# บทที่ 4

# ผลการศึกษา

## 4.1 ศึกษาฐานข้อมูล GIS ของพื้นที่ศึกษาที่มีอยู่แล้ว

จากการศึกษาฐานข้อมูล GIS ของพื้นที่ศึกษาที่มีอยู่แล้วและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อตรวจสอบสภาพของระบบระบายน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน สภาพพื้นที่ชั้นความสูง ตลอดจนคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่มีปัญหาน้ำท่วมขังที่เหมาะสม องค์ประกอบของฐานข้อมูล GIS ของเทศบาลเมืองนครพิษณุโลกนั้น ประกอบไปด้วยข้อมูลด้านต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

**4.1.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่** เป็นข้อมูลในรูปแบบ Vector ประกอบด้วยชั้นข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

(1) Bridge Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปของขอบเขตพื้นที่ของสะพาน แสดงในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

(2) Flood Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบของขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม แสดงในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

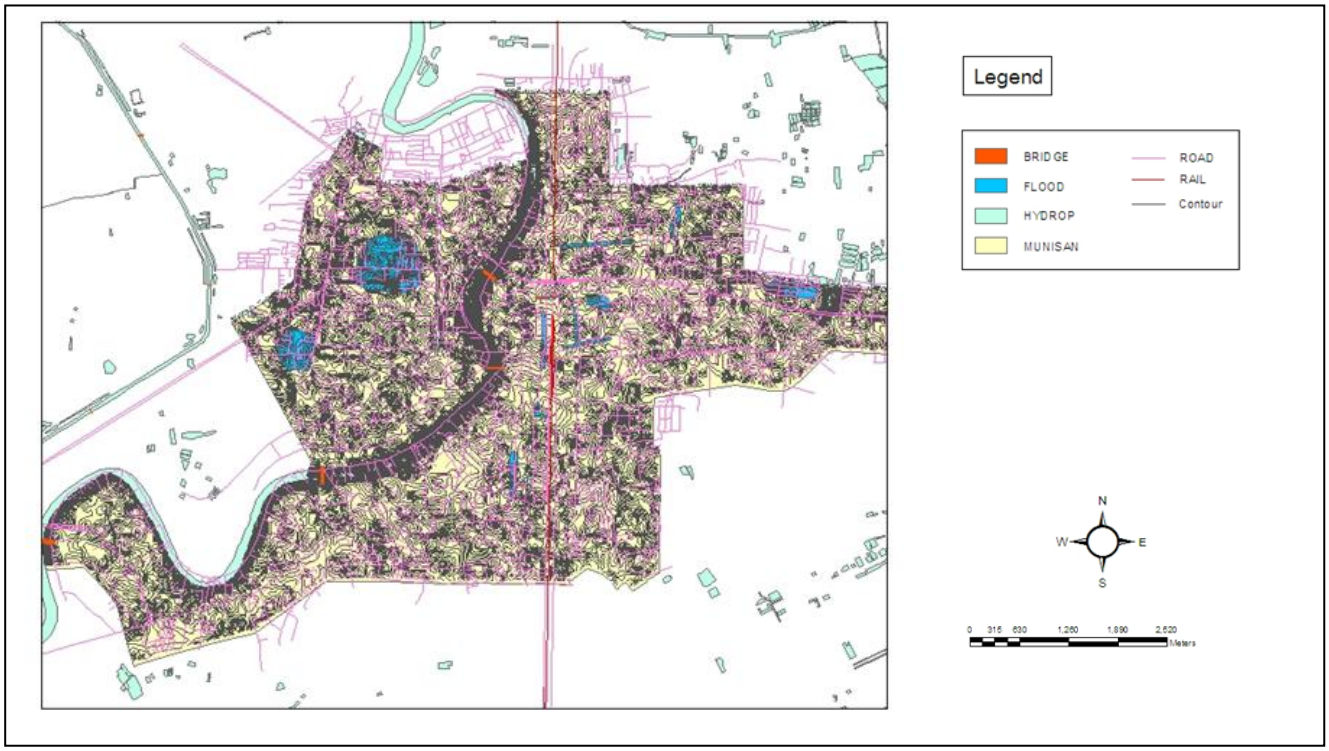
(3) Hydrop Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบของลุ่มน้ำแสดงในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

(4) Munisan Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบขอบเขตของเทศบาล พื้นที่ศึกษา : เทศบาลนครพิษณุโลก

(5) Road Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบเส้นทางคมนาคมแสดงในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

(6) Rail Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบเส้นทางคมนาคมแสดงใน (ทางรถไฟ) ของพื้นที่ศึกษาขอบเขต

(7) Contour Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบของเส้นความสูงเท่าของพื้นที่นั้น ๆ หรือก็คือเป็นการแสดงความสูงต่ำของลักษณะภูมิประเทศโดยสร้างเส้นสมมุติที่ให้เส้นนั้นลากผ่านจุดใด ๆ ที่มีความสูงเท่ากัน




**รูปที่ 4.1** ระบบฐานข้อมูล GIS ของเทศบาลเมืองนครพิษณุโลก

**4.1.2 ข้อมูลส่วนที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการระบายน้ำชุมชน (Urban Drainage)** เป็นส่วนองค์ประกอบของฐานข้อมูล GIS ของเทศบาลเมืองนครพิษณุโลก ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการระบายน้ำชุมชน (Urban Drainage) เพื่อวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ทางอุทกวิทยาที่นำมาใช้ในการออกแบบระบบระบายน้ำ ประกอบไปด้วยข้อมูลด้านต่าง ๆ ดังนี้

(1) ข้อมูล Digital Elevation Model (DEM) โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1.1) Feature Layer ที่เป็นชุดของข้อมูลนำเข้าหลัก ๆ คือ

- Contour Data เป็นชั้นข้อมูลที่ นำเสนอในรูปแบบของเส้นความสูงเท่าของพื้นที่ และในการกำหนดค่าให้เลือกฟิลด์ที่บันทึกค่าความสูงของเส้น และ Type เป็น Contour

- Boundary Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอข้อมูลในรูปแบบของพื้นที่รูปปิด (Polygon) ในที่นี้อาจเป็นชั้นข้อมูลของพื้นที่ศึกษา (Study Area) เพื่อนำมาใช้แสดงเป็นขอบเขตของผลลัพธ์ (Out put) เท่านั้น เพราะฉะนั้นจึงไม่ต้องมีการกำหนดฟิลด์ ส่วน Type เลือกเป็น Boundary

(1.2) Field ใช้ในการกำหนดหรือเลือกฟิลด์ที่บันทึกข้อมูลที่เหมาะสมกับประเภทของชั้นข้อมูล ที่ต้อง การจะสร้าง DEM

(1.3) Type ประเภทของชุดข้อมูลที่นำเข้า เพื่อนำมาใช้ในการสร้าง DEM จะประกอบไปด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ต่าง ๆ และข้อมูลที่จำเป็นในการนำไปใช้สร้าง DEM คือ ข้อมูลระดับความสูง (Contour Data)

(2) ข้อมูลเชิงพื้นที่ อื่น ๆ

- Watershed Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบของขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ แสดงในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

- Road Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบเส้นทางคมนาคม แสดงในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

- Rail Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบเส้นทางคมนาคม (เส้นทางรถไฟ) แสดงในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

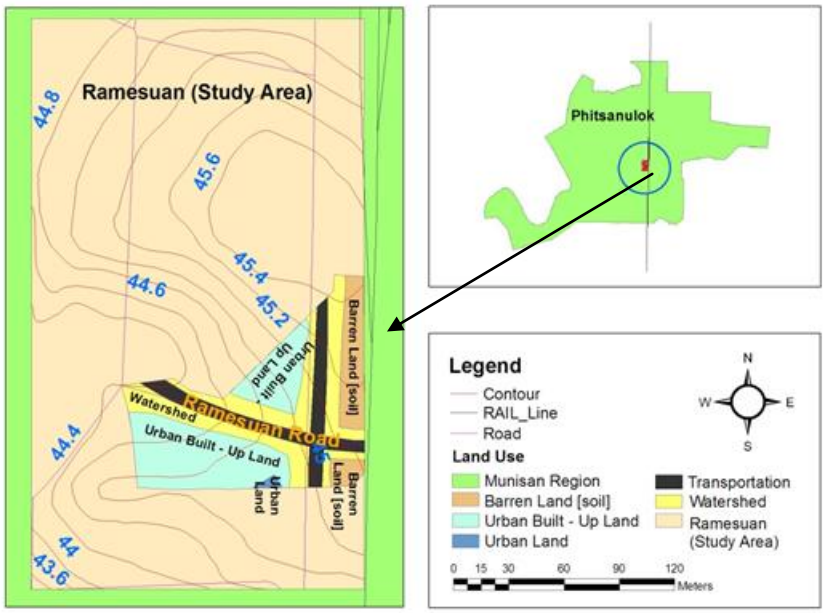
- Land Use Data เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบของลักษณะการใช้ที่ดินสามารถแยกประเภทต่าง ๆ เช่น เขตเมือง (พื้นที่อยู่อาศัย) เขตพื้นที่โครงสร้างพื้นฐาน (เส้นทางถนน เส้นทางรถไฟ) และ อื่น ๆ เป็นต้น

## 4.2 ตรวจสอบข้อมูลภาคสนามที่สำคัญ

เพื่อให้สอดคล้องกับฐานข้อมูล GIS ที่มีอยู่ ตลอดจนข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวกับระบบระบายน้ำ เมื่อทำการประเมินระบบ GIS ที่มีอยู่และทำการเลือกพื้นที่ที่มีปัญหาการระบายน้ำ ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก จากแผนที่ GIS แล้ว จึงทำการสำรวจภาคสนามเพื่อตรวจสอบสภาพพื้นที่จริง ลักษณะการใช้ที่ดิน ท่อระยายน้ำในพื้นที่ ลักษณะการไหลของน้ำ ตลอดจนสอบถามจากวิศวกรผู้ดูแลระบบระบายน้ำในพื้นที่ ถึงปัญหาการระบายน้ำ และการออกแบบระบบระบายน้ำที่ต้องการ

จากพื้นที่ที่มีปัญหาการระบายน้ำจากแผนที่ GIS สรุปได้ว่ามีหลายพื้นที่ ดังแสดงด้วยพื้นที่สีฟ้าในรูปแผนที่ GIS รูปที่ 4.1 ข้างต้น แต่ละพื้นที่มีผลกระทบต่อทรัพย์สิน และความรุนแรงของปัญหาเป็นไปตามลักษณะความสำคัญของการใช้พื้นที่ เมื่อได้ตรวจสอบจากภาคสนาม และสอบถามความเห็น

กับวิศวกรผู้ดูแลระบบระบายน้ำของเทศบาลนครพิษณุโลก ได้ข้อสรุปเลือกพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาการระบายน้ำในบริเวณถนนราเมศวรเพื่อใช้ในการศึกษาประยุกต์ ข้อมูล GIS เพื่อการระบายน้ำ ดังรูปที่ 4.2 จากนั้นจึงทำการประเมินลักษณะของการใช้พื้นที่ ซึ่งสามารถทำการสำรวจจากข้อมูลภาคสนามโดยตรง เพื่อวัดพื้นที่ของแต่ละประเภทในการใช้ประโยชน์ที่ดิน แต่เนื่องจากในการวิจัยนี้อาศัยการวิเคราะห์บนระบบแผนที่ GIS จึงทำการประเมินข้อมูล Land Use ประเภทต่างๆ ในบริเวณพื้นที่รับน้ำ (Watershed) ที่ศึกษาโดยการ Digitizing อ้างอิงจากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง QuickBird ดังรูปที่ 4.3 และ overlay ลงบนแผนที่ GIS ทำให้สามารถหาพื้นที่ของ Land use แต่ละประเภทได้ แต่อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของประเภท Land use จากภาพถ่ายดาวเทียมกับของจริง โดยรายละเอียดแนวทางการดำเนินงานแสดงในหัวข้อการวิเคราะห์ข้อมูล




**รูปที่ 4.2** ประยุกต์ ข้อมูล GIS เพื่อการระบายน้ำ ของพื้นที่ศึกษาในเขตเทศบาลเมืองนครพิษณุโลก

**รูปที่ 4.3** ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง QuickBird บริเวณพื้นที่ศึกษาถนนราเมศวร

## 4.3 งานวิเคราะห์ข้อมูลด้วยฐานข้อมูล GIS

เมื่อทำการสำรวจสภาพระบบระบายน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน สภาพปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่และขีดจำกัดของพื้นที่ เพื่อประเมินปัญหาการเกิดน้ำท่วม และดำเนินการเลือกพื้นที่ศึกษาที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยา ภายใต้ แบบจำลอง GIS ในการวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์แนวทางการใช้งานแบบจำลองทาง GIS ที่สามารถรองรับการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยา อันประกอบด้วย การใช้พื้นที่ การสร้างขอบเขตพื้นที่ระบายน้ำ (watershed) ทิศทางการไหลของน้ำ (Flow direction) ตลอดจนการวัดพื้นที่และความลาดชัน เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางอุทกวิทยาที่ต้องใช้ในการออกแบบระบบระบายน้ำได้ โดยในการวิเคราะห์จะอาศัยกล่องเครื่องมือที่มีอยู่ในแบบจำลองภูมิสารสนเทศ ArcGIS ซึ่งเป็นโปรแกรม GIS ที่นิยมใช้กันในหน่วยงานต่างๆ ในขั้นตอนนี้จะต้องอาศัยฐานข้อมูล GIS ที่ประกอบไปด้วยข้อมูลที่จำเป็นต่อการนำไปวิเคราะห์ มีดังต่อไปนี้

**(1) ข้อมูล DEM**

- Feature Layer ที่เป็นชุดของข้อมูลนำเข้าหลัก ๆ คือ

  - Contour เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปของเส้นความสูงเท่าของพื้นที่ ในการกำหนดค่าให้เลือกฟิลด์ที่บันทึกค่าความสูงของเส้น และ Type เป็น Contour
  - Boundary เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอข้อมูลในรูปของพื้นที่รูปปิด (Polygon) ในที่นี้อาจเป็นชั้นข้อมูลของพื้นที่ศึกษา (Study Area) เพื่อนำมาใช้แสดงขอบเขตของผลลัพธ์ (Out put) เท่านั้น เพราะฉะนั้นจึงไม่ต้องมีการกำหนดฟิลด์ ส่วน Type เลือกเป็น Boundary

- Field ใช้ในการกำหนดหรือเลือกฟิลด์ที่บันทึกข้อมูลที่เหมาะสมกับประเภทของชั้นข้อมูลที่ต้อง การจะสร้าง DEM

- Type ประเภทของชุดข้อมูลที่นำเข้า เพื่อนำมาใช้ในการสร้าง DEM จะประกอบไปด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ต่าง ๆ และข้อมูลที่จำเป็นในการนำไปใช้สร้าง DEM คือ ข้อมูลระดับความสูง (Contour)

**(2) ข้อมูลเชิงพื้นที่ อื่น ๆ**

- Watershed เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปของ ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ แสดงในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา
- Road เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบเส้นทางคมนาคมแสดงในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา
- Rail Line เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบเส้นทางรถไฟแสดงในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา
- Land Use เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปของลักษณะการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ เช่น เขตเมือง (พื้นที่อยู่อาศัย) เขตพื้นที่โครงสร้างพื้นฐาน (ถนน เส้นทางรถไฟ) และ อื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งข้อมูล Land Use ที่ใช้ในการศึกษา Watershed นี้ได้จากการ Digitizing

การใช้งานแบบจำลอง ArcGIS เพื่อวิเคราะห์ทางอุทกวิทยามี 4 ส่วนที่สำคัญ ดังนี้

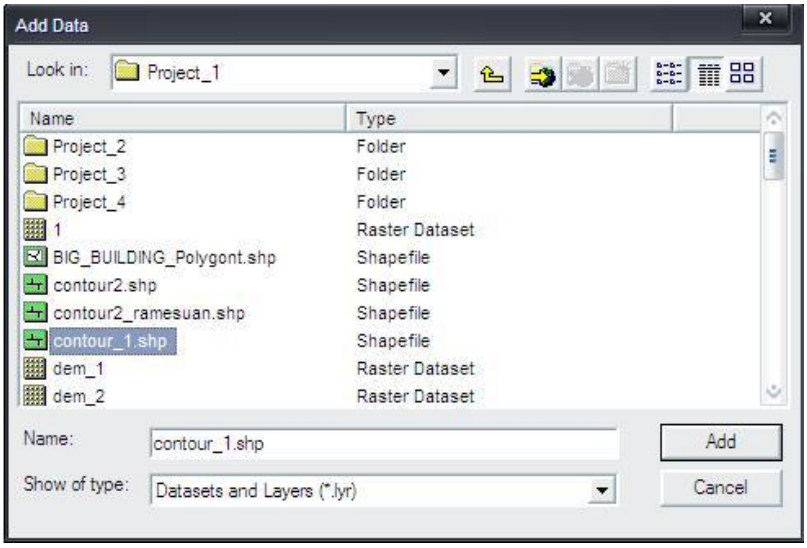
### 4.3.1 การวิเคราะห์พื้นที่รองรับน้ำ (Watershed)

ในการวิเคราะห์พื้นที่รองรับน้ำ (Watershed) ต้องใช้ชั้นข้อมูล DEM (DIGITAL ELEVATION MODEL) เพื่อช่วยสนับสนุนในการวิเคราะห์ สำหรับข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างชุดของข้อมูล DEM นั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลต่าง ๆ เช่น ชั้นข้อมูลจุดความสูง (Spot elevation), ชั้นข้อมูลเส้นความสูง (Contour), ชั้นข้อมูล Stream, ชั้นข้อมูล Boundary (ในที่นี้อาจเป็นชั้นข้อมูลขอบเขตของจังหวัด หรือขอบเขตของ Study Area) ชั้นข้อมูลที่จำเป็นในการนำเข้าหลัก ที่สำคัญ คือ ชั้นข้อมูลเส้นความสูง (Contour) เป็นชั้นข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบของเส้นความสูงเท่าของพื้นที่ ส่วนชั้นข้อมูลอื่น ๆ นั้นนำมาใช้ประกอบเพื่อทำให้ชั้นข้อมูล DEM ที่สร้างขึ้นมาแล้วนั้นให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยที่ในการศึกษาครั้งนี้จะวิธีการสร้างพื้นผิวในรูปแบบของ TIN เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการสร้างชั้นข้อมูล DEM รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์พื้นที่รองรับน้ำ (Watershed) มีดังนี้

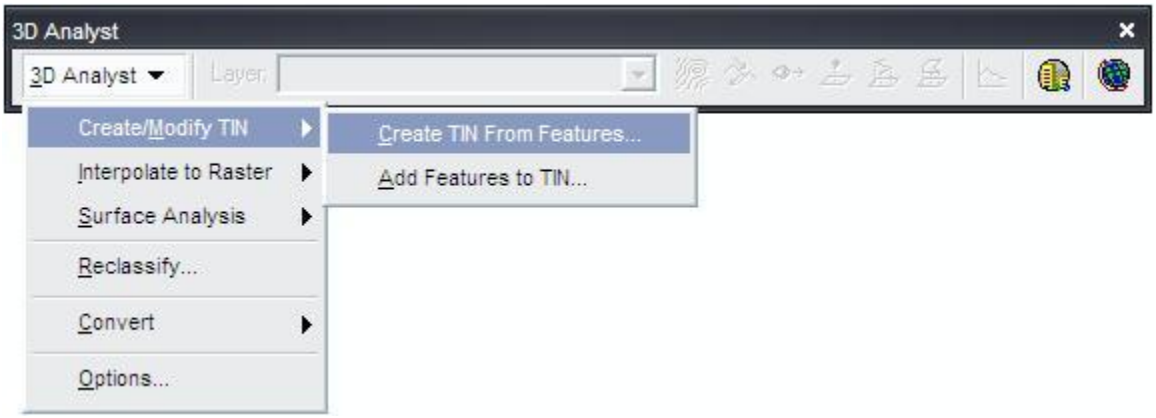
(1) การสร้างพื้นผิวในรูปแบบ TIN จากข้อมูลพื้นที่ 2 มิติ

ในการสร้างพื้นผิวในรูปแบบ TIN ขากข้อมูล contour ที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ 2 มิติมีขั้นตอนดังนี้

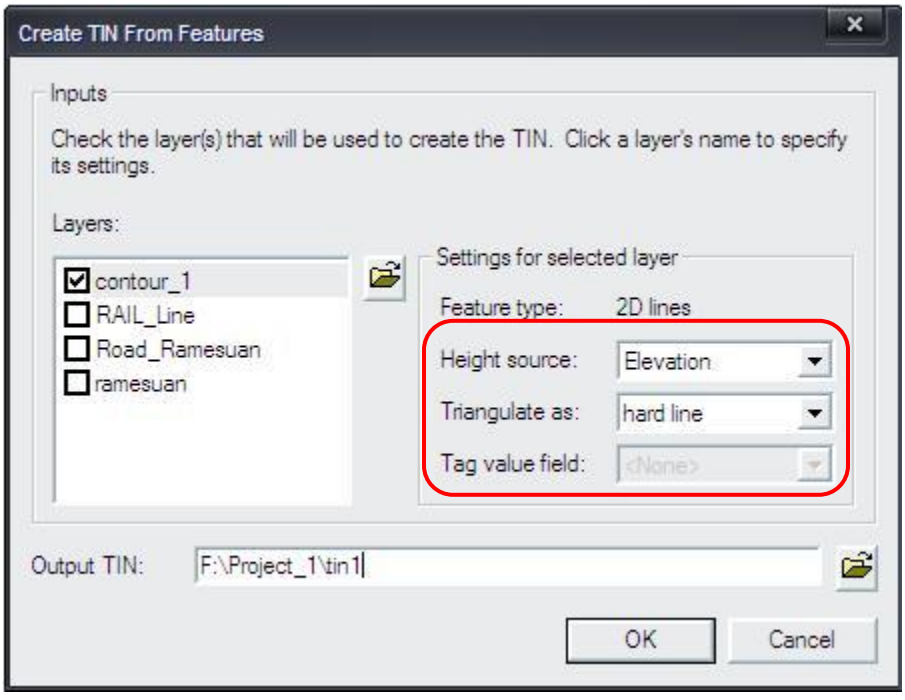
- เปิดโปรแกรม Arc Map และนำเข้าข้อมูล โดยคลิกที่ปุ่ม Add Data
- นำเข้าข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ต้องการ โดยเลือกข้อมูล contour_1.shp เพื่อแสดงเส้นชั้นความสูงของ Study Area ดังรูป



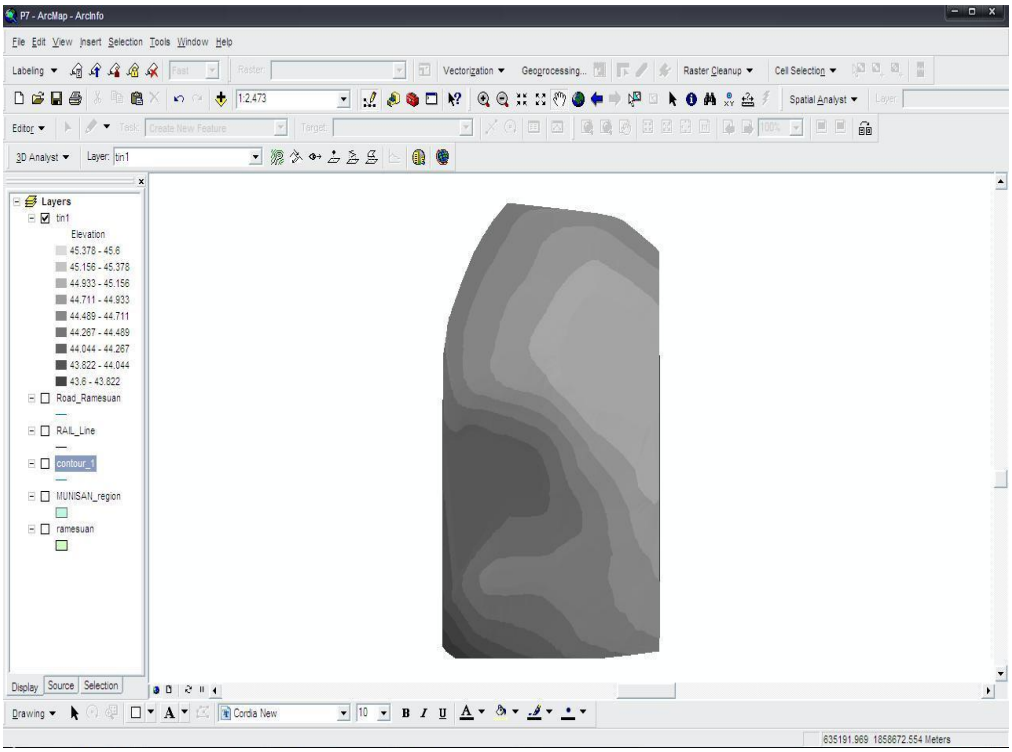
- ทำการสร้าง TIN โดยคลิกที่เมนู 3D Analyst > Create/Modify TIN > Create TIN from Features… ดังรูป



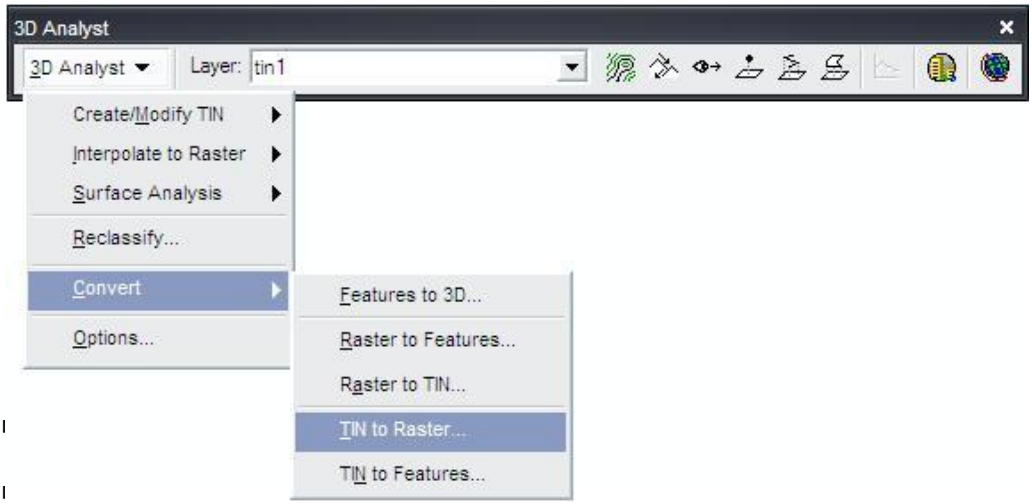

- ชั้นข้อมูล Contour กำหนดดังรูป



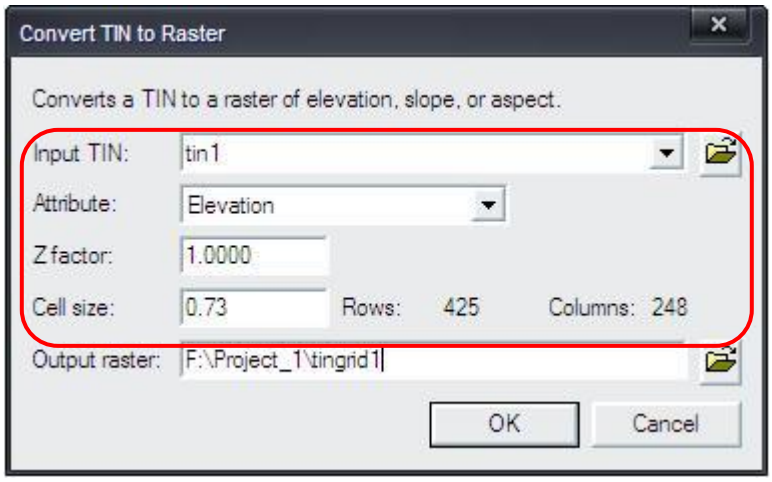

- ที่ Output TIN: กำหนดที่เก็บผลลัพธ์ และคลิกปุ่ม OK
- จะได้ผลลัพธ์เป็นข้อมูล TIN ที่แสดงความสูงของพื้นที่ ตามขอบเขตพื้นที่ Study Area ที่ใช้เป็นขอบเขตในการสร้างข้อมูล ดังรูป



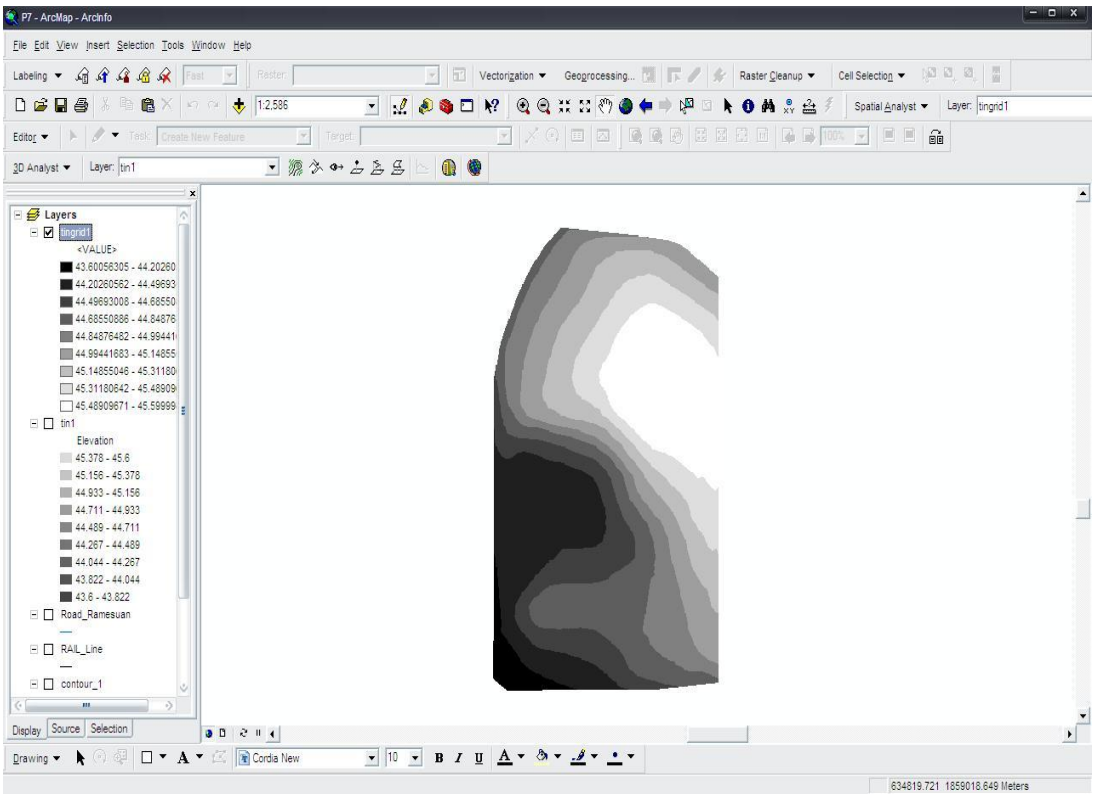

- ทำการเปลี่ยนชั้นข้อมูล TIN ที่ได้สร้างขึ้นมาให้เป็นชั้นข้อมูล DEM โดยคลิกที่เมนู 3D Analyst > Convert > TIN to Raster… ดังรูป



- กำหนดค่าและคลิกปุ่ม OK ดังรูป




- จะได้ข้อมูล DEM ดังรูป ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองทางอุทกศาสตร์ (Hydrology Model Analysis)

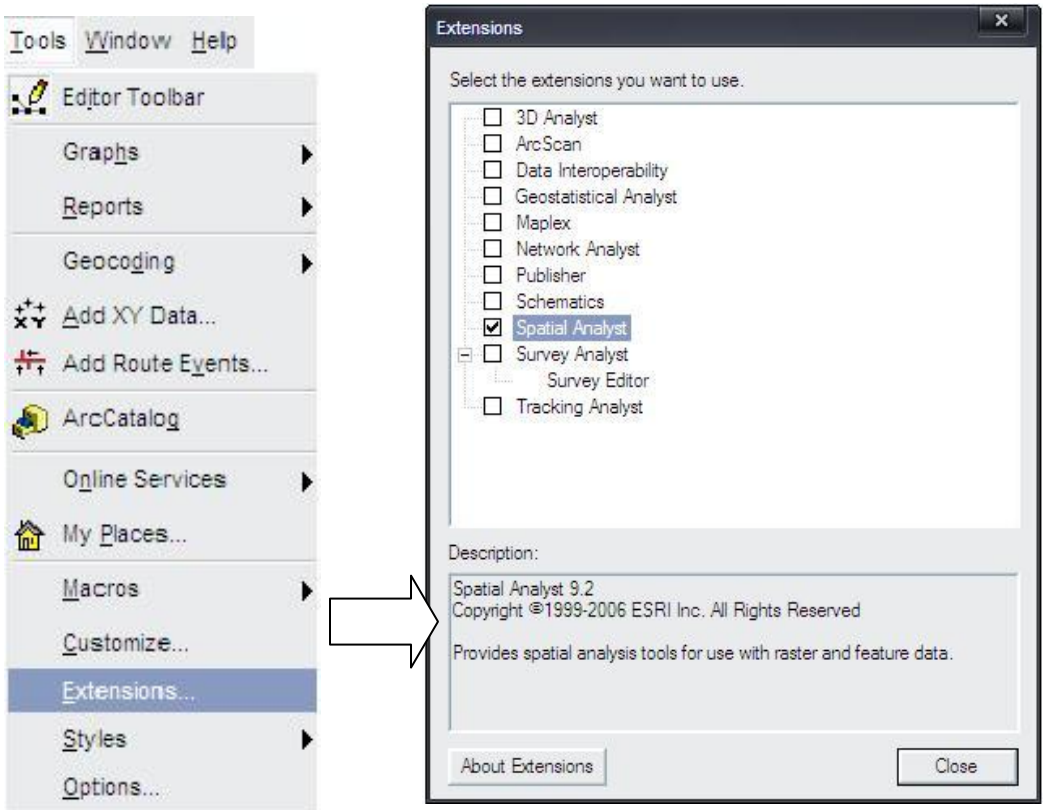


**(2) การเติมเต็มพื้นที่(Fill) เพื่อวิเคราะห์ด้วยชุดคำสั่งทางอุทกวิทยา**

**(Hydrology Model Analysis)**

ในโปรแกรม ArcGIS มี Extension ชื่อ Spatial Analyst ที่มีชุดคำสั่งสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลอุทกศาสตร์ซึ่งอยู่ในส่วนของ Hydrology ซึ่งผู้ใช้งานสามารถประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลอุทกศาสตร์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีดังนี้

- เปิดโปรแกรม ArcMap
- เปิดใช้งาน Spatial Analyst โดยคลิกเมนู Tools > Extensions > คลิกในกล่องสี่เหลี่ยมหน้า Spatial Analyst และปิดหน้าต่าง ดังรูป

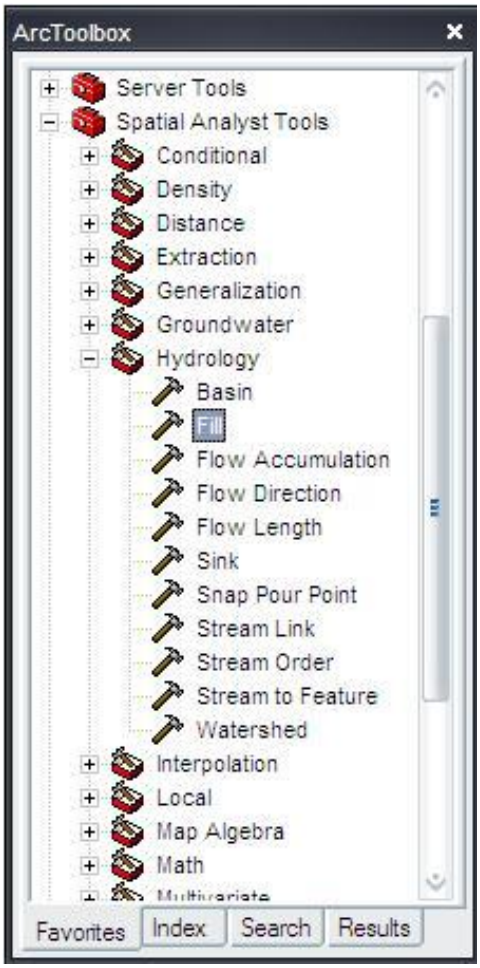


- การเติมเต็มพื้นที่ (Fill) เป็นคำสั่งเพื่อการเติมพื้นที่บริเวณที่เป็นหลุมหรือต่ำกว่าบริเวณทั่วไป และหากบริเวณใดมีความสูงกว่าพื้นที่ทั่วไปจะลดให้ใกล้เคียงพื้นที่นั้น ๆ เพื่อให้การไหลของน้ำเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง ดังนี้

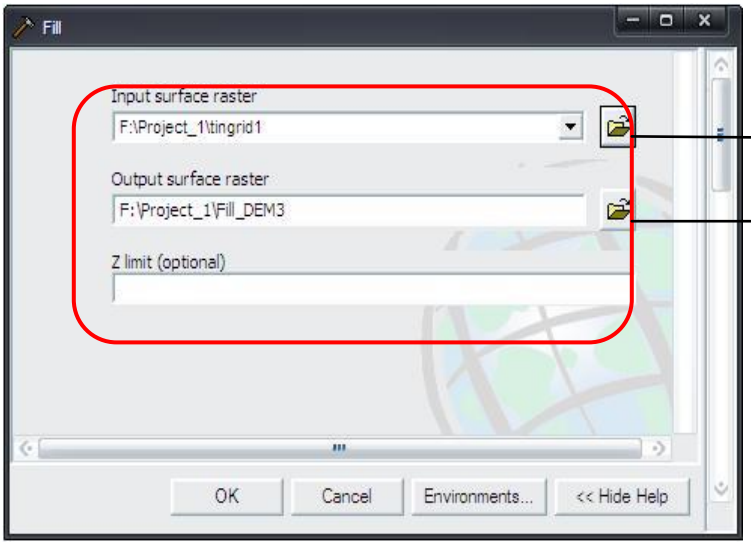
  -นำเข้าข้อมูล DEM จากโฟลเดอร์ที่ Save เก็บไว้

  -เปิด ArcToolbox ดับเบิ้ลคลิกที่ Spatial Analyst Tools > Hydrology > Fill

ดังรูป



-นำข้อมูล DEM มาทำการเติมเต็มพื้นที่ ในหน้าต่าง Fill กำหนดค่าและคลิกปุ่ม OK ดังรูป

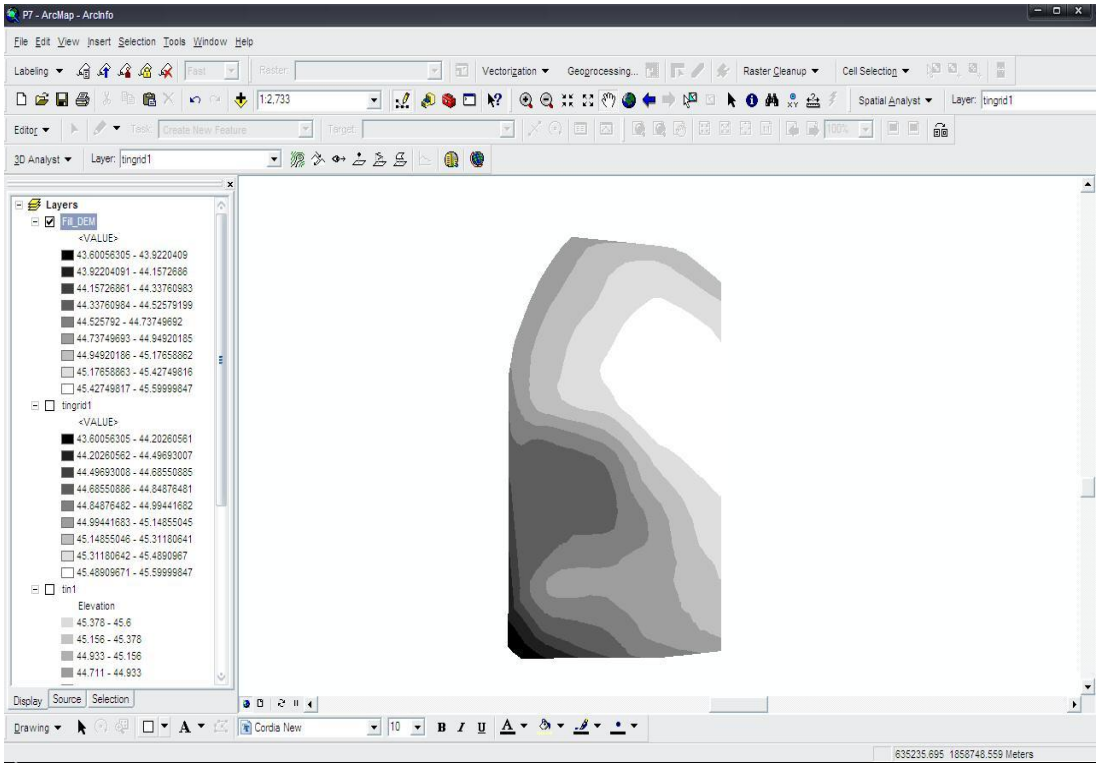



เลือกข้อมูล Raster ที่ต้องการ Fill

เลือกที่เก็บและตั้งชื่อผลลัพธ์ข้อมูล Raster

-เมื่อประมวลผลเสร็จแล้วปิดหน้าต่าง โดยคลิกปุ่ม Close

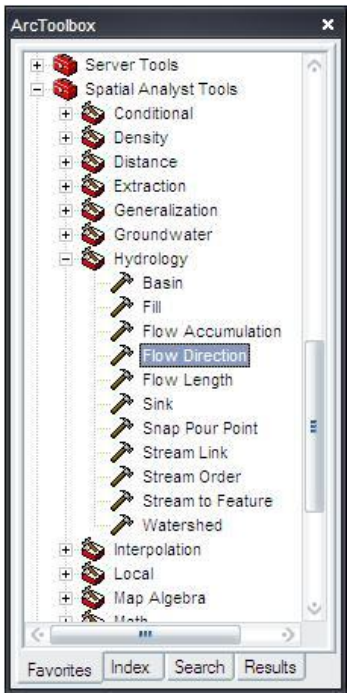
-ผลลัพธ์จะได้ข้อมูล DEM ที่ทำการ Fill แล้ว ดังรูป



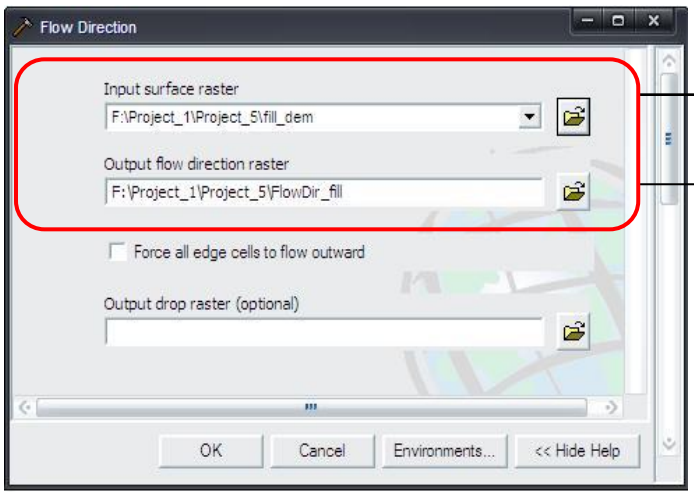
**(3) การวิเคราะห์ทิศทางการไหล (Flow Direction)**

เป็นขั้นตอนในการนำข้อมูลที่ผ่านการ Fill มาวิเคราะห์ ทิศทางการไหลของน้ำ (Flow Direction)ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงเป็นตัวเลข Direction Code ที่จะบ่งบอกทิศทางการไหล โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ดับเบิ้ลคลิกที่เครื่องมือ Flow Direction

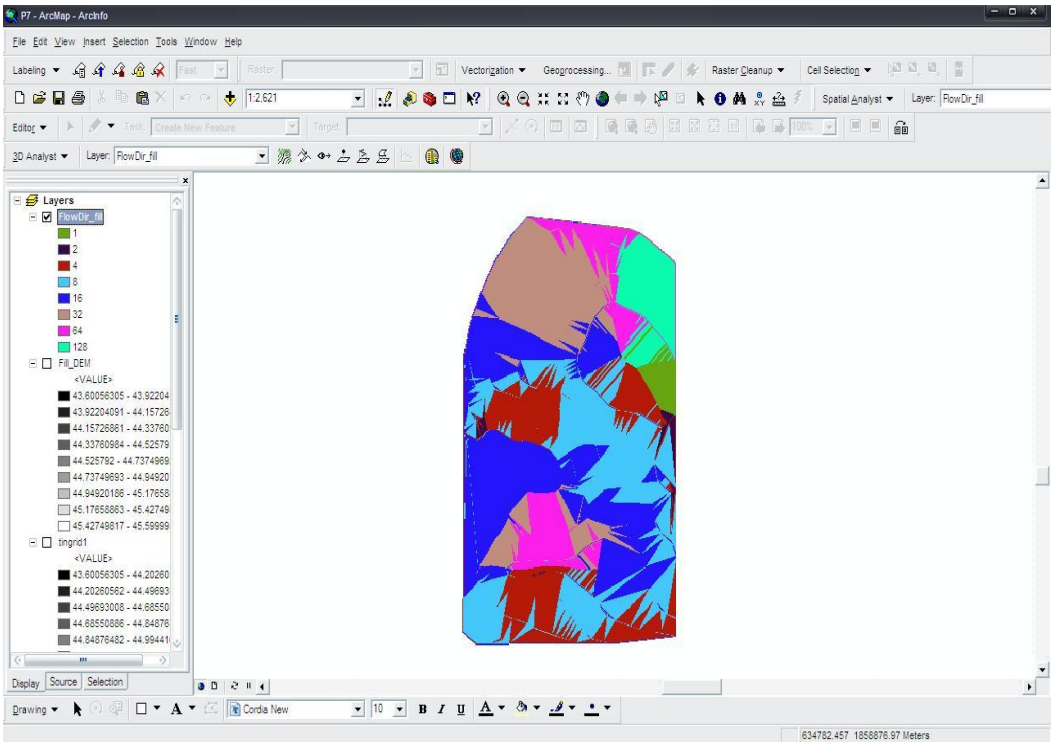



- หน้าต่าง Flow Direction กำหนดค่า และคลิกปุ่ม OK



▫ เมื่อประมวลผลเสร็จแล้วปิดหน้าต่าง โดยคลิกปุ่ม Close

▫ ผลลัพธ์จะแสดงค่ารหัสตัวเลขซึ่งจะแทนด้วยทิศทางการไหลของน้ำว่าจะไหลไปทางไหนดังรูป

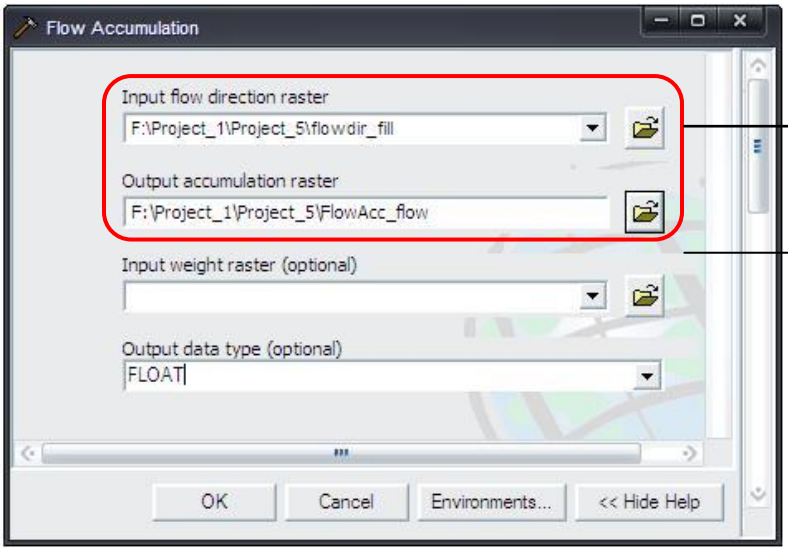



**(4) การวิเคราะห์การไหลสะสม (Flow Accumulation)**

Flow Accumulation คือหาค่าการไหลสะสมของข้อมูลทุก ๆ เซล เพื่อดูแนวทางการไหลสะสมของลุ่มน้ำ และสามารถประยุกต์หาพื้นที่ลุ่มน้ำหรือทางไหลออกของน้ำ (Outlet) มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

▫ ดับเบิ้ลคลิกคำสั่ง Flow Accumulation ดังรูป

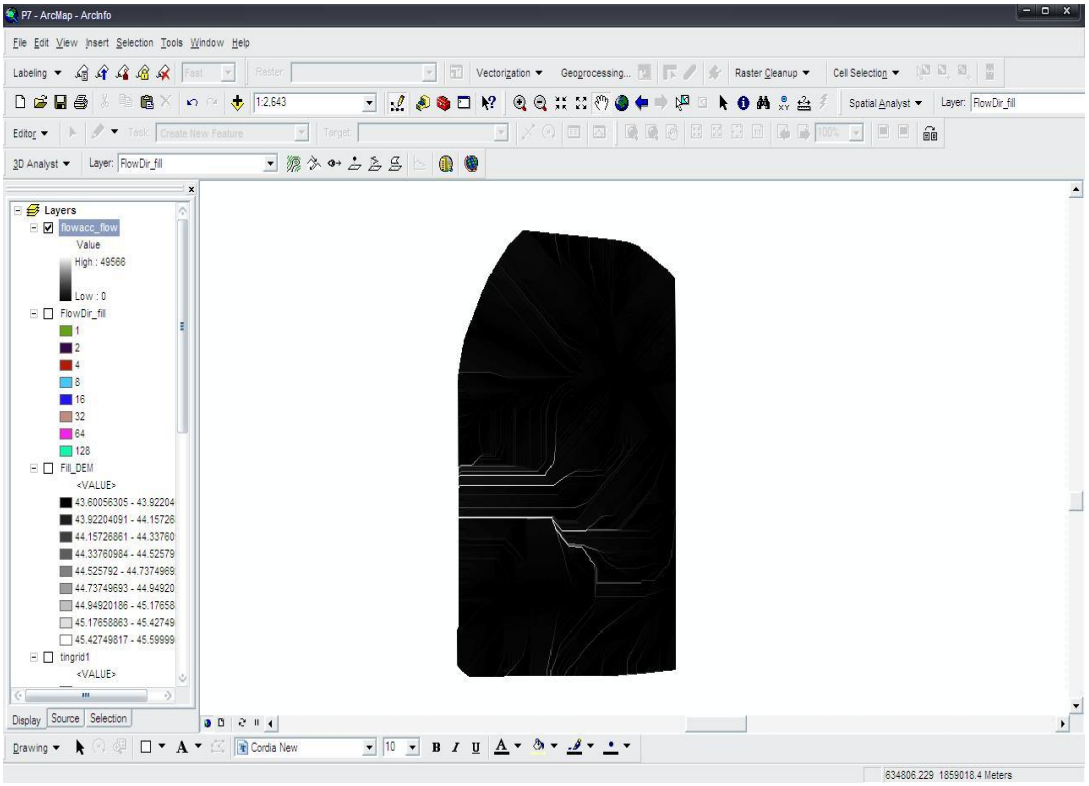
▫ หน้าต่าง Flow Accumulation กำหนดค่าและคลิกปุ่ม OK ดังรูป




กำหนดข้อมูล Flow Direction

กำหนดที่เก็บและตั้งชื่อผลลัพธ์

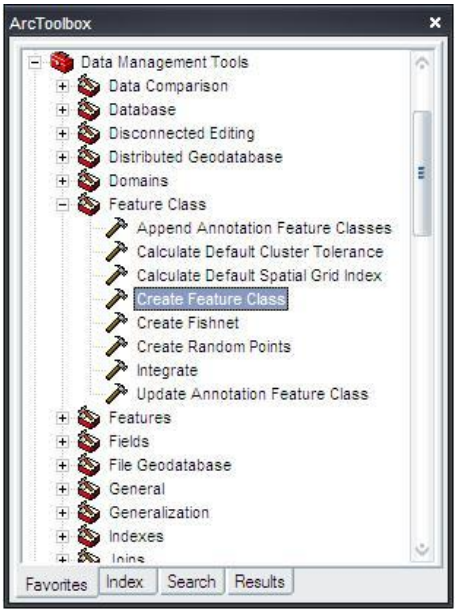
- เมื่อประมวลผลเสร็จแล้วปิดหน้าต่าง โดยคลิกปุ่ม Close
- ผลลัพธ์ Flow Accumulation ดังรูป



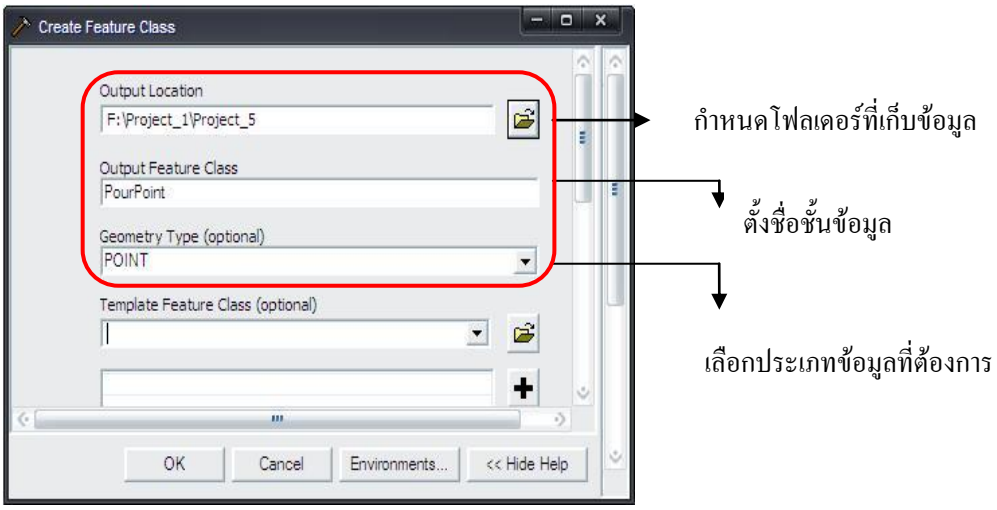

**(5) การสร้าง Watershed**

ในโปรแกรม ArcGIS กำหนดวิธีการสร้าง Watershed ต้องกำหนดให้มี Pour Point คือจุดที่เราจะสร้างฝายชะลอน้ำ และ Flow Direct ที่จะเป็นข้อมูล Input ดังนั้นจะทำการสร้าง Pour Point ดังนี้

- สร้างชั้นข้อมูลใหม่ให้ชื่อ Pour Point โดยดับเบิ้ลคลิก Data Management Tools > Feature Class > Create Feature Class ดังรูป



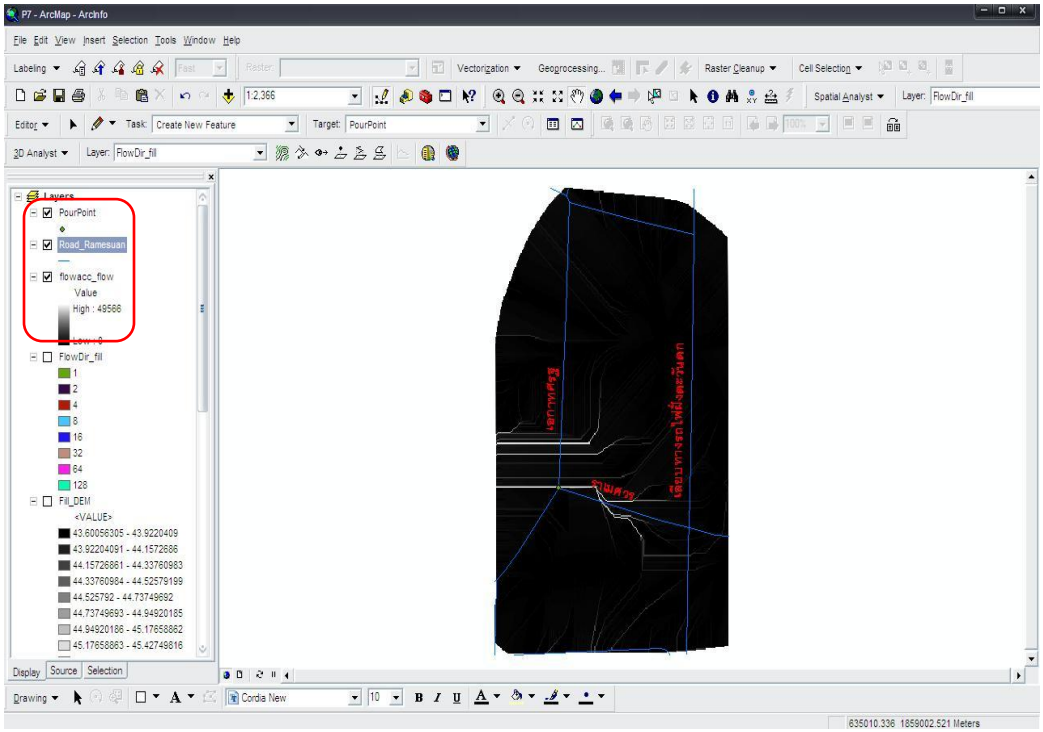

▫ หน้าต่าง Create Feature Class กำหนดค่าและคลิกปุ่ม OK



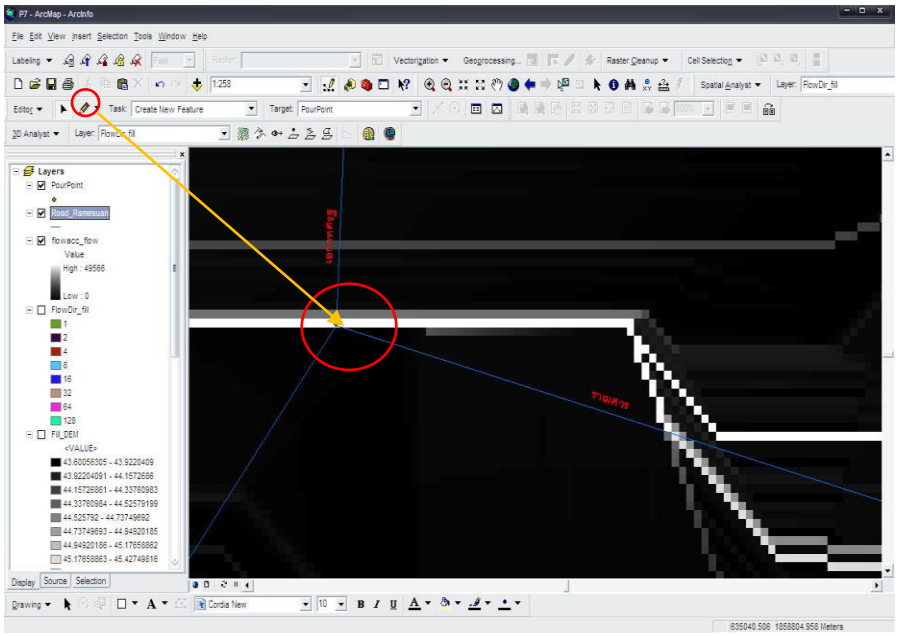
- เมื่อประมวลผลเสร็จปิดหน้าต่าง โดยคลิกปุ่ม Close
- เปิดแถบเครื่องมือ Editor โดยคลิกปุ่ม

  คลิก Editor > Start Editing ที่ Target เป็น Pour Point และ Task เป็น Create New Feature ดังรูป

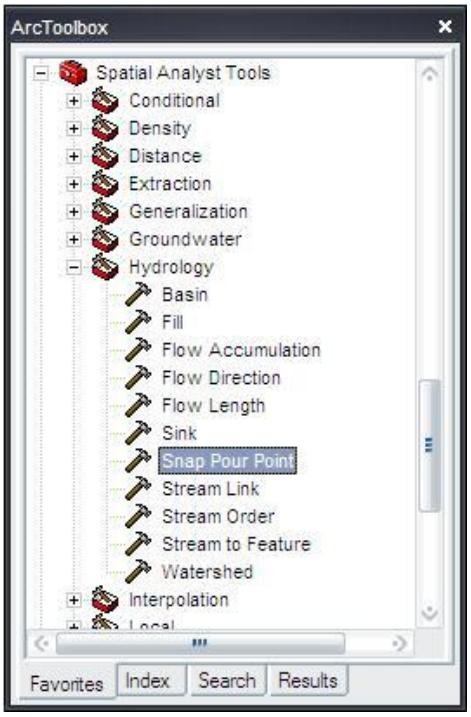
- แสดงเฉพาะชั้นข้อมูล Flow Acc_Flow , Road_Ramesuan และ Pour Point



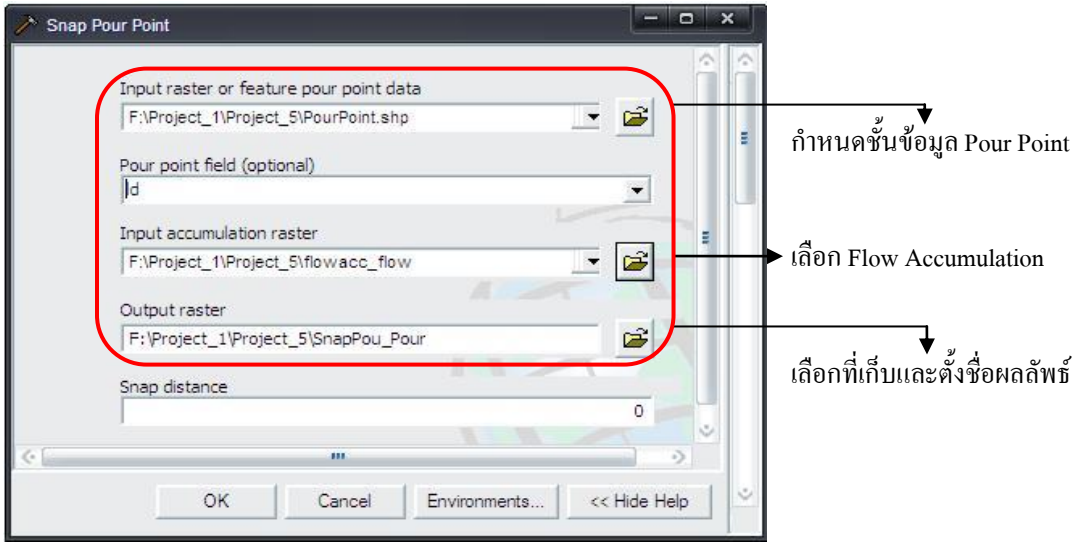
- นำเข้าจุด Pour Point โดย คลิกปุ่ม
- และคลิกตำแหน่ง ดังภาพ (สมมติเป็นจุด Outlet)



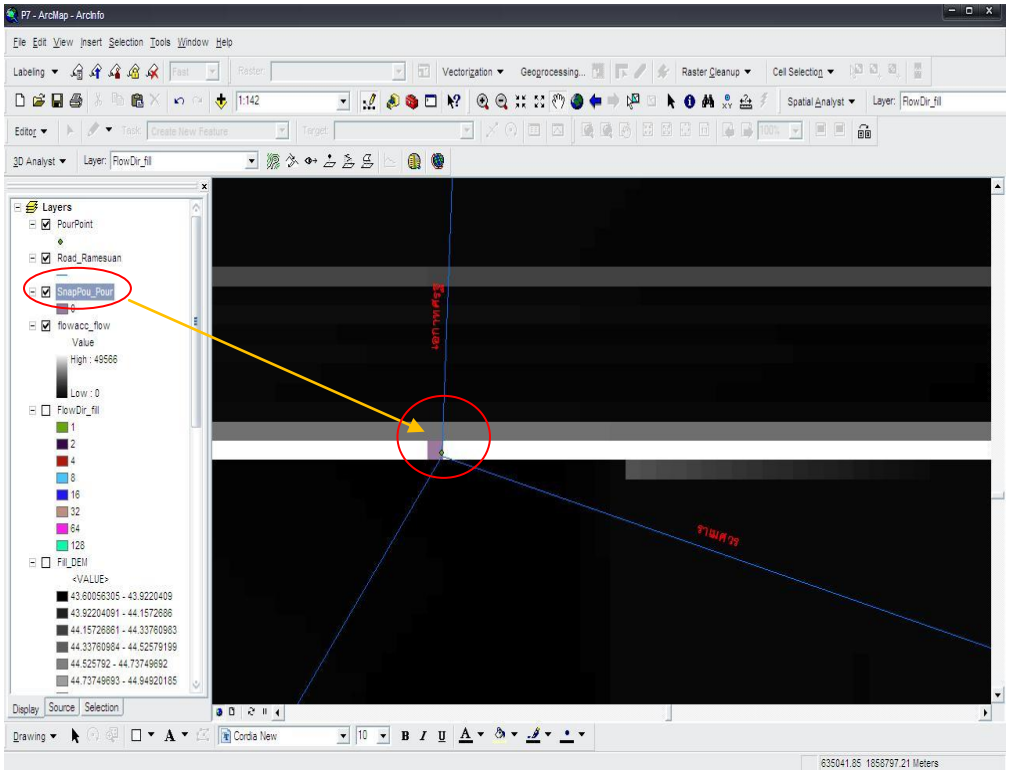
- ใช้คำสั่ง Snap Point เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อจุดที่ทำ Pour Point กับ Accumulation



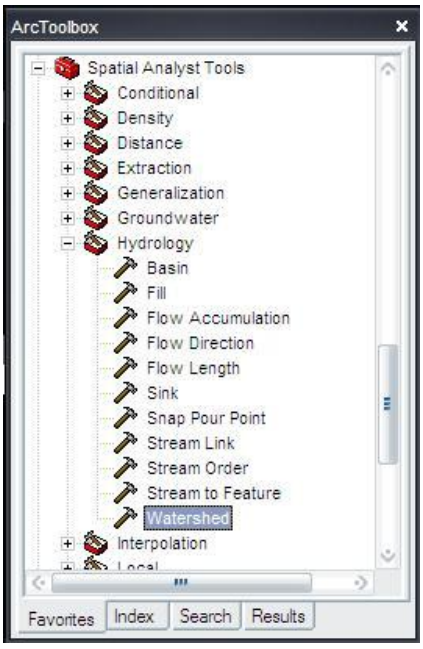
▫ หน้าต่าง Snap Pour Point กำหนดค่าและคลิกปุ่ม OK



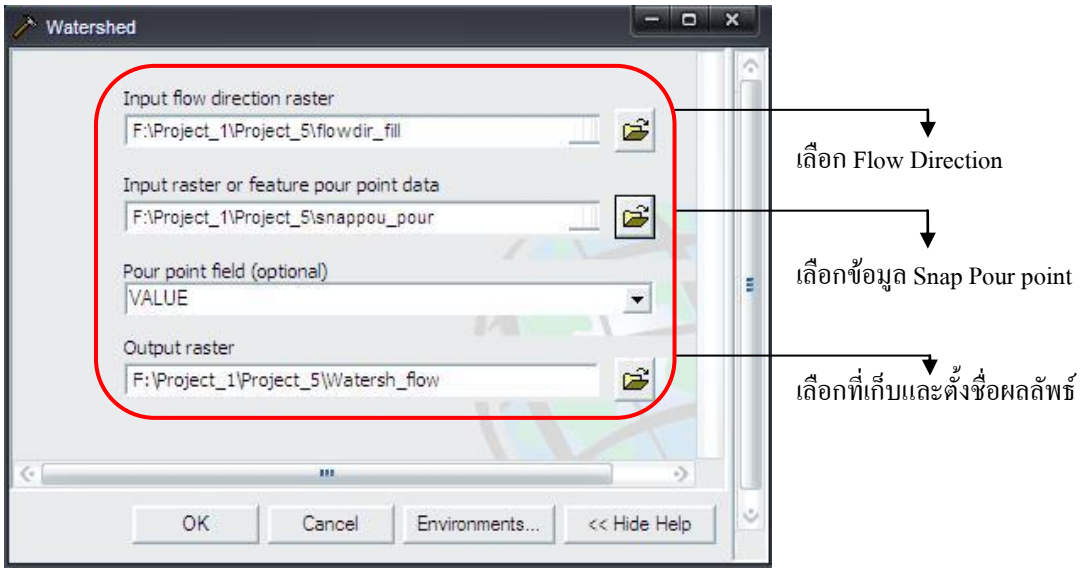

▫ จะปรากฏภาพดังรูป



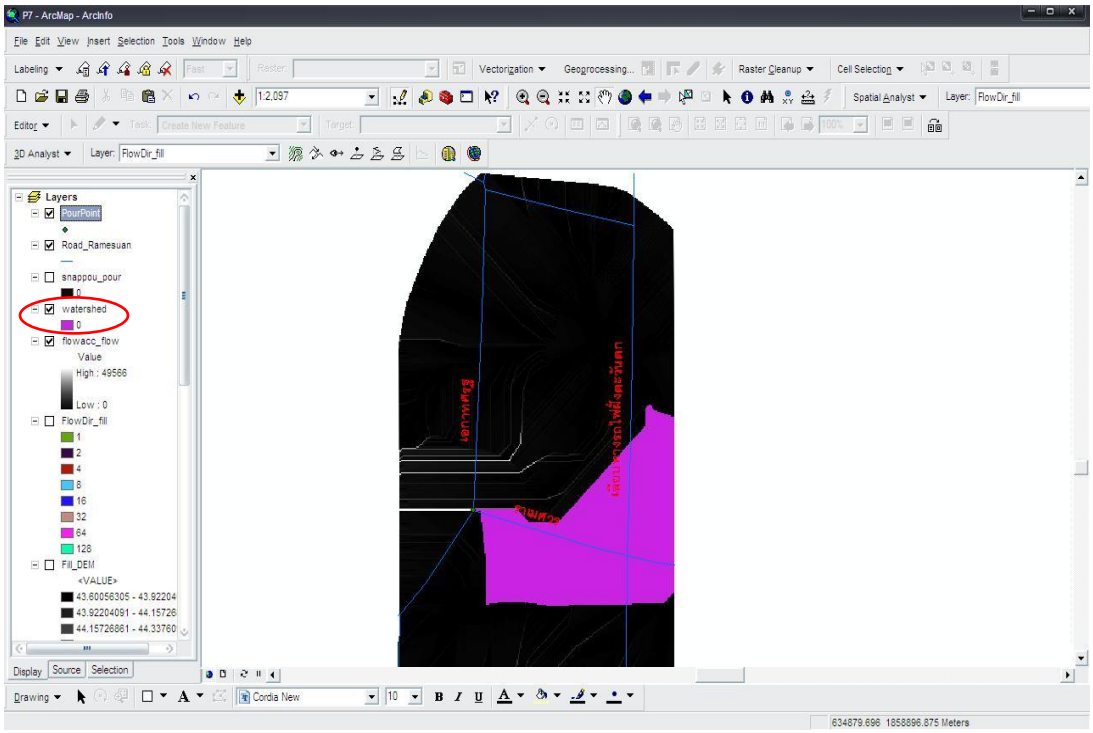
▫ ทำการสร้าง Watershed โดยดับเบิ้ลคลิกคำสั่ง Watershed



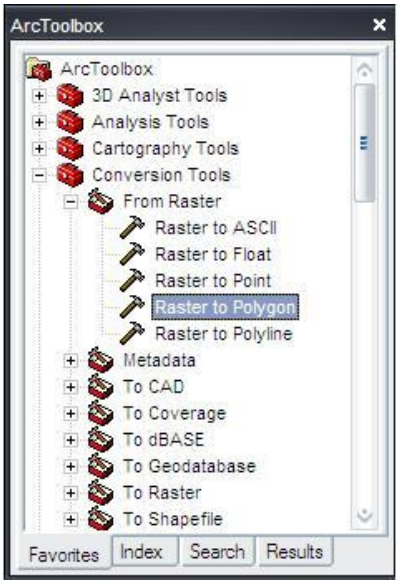

▫ หน้าต่าง Watershed กำหนดค่า และคลิกปุ่ม OK ดังรูป



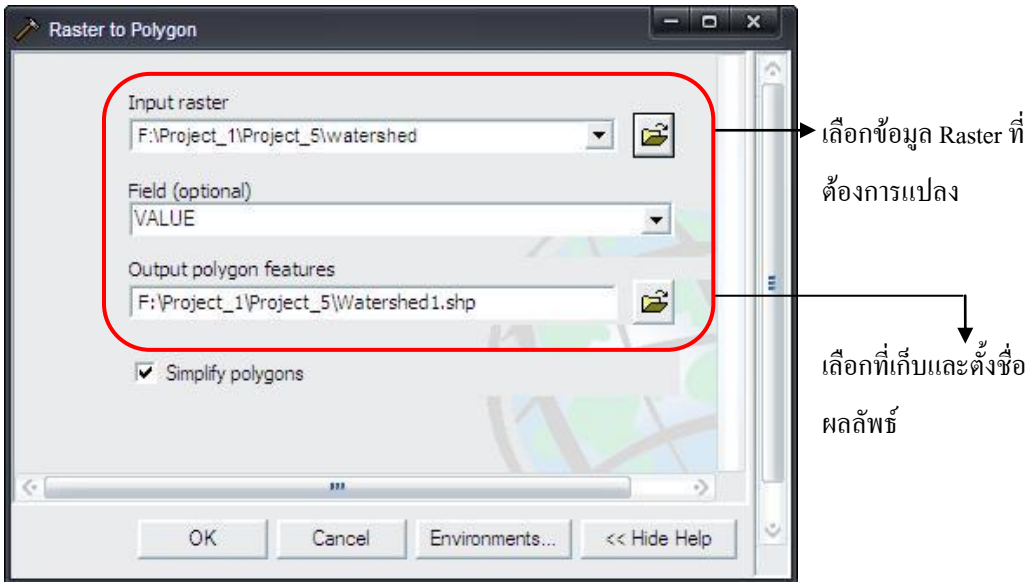
- จะได้ผลดังรูป บริเวณที่เป็นสีม่วง คือบริเวณที่รับน้ำ (Watershed) ซึ่งไหลไปยังจุด Pour point หรือจุด Outlet ที่กำหนดขึ้น




- ทำการแปลงข้อมูล Watershed เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยดับเบิ้ลคลิกบน Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon

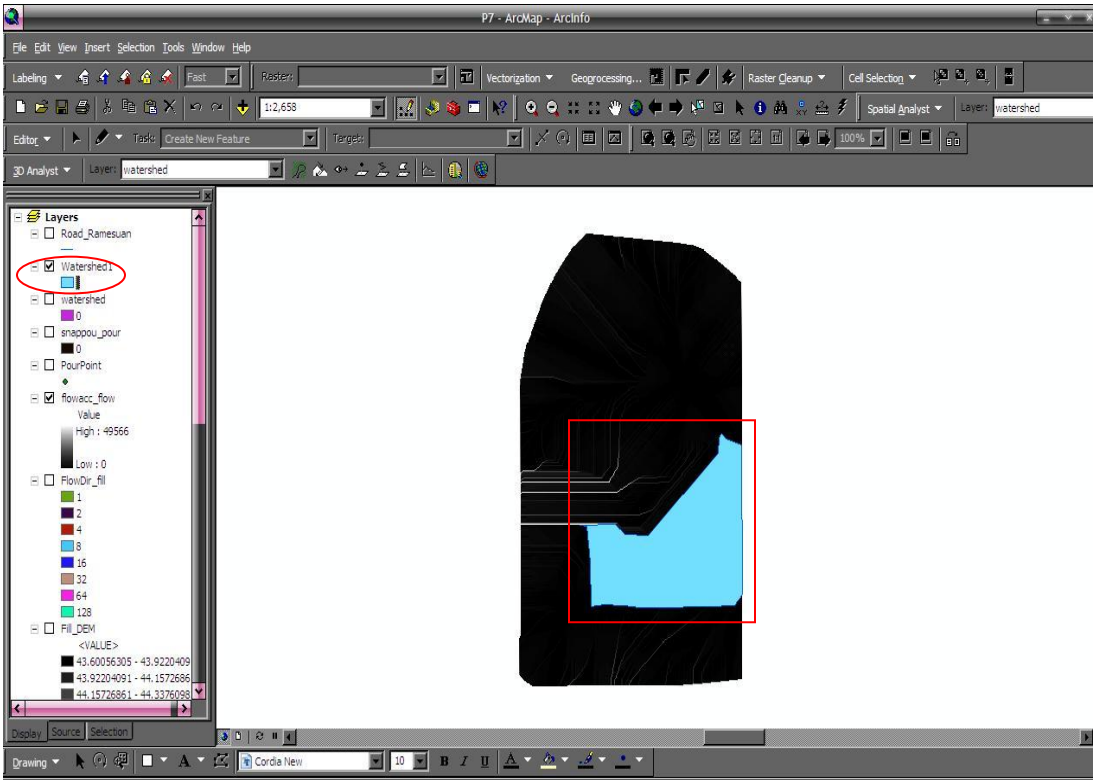


▫ หน้าต่าง Raster to Polygon กำหนดค่า และคลิกปุ่ม OK ดังรูป




▫ เมื่อประมวลผลเสร็จปิดหน้าต่าง โดยคลิกปุ่ม Close

▫ จะปรากฏชั้นข้อมูล Watershed ดังรูป



### 4.3.2 การประเมิน Land Use ด้วยการ Digitizing

การดิจิไทซ์ (Digitizing) เป็นการคัดลอกลายจากข้อมูลต้นฉบับ เช่น ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลชนิดRaster ให้อยู่ในระบบข้อมูลชนิด Vector ในรูปแบบจุด เส้น หรือพื้นที่ ด้วยระบบคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง โดยที่การดิจิไทซ์ (Digitizing) ข้อมูลนั้น สามารถทำได้ในโปรแกรม ArcMap ซึ่งจะมีเครื่องมือสำหรับใช้งานต่าง ๆ มากมาย ที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น และการนำเข้าข้อมูลด้วยวิธีการดิจิไทซ์ (Digitizing) นั้นจะต้องทำในระบบพิกัดภูมิศาสตร์เดียวกัน โดยการดิจิไทซ์ (Digitizing) ข้อมูล Land Use มีขั้นตอนดังนี้

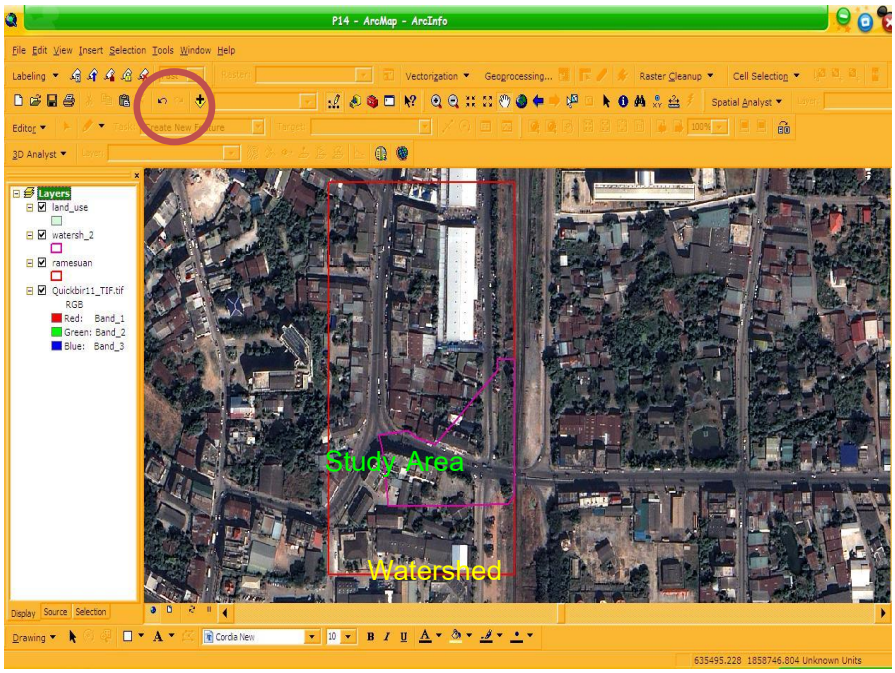
(1) ให้ทำการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird11 โดยคลิกที่ปุ่ม Add Data เพื่ออาศัยข้อมูลนี้เป็นแผนที่ฐาน

*** หมายเหตุ:** ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird11 ที่นำมาใช้ ได้ทำการปรับแก้พิกัดแล้ว

(2) นำเข้าข้อมูล [shape file] ต่าง ๆ ดังนี้

- Watershed
- Ramesuan (ข้อมูลขอบเขตเทศบาลนครพิษณุโลก) ซึ่งเป็น Study Area

โดยให้คลิกที่ปุ่ม Add Data ดังรูป



(3) ทำการ Snap ข้อมูล land_use ตามดังต่อไปนี้

- <u>กำหนด Snapping Environment</u>

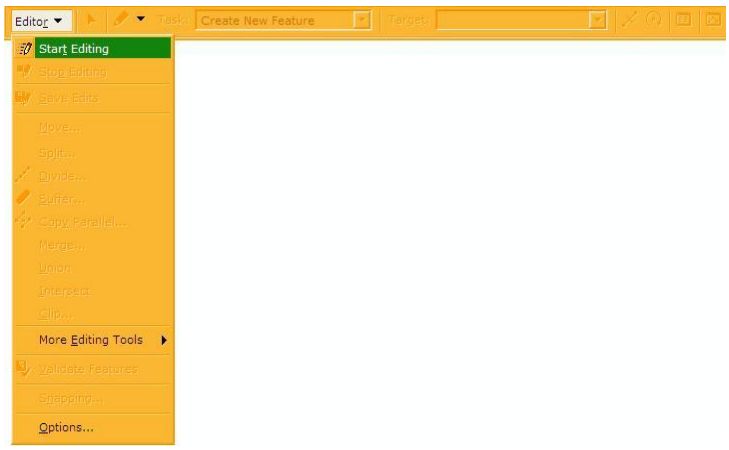
ก่อนการสร้างและแก้ไขข้อมูล ควรกำหนด Snapping Environment เพื่อช่วยแก้ปัญหา ในเรื่องการเชื่อมต่อกันระหว่างฟีเจอร์ ตัวอย่างเช่น การแก้ไขรูปร่างของพื้นที่ ที่นำเข้าไปอาจเชื่อมต่อกันไม่สนิท ทำให้ต้องมาแก้ไขในภายหลัง ดังนั้นโปรแกรม ArcMap มีเครื่องมือที่จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ โดยสามารถกำหนดค่าการเชื่อมต่อกันให้สนิทด้วย Snapping Environment

- <u>กำหนด Snapping tolerance</u>

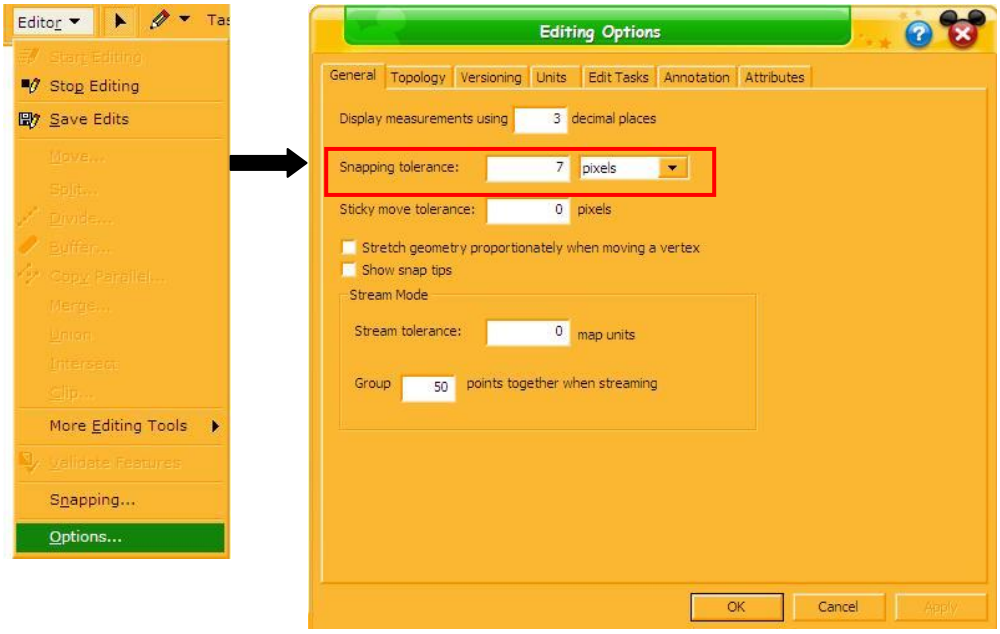
กำหนดค่าระยะห่าง Node ของเส้นหนึ่งเชื่อมต่อเข้ากับ Node หรือ Vertex ของอีกเส้นหนึ่ง โดยอัตโนมัติภายในระยะห่างที่ตั้งค่าไว้ (Tolerance) จะต้องมีการกำหนดค่าระยะห่างนี้ตั้งแต่ก่อนเริ่มทำการนำเข้าข้อมูล

- Add data land_use ซึ่งเป็น shapefile ที่สร้างใหม่
- เปิดแถบเครื่องมือ Editor โดนคลิกที่ปุ่ม Editor บนแถบเครื่องมือ หรือคลิกที่เมนู View > Toolbar > Editor

- เริ่มการแก้ไข โดยคลิกที่ Editor เลือก Start Editing



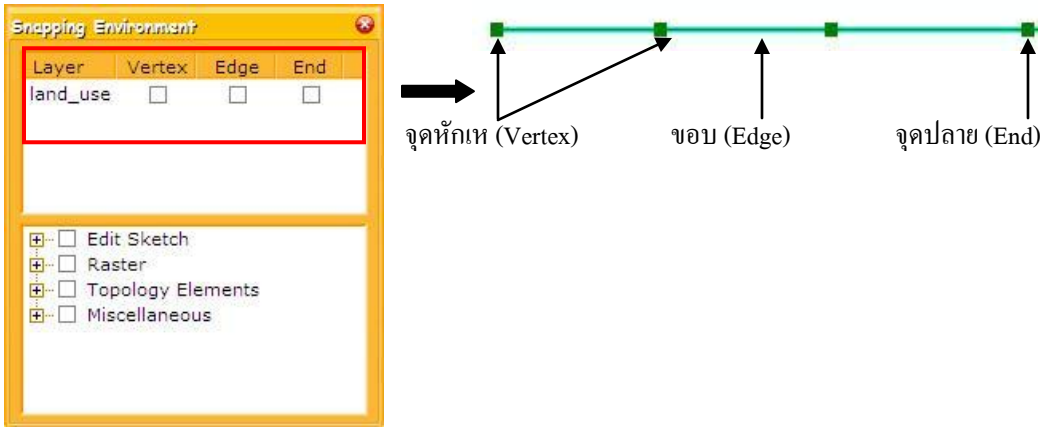

- คลิก Editor เลือก Options คลิก General Tab ที่ Snapping tolerance: พิมพ์ค่าที่ต้องการ เช่น 7 สามารถเลือกหน่วยได้จาก Dropdown Arrow และคลิกปุ่ม OK. ดังรูป



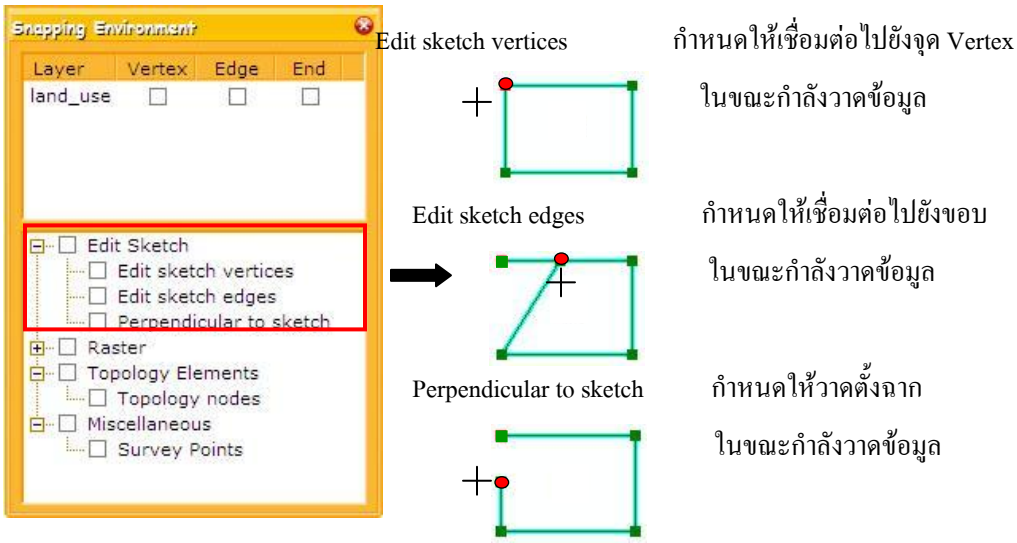

- <u>กำหนด Snapping Properties</u>

ควบคุมการแก้ไขส่วนที่เชื่อมต่อกัน โดยกำหนดส่วนของข้อมูลที่จะเชื่อมต่อใหม่นี้ให้ Snap กับส่วนใดของข้อมูลเดิม เช่น Snap ที่จุดหักเห (Vertex) , ขอบ (Edge) , จุดปลาย (End)

คุณสมบัติการ Snap ของชั้นข้อมูล (Layer Snapping Properties) สามารถกำหนด Snap ภายในชั้นข้อมูลเดียวกัน เช่น กำหนด Snap เส้นถนนทุก ๆ เส้นให้เชื่อมต่อกัน หรือระหว่างชั้นข้อมูลก็ได้

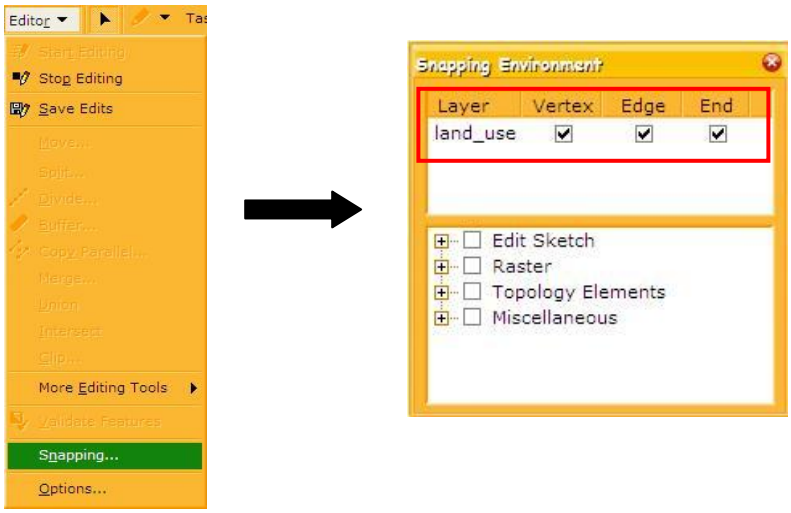



คุณสมบัติการ Snap ของ Sketch สามารถกำหนด Snap ขณะที่กำลังวาดข้อมูล โดยสามารถเลือก Snap ที่จุดหักเห ขอบ หรือสร้าง Sketch ให้ตั้งฉาก




(4) เริ่มการแก้ไข โดยคลิก Editor เลือก Start Editing

(5) คลิก Editor เลือก Snapping จะปรากฏหน้าต่าง Snapping Environment สามารถเลือก (Check) หรือ ไม่เลือก (Uncheck) ชั้นข้อมูลที่ต้องการให้ Snap ที่จุดหักเห (Vertex), ขอบ (Edge) หรือ จุดปลาย (End) ของข้อมูลได้ เช่น ถ้าต้องการสร้างให้มีเส้นต่อเนื่องกัน ให้คลิกเลือก Snap ทุกอัน




(6) เริ่มทำการดิจิไทซ์ (Digitizing) โดยคลิกที่ Editor > Start Editing

(7) Task : เลือกลักษณะงานที่ต้องการ ซึ่งชั้นข้อมูลใหม่นี้ยังไม่มีข้อมูลใดๆ จึงให้เลือก Task เป็น Create New Feature

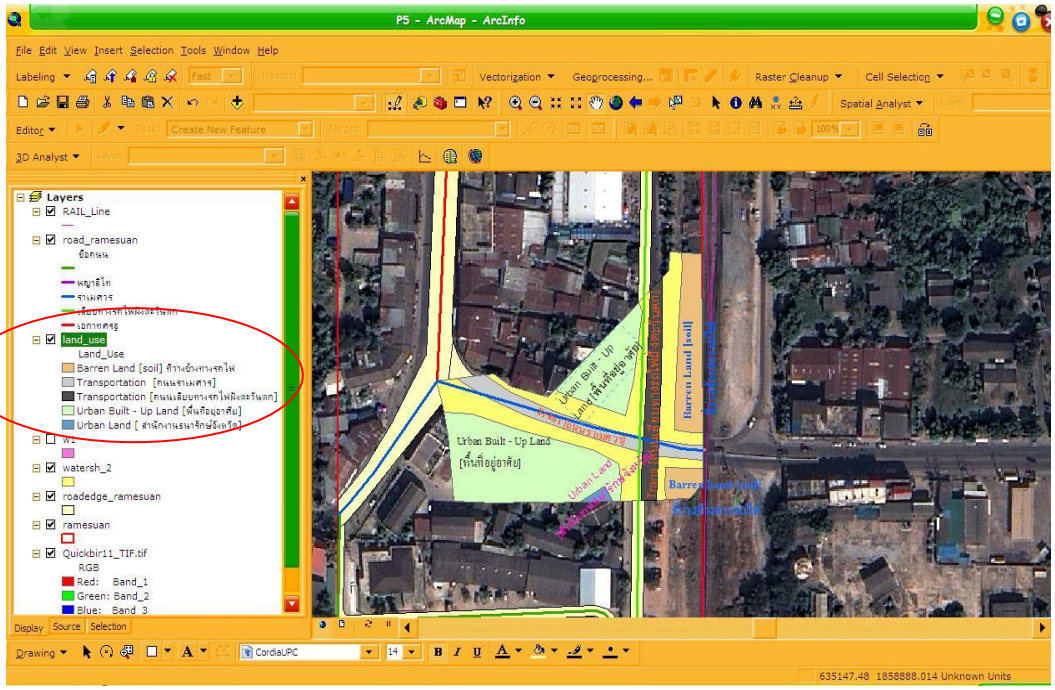
(8) Target : เลือกชั้นข้อมูลที่จะสร้างข้อมูลใหม่เป็น land_use

(9) ทำการกำหนด Snapping เพื่อเชื่อมต่อข้อมูลได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และมีความถูกต้องในการวาด (Sketch)

(10) คลิก Sketch tools เพื่อทำการ Sketch ข้อมูล ใช้เมาส์คลิกที่จุดเริ่มต้นของตำแหน่งที่ต้องการ และคลิกตำแหน่งใด ๆ ต่อไปเรื่อย ๆ เมื่อต้องการสิ้นสุดการสร้างข้อมูลหรือการดิจิไทซ์ (Digitizing) ให้ดับเบิ้ลคลิก ณ จุดสิ้นสุดนั้น หรือคลิกขวาแล้วเลือก Finish Sketch หรือ กดปุ่ม F2 บนคีย์บอร์ด

(11) จากนั้นก็ใส่ข้อมูลในตาราง Attributes จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน Land use ออกเป็น Urban Built - Up Land [พื้นที่อยู่อาศัย] Transportation [ถนนราเมศวร] Barren Land [soil] ที่ว่างข้างทางรถไฟ Transportation [ถนนเลียบทางรถไฟฝั่งตะวันตก] Urban Land [ สำนักงาน ธนารักษ์จังหวัด]

(12) ผลลัพธ์ที่ได้เป็นข้อมูล land_use จำแนกในขอบเขตพื้นที่ Study Area ที่ใช้เป็นฐานข้อมูลของจังหวัดพิษณุโลก ดังรูป



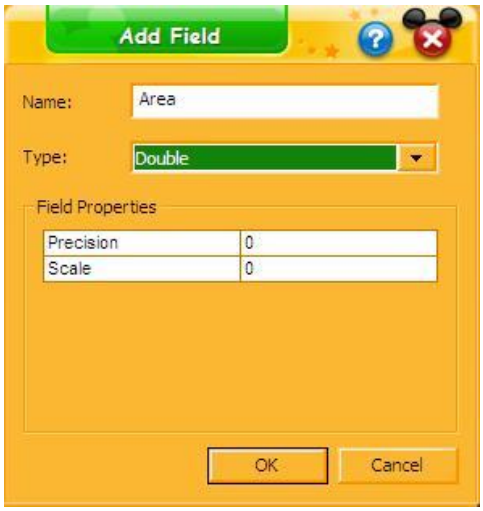
### 4.3.3 การหาพื้นที่ ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed)

เมื่อทำการ จำแนก land use เสร็จแล้ว จะสามารถคำนวณหาขนาดของพื้นที่ได้ในแต่ละ zone ได้ 2 วิธี คือ

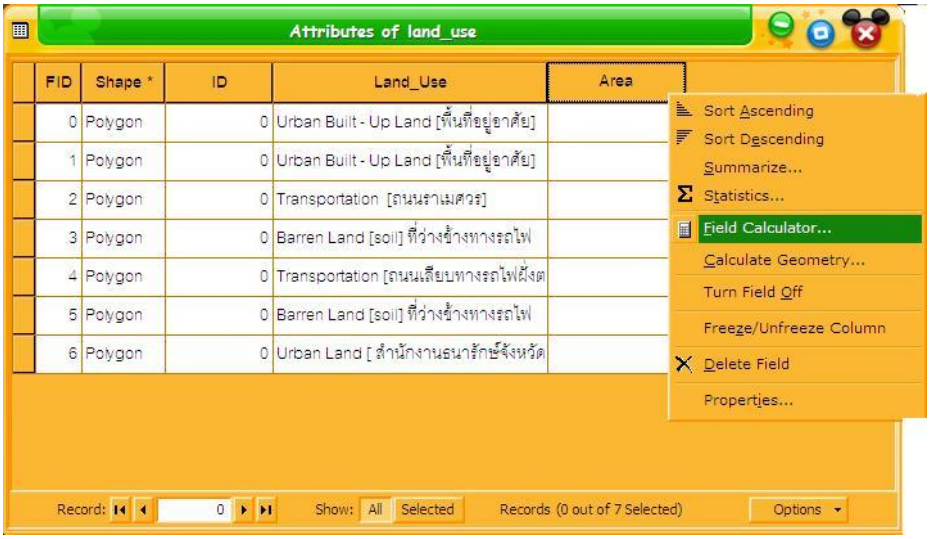
(1) วิธีการคำนวณพื้นที่แบบ Advanced เป็นการคำนวณพื้นที่ โดยการเขียน Script ของ Visual Basic for Application (VBA) มีวิธีการดังนี้

- คลิกขวาที่ชื่อของ Layer นั้นแล้วเลือก Open Attribute table
- คลิกที่ปุ่ม Option แล้วเลือก Add field ดังรูป

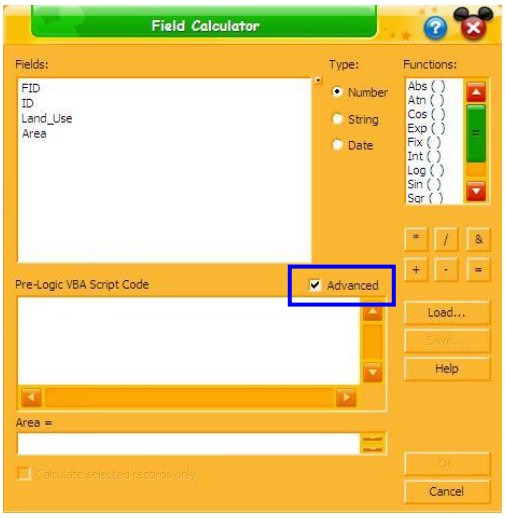
- ที่หน้าต่าง Add field ตั้งชื่อ Field ที่ช่อง Name และเลือก Type เป็น Double ไม่ต้องเปลี่ยนแปลงค่า Precision และ Scale



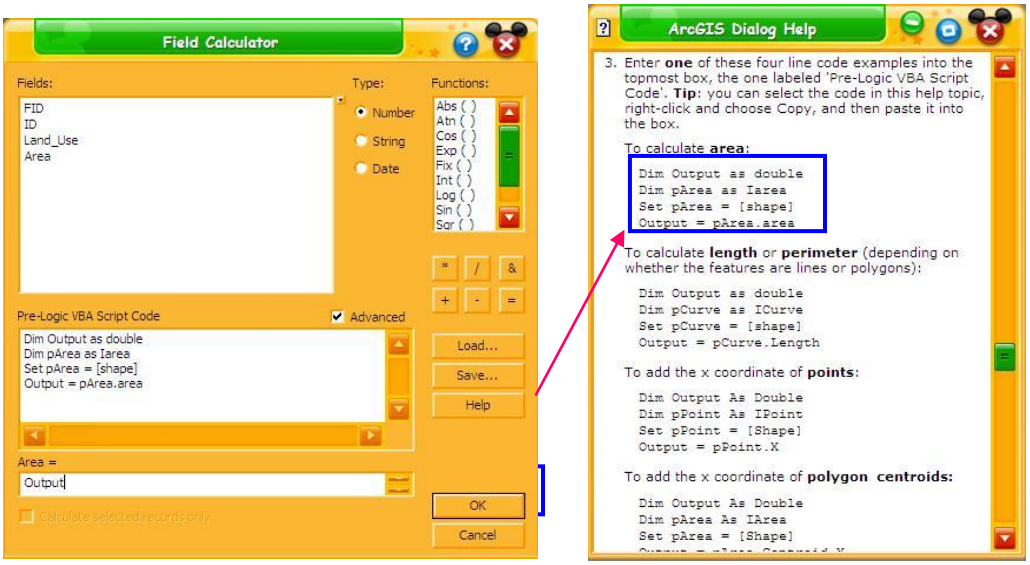
- คลิกขวาที่ Field นั้น เลือก Field Calculator ดังรูป



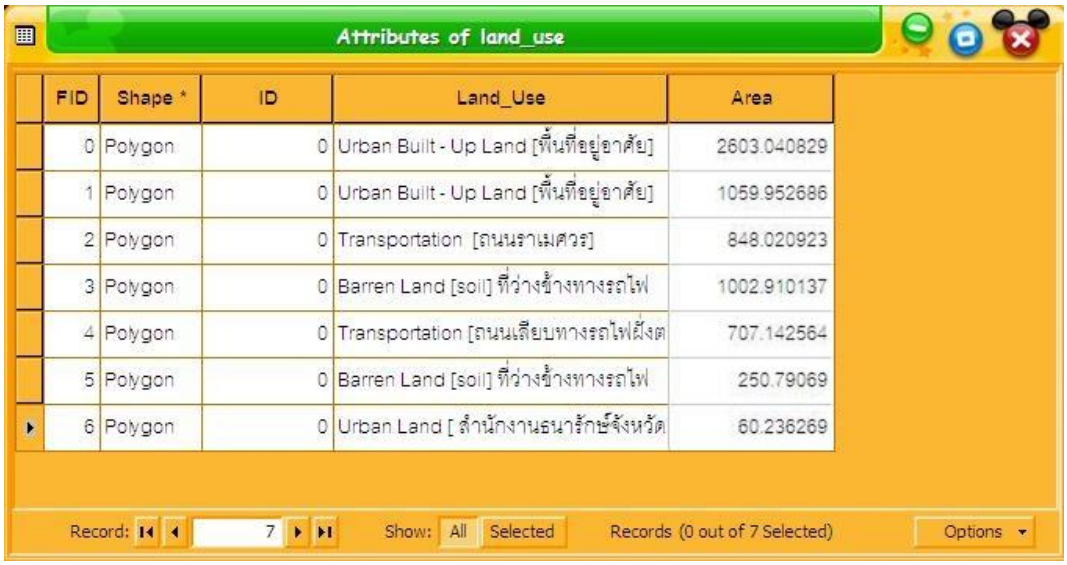

- จะมีหน้าต่างเตือนขึ้นมาเนื่องจากยังไม่ได้ทำการ Start Edit ซึ่งจะทำงานได้รวดเร็วกว่าการสั่ง Start Edit ก่อน แต่มีข้อเสียคือไม่สามารถ Undo ได้ ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงต้องทำกระบวนการนั้นใหม่ ให้กด Yes
- ที่หน้าต่าง Field Calculator ให้ Check box หน้า Advanced เพื่อใช้ความสามารถของ Visual Basic for Application (VBA)



- จะเห็นได้ว่าหน้าต่างของ Statement เพิ่มขึ้นเป็นสองส่วน คือ Pre-Logic VBA Script Code ซึ่งใช้ในการเขียน Script ของ Visual Basic และส่วนที่เป็น ชื่อ Field เช่นในตัวอย่าง เป็น Area = เป็นช่องที่ใช้ใส่ตัวแปรที่ต้องการให้เป็น Output
- จากตัวอย่างนี้ จะคำนวณหาพื้นที่ โดยสามารถคัดลอก Script ได้โดยกดปุ่ม Help เลื่อนหา To calculate area จากนั้นก็คัดลอกมาวางในช่อง Pre-Logic VBA Script Code ส่วนช่องล่างสุดใส่ output



- จากนั้นกด OK จะได้ผลลัพธ์ออกมาดังรูป




*** หมายเหตุ** : - หน่วยของข้อมูลจะเป็นหน่วยตามระบบพิกัด เช่น หากเป็นระบบ UTM ที่ใช้ใน) หน่วยจะเป็น เมตร หรือตารางเมตร หากผู้ใช้ต้องทำการเปลี่ยนแปลงหน่วยเป็นไร่ หรือ ตาราง (ตัวอย่างนี้ กครั้งกิโลเมตร ต้องทำการแก้ไขอี

- การคำนวณดังกล่าวหากไม่มีการ Select record ใดเอาไว้ โปรแกรมก็จะทำการคำนวณให้ทุก ๆ เรคอร์ด ในฟิลด์นั้น แต่หากมีการ Select record ก็จะคำนวณเฉพาะ เรคอร์ดที่เลือกเท่านั้น

- การคำนวณพื้นที่เป็นตารางกิโลเมตร = พื้นที่ /(หน่วยเมตร)1,000,000

- การคำนวณพื้นที่เป็นไร่ = พื้นที่ /(หน่วยเมตร)1,600

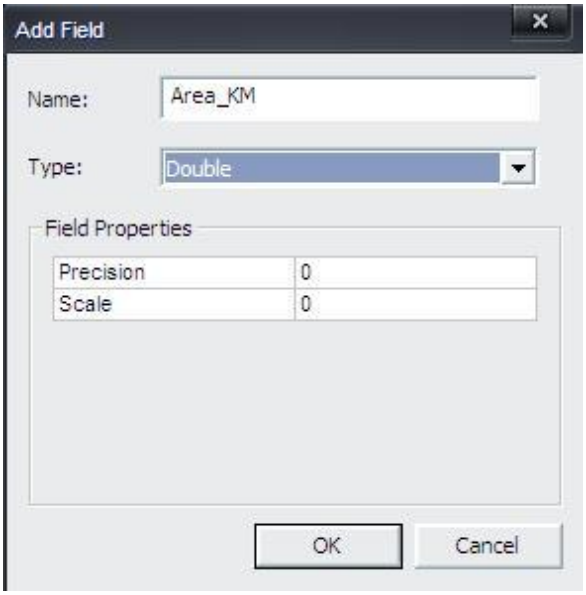
- นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณค่าอื่นๆ ได้โดย Pre-Logic VBA Script Code ตามตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** การ คำนวณค่าต่างๆโดย ใช้ Pre-Logic VBA Script Code

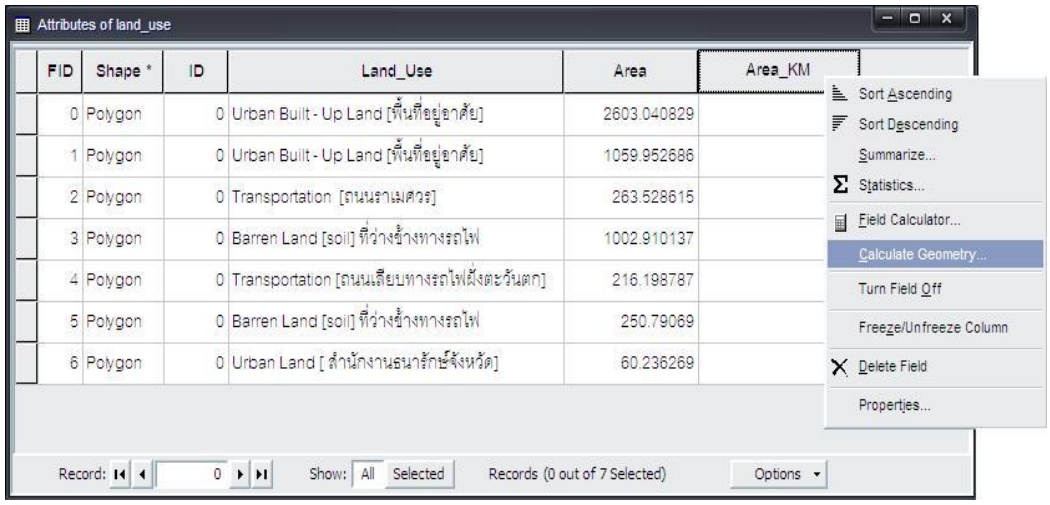
| Feature Type | Parameter | Field = | Pre-Logic VBA Script Code |
|---|---|---|---|
| Polygon | พื้นที่ | dblArea | Dim dblArea as double<br>Dim pArea as IArea<br>Set pArea = [shape]<br>dblArea = pArea.area |
| | เส้นรอบวง | dblPerimeter | Dim dblPerimeter as double<br>Dim pCurve as ICurve<br>Set pCurve = [shape]<br>dblPerimeter = pCurve.Length |
| | ค่าพิกัด X จุดกึ่งกลางรูปปิดหลายเหลี่ยม | dblX | Dim dblX As Double<br>Dim pArea As IArea<br>Set pArea = [Shape]<br>dblX = pArea.Centroid.X |
| | ค่าพิกัด Y จุดกึ่งกลางรูปปิดหลายเหลี่ยม | dblY | Dim dblY As Double<br>Dim pArea As IArea<br>Set pArea = [Shape]<br>dblY = pArea.Centroid.Y |
| Line | ความยาว | dblLength | Dim dblLength as double<br>Dim pCurve as ICurve<br>Set pCurve = [shape]<br>dblLength = pCurve.Length |
| Point | ค่าพิกัด X | dblX | Dim dblX As Double<br>Dim pPoint As IPoint<br>Set pPoint = [Shape]<br>dblX = pPoint.X |
| | ค่าพิกัด Y | dblY | dblY = pPoint.Y<br>Dim dblY As Double<br>Dim pPoint As IPoint<br>Set pPoint = [Shape] |

(2) วิธีการคำนวณพื้นที่ ด้วยคำสั่ง Calculate Geometry โดยวิธีการนี้ สามารถทำได้ใน ArcGIS ตั้งแต่เวอร์ชั่น 9.2 ขึ้นไป และการคำนวณพื้นที่ด้วยวิธีการนี้สามารถเลือกหน่วยผลลัพธ์ที่ต้องการได้ สามารถกำหนดฟิลด์ได้ ทั้งในประเภทตัวเลขหรือตัวอักษร ถ้ากำหนดฟิลด์เป็นประเภทตัวอักษร จะสามารถใส่คำย่อหน่วยได้ด้วย หากกำหนดประเภทฟิลด์ที่เป็นตัวเลข ก็ควรกำหนดชนิดของข้อมูลเป็น “Double” เนื่องจากค่าที่ได้จากการคำนวณจะเป็นเลขทศนิยม ถ้ากำหนดเป็น Integer ผลลัพธ์ที่จะปัดเศษทศนิยม ทำให้ผลลัพธ์คลาดเคลื่อนได้ และมีวิธีการคำนวณดังนี้

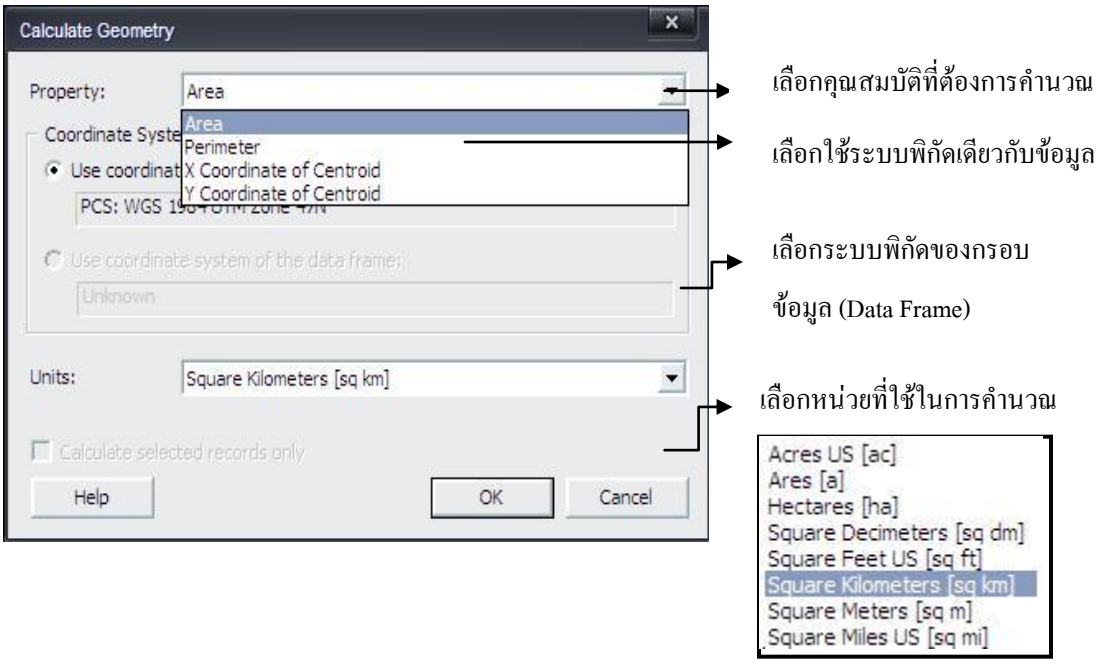
- คลิกขวาบนชั้นข้อมูล land_use เลือก Open Attribute Table
- สร้างฟิลด์ใหม่เพื่อเก็บค่าพื้นที่หน่วยเป็นตารางกิโลเมตร โดยคลิกที่ปุ่ม Open แล้วเลือก Add Field
- ตั้งชื่อฟิลด์ที่ช่อง Name เป็น Area_KM เลือก Type เป็น Double และคลิกปุ่ม OK



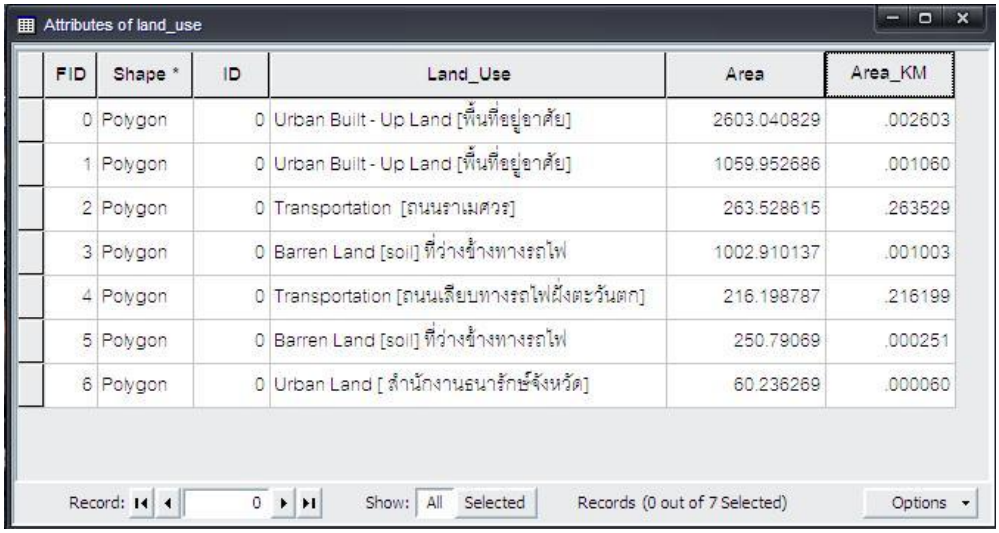
- คลิกขวาบนฟิลด์ Area_KM เลือก Calculate Geometry ดังภาพ



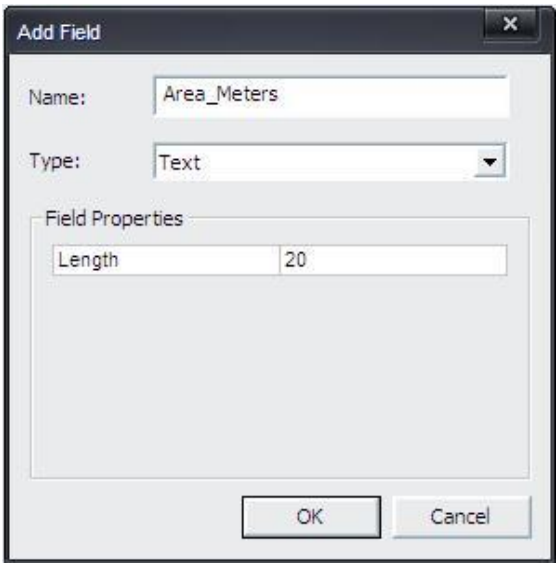

- หน้าต่าง Calculate Geometry กำหนดค่าดังภาพและคลิกปุ่ม OK



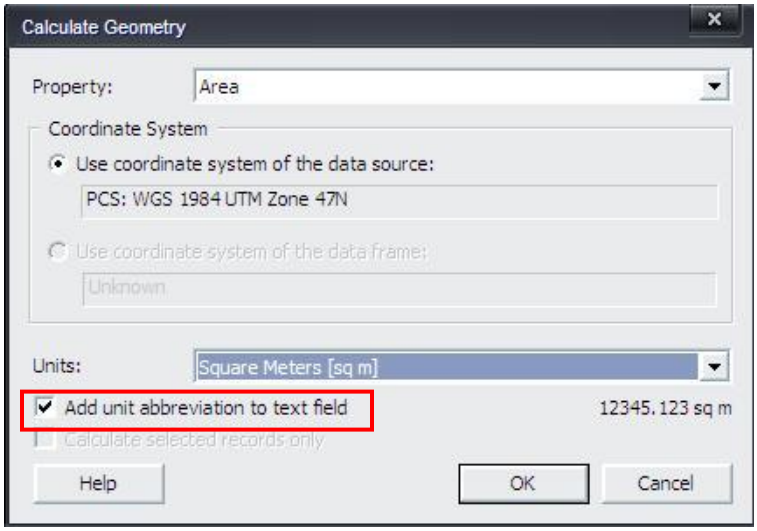
- จะได้ผลดังภาพ

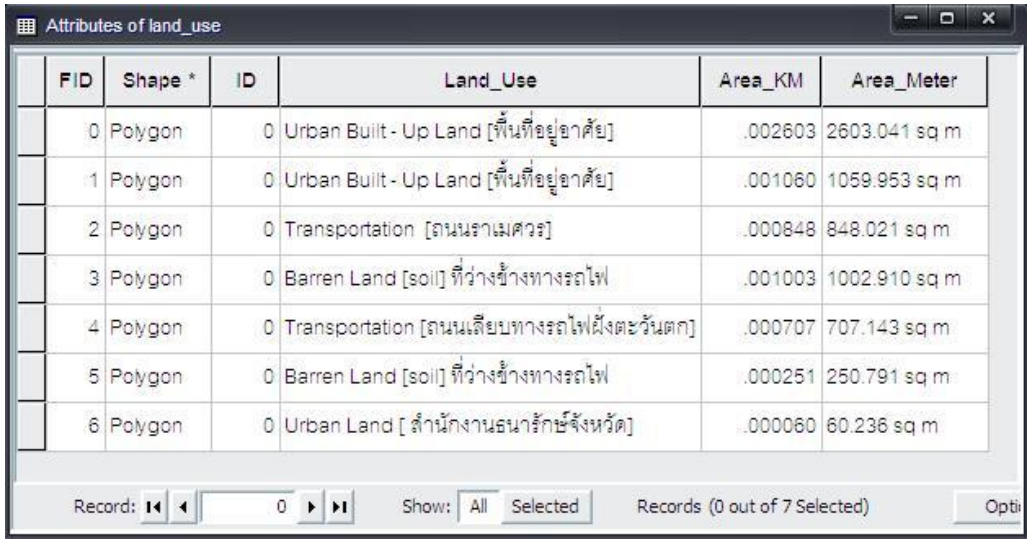



- กำหนดให้ใส่ค่าหน่วยย่อในฟิลด์ด้วย โดยทำการ Add Field อีกครั้ง ตั้งชื่อฟิลด์เป็น Area_Meter กำหนดประเภทฟิลด์เป็น Text ขนาด 20 ตัวอักษร

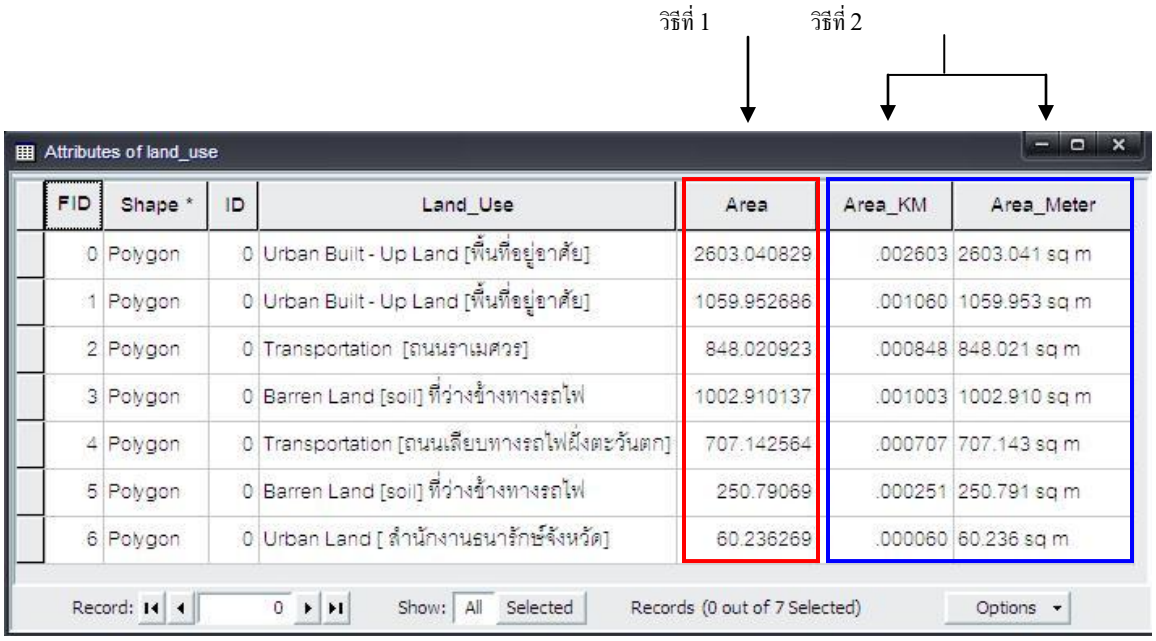


- คลิกขวาบนฟิลด์ Area_Meter เลือก Calculate Geometry เลือก Property: เป็น Area เลือก Units: เป็น Square Meters [sq m] และคลิก Add unit abbreviation to text field คลิกปุ่ม OK



เมื่อพิจารณาจากผลที่ได้จากการคำนวณพื้นที่ทั้ง 2 วิธี นั้น พบว่าค่าที่ได้มีค่าใกล้คียงกันดังแสดงตารางเปรียบเทียบดังรูป

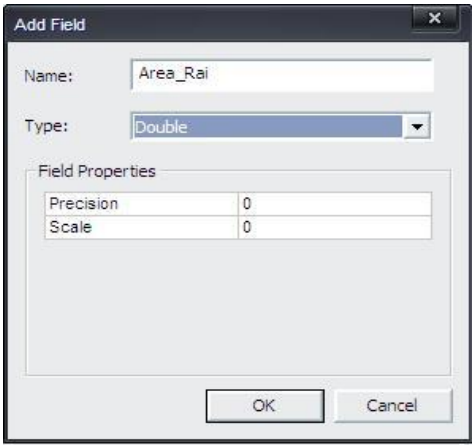



| FID | Shape * | ID | Land_Use | Area | Area_KM | Area_Meter |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Polygon | 0 | Urban Built - Up Land [พื้นที่อยู่อาศัย] | 2603.040829 | .002603 | 2603.041 sq m |
| 1 | Polygon | 0 | Urban Built - Up Land [พื้นที่อยู่อาศัย] | 1059.952686 | .001060 | 1059.953 sq m |
| 2 | Polygon | 0 | Transportation [ถนนราเมศวร] | 848.020923 | .000848 | 848.021 sq m |
| 3 | Polygon | 0 | Barren Land [soil] ที่ว่างข้างทางรถไฟ | 1002.910137 | .001003 | 1002.910 sq m |
| 4 | Polygon | 0 | Transportation [ถนนเลียบทางรถไฟฝั่งตะวันตก] | 707.142564 | .000707 | 707.143 sq m |
| 5 | Polygon | 0 | Barren Land [soil] ที่ว่างข้างทางรถไฟ | 250.79069 | .000251 | 250.791 sq m |
| 6 | Polygon | 0 | Urban Land [ สำนักงานธนารักษ์จังหวัด] | 60.236269 | .000060 | 60.236 sq m |

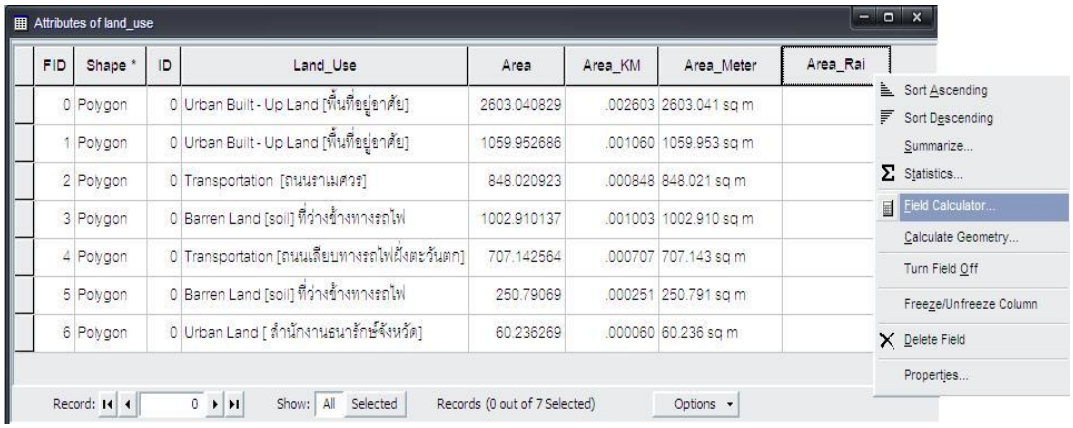
Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 7 Selected) Options

ผลจากการวิเคราะห์จะได้พื้นที่ในหน่วย ตารางเมตร ถ้าต้องการแปลงให้อยู่ในระบบ หน่วยไร่ก็สามารถนำค่าฟิลด์ Area มาหารด้วย 1,600 ได้ดังนี้

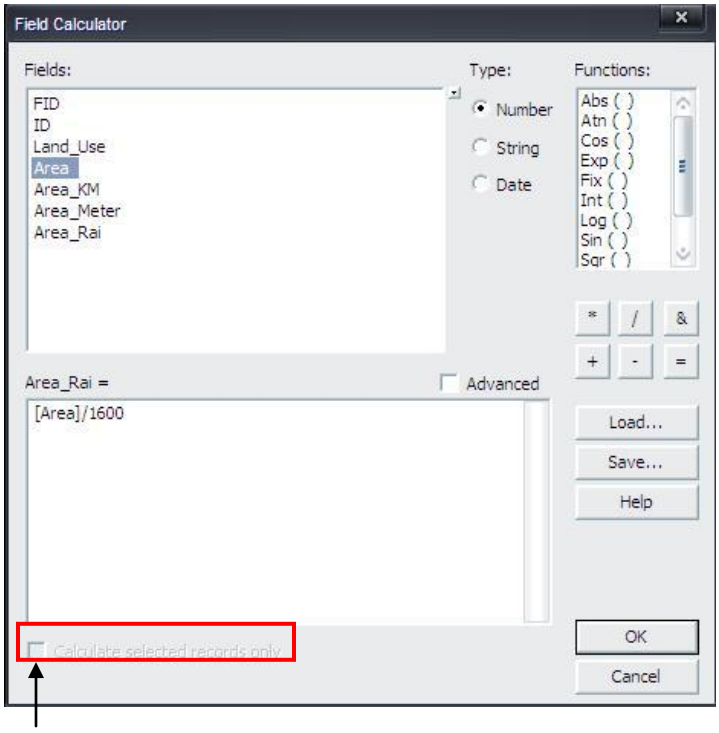
- สร้างฟิลด์ใหม่ โดยการคลิกปุ่ม Options > Add Field
- ที่หน้าต่าง Add Field กำหนดค่าดังภาพและคลิกปุ่ม OK



- คลิกขวาบนฟิลด์ Area_Rai เลือก Field Calcultor

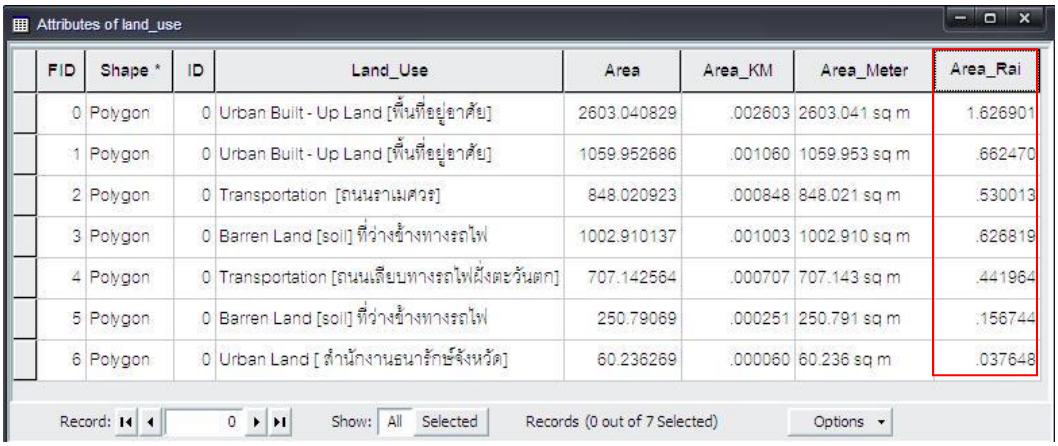



- ที่หน้าต่าง Field Calculator ในช่องของ Fields : ให้ดับเบิ้ลคลิก Area ต่อจากนั้นคลิกปุ่มเครื่องหมาย และพิมพ์ /1600 ในช่อง Area_Rai = จะปรากฏข้อความเป็น [Area]/1600 ดังภาพ จากนั้นคลิก OK




* ถ้าต้องการคำนวณทุกเรคอร์ดให้คลิกเครื่องหมายถูกออก แต่ถ้าต้องการคำนวณเฉพาะเรคอร์ดที่ถูกเลือกเท่านั้นให้คงเครื่องหมายถูกเอาไว้

- โปรแกรมจะคำนวณค่าตามสมการที่กำหนดและใส่ค่าในฟิลด์ Area_Rai ดังภาพ


Attributes of land_use

| FID | Shape * | ID | Land_Use | Area | Area_KM | Area_Meter | Area_Rai |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Polygon | 0 | Urban Built - Up Land [พื้นที่อยู่อาศัย] | 2603.040829 | .002603 | 2603.041 sq m | 1.626901 |
| 1 | Polygon | 0 | Urban Built - Up Land [พื้นที่อยู่อาศัย] | 1059.952686 | .001060 | 1059.953 sq m | .662470 |
| 2 | Polygon | 0 | Transportation [ถนนราเมศวร] | 848.020923 | .000848 | 848.021 sq m | .530013 |
| 3 | Polygon | 0 | Barren Land [soil] ที่ว่างข้างทางรถไฟ | 1002.910137 | .001003 | 1002.910 sq m | .626819 |
| 4 | Polygon | 0 | Transportation [ถนนเลียบทางรถไฟฝั่งตะวันตก] | 707.142564 | .000707 | 707.143 sq m | .441964 |
| 5 | Polygon | 0 | Barren Land [soil] ที่ว่างข้างทางรถไฟ | 250.79069 | .000251 | 250.791 sq m | .156744 |
| 6 | Polygon | 0 | Urban Land [ สำนักงานธนารักษ์จังหวัด] | 60.236269 | .000060 | 60.236 sq m | .037648 |

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 7 Selected) Options

### 4.3.4 การวิเคราะห์ความลาดชัน ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed)

ความลาดชัน (Slope) หมายถึง อัตราการสูงขึ้นหรือต่ำลงของภูมิประเทศ หรือหมายถึง ความเอียงของพื้นผิวโลกที่ทำให้เกิดขนาดมุมขึ้นกับพื้นระดับ หรือก็คืออัตราส่วนของความต่างในระยะทางดิ่งระหว่างจุด 2 จุด (Vertical Distance) กับระยะทางราบ (Horizontal Distance) ระหว่างจุด 2 จุดที่พิจารณาซึ่งจะแสดงเป็นสมการดังนี้

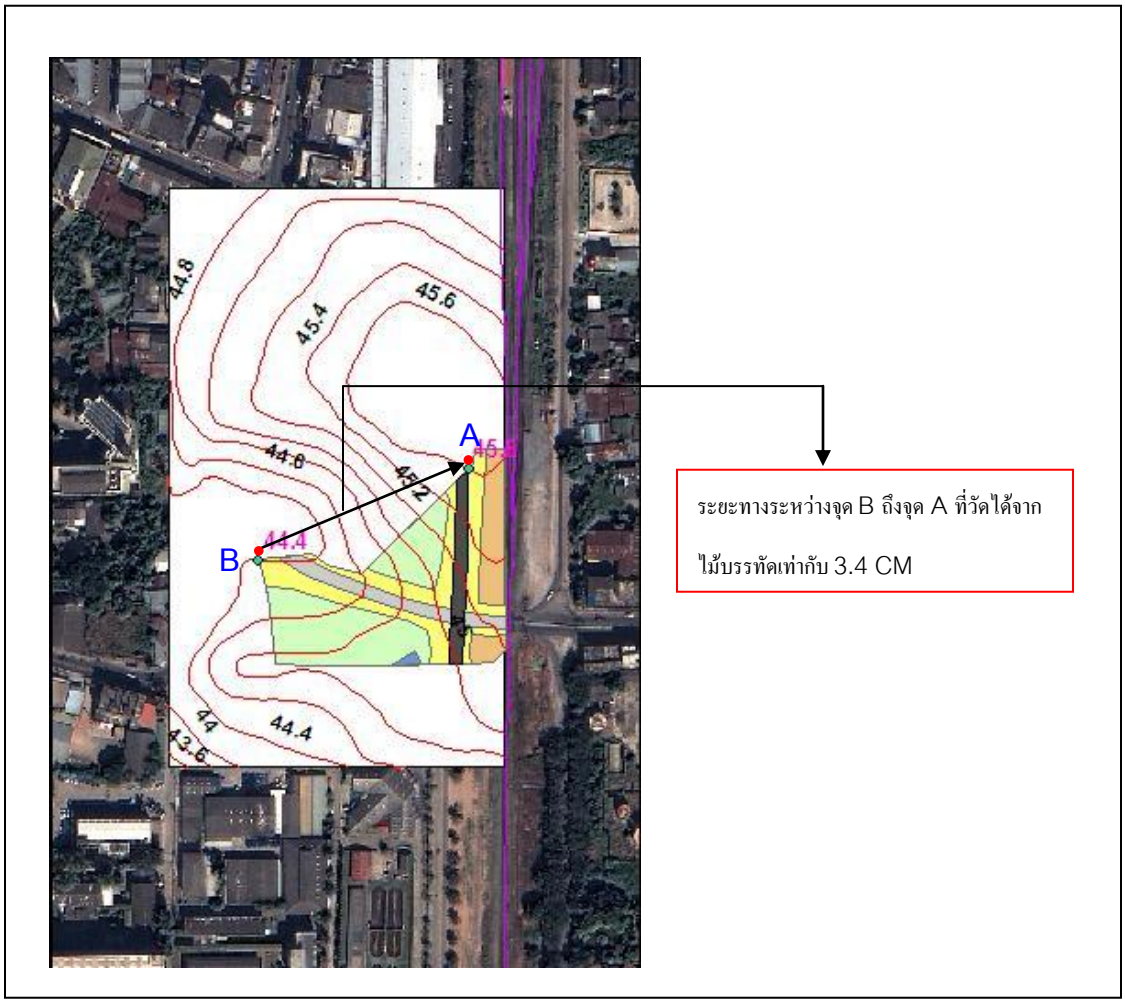
$$\text{Slope} = \frac{\text{ระยะในทางดิ่ง (Vertical Distance)}}{\text{ระยะในทางราบ (Horizontal Distance)}}$$

ระยะในทางดิ่ง (Vertical Distance) คือ ความแตกต่างระหว่างความสูงของจุด 2 จุด ที่พิจารณา จะหาความต่างระหว่างความสูงของจุด 2 จุด นี้ได้จากเส้นชั้นความสูงในแผนที่

ระยะในทางราบ (Horizontal Distance) คือระยะทางระหว่างจุด 2 จุด ที่พิจารณา แล้วเทียบมาตราส่วนของแผนที่เพื่อหาระยะในภูมิประเทศ

การวัดระยะทางเพื่อนำมาคำนวณหาค่า Slope จากจุด B ไป A โดยแสดงในหน่วยเมตร (กำหนดมาตราส่วน 1:3,000) สามารถทำได้ 2 วิธีคือ (1) ใช้ไม้บรรทัด (2)ใช้ เครื่องมือในเมนู ของโปรแกรม ArcGIS

(1) วิธีใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางจากจุด 2 จุด ดังรูปที่ 4.4




**รูปที่ 4.4** การพิจารณาความลาดชันระหว่างจุด A และ B ด้วยการวัดโดยตรง

การพิจารณาหาระยะทางในทางดิ่ง (Vertical Distance) กระทำได้โดยอาศัยดูจากเส้นชั้นความสูง (เส้น Contour) จากรูป 4.4 จะเห็นว่า ที่จุด A มีความสูง 45.6 และ จุด B มีความสูง 44.4 เมตร ก็จะสามารถหาความแตกต่างในทางดิ่งหรือระยะในทางดิ่งได้ โดยการเอาจุดที่สูงสุดตั้งและลบด้วยจุดที่ต่ำสุด คือ 45.6 เมตร ลบด้วย 44.4 เมตร ดังนั้นจะได้ ระยะในทางดิ่ง 45.6 - 44.4 = 1.2 เมตร

การพิจารณาหาระยะในทางราบระหว่างจุด B ถึงจุด A โดยอาศัยเทียบมาตราส่วน หาได้โดยการวัดระยะระหว่างจุด B ถึงจุด A กรณีใช้ไม้บรรทัดวัดหน่วยเป็นเซนติเมตรนั้นหากวัดได้เท่าไหร่ก็นำไปเทียบกับอัตราส่วนให้เป็นระยะในภูมิประเทศ จากภาพนี้สามารถวัดระยะระหว่างจุด B ถึงจุด A คำนวณได้จากสูตร

$$\text{Scale} = \frac{\text{Map Distance (MD)}}{\text{Ground Distance (GD)}}$$

โดย MD คือ ระยะในแผนที่ = 3.4 เซนติเมตร

GD คือ ระยะทางในภูมิประเทศ (เมตร)

$$\frac{1}{3{,}000} = \frac{3.4}{GD}$$

$$GD = 3{,}000 \times 3.4\ (CM)$$

$$GD = 102 \text{ เมตร}$$

เมื่อนำไปเทียบกับมาตราส่วน 1:3,000 อ้างอิงค่าจากในโปรแกรม ArcMap ก็จะได้ระยะในทางราบ เท่ากับ 102 เมตร

เมื่อได้ระยะในทางดิ่งและระยะทางในทางราบแล้ว ก็นำมาเข้าสูตรเพื่อหาค่า Slope

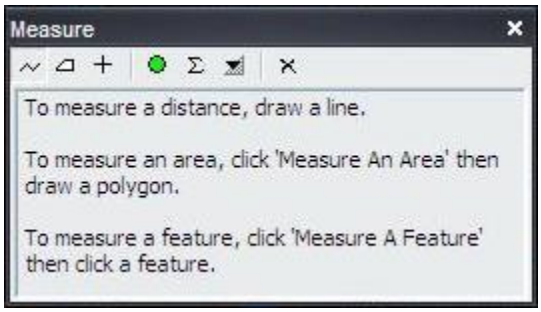
$$\text{Slope} = \frac{\text{ระยะในทางดิ่ง (Vertical Distance)}}{\text{ระยะในทางราบ (Horizontal Distance)}}$$

$$= \frac{1.2}{102} = 0.011$$

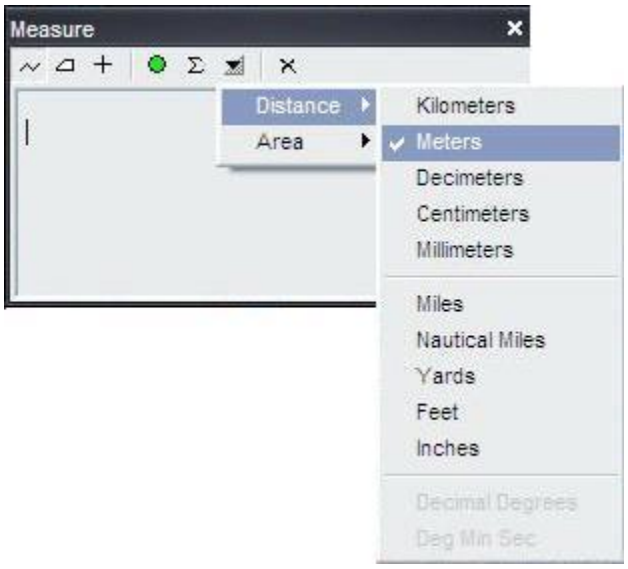
(2) ใช้ เครื่องมือในเมนู ของโปรแกรม ArcGIS

การหาระยะทางจากจุด 2 จุด บนแผนที่ (Map) นั้น สามารถทำได้โดยการคลิกที่ปุ่ม Measure จากนั้นก็นำไปคลิกระหว่างจุดสองจุดในส่วนที่แสดงแผนที่ ก็จะมีรายงานระยะทางในแถบสถานะ (Status bar) ซึ่งอยู่ด้านล่างซ้ายมือ คือจะสามารถวัดระยะทางบนแผนที่ได้หลายแบบ เช่น จะวัดระยะทางเป็นเส้นทาง หรือวัดระยะโดยวาดเป็นรูปปิดหลายเหลี่ยม หรือวัดระยะสำหรับฟีเจอร์ที่ต้องการ แต่ในที่นี้เราต้องการวัดระยะทางเป็นเส้นทาง ขั้นตอนการทำงานดังนี้

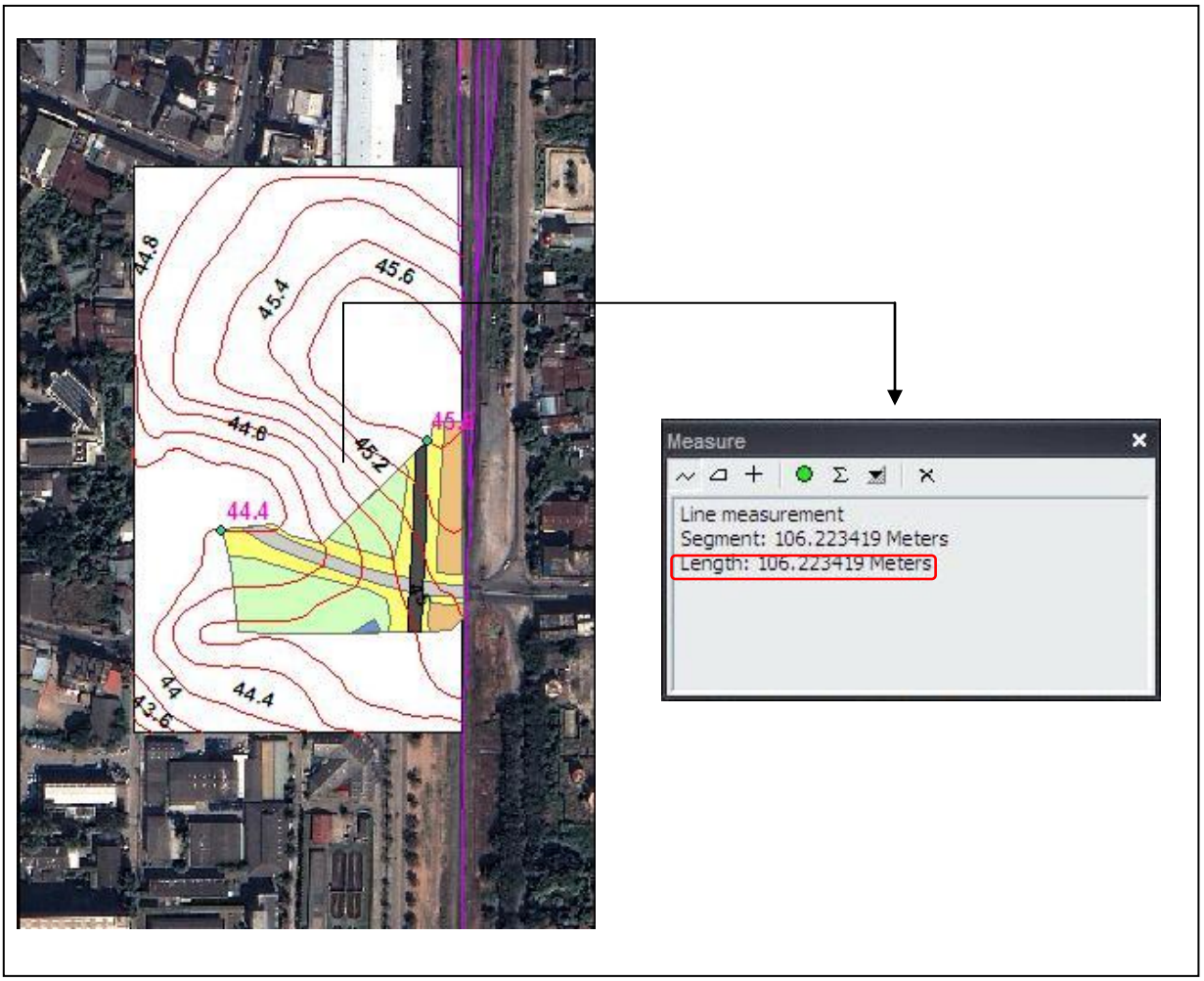
-ให้คลิกเลือกที่ปุ่ม Measure บนแถบเครื่องมือ Tools และก็จะปรากฏหน้าต่าง Measure ดังภาพ




- คลิกที่ปุ่ม Choose Unit เพื่อเลือกหน่วยที่ต้องการวัดระยะทาง เช่น ต้องการวัดระยะเป็นเมตร ก็ให้เลือก Distance เป็น Meters ดังภาพ



- คลิกที่ปุ่ม Measure line จะปรากฏเครื่องมือวัดเป็นเครื่องหมายบวกของ Pointer ก็ให้นำไปคลิกที่ตำแหน่งจุดที่ต้องการวัด 1 ครั้ง จากนั้นก็ให้ย้ายตำแหน่งไปยังจุดที่ 2 ซึ่งใน map นี้ก็คือให้คลิกเริ่มต้นที่จุด B ไปยังจุด A และก็ให้ดับเบิ้ลคลิกที่จุดสุดท้าย เพื่อต้องการดูค่าความยาวที่ได้จากการวัด หรือก็คือ ค่าระยะห่างที่ได้จากจุด 2 จุด สามารถอ่านค่าที่วัดได้จากตรงที่หน้าต่างของ Measure โดยที่ Segment : คือ ค่าความยาวของเส้นล่าสุด และ Length : คือความยาวของเส้นทั้งหมด ซึ่งค่าของ Length นี้ก็คือ ค่าระยะทางที่วัดได้ ดังรูปที่ 4.5




**รูปที่ 4.5** การพิจารณาความลาดชันระหว่างจุด A และ B ด้วยเครื่องมือของ ArcGIS

รายละเอียดของ Tools บนหน้าต่างของ Measure ในเมนูของ ArcGIS มีดังนี้

-

หมายถึงใช้ในการวัดเส้น ดับเบิ้ลคลิกเมื่อต้องการสิ้นสุดการวัดเส้น

-


หมายถึงใช้ในการวัดพื้นที่ โดยดับเบิ้ลคลิกเพื่อต้องการสิ้นสุดขอบเขตการวัดพื้นที่

-


หมายถึงคลิกลงบนแผนที่เพื่อทำการวัดความยาว อาณาเขตบริเวณ หรือพิกัด X,Y เครื่องมือนี้ทำให้ง่ายต่อการวัดแผนที่โดยไม่ต้องมีการลากเส้นบนแผนที่

-


หมายถึงเปิดการใช้งานของเครื่องมือ snap วิธีการนี้จะวิ่งหาเส้น หรือพื้นที่ตามจุดที่ใกล้ที่สุดโดยอัตโนมัติตามระยะ Snap ที่ถูกกำหนดมา คือ 8 Pixel เครื่องมือจะช่วยให้วัดระยะต่าง ๆ ได้แม่นยำยิ่งขึ้น โดยที่ต้องกดปุ่ม Ctrl ค้างไว้ขณะที่กำลังทำการลากเส้น ก็จะทำให้เกิดการสแน๊ป ตลอดแนวเส้นที่จะเป็นการวิ่งเข้าหาเฉพาะจุดเท่านั้น

-


หมายถึงเปิดการใช้งานเพื่อแสดงผลรวมของการวัดทั้งหมดที่ถูกทำมาแล้ว

-


หมายถึงเลือกหน่วยของระยะทาง หรือหน่วยที่ใช้แสดงพื้นที่

-


หมายถึงยกเลิกพร้อมกับลบข้อมูลการวัดที่ถูกทำมาแล้วข้างต้น

เมื่อทำการวัดได้ข้อมูลแล้วก็สามารถนำค่าที่ได้นั้น ไปคำนวณหาค่า Slope อีกที โดยที่ใช้สมการในการคำนวณความลาดชันเช่นเดียวกันกับวิธีแรก