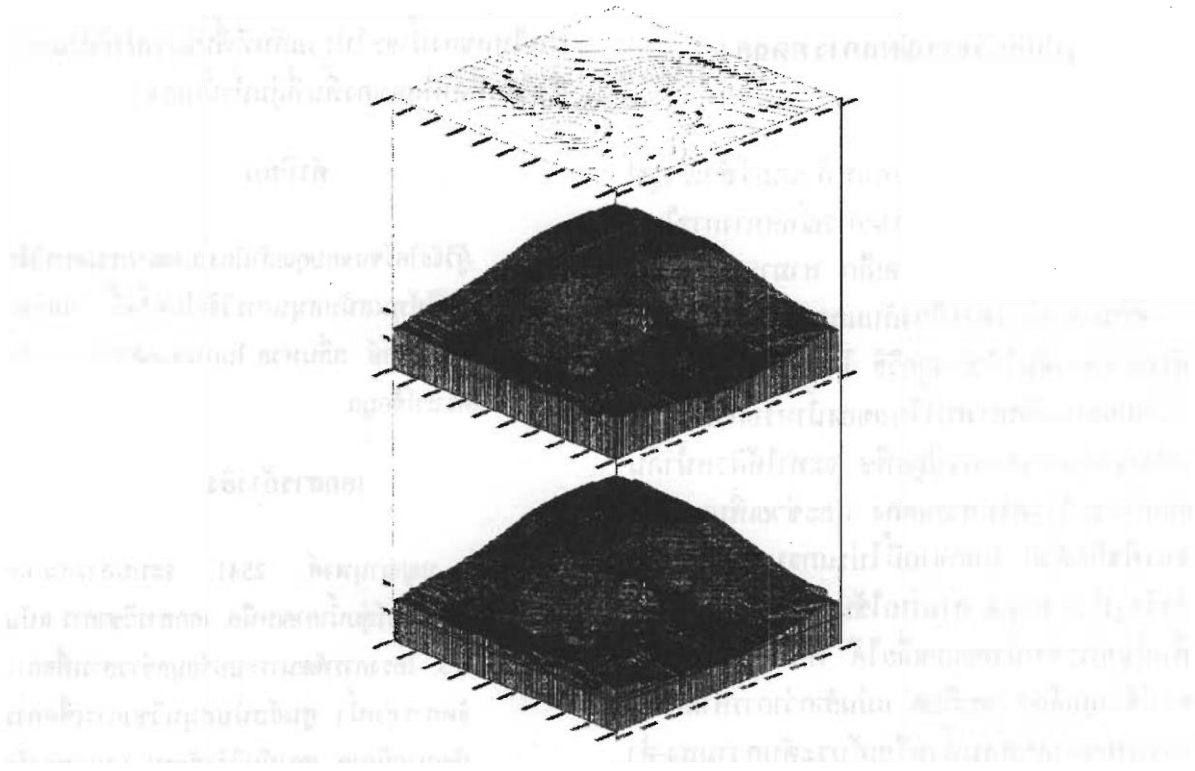


Figure 5 Overlay of contour line and 3 dimension of the representative watershed.

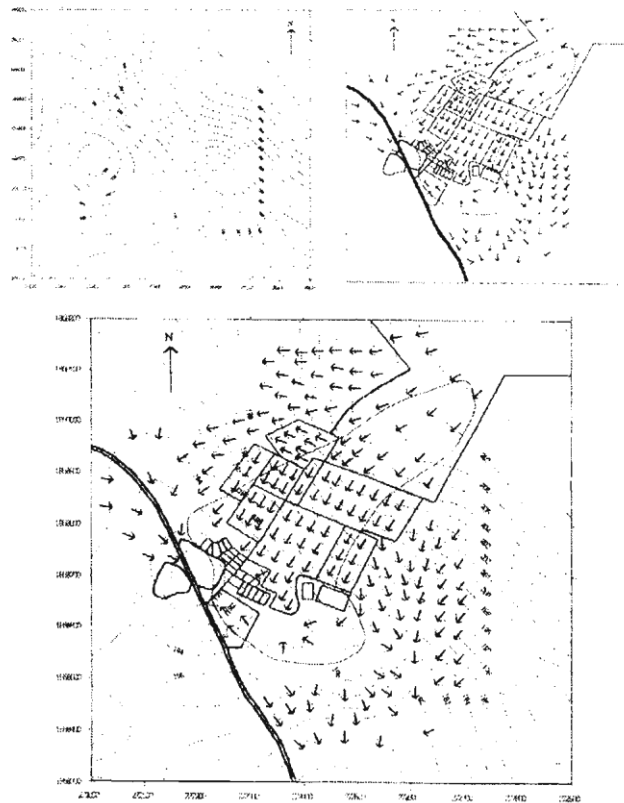


Figure 6 Water flow direction in each land-use zone of the representative watershed.

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SURFER ในการประเมินค่าการไหลทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก สามารถประกอบการศึกษาหาแนวทางป้องกันและแก้ไขการชะล้างพังทลายของดินได้อย่างถูกต้อง โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงหรือเขียนบททิศทางของน้ำหรือการเปลี่ยนแปลงร่องแฉกของการปลูกพืช จะทำให้ผิวน้ำดินเกิดการชะล้างพังทลายลดลง และช่วยเพิ่มผลผลิตของพืชอีกด้วย นอกจากนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SURFER สามารถใช้บอกความสูง-ต่ำของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยได้ ให้ผลการประเมินค่อนข้างถูกต้อง ละเอียด แม่นยำกว่าการคาดคะเนการลากขอบเขตลุ่มน้ำหรือเส้นระดับความสูง-ต่ำ (contour line) โดยการลากเส้นด้วยมือ (conventional method) นอกจากนี้ยังเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ร่วมกับโปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ ได้

นอกจากนี้แล้วจะพบว่าทิศทางทางการไหลของน้ำนั้นมีปัจจัยหลัก 2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อทิศทางทางการไหลของน้ำ ปัจจัยแรกคือความสูง-ต่ำของพื้นที่ซึ่งเป็นปัจจัยทางธรรมชาติที่กำหนดทิศทางทางการไหลของน้ำ ส่วนอีกปัจจัยคือทิศทางของร่องปลูกพืชและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งสองปัจจัยนี้จะเป็นตัวกำหนดทิศทางทางการไหลของน้ำว่าจะไปในทิศทางไหน ซึ่งสามารถสังเกตได้จากรูปที่ 6 ซึ่งแสดงทิศทางทางการไหลของน้ำ (water flow direction) ในแต่ละพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินของขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา จะพบว่าทิศทางทางการไหลของน้ำนั้นจะไหลไปใน 2 ลักษณะ คือไหลในทิศตั้งฉากกับเส้นระดับ (contour line) กับการไหลไปตามทิศทางของร่องปลูกพืช สุดท้ายแล้วทิศทาง

การไหลของน้ำจะไปรวมกันที่พื้นที่รับน้ำที่เป็นแอ่ง ซึ่งก็คือที่ต่ำที่สุดของพื้นที่ลุ่มน้ำนั่นเอง

คำนิยม

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ นายสุภฤกษ์ กลิ่นหวล ในการช่วยดำเนินงานวิจัย และการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- เกริกศักดิ์ บุญญาหงษ์. 2541. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ลุ่มน้ำภาคเหนือ. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 3. โครงการพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารเพื่อการจัดการลุ่มน้ำ ศูนย์สนับสนุนวิชาการเพื่อการพัฒนาภูมิภาค สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: 53 หน้า.
- ชรรัตน์ มงคลสวัสดิ์. 2540. การสำรวจข้อมูลระยะไกล Remote sensing. มหาวิทยาลัยขอนแก่น: หน้า 151-160.
- ประเสริฐ บุตรวสุ. 2535. เทคนิคพื้นฐานการเขียนแผนที่. วารสารพัฒนาที่ดิน 29(324): 16-24.
- ประเสริฐ บุตรวสุ. 2535. เทคนิคพื้นฐานการเขียนแผนที่. วารสารพัฒนาที่ดิน 29(325): 7-12.
- เสนห์ โรจนดิษฐ์. 2533. คอมพิวเตอร์ช่วยงานเขียนแบบกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์. วารสารภูมิศาสตร์ 15(3):403-408.
- อาภรณ์ พรหมประสิทธิ์. 2534. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการอ่านแผนที่. วารสารพัฒนาที่ดิน. 28(316): 20-32.
- อภิศักดิ์ โสมอินทร์. 2525. แผนที่และการแปลความหมายจากแผนที่. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม: 189 หน้า.
- Keckler, D. 1994. SURFER for Windows version 6.0 : User's Guide. Golden Software, Inc.